

REVISTA

DE LA

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

SUMARIO

Dr. Ricardo F. A. Stappenbeck (1880-1963).....	113
W. C. STOLL, Los yacimientos de Scheelita de Cerro Los Cocos (Provincia de San Luis)	116
W. C. STOLL, Algunos yacimientos de tungsteno del distrito Cerro El Morro (Provincia de San Luis)	121
HORACIO LLAMBIAS, Sobre inclusiones halladas en cristales de inderita, bórax y topacio de la Argentina y consideraciones sobre su empleo como <u>termómetro geológico</u>	129
FRANCISCO FIDALGO, Algunos rasgos tectónicos y geomorfológicos de la <u>Sierra de Sañogasta-Vilgo (Prov. de La Rioja)</u>	139
M. BUTSCHKOWSKYJ, S. RIVAS y D. BEDLIVY, Algunos seleniuros de la <u>provincia de La Rioja</u>	154
M. BUTSCHKOWSKYJ, R. RUHSTALLER y S. RIVAS, Un amianto de la Quebrada del Gato, Angaco (Prov. de San Juan).....	164
LIDIA MALVICINI y EDUARDO LLAMBIAS, Mineralogía y origen de los minerales de manganeso y sus asociados en Farellón Negro, Alto de la <u>Blen-da y Los Viscos, Hualfin, Catamarca</u>	177
RAÚL A. ZARDINI y BERNABÉ J. QUARTINO, Las relaciones geológicas entre los estratos de Pagauzo y el granito en Paso del Molle (Provincia de La Rioja).....	201
NOTA AL EDITOR.....	210
LISTA DE MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN.....	211
INDICE ALFABÉTICO DEL TOMO XVIII.....	223

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

1963



DR. RICARDO F. A. STAPPENBECK

(1880-1963)

El 16 de julio de 1963 concluyó en Munich, Alemania, la fecunda existencia del doctor Ricardo Federico Augusto Stappenbeck, cuyo nombre queda incorporado para siempre a la historia de la ciencia geológica argentina. Nació el 2 de mayo de 1880 en Salzwedel, ex Reino de Hannover, Alemania.

Cuando en las memorables Primeras Jornadas Geológicas Argentinas, celebradas en San Juan en noviembre de 1960, fui honrado con la misión de exponer una reseña, que debió ser muy breve, de la evolución de nuestra ciencia a partir de 1810, la dividí en períodos según sus facetas más culminantes; la labor de los precursores iniciada cuando la ciencia de la Tierra recién comenzaba a constituir sus doctrinas fundamentales; la creación de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba en 1871, algunos de cuyos miembros revelaron la esencia de la composición y estructuras del centro, norte y oeste argentino; para principios de este siglo recordé la creación de la Dirección de Minas y Geología de la Nación, encomendada al ilustre Ingeniero Enrique Hermitte, dotado de condiciones poco comunes de conductor y organizador.

This One



R42K-GU1-2S6H

Entre los primeros investigadores integrantes de la pléyade brillante de geólogos que trajo de Europa, figuró el Dr. Ricardo Stappenbeck. A ellos correspondió en buena parte, la exploración de las comarcas a las que no había alcanzado la labor de la institución cordobesa y particularmente de la Patagonia y de la llanura pampeana. A Stappenbeck cupo el reconocimiento de la recién descubierta cuenca petrolífera de Comodoro Rivadavia.

En 1910 dio a publicidad uno de sus tributos más valiosos, "La Precordillera de San Juan y Mendoza" editado por el Ministerio de Agricultura. De todos son conocidos los méritos excepcionales de este trabajo, una sinopsis hecha con meditación y orden, de la geología de esa extensa región de tan extraordinario interés y que sirvió de fundamento para las muchas contribuciones que desde entonces ampliaron esos conocimientos en el transcurso del medio siglo, desarrolladas por brillantes investigadores.

Con posterioridad, Stappenbeck se consagra a la investigación de las aguas subterráneas en numerosas regiones argentinas; las copiosas observaciones hechas y las informaciones recogidas en distintos puntos de la llanura pampeana, le permitieron redactar un libro admirable: "Geologie and Grundwasserkunde der Pampa" (Geología e hidrología de la Pampa) aparecido en Stuttgart en 1926, que comprende unas cuatrocientas páginas. Fue y es de lamentar que esa magnífica obra, que contiene además una clarísima sinopsis de la correspondiente geología argentina, según los conocimientos de aquella época, no haya sido escrita en nuestro idioma, porque con justicia debe ser considerada como la "biblia de los hidrogeólogos argentinos". Se hicieron de ella transcripciones privadas que no alcanzaron la difusión tan necesaria y se grato anunciar que la Dirección de Hidráulica de la provincia de Córdoba obtuvo recientemente de su autor la autorización para editar entre nosotros una versión castellana. Cuando en enero de 1962 visité personalmente a Stappenbeck en su residencia de Munich, para hacerle entrega del diploma de miembro Correspondiente de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, me manifestó su pesar porque sus achaques de octogenario y las dolencias físicas, le impedían regresar a nuestro país y poner al día su magistral libro, tarea que cumplirán geólogos argentinos, avezados en estos problemas de tanto interés nacional.

Por otra parte, Stappenbeck se ocupó de problemas de orogenia andina, investigó algunos de nuestros yacimientos petrolíferos y prestó atención también a yacimientos de minerales y rocas de aplicación, tanto de Argentina como de otras regiones del continente americano, resumiendo sus estudios en un valioso "Mapa de las riquezas minerales de Sudamérica".

Esta breve reseña, por cierto muy incompleta, referida solamente a los servicios fundamentales que el Dr. Ricardo Stappenbeck prestó al progreso del país, impulsando con singular prestigio las investigaciones geológicas, constituye un modesto homenaje a su memoria, auspiciado por la Asociación Geológica Argentina, a la cual agradezco el honor que me ha conferido, al encargarme de su redacción.

Córdoba, Diciembre 14 de 1963.

DR. JUAN OLSACHER.

NOMINA DE LAS PUBLICACIONES DE RICARDO STAPPENBECK SOBRE TEMAS DE GEOLOGIA ARGENTINA Y SUDAMERICANA

1. *Uebersicht über die nutzbaren Lagerstätten Argentinien und der Magelhaensländer.* — (Zeitschrift für praktische Geologie, XVIII, 1909).
2. *Geologische Beschreibung der Umgebung des Sees Musters in Patagonien* (Sitzungsberichte K. u. K. Akademie der Wissenschaften, Wien, CXVII, 1909).
3. *La Precordillera de San Juan y Mendoza.* — (Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, IV, nº 3, 1910).

4. *Unrisse des geologischen aufbaues der Vorkordillere zwischen den Flüssen Mendoza und Jachal.* — (Geol. und. Pal. Abhandlungen. N. F. IX, 1911).
5. *Die Vorkordillere zwischen den Flüssen Mendoza and Jachal in Argentinien.* — Petermanns Mitteilungen, LVII, 1911).
6. *El agua subterránea al pie de la Cordillera Mendocina y Sanjuanina.* — (Anales del Ministerio de Agricultura, VIII, n^o 5, 1913).
7. *Investigaciones hidrogeológicas de los valles de Chapalcó y Quehué y sus alrededores (Gob. de La Pampa).* — (Boletín Dirección de Minas (B) n^o 4, 1913).
8. *Apuntes hidrogeológicos sobre el Sud-Este de la Prov. de Mendoza.* — (Ibid. (B) n^o 6, 1913).
9. *Resultados geológicos de algunas perforaciones en las provincias orientales de la Argentina.* — (Bol. Min. Agr. XV, 1913).
10. *Reseña hidrogeológica del nordeste de Tucumán y partes adyacentes.* — (Bol. Min. Agric. XVII, 1914).
11. *Reseña hidrogeológica de la parte meridional de Tucumán.* — (Ibid. XVII, 1914).
12. Con F. Reichert: *Informe preliminar sobre la parte sud-este del territorio del Chubut y el Análisis Químico del Petróleo de Comodoro Rivadavia.* — (Anales del Ministerio de Agricultura IV n^o 1, 1909).
13. *Las aguas subterráneas en el sur de la Prov. de Tucumán.* — (Biblioteca de la Casa de Gobierno, Bol. n^o 17, 1915).
14. *Die Mineralagerstätten Südamerikas und ihre wirtschaftliche Bedeutung für das deutsches Reich.* — (Zeitschrift der Deutsch. Wissen. Verein, Buenos Aires, 1916).
15. *Estudios geológicos e hidrogeológicos de la zona subandina de las provincias de Salta y Tucumán.* — (Anales Ministerio de Agricultura, Sección Geología, XIV, 1921).
16. *Geología de la falda oriental de la Cordillera del Plata (Prov. de Mendoza).* — Anales del Ministerio de Agricultura, Secc. Geol. XII, 1917).
17. *Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación en la República Argentina.* — Direc. Gral. de Minas, Bol. Serie "B" n^o 19, 1918).
18. *El agua subterránea en los conos de deyección.* — Primera Reunión Nac. de la Soc. Arg. de Ciencias Nat. Tucumán, 1916).
19. *Das Grundwasser in den Wüsten und Steppen Südamerikas.* — (Weitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin, 1934).
20. *Die minerlischen Rohstoffe Südamerikas und ihre Bedeutung für die deutsche Wissenschaft.* — ("Lateinamerika", 1926).
21. *Mapa de las riquezas minerales de Sudamérica.* — (Berlín, 1926).
22. *Geologie und Grundwasserkunde der Pampa.* — (Stuttgart, 1926, 409 págs.).
23. *Über Grundwasser in kristallinen Gesteinen.* — (Der Gas-u. Wasserfach, n^o 42-44. München, 1935).
25. *Über die neue Erdölfunde in der Provinz Mendoza (Argentina).* — (Oel und Kohle, 1935).
26. *Zur jüngsten geologischen der westargentinischen Kordillere nebst tektonischen Ueberblick über nie Andesgebirgsbildung.* — (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Berlin, 1936).
27. *Die fossilen Brennstoffe Südamerikas.* — ("Braunkohle", Halle, XXXVI, 1937).
28. *Über Onyxmarmolagerstätten und damit zhsammenhängende Qhellen bei San Rafael, Argentina.* — (Zeitschrift f. prakt. Geologie, Halle, año 45, 1937).
29. *Tupungato und Lunlunta, die neuen Oelfelder Westargentinens.* — ("Oel und Kohle", Berlin XXXVI, 1940).

LOS YACIMIENTOS DE SCHEELITA DE CERRO LOS COCOS (PROVINCIA DE SAN LUIS)

Por W. C. STOLL
Universidad de Chile

RESUMEN

Scheelita se encuentra en capas plegadas de granulita interestratificadas con micacitas precámbricas en Cerro Los Cocos, provincia de San Luis. Scheelita, turmalina, pirita y escapolita se originaron por reemplazo de la granulita por flúidos neumatolíticos derivados de magma relacionado con el plutón tonalítico de la Pampa de Tamboreo, probablemente durante el plegamiento de las rocas.

ABSTRACT

Scheelite occurs in folded granulite beds interstratified with Precambrian mica schist at Cerro Los Cocos, Province of San Luis. Scheelite, tourmaline, pyrite and scapolite originated by replacement of the granulite by pneumatolytic fluids arising from magma related to the nearby tonalite intrusive of the Pampa de Tamboreo, probably during folding of the rocks.

INTRODUCCION

Cerro Los Cocos está en la provincia de San Luis, a 8 kilómetros en dirección N 36 E del pueblo de El Trapiche, a una altitud de alrededor de 1.200 m sobre el nivel del mar. El mineral de scheelita es explotado en pequeñas labores superficiales y subterráneas y el mineral rico es seleccionado, molido y concentrado en una pequeña planta. La producción (1959) es de 100 kilos de concentrado por día, con una ley de 60 a 65 por ciento de WO_3 .

ROCAS Y ESTRUCTURAS GEOLOGICAS

La principal roca expuesta en la mina es micacita precámbrica de biotita-cuarzo, en parte inyectada por filamentos de cuarzo. Muchas capas de granulita de color claro de 0,5 a 2,5 m de ancho, están intercaladas en la micacita. La scheelita se presenta en la granulita. Los estratos son masivos a débilmente es-

quistosos y contienen septos de micacita que están afectados por clivaje de fractura. Bandeamiento en capas más cuarzosas y más feldespáticas y biotíticas puede distinguirse en los afloramientos. La micacita y la granulita están intruídos por muchos lentes delgados y vetas de pegmatita y cuarzo, que en lugares gradan de una a la otra.

Las rocas metamórficas están plegadas según ejes N-S. La esquistosidad es paralela a la estratificación. El plegamiento tuvo lugar en forma concéntrica, después que la esquistosidad se había desarrollado.

En los pliegues mayores, o de "primer orden", los planos axiales están inclinados algo hacia el Este. Planos axiales individuales están un poco curvados o torcidos y las trazas de los planos axiales de diferentes pliegues no son del todo paralelos. Los pliegues buzan hacia el Sur, con ángulos variables. Las partes axiales de algunos plie-

gues de primer orden son apretados e isoclinales, pero los pliegues enteros son más abiertos. En las capas de granulita las partes axiales están arrugadas en pliegues concéntricos menores, mien-

rentes reacciones de stress de estas rocas más rígidas. En ciertos lugares las micacitas presentan lineación (micropliegues) casi paralela a los ejes de los pliegues mayores.

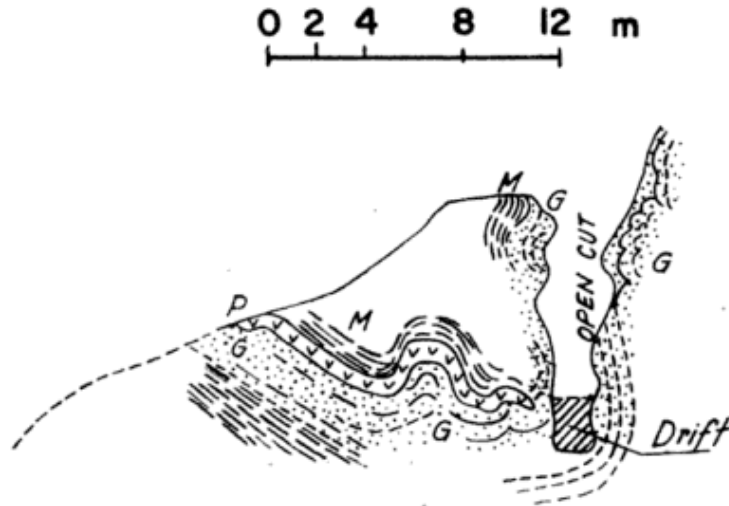


Fig. 1. -- Corte en la entrada al nivel 996 m. Zona axial del sinclinal I con pliegues menores en granulita y pegmatita : M, micacita ; G, granulita ; P, pegmatita

tras los flancos contienen pocos pliegues menores. Puede observarse notable variación en el espesor de los afloramientos de granulita de un lugar a otro (lám.

El tamaño de los pliegues de primer orden indica que la serie de rocas visibles comenzaron a plegarse como una unidad. La esquistosidad estratificada favoreció la siza concéntrica, y un alto grado de acortamiento lateral fue logrado sin arrugamiento. Las granulitas, junto con los esquistos, fueron deformadas en pliegues simples y amplios hasta que una etapa avanzada de acortamien-

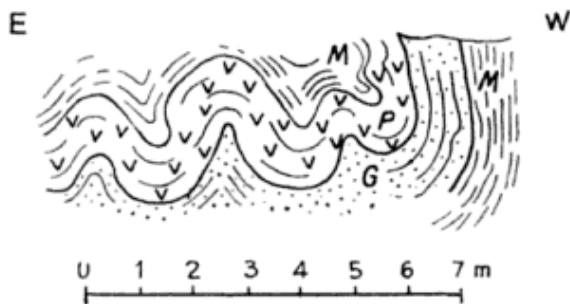


Fig. 2. -- Zona axial de sinclinal I: capa 1, replegado concéntricamente : M, micacita ; G, granulita ; P, pegmatita con intercalaciones de granulita y micacita. Clavos elongados ricos en scheelita, según los ejes de los anticlinales menores (de segundo orden), en la granulita.

I). Los espesores exagerados son causados por arrugamiento en las zonas axiales.

La estructura plegada del esquisto micáceo es simple y pareja excepto donde, cerca de la granulita o pegmatita, ha sido influenciada por las dife-

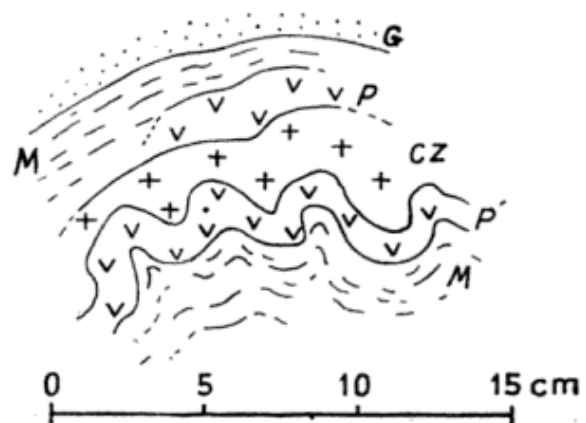


Fig. 3. -- Detalle de micropliegues en un anticlinal menor de la capa pegmatítica marcada « P » en figura 2; G, granulita ; M, micacita ; CZ, cuarzo ; P, pegmatita.

to fue lograda. Deslizamiento concéntrico se hizo más difícil a medida que los flancos se inclinaban más, porque las capas competentes de granulita resistieron la formación de superficies de siza concéntrica espontánea, necesarias

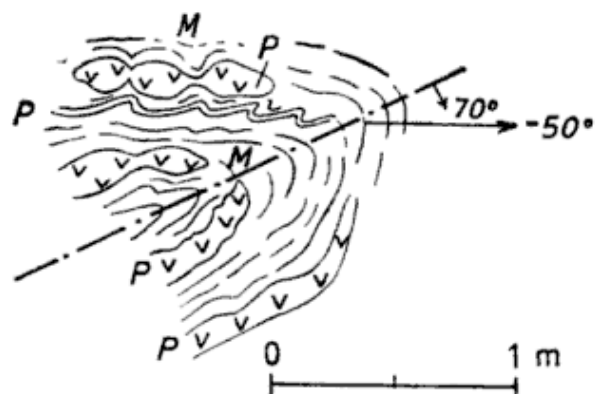


Fig. 4. — Plano de anticlinal buzante de micacita con pegmatita, con estructura de «boudinage» en la pegmatita; P, pegmatita; M, micacita.

para acomodar más flexura de primer orden. Mayor acortamiento lateral y extensión vertical de estos estratos fue logrado más fácilmente por plegamiento de menor amplitud. Estos pliegues de menor escala fueron localizados en las zonas de charnela de los pliegues mayores. Solamente en las zonas de charnela era la estratificación paralela a las fuerzas tangenciales deformantes, y el arrugamiento ("buckling") de las zonas axiales en radios de curvaturas pequeños permitió la intensificación de siza concéntrica. Plegamiento de "segundo orden" comprendió el espesor total de una capa de granulita con su pegmatita interestratificada (figuras 1 y 2). Pliegues de "tercer orden" resultaron de la división de una capa por siza en capas separadas que se plegaron desarmónicamente y con amplitudes determinadas en parte por el ancho de las capas afectadas (fig. 3). Por arrugamiento de las zonas axiales de los pliegues, las capas de granulita fueron acortadas lateralmente y engrosadas verticalmente. Las micacitas, más flexibles, pueden haber seguido pasivamente los movimientos más complica-

dos de las capas rígidas. Una continuación de la compresión causó el apretujamiento isoclinal de las zonas de charnela y el torcimiento de los planos axiales.

Las vetas de pegmatita y cuarzo pueden haber sido plegadas junto con las rocas metamórficas. Algunas vetas angostas, concordantes, así como discordantes con la esquistosidad, tienen forma de pliegues concéntricos. No está claro si éstas han sido plegadas o son más jóvenes que el plegamiento y lo imitaron. Boudinage se presenta igual en algunos cuerpos de pegmatita y de cuarzo (figs. 4 y 5). Estos fueron seguramente deformados por los movimientos de plegamiento. Pegmatita y cuarzo también ocurren como rellenos de diaclasas de extensión que yacen perpendicularmente a los ejes de plegamiento. Estos cuerpos fueron inyectados y cristalizaron durante o después del plegamiento. Inyección de pegmatita y cuarzo puede entonces haber ocurrido mientras la deformación tenía lugar, durante todas sus etapas.

Al sur del Cerro Los Cocos, grandes pegmatitas intruyen las rocas metamór-

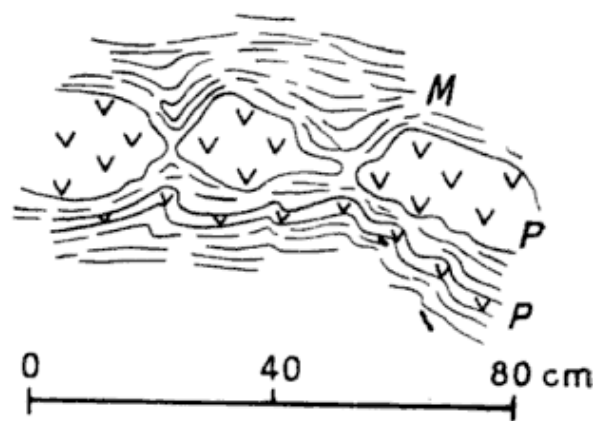


Fig. 5. — Detalle de figura 4. Estructura de «boudinage» en pegmatita

ficas. Cuatro kilómetros al este de las minas, en la Pampa de Tamboreo, hay un intrusivo de tonalita gris de oligoclasa-cuarzo,biotita de grano grueso que contiene xenolitos y fases locales ricas en microclino. El afloramiento es de 5

por 3 km de superficie. El plutón parece ser sintectónico; es en parte concordante y en parte discordante con los esquistos micáceos que lo rodean y se inclina hacia el Sur con la estructura regional. Puede ocupar el núcleo de un anticlinal buzante. En los esquistos, cerca del borde de los intrusivos, hay muchas vetas pequeñas de cuarzo-scheelita que evidentemente se han originado en el magma tonalítico (Zardini, 1963). El magma representado por el plutón de Tamboreo es la fuente más probable de la mineralización de scheelita en Cerro Los Cocos.

DISTRIBUCION DE LA SCHEELITA

Scheelita está irregularmente distribuida en la granulita y no se encuentra en las micacitas. La distribución de las labores indica que las zonas axiales, tanto anticlinales como sinclinales, contienen las concentraciones más ricas de mineral. Los flancos también contienen scheelita, especialmente donde hay débil ondulaciones. La extensión de las capas con scheelita no es bien conocida. Afloramientos esparcidos con scheelita se encuentran en una franja de 400 m de ancho y 3 km de largo.

Mineros familiarizados con las labores han informado que la scheelita es a veces encontrada enriquecida dentro y cerca de vetillas de cuarzo, donde éstas atraviesan la granulita. Dos de tales ocurrencias fueron examinadas microscópicamente, y la presencia de scheelita en vetas de cuarzo fue confirmada. Los filamentos de cuarzo-scheelita tal vez no están relacionados directamente con las pegmatitas locales. El cuarzo que grada a pegmatita aparentemente no contiene scheelita.

PETROGRAFIA

La granulita fue derivada de una roca sedimentaria silíceo por cristalización metamórfica y metasomatismo. En la

muestra macroscópica, es granular fina, parecida a una cuarcita feldespática. La roca está compuesta esencialmente por cuarzo y plagioclasa con biotita subordinada y granate. Muscovita, microclina, tremolita-actinolita y turmalina amarilla son abundantes localmente. Zircón y apatita y scapolita son escasas. Scheelita y pirita se encuentran en varios lugares. Cerca de la superficie la plagioclasa está parcialmente alterada a arcillas, incluyendo halloysita, y la pirita está meteorizada a limonita.

Cuarzo xenoblástico, el constituyente principal, muestra diferentes estados de coalescencia de granos individuales. Comúnmente tiene extinción ondulosa y puede mostrar estructura de mortero y formas de granos lensoides. La plagioclasa forma agregados de grano fino intersticiales a los mayores individuos de cuarzo. Plagioclasa finamente cristalizada y cuarzo forman líneas y bandas inter-estratificadas con bandas de cuarzo más grueso. La plagioclasa, en su mayor parte no maclada, es mayormente oligoclasa y oligoclasa-andesina; raramente es más cálcica. En la granulita más gruesa, hay microclina intersticial con cuarzo. Biotita café rojiza, y muscovita forman cristales subhedrales. Granate isótropo ocurre como cristales esparcidos idiomórficos, del mismo modo que zircón y apatita accesorios. Un poco de clorita reemplaza al granate. Turmalina, comúnmente poikilitica, se presenta esporádicamente. La escapolita contiene inclusiones de cuarzo, granate y scheelita. Scheelita ocurre como cristales anhedrales a redondeados, granos sin forma, grupos de granos e individuos compuestos. Los granos son en su mayoría menores de 1 mm de diámetro, pero una muestra excepcional examinada contiene cristales de 8 mm de diámetro. Los granos mayores de scheelita son obviamente porfiroblastos, con inclusiones poikiliticas de biotita, cuarzo, muscovita, apatita y plagioclasa.

Scheelita, pirita, turmalina y escapolita se deben a procesos aditivos. Metasomatización de turmalina puede tal vez ser relacionada a la inyección de pegmatita y cuarzo. Scheelita podría tener la misma fuente pero la evidencia no es tan clara. La fijación o precipitación de scheelita por plagioclasa, análoga a su precipitación por mármol en depósitos de tactita, ha ocurrido.

Los cuerpos de pegmatita y cuarzo forman una serie composicional más o menos continua. La mayoría están compuestos de microclina, albita y cuarzo, con muscovita y apatita subordinadas. Otros consisten principalmente de cuarzo, con menos microclina, albita y muscovita. Estos son intermedios entre pegmatita ordinaria y vetas de cuarzo, que contienen poco o nada de feldespato. Turmalina amarilla y pirita son accesorios comunes. Un poco de cataclasis fue observada microscópicamente en cuarzo y pegmatita.

ORIGEN

Tungsteno, boro y otros elementos fueron introducidos en los estratos de granulita, probablemente durante su deformación, por fluidos mineralizantes neumatolíticos derivados de magma to-

nalítico. Los fluidos pueden haber migrado a través de las rocas desde una fuente batolítica bastante distante, o pueden haber entrado a través de conductos ahora ocupados por pequeños cuerpos de pegmatita y cuarzo. La primera hipótesis es la más probable. Vetillas de cuarzo-scheelita que atraviesan la granulita probablemente no influyeron mayormente en la mineralización tungstífera de la granulita.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la colaboración del Dr. R. A. Zardini tanto en el trabajo de campo como en la preparación del informe. El geólogo Adolfo Marcelo Mezzetti, de la Dirección Nacional de Geología y Minería prestó valiosa ayuda en el campo. El trabajo de campo fue subsidiado por la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Argentina.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Zardini, R. A. (1963). *El cuerpo granítico de la Pampa de Tamboreo (San Luis)*. — Informe en preparación, Universidad de Bs. Aires.

Manuscrito recibido en junio de 1963.

ALGUNOS YACIMIENTOS DE TUNGSTENO DEL DISTRITO CERRO EL MORRO

(PROVINCIA DE SAN LUIS)

POR W. C. STOLL
Universidad de Chile

RESUMEN

Las rocas del distrito Cerro El Morro (San Luis) son micacita, gneiss y caliza cristalina precámbricos, todos atravesados por filones de pegmatita, aplita y cuarzo que están relacionados al granito que aflora solamente en San Luis del Morro. Scheelita se presenta en cuatro distintas asociaciones: en venillas pegmatíticas, venillas micáceas, vetas de cuarzo y depósitos de tactita que reemplazan a la caliza. Wolframita se encuentra en vetas de cuarzo. Los yacimientos de importancia técnica son los de tactita y de cuarzo. Loma Blanca, Cerro Morro y El Peje están entre las minas más importantes.

Los yacimientos fueron formados por flúidos derivados de magma pegmatítico, y la depositación de minerales de tungsteno tuvo lugar durante las etapas pegmatítica, neumatolítica y probablemente hidrotermal. El magma pegmatítico fue, a su vez, un magma residual acumulado en profundidad durante las etapas finales de la cristalización de un batolito granítico subyacente. De acuerdo con lo que ahora se conoce de la historia geológica de las Sierras Pampeanas, la edad de los yacimientos es precámbrica.

ABSTRACT

The rocks of Cerro El Morro district, San Luis, are Precambrian mica schist, gneiss and crystalline limestone, all cut by pegmatite and aplite dikes and quartz veins that are related to granite that crops out only at San Luis del Morro. Scheelite occurs in four different associations: in pegmatitic veinlets, micaceous veinlets, quartz veins and tactite deposits replacing limestone. Wolframite occurs in quartz veins. The technically important types of deposits are those of tactite and quartz. Loma Blanca, Cerro Morro and El Peje are among the most important mines.

The ore deposits were formed by fluids derived from pegmatitic magma, and tungsten ore deposition occurred during the pegmatitic, pneumatolytic and hydrothermal stages of crystallization. The pegmatitic magma was in turn derived as a rest magma accumulated during the final stages of crystallization of a subjacent granitic batholith. Pegmatites and ore deposits are at least in part syngenetic. Their geologic age, in accordance with what is now known of the geologic history of the Pampean Ranges, is Precambrian.

INTRODUCCION

El distrito Cerro El Morro en la provincia de San Luis es una de las fuentes más productivas de minerales de tungsteno. Comprende las minas Loma Blanca, Cerro Morro, El Peje y muchas otras. Como en otras partes, los yacimientos de reemplazo y las vetas se presentan juntos. Las rocas son de edad

precámbrica y son en su mayoría gneiss de biotita con pequeñas intercalaciones de mármol, todos con rumbo NNW. Algunos de los gneiss corresponden a gneiss de inyección cuyos componentes ígneos están formados por filamentos y núcleos cuarzo-feldespáticos. En otros gneiss de inyección finas vetillas de cuarzo siguen la foliación. Cuerpos inyectados más gruesos atraviesan los

gneiss de inyección con pequeños ángulos. Beder (1913) notó que las inyecciones feldespáticas (pegmatitas, aplitas) están cortadas por vetas de cuarzo. Clasificó todos los cuerpos mayores de origen ígneo de la siguiente manera: aplita, pegmatita, vetas de cuarzo con mica y algunas con wolframita, vetas de cuarzo puro. Beder (1913) creyó que esta secuencia de inyecciones se originó en un batolito subyacente de granito rojo que aflora solamente en San Luis del Morro, y que contiene diques de aplita, pegmatita, cuarzo y lamprófito.

En Loma Blanca, estudiada por Kittl (1930), la producción mineral venía de vetas de cuarzo-mica-wolframita así como también de yacimientos de scheelita con ganga de biotita, epidota, actinolita, calcita, etc. Las otras minas importantes (Cerro Morro, El Peje, etc.) han producido mena, principalmente de depósitos de remplazo de scheelita.

MINA CERRO MORRO

Smith y González (1947) hicieron un estudio detallado de la mina de tungsteno Cerro Morro, situada junto a Loma Blanca. Aquí los yacimientos minerales se encuentran en las partes metasomatizadas de capas de caliza cristalina. El mineral consiste de scheelita diseminada en una ganga de epidota, actinolita y clorita. Algunos de estos cuerpos están atravesados y localmente enriquecidos por vetillas pegmatíticas que contienen scheelita. Cuerpos de pegmatita estéril han sido intruídos en las rocas metamórficas, y vetas más jóvenes de cuarzo y vetillas micáceas, ambas con scheelita, atraviesan tanto las rocas metamórficas como las pegmatitas. Estos autores notan un fenómeno que es casi universal en los yacimientos de remplazo de scheelita en la Argentina: que los minerales corresponden mineralógicamente a minerales de tactitas de metamorfismo de contacto pero

que no hay expuestos contactos ígneos relacionados. En Cerro Morro, el afloramiento más cercano de granito se encuentra a 6 kilómetros. Las pegmatitas estériles aparentemente no tienen relación con los yacimientos de tungsteno. Sus contactos no están generalmente mineralizados ni alterados. Las vetas de cuarzo atraviesan estas pegmatitas estériles y casi todas tienen salbandas micáceas con scheelita. En Cerro Morro por lo tanto, la scheelita se presenta en las siguientes diferentes asociaciones: en salbandas micáceas de vetas cuarcíferas; con silicatos que reemplazan mármol; en filamentos pegmatíticos; en vetillas micáceas relacionadas con las vetas de cuarzo. Las vetas de Loma Blanca contenían bastante wolframita. Smith y González concuerdan con Kittl en que los remplazos de scheelita se formaron por metasomatismo por soluciones que más tarde depositaron la scheelita y la wolframita en vetas.

MINA EL PEJE

La mina El Peje está a 25 kilómetros al este de La Toma, en el pie de monte occidental de Cerro El Morro. Según informes, produjo unas 500 toneladas de scheelita entre 1945 y 1958.

ROCAS Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Las rocas son las mismas que prevalecen por todo el distrito: esquistos de biotita y gneiss con lentes de mármol intercalados. Algunos de los gneiss están inyectados por pequeños cuerpos de pegmatita y cuarzo estructuralmente similares entre sí y concordantes. El mármol blanco y gruesamente cristalizado, forma lentes discontinuos y delgados. Las rocas metamórficas tienen rumbo norte a noreste y buzan con ángulos moderados al Este. La foliación metamórfica es paralela a la estratificación. Localmente los estratos están

arrugados en pequeños pliegues bastante apretados de dirección aproximada N 20° E, y están también atravesados por zonas de siza, angostas, esquistosas, paralelas a la foliación regional o atravesándola en ángulos pequeños.

El mármol está en algunos lugares parcialmente alterado a tactita oscura con suficiente scheelita, como para formar depósitos minerales. Algo de la tactita es esquistoso. Scheelita ha sido también encontrada en las angostas zonas de siza que atraviesan el gneiss. Estas fracturas coinciden en parte con estratos calcáreos angostos.

Una tercera asociación de scheelita es con vetillas y vetas de cuarzo-turmalina que atraviesan el esquistoso y la caliza. Una veta en la pared Norte del rajo abierto principal, tiene rumbo N 25° W y buza 40° al Este, atravesando la foliación del esquistoso a un ángulo pequeño. Algunas partes ricas en turmalina de esta veta habrían contenido una alta proporción de scheelita, y unos pocos cristales de scheelita fueron vistos en su sitio. La veta ocupa una fractura de siza bien definida. Pasa en una zona de venillas de cuarzo hasta el noroeste y se gradúa en pegmatita abajo por el buzamiento hacia el sudoeste.

Las pegmatitas son lentes concordantes y filones capas de varios metros de espesor, compuestas principalmente de plagioclasa rosada, cuarzo y turmalina negra esporádica. No se ha encontrado scheelita en las pegmatitas.

PETROGRAFÍA

La roca predominante, gneiss biotítico, es gruesa y bien foliada. Al microscopio, consiste de biotita café a verde oliva, oligoclasa y cuarzo, junto con notables cantidades de titanita y apatita con calcita, epidota y sericita como subordinadas. Mucha de la plagioclasa, titanita y apatita pueden haber resultado de impregnación por emanaciones ígneas ("impregnation gneiss").

En los gneiss de inyección, el componente metamórfico consiste de muscovita, biotita y clorita, y el componente ígneo consiste de oligoclasa, cuarzo y apatita accesoria. La textura es cataclástica: las láminas de macla de la oligoclasa y los cristales de muscovita están doblados, y el cuarzo, granuloso.

Las pegmatitas están compuestas esencialmente de plagioclasa (oligoclasa o andesina ácida) y cuarzo, con cantidades variables de muscovita, biotita, apatita, turmalina, diópsido, epidota, clorita, calcita y sericita. Al microscopio, las pegmatitas muestran cataclasis irregular que va desde granulación extrema a textura granular hipidiomórfica reconocible, modificada por el doblamiento de las láminas de macla de la plagioclasa, fracturación y texturas en mortero de granos de cuarzo, y granulación de apatita. Las pegmatitas contienen inclusiones bandeadas de roca encajadora, alterada en epidota, diópsido y biotita.

En la veta de cuarzo-turmalina-scheelita, la microtextura del cuarzo es gruesa y alotriomórfica con agujas de turmalina incluídas. La turmalina se presenta también como sólidas masas de cristales finos idiomórficos. Hay scheelita idiomórfica en el cuarzo. También están presentes apatita accesoria y sericita con calcita tardías. La deformación de la veta está indicada por doblamiento y fracturación de la turmalina, sombras de deformación en el cuarzo y fracturación de la scheelita.

Donde la scheelita se presenta como reemplazo en capas de mármol, el mármol ha sido convertido a tactita con calcita, epidota, actinolita, titanita, diópsido, cordierita, scheelita, apatita, cuarzo y más tarde biotita, clorita, talco y calcita. La abundancia de titanita y apatita es notable. No se ha encontrado granate en los minerales examinados. Diópsido y cordierita son escasos. Scheelita está más íntimamente asociada con epidota, cuarzo, titanita y apatita. Schee-

lita idiomórfica reemplaza directamente el mármol y se presenta también en cuarzo. En las partes ricas en cuarzo, la scheelita es especialmente abundante. Se presenta como cristales idiomórficos gruesos fracturados que contienen inclusiones de apatita, en una matriz de cuarzo granular alotriomorfo, evidentemente de origen hidrotermal, y poco disturbado. El mármol fue evidentemente reemplazado primero por los silicatos, scheelita y apatita, seguidos por un influjo de cuarzo y scheelita. El cuarzo y la scheelita están reemplazados por agregados radiales de biotita verde oliva. La biotita está alterada a clorita, la actinolita a talco,

Otros reemplazos, que coinciden con zonas de siza, contienen tremolita como mineral principal, asociada con scheelita, titanita, apatita, biotita y clorita.

ORIGEN

La evidencia citada parece indicar que los yacimientos minerales son sintectónicos y genéticamente relacionados a pegmatitas. La mineralogía y texturas de las pegmatitas y de las láminas ígneas del gneiss de inyección son similares, lo cual puede indicar que todos fueron inyectados contemporáneos y sintectónicamente. El pasaje de la veta de cuarzo-scheelita-turmalina a pegmatita muestra el origen directamente pegmatítico de esta veta. Sin embargo, atraviesa la foliación regional y es por lo tanto probablemente más tardía que las otras pegmatitas. Los depósitos de tactita con scheelita se originaron por la entrada y circulación de jugos pegmatíticos. El mármol causó la precipitación de scheelita, apatita y titanita de fluidos silíceos que contenían W, F, P, K, y Ti.

MINA LA ESCABROSA

La Escabrosa, a dos kilómetros al este de la mina El Peje, consiste de tres pequeños rajos abiertos y un pique incli-

nado. Un bosquejo y perfiles se dan en las figuras 1 y 2.

Las rocas son gneiss de inyección con capas delgadas lenticulares de mármol grueso interestratificadas. La foliación del gneiss es paralela a la estratificación original. Los estratos metamórficos están plegados en un pequeño anticlinal cerrado de dirección N 10° E a N 20° E y buzando en 25 a 40 grados hacia el sur. El flanco este está fallado paralelamente al plano axial y la falla ha sido intruída por un dique pegmatítico de grano fino que muestra transiciones laterales a cuarzo. En su terminación sur el dique ha sido plegado en pequeños pliegues concéntricos. En las muestras macroscópicas puede observarse deformación de la textura de la pegmatita.

Los yacimientos de scheelita se encuentran en la nariz y flanco occidental del anticlinal, como bandas y clavos angostos en la capa delgada de mármol en sus contactos con pegmatitas y con gneiss. Un rico clavo siguió la nariz del anticlinal, yaciendo en el contacto del mármol con el pliegue de pegmatita que lo cubre.

El mineral en los contactos entre mármol y gneiss es fibroso, de color claro y rico en tremolita. La parte media de la zona de mármol está inalterada y aparentemente no contiene scheelita, excepto en un lugar donde la tremolita y la scheelita forma una vetilla que sigue diaclasas transversales.

El gneiss de inyección es micacita que contiene filamentos, nódulos y vetillas de roca granítica. Los componentes metamórficos son biotita café, clorita y muscovita. En la roca más intensamente, inyectada, éstos ocurren como hilos en los minerales ígneos preponderantes. Los últimos son oligoclasa y cuarzo con turmalina, titanita, zircón, apatita y magnetita accesorias. Los minerales secundarios son clorita, sericita, arcilla, calcita y biotita verde. En algunos gneiss de inyección el componente metamórfico está compuesto de clorita, ti-

tanita, epidota, augita y calcita, productos probables del metasomatismo de intercalaciones calcáreas. La textura del gneiss de inyección es intensamente cataclástica. El cuarzo ha sido granu-

es la de una diorita cuarcífera sódica. Estas intrusiones son petrográficamente semejantes al componente granítico del gneiss de inyección.

En el contacto de pegmatita y már-

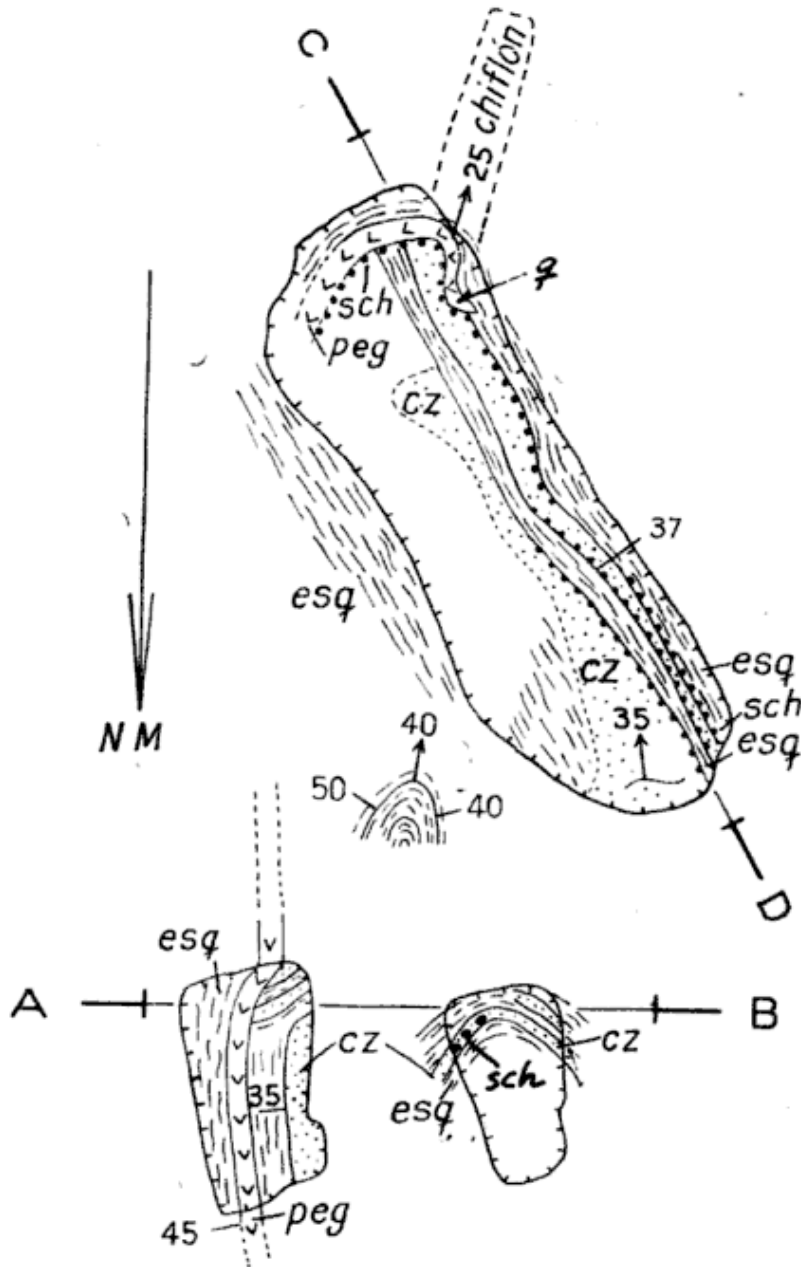


Fig. 1. — Bosquejo geológico de la mina La Escabrosa. (La escala y la referencias se dan en Fig. 2)

lado, el feldespato y los cristales de turmalina estirados en segmentos.

El examen microscópico de lentes y diques de pegmatita revela oligoclasa y cuarzo, extremadamente cataclásticos, con turmalina, muscovita fina y clorita y calcita secundarias. La composición

mol, los individuos de plagioclasa, cuarzo y calcita se entrelazan. Todos están reemplazados por apatita, titanita, scheelita, epidota y subsecuentes tremolita, biotita verde, clorita y calcita secundaria. Alguna scheelita está incluida parcialmente en feldespato, parcialmente

en calcita y alguna está totalmente sumergida en calcita. La scheelita muestra fracturamiento y extinción ondulosa. El mineral en conjunto es esquistoso debido a la alineación paralela de abundantes cristales de tremolita.

durante deformación regional. Son más tardíos que las pegmatitas, pero se pueden haber originado durante una etapa tardía de actividad ígnea de la cual la migmatización y la inyección pegmatítica forman una etapa más temprana.

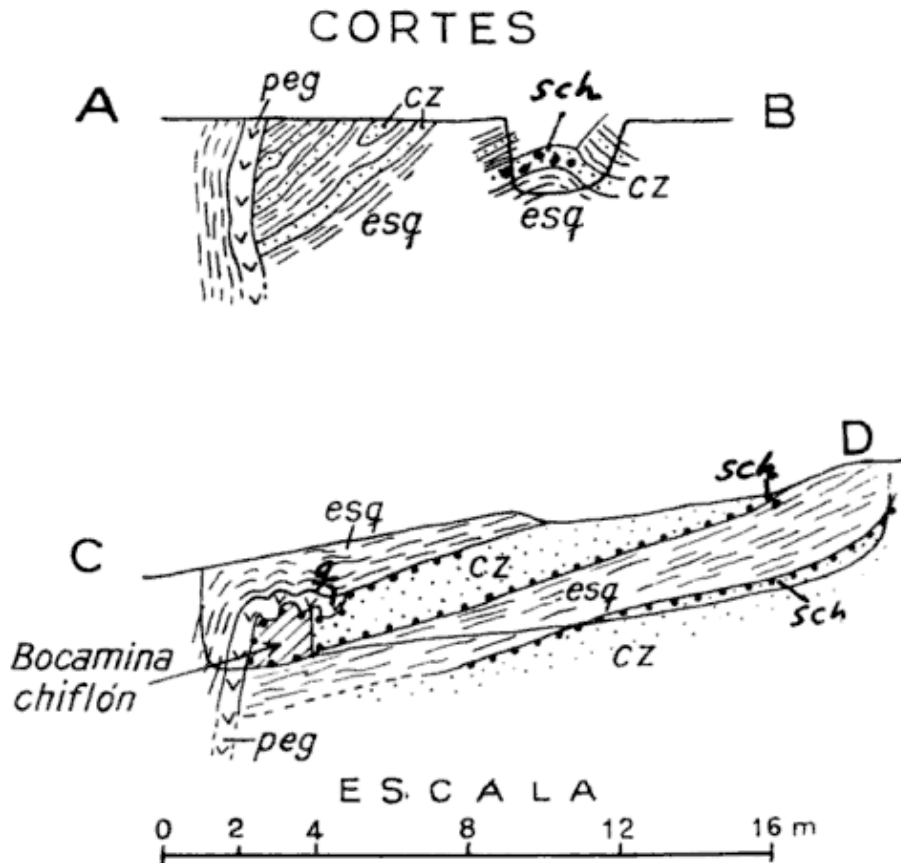


Fig. 2. — Cortes geológicos de la mina La Escabrosa: CZ, caliza, en parte transformada en anfibolita; esq; esquistos inyectados; peg; pegmatita; q, cuarzo; sch, fajas mineralizadas en scheelita.

El mineral en el contacto entre mármol y gneiss de inyección es similar a lo descrito ya. Algunos cristales de apatita se presentan como inclusiones en scheelita. La tremolita predominante es idiomórfica frente a apatita, titanita y scheelita, haciendo que estos minerales tengan bordes corroídos. Tremolita también rellena fracturas en granos de scheelita.

Migmatización e intrusión de diques de pegmatita parecen haber ocurrido sincrónicamente con movimiento tectónico. Los yacimientos de scheelita fueron probablemente también formados

MINA LOS DOS NEGRITOS

Los Dos Negritos se encuentra unos pocos kilómetros al sudeste de la mina Loma Blanca. Los yacimientos minerales son vetas angostas de cuarzo que han sido trabajadas en la superficie y bajo tierra por scheelita. La veta principal, de 30 a 40 m de ancho, tiene un rumbo N 70° E y buzamiento de 40° al noroeste; está atravesada por vetas verticales de cuarzo de rumbo N 60° W. La roca encajadora es un gneiss bandeado y replegado de rumbo norte y buzamiento 30° al este, que forma un

ángulo agudo con el buzamiento de la veta principal.

Las vetas se componen de cuarzo grueso blanco con salbandas de muscovita de varios centímetros de ancho en ambas paredes. Pequeños bolsones de muscovita también ocurren en el centro de las vetas. Hay scheelita en las salbandas, además de pequeñas cantidades de fluorita, berilo, malaquita y azurita y limonita pseudomórfica según pirita. La veta principal tiene una notable uniformidad en espesor y constancia en su rumbo y buzamiento. Sus contactos con el gneiss son definidos e indisturbados. No se ha producido alteración de la roca encajadora, excepto las salbandas. Estas características, comunes a muchas vetas de tungsteno en San Luis y Córdoba, pueden indicar que las fracturas de vetas son diaclasas y que el relleno de la fractura por el fluido mineralizante tuvo lugar durante una sola pulsación.

La veta de cuarzo está dividida en pequeños bloques de forma de cuña por diaclasas perpendiculares al plano de la veta y separados entre sí por 5 a 10 cm. Estas se extienden a través de la veta pero sin penetrar al gneiss. Las diaclasas son planos lisos rectos o poco curvos, y muestran débiles estriaciones. Pueden ser diaclasas de siza causadas por compresión y flexión de la veta.

Al microscopio, el cuarzo de la veta es granular grueso, xenomórfico y algo disturbado, con débil fracturamiento y sombras de deformación suaves hasta pronunciadas; contiene escasas vacuolas e inclusiones minerales. Las salbandas son predominantemente muscovita y cuarzo granular, con menores cantidades de scheelita, fluorita, magnetita, rutilo, apatita y hematita secundaria. La scheelita muestra deformaciones y los bordes de sus cristales están corroídos debido al reemplazo por la muscovita.

Vetillas ricas en muscovita, diferentes a las vetas de cuarzo, atraviesan el gneiss. Difieren poco en composición

de las salbandas micáceas de las vetas de cuarzo. Ambas son evidentemente productos de la reacción entre el gneiss biotítico y los fluidos silíceos a alta temperatura y presión con contenidos de W, Be, Cu, F y P.

MINA LA SOLITARIA

Mineral rico de la mina La Solitaria, en el distrito El Morro, fue colectado para su estudio, pero la mina no fue visitada. El mineral es bandeado, negro verdoso, de reemplazo y contiene scheelita con epidota, cuarzo y menor cantidad de apatita y titanita. La roca encajadora parece ser granulita, compuesta de cuarzo xenoblástico y plagioclasa sódica, que ha sufrido una serie compleja de reemplazos. Primero se formaron epidota porfiroblástica, scheelita, apatita y titanita, todos idiomórficos; la scheelita está deformada y fracturada. Más tarde se formó tremolita, que está alterada a talco. La roca fue subsecuentemente atravesada por vetas de cuarzo y calcita hidrotermales acompañados de clorita y sericita.

Otros minerales de la misma mina son tactitas típicas, que constan de un mosaico de epidota gruesa idioblástica y scheelita, esta última deformada y fracturada. Cuarzo grueso alotriomorfo granular, ocurre intersticialmente y es más tardío e hidrotermal. Está deformado y fracturado, y contiene cristales esparcidos de apatita y biotita verde y sericita posteriores.

CONCLUSIONES

Los yacimientos tungstíferos guardan estrecha relación genética con pegmatita. Son principalmente más tardías que las intrusiones pegmatíticas, pero pertenecen al mismo ciclo precámbrico de actividad plutónica. Durante este ciclo la mineralización del tungsteno tuvo lugar en las etapas pegmatítica, neumatolítica y probablemente hidrotermal de la cristalización de fluidos residua-

les derivados de la cristalización de plutones graníticos. Es posible que hayan también muchas pegmatitas que no se relacionen con la mineralización del tungsteno. La pegmatización y deposición de yacimientos tungstíferos ambos ocurrieron sinorogénicamente, por lo menos en parte.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al señor A. M. Mezzetti de la Dirección de Geología y Minería por su ayuda durante el trabajo de campo en 1959 en las minas El Peje, La Escabrosa y Los Dos Negritos. Dicho trabajo fue subvencionado por la Comi-

sión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Beder, R. (1913). *Las vetas con magnetita (martita) y las de wolframita de la pendiente occidental del Cerro El Morro, provincia de San Luis.* — Bol. 3, serie B, Dir. Min., Geol. e Hidrol., Bs. Aires
- Kittl, E. (1930). *El yacimiento de wolfram de la mina Loma Blanca.* — Rev. Minera II, Bs. Aires.
- Smith, W. C. y E. M. González. (1947). *Tungsten investigations in the Republic of Argentina, 1942-43.* — U. S. Geol. Sur, Bul. 954-A, p. 2-10.

Manuscrito recibido en junio de 1963.

SOBRE INCLUSIONES HALLADAS EN CRISTALES DE INDERITA, BORAX Y TOPACIO DE LA ARGENTINA Y CONSIDERACIONES SOBRE SU EMPLEO COMO TERMOMETRO GEOLOGICO.

Por HORACIO LLAMBIAS

Depto. de Geología
Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

Se describen algunas inclusiones observadas en tres minerales argentinos: inderita, bórax y topacio, proponiendo un criterio para seleccionar inclusiones con burbuja con el objeto de aplicar el método Sorby para determinar la temperatura de formación de los cristales.

SUMMARY

Some inclusions observed in three argentine minerals: inderite, borax and topaz are described. The author proposes a method to select inclusions with bubbles in order to apply Sorby's method used in the determination of the crystal formation temperature.

1) Inderite from Sijes' area Jujuy (Argentine). The author observed inclusions with contraction's bubble, several inclusions with air in the cleavage planes, negative crystals and many cavities full of bituminous material. The nature of the latter was determined as paraffin hydrocarbons.

The method applied in this test consisted in extracting with solvents (alcohol and toluene), evaporation of the solvents and finally observation through the microscope. The residue obtained was compared with one obtained in the same way but with the additional use of paraffin. In a mixture of bromoform and alcohol it was observed the separation of the two liquid layers, and after they had evaporated, a large residue of paraffinic material was obtained. An identical phenomenon was produced when a mixture of bromoform, alcohol and paraffin was slightly acidified. Determination of crystal formation temperature with the decrepitoscopic method was used, but in the issue the mineral decomposed. In this case it is necessary to use some gaseous media resembling the formation of the crystal.

2) *Borax*. A crystal from Turilari Mine (Salta) was examined and a cavity full of mother liquid with a tiny crystal of borax was observed. There were inclusions of bituminous material within the crystal mass. The surface of the crystal was covered with tinalconite, which was also inside, forming concentric figures that enable the calculation of the number of times which the crystal was covered by mother water.

3) Two types of inclusions were observed in a *topaz* crystal from Alicia Isabel ore deposit (Cerro Aspero of Belén, Catamarca): a) *Solid*. There are three inclusions: one pale green, perhaps muscovite, formed by two apparently hexagonal transparent crystals, whose refraction index is lower than that of topaz. Other inclusions of the same material which had the shape of two leaves forming a small angle to each other. The third one, not transparent, dark brown was perhaps formed by cassiterite.

b) *Liquid* inclusions with contraction bubbles were dispersed in the interior of the crystal.

A way to select primary bubbles considering their volumes at different temperatures is proposed.

El edificio cristalino constituido teóricamente por agrupaciones simétricas de átomos dispuestas en reticulados, en la práctica presenta defectos, como ser: sustitución de átomos, corrimientos, espacios vacíos, electrones libres, átomos extraños, etc.; todos ellos de dimensiones submicroscópicas.

Además de estas imperfecciones, se observan dentro de los cristales inclusiones de otros minerales, de líquidos, de gases, etc.

Los métodos de estudio para unos y otros difieren: en las primeras deben emplearse rayos X, difracción electrónica, etc.; para los segundos, que son los observados, se emplea el microscopio común o sino un binocular. La sección fue preparada de acuerdo con el mineral de que se tratara, en la siguiente forma: se toma un trozo de mineral y se tallan unas secciones bien gruesas, paralelas, con un pulido suficiente como para poder ver por transparencia. Sobre todo la cara que se va a observar. La otra cara no es necesario pulimentarla mucho, ya que se ilumina por reflexión y no por transparencia.

Sobre la cara que se observa se colocan diversos líquidos y luego un cubreobjeto. Cuando se trató de un borato se empleó glicerina, en la cual son algo solubles, eliminando de este modo las rugosidades, no siendo por ello necesario esmerarse mucho en el pulimento de estos minerales.

Al observar la nderita, que tiene un clivaje muy fácil y perfecto, el trabajo se simplificó, pues fue suficiente la obtención de láminas por clivaje, que son muy pulidas y se pueden observar directamente.

Se ensayó también la observación de granos sueltos del mineral; para ello se pulverizó groseramente y por tamizado se seleccionaron los granos que pasaron por un tamiz de 1 mm de abertura y fueron retenidos por un tamiz de $\frac{1}{2}$ mm de abertura. Luego sobre un portaobjeto se colocaron tres de ellos, y a cada uno de los incluyó en una gota del líquido de inmersión

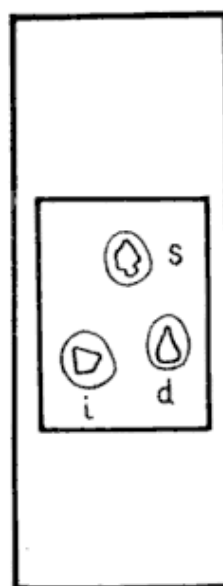


Fig. 1

y finalmente se cubrió con un cubreobjeto que apoyaba sobre los tres granos (fig. 1). Esta disposición permite el enfoque y la ubicación fácil de los trozos de mineral con los mayores aumentos, sobre todo si se tiene la precaución de adoptar una disposición igual del triángulo formado por los tres granos; por ejemplo, la base paralela al lado menor o al mayor del portaobjetos.

Colocando de izquierda a derecha los dos granos que forman la base del triángulo y el otro vertical en el sentido más alejado, los granos pueden identificarse como izquierdo (i), de-

recho (d) y superior (s). Para el caso de los granos de la figura 1, la designación que correspondería es la que se indica en la misma.

El procedimiento de observar las inclusiones empleando el método de grano suelto es muy útil para el caso de minerales que se presentan sueltos, como arena; pero cuando hay que romperlo para obtener pequeñas porciones, el trabajo es muy tedioso y se corre el riesgo de producir roturas o grietas en los granos, que hacen que las inclusiones líquidas no puedan ser utilizadas para determinar con seguridad la temperatura de formación.

Seguidamente se comentarán algunas de las observaciones realizadas sobre muestras de la República Argentina:

1. **INDERITA:** La muestra, procedente de la zona de Sijes, departamento Susques, provincia de Jujuy, fue facilitada por el Dr. Carlos Oscar Latorre.

Este mineral es un compuesto de boro y magnesio hidratado, cuya composición es $B_6O_{11}Mg_2 \cdot 15 H_2O$.

El trozo observado era un agregado cristalino espático, incoloro, muy transparente, de brillo vítreo, raya blanca, con fractura irregular. Presentaba dos clivajes, uno de ellos perfecto y fácil, el otro menos perfecto.

Dureza 3. Biáxico negativo. Índices de refracción $\alpha = 1,488$, $\beta = 1,508$ y $\gamma = 1,5138$. Angulo $2V = 63^\circ$ $r > v$ débil. $Z \wedge C = 22^\circ$. Soluble en agua conteniendo glicerina y en ácidos diluidos. Se mencionan a continuación las inclusiones que se observaron:

Inclusiones con burbuja de contracción:

Se trata de pequeñas cavidades redondeadas (fig. 2), llenas de líquido,

que presentan una burbuja de gas monofásica, producida posiblemente por contracción de dicho líquido.

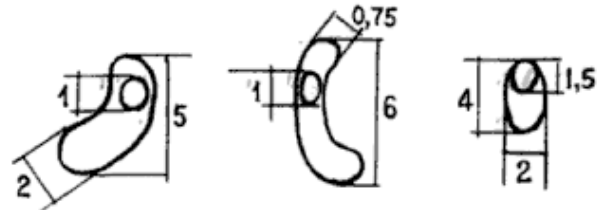


Fig. 2

Inclusiones llenas de aire debidas a clivaje.

Al separarse el edificio cristalino por los planos de clivaje, se producen estas inclusiones (fig. 3) de carácter secundario, que se distinguen por estar limitadas por bordes escalonados y ser de pequeño espesor.

En el mineral observado estaban llenas de aire y al iluminarlas con luz reflejada aparecen plateadas.

Otro hecho que permite distinguir las de las primarias es que se encuentran todas en un mismo plano.

Esto último se verificó enfocando una de estas inclusiones y moviendo la preparación sobre la platina; todas las otras quedaron enfocadas, pues se trataba de inclusiones formadas sobre planos de clivaje.

Cristales negativos

En tres trozos de mineral se pudo comprobar la presencia de cristales negativos: el primero de ellos (fig. 4 a)

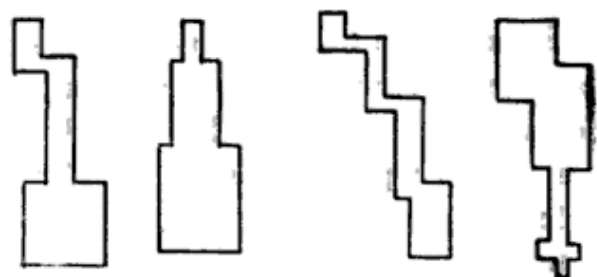


Fig. 3

muy bien desarrollado, de 1 mm de longitud, limitado por caras perfectamente planas, lleno de líquido, sin presentar burbuja de contracción. Posee dos caras muy desarrolladas, de forma pentagonal alargada, uno de cuyos lados forma un ángulo de $18,8^\circ$ con la direc-

ción de extinción de la lámina. Las caras que forman los bordes de las anteriores están facetadas.

El segundo cristal negativo (fig. 4 b), mucho más pequeño, de aproximadamente 0,3 mm, no presenta tantas caras como el anterior, pero en uno de sus ex-

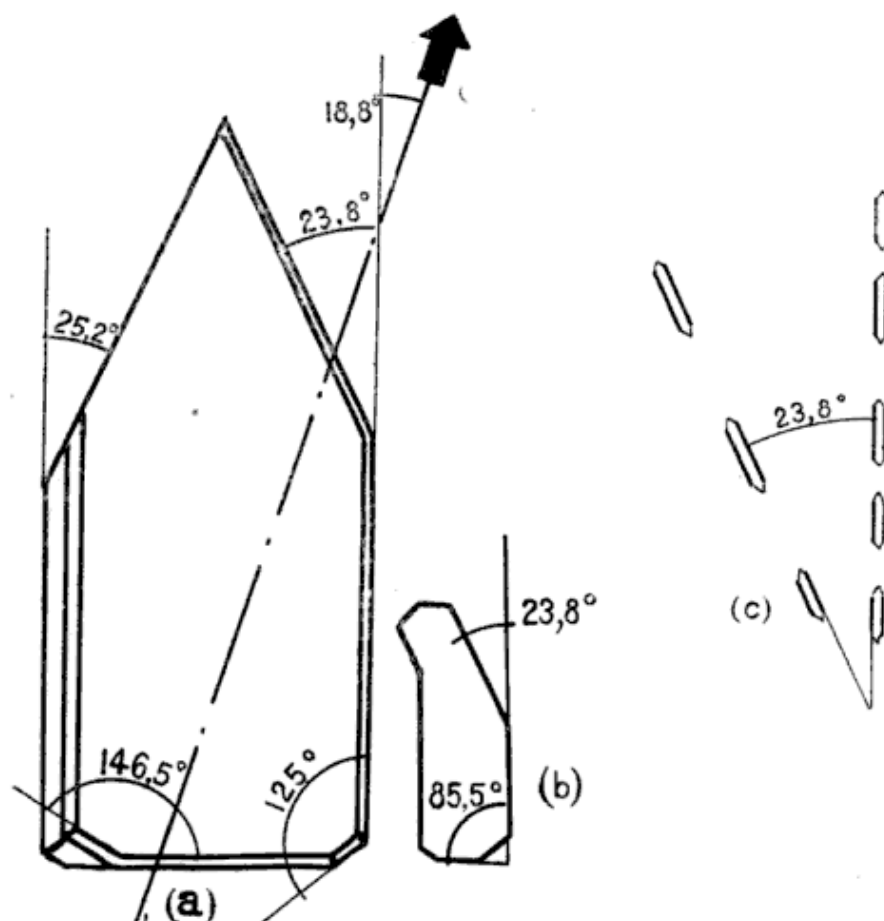


Fig. 4

tremos se observa su unión con otro pequeño cristal negativo.

La figura 4 c representa dos series de pequeños cristales negativos que forman entre sí un ángulo de $23,8^\circ$; este valor se observa en las otras dos figuras.

El origen de los cristales negativos se considera secundario, es decir, que se forman con posterioridad al cristal que los contiene por fenómenos de disolución y redeposición de la sustancia cristalina.

Inclusiones con material bituminoso (fig. 5).

Son pequeñas cavidades redondeadas con prolongaciones de menor diámetro (digitadas); estaban situadas unas en la periferia y otras en el interior, algunas vacías y otras llenas de hidrocarburos parafínicos. A las primeras se las reconoce porque observadas por transparencia aparecen oscuras y por reflexión, plateadas.

- a) La inderita humedecida con benceno forma una especie de gel que al ser puesto en contacto con agua



Fig. 5

produce una emulsión de rompimiento rápido.

- b) Calentada en tubo cerrado desprende agua y olor a parafina caliente.

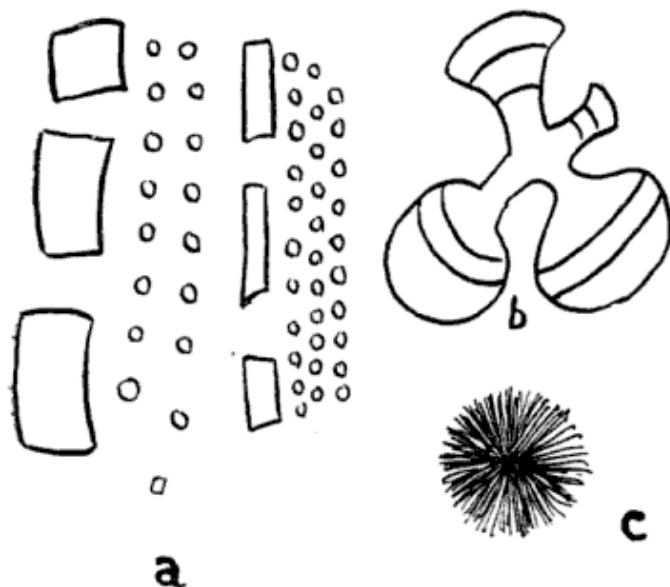


Fig. 6

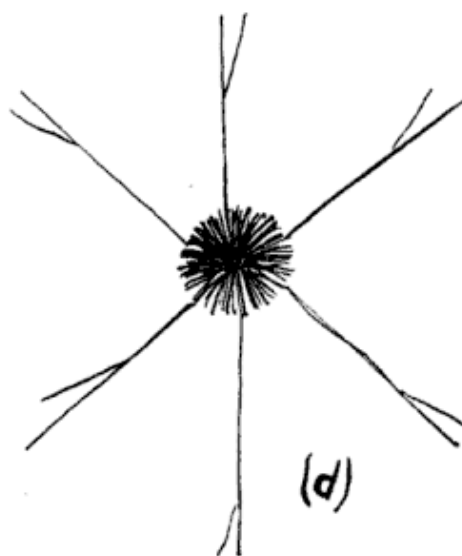
- c) Cuando se evapora el extracto alcohólico (fig. 6 a) en un vidrio de reloj se obtiene un residuo formado por una serie de placas separadas entre sí, que se depositan en el borde de la solución. A medida que el solvente se elimina se

produce el depósito en forma de pequeñas gotitas, luego otra serie de placas y finalmente en el centro de la preparación aparece nuevamente una serie de gotitas. Si la concentración es menor se produce un depósito en forma de flor, como el indicado en la figura 6 b).

En el caso del extracto toluénico se obtiene la acumulación del material en el centro del vidrio de reloj y está formado por cristales aciculares entrecruzados (fig. 6 c).

Otras veces el material se deposita, formando pequeñas agujas radiadas que convergen en una agrupación central de cristales aciculares (fig. 6 d).

- d) La mezcla de alcohol y bromoformo se separa en dos capas, las que



por evaporación producen un abundante residuo de material parafínico.

Se produce la misma separación en dos capas en la mezcla antedicha cuando se le añade parafina y se acidula ligeramente.

Al intentar determinar por el método decrepitoscópico la temperatura de formación del cristal, comenzó a descomponerse a los 100° C sin decrepitar y cesó la descomposición a 150° C. El material fue perdiendo transparencia y se volvió blanco. El calentamiento se efectuó en un baño de aceite de lino.

Esto indica que cuando se quiera emplear el método decrepitoscópico para determinar la tempe-

mente negativo $\alpha = 1,447$, $\beta = 1,070$, $\gamma = 1,472$. En dicho cristal se observó una cavidad en la que había un cristallito de bórax rodeado por líquido madre (fig. 7). Ello indica que posteriormente a la formación de los cristales sigue depositándose material en las cavidades de los mismos.

Además se notó material bituminoso dispuesto a lo largo del cristal en masas alargadas amorfas y paralelas a la longitud del cristal. La superficie del mismo recubierta por tincalconita, que

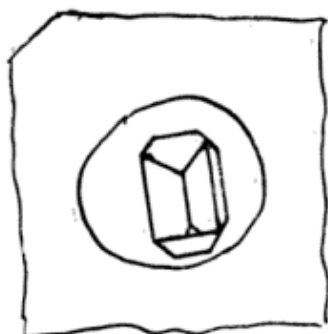


Fig. 7

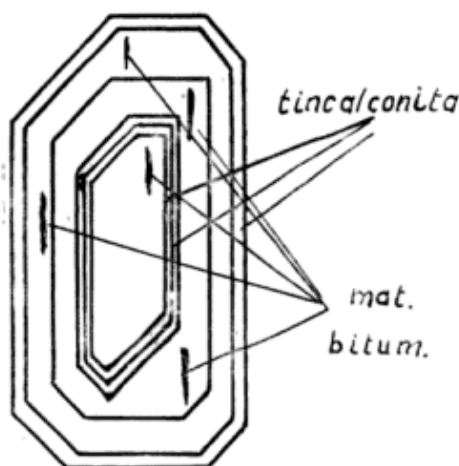


Fig. 8

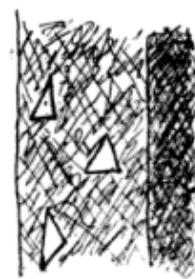


Fig. 9

ratura de formación de un cristal, deberá emplearse un medio lo más similar posible al de formación del cristal, para que éste no se descomponga cuando se calienta.

2. BÓRAX: Se trata de un cristal típico de ese material, cuya composición es $B_4O_7Na_2 \cdot 10 H_2O$, monoclinico, procedente de la mina Turilari, de Salta. La muestra fue entregada por el señor Nello Duranti, presentando el clivaje (100) perfecto y el (110) menos perfecto. Fractura concoidal. Frágil. Dureza 2. Peso específico, 1.70. Brillo vítreo. Traslúcido. Raya blanca. Óptica-

se hace presente también en la parte interna, permitiendo calcular el número de veces que el cristal ha quedado a la intemperie (fig. 8).

En el recubrimiento de tincalconita no se observan cristallitos bien formados; solamente se distinguieron algunas láminas triangulares (fig. 9).

La tincalconita es un borato de composición $B_4O_7Na_2 \cdot 5H_2O$, romboédrico, pulverulento, finamente granuloso, blanco opaco; cuando se lo observa con microscopio es transparente.

3. TOPACIO: La muestra (fig. 10) facilitada por el señor Nello Duranti, pro-

cedente del yacimiento Alicia Isabel, del cerro Aspero, de Belén, Catamarca, se trata de dos cristales prismáticos macledados, con clivaje (001) perfecto. Dureza 8. Peso específico 3,5. Brillo vítreo. Fractura concoidal. Color amarillo con tinte rojizo. Raya incolora, ópticamen-

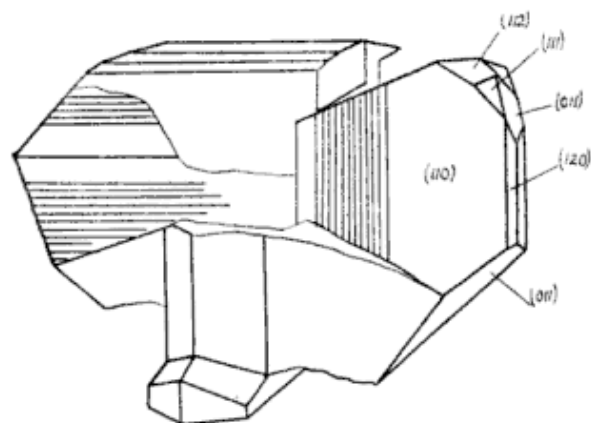


Fig. 10

te positivo. La composición es $(Al(O_2 F_2) AlSiO_4)$. Se observaron dos tipos de inclusiones:

a) *Sólidas.*

Una (fig. 11) de color verde pálido, formado por cristales de apariencia he-

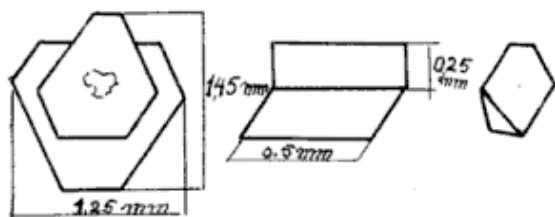


Fig. 11

Fig. 12

Fig. 13

xagonal, de índice de refracción menor que el topacio y de birrefringencia elevada, y otra de aspecto similar a la anterior (fig. 12), pero constituida por dos hojas formando un pequeño ángulo. Posiblemente las dos de muscovita.

Una tercera (fig. 13) pardo oscura, no transparente, posiblemente de casiterita o ilmenita.

b) *Inclusiones con burbujas de contracción* (fig. 14).

La presencia de las burbujas de contracción entre las inclusiones que presentaba el cristal en estudio, indujo al autor a realizar algunas consideraciones con el objeto de identificar a las burbujas primarias y distinguirlas de las secundarias.

Para ello, con la lámpara del microscopio iluminó de costado a la preparación, casi paralelamente a la platina, y variando la oblicuidad de iluminación y girando la platina se observaron los anillos de Newton en los lugares donde hay rajaduras y que es donde se han formado burbujas secundarias.

En otros casos, cuando son mayores, se las observa con aspecto plateado.

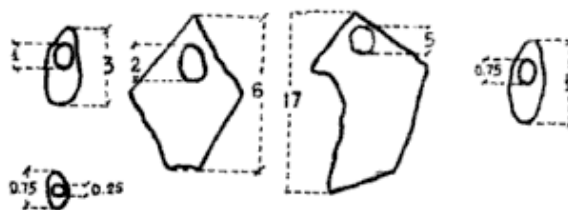


Fig. 14

En los trabajos y textos citados se observa que aún no existe un criterio que permita realizar una selección de inclusiones primarias y obtener de ese modo valores de la temperatura de formación que fueran realmente comparables entre sí.

Este hecho llevó al autor a efectuar los siguientes razonamientos (fig. 15): llamando V_0 al volumen de la cavidad y del líquido a la temperatura t_0 en que el líquido llena la cavidad, o sea la temperatura y el volumen en el momento que la cavidad fue llenada, y al coeficiente aparente de dilatación del líquido con respecto al material de la

cavidad que lo contiene y que es igual a la diferencia entre los coeficientes absolutos de dilatación respectivos, α del sólido, β del líquido.

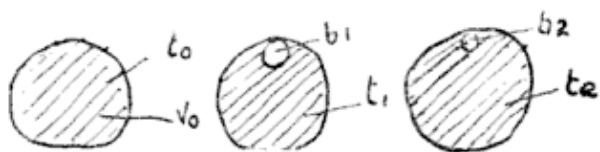


Fig. 15

b_1 el volumen de la burbuja a la temperatura t_1 ;

b_2 el volumen de la burbuja a la temperatura t_2 ,

empleando la fórmula general $V_0 (1 + \alpha t)$, se tendrá

Contracción del sólido $V_0 - V_0 \alpha (t_1 - t_0)$.

Contracción del líquido $V_0 - V_0 \beta (t_1 - t_0)$,

el volumen de la burbuja es la diferencia

$$\begin{aligned} b_1 &= V_0 \gamma (t_1 - t_0) \\ b_0 &= V_0 \gamma (t_2 - t_0) \end{aligned} \quad (1)$$

efectuando el cociente b_1/b_2 simplificando, y deduciendo t_0 , este será

$$t_0 = \frac{b_1 t_2 - b_2 t_1}{b_1 - b_2} \quad (2)$$

que permite determinar la temperatura de llenado, conociendo el volumen de una burbuja a dos temperaturas distintas, siempre que γ sea constante.

Aplicando la relación (1) a dos burbujas, b y b'' , a las temperaturas t_1 y t_2

$$\frac{b_1}{b_2} = \frac{b''_1}{b''_2} = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0}$$

la relación entre los volúmenes de las burbujas depende únicamente de la temperatura de llenado t_0 y no del lí-

quido que las llene, ni del material de la cavidad.

Pero cuando las burbujas se encuentran en un mismo cristal y están llenas por un mismo líquido resulta:

$$\frac{b'_1}{b_1} = \frac{V_0}{V_0'} = \text{const.}$$

cualquiera sea la temperatura que se considere.

De aquí se deduce que solamente son comparables las temperaturas cuando se emplean burbujas cuyos volúmenes en un cristal tienen una relación constante a distintas temperaturas, están llenas con el mismo líquido, y han sido llenadas a la misma temperatura. La temperatura que se determina empleando la fórmula (2) está basada en que el coeficiente de dilatación, tanto del líquido como del sólido, sean constantes a distintas temperaturas.

En la práctica debe efectuarse un análisis crítico de los resultados, ya que esto se cumple para intervalos de temperatura más o menos pequeños, dependiendo mucho de cada material.

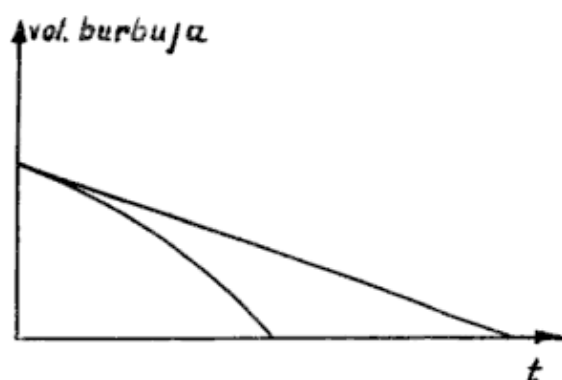


Fig. 16

Para obviar este inconveniente se puede recurrir al método gráfico (fig. 16). Llevando como abscisas las temperaturas y como ordenadas el volumen de la burbuja y extrapolando

Otra dificultad es que el tamaño de la cavidad primitiva disminuye como consecuencia del depósito de material disuelto que tiene el agua madre ocluida. Por ello el tiempo de calentamiento debe ser muy largo para que el líquido incluido llegue al estado de equilibrio primitivo en el momento en que se llenó la cavidad. En los cristales de sales más o menos fácilmente solubles será más o menos corto y a la inversa en las difícilmente solubles.

Puede también suceder que una cavidad (fig. 17) se divida en dos a causa del depósito posterior de material; por consiguiente, la burbuja queda en una cavidad menor que la que le correspondería normalmente. Formándose en la segunda cavidad una burbuja de con-

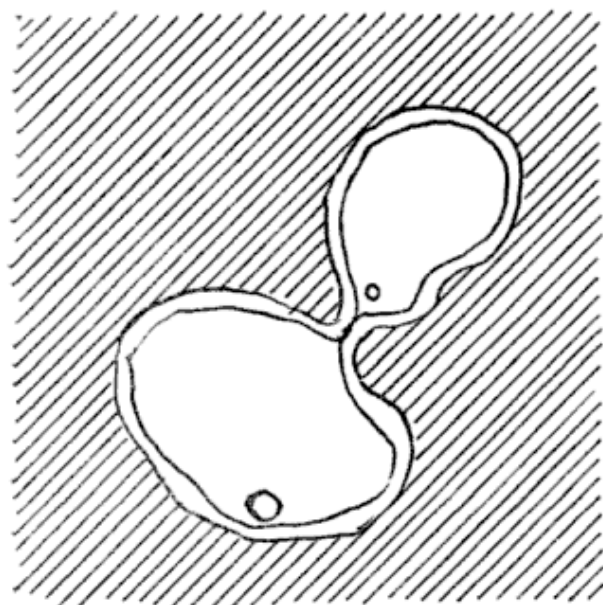


Fig. 17

tración correspondiente al otro descenso de temperatura. Por ello deben desecharse las burbujas de los cristales negativos o de los canales de disolución.

Otra dificultad es que los elementos constituyentes del material ocluido pue-

den difundirse a través de las paredes del mineral, modificando la composición del líquido madre primitivo. Lo que puede deducirse con certeza es que aquellas burbujas en que las relaciones de sus volúmenes a distintas temperaturas sean constantes, se han formado al mismo tiempo. En efecto:

$$b_1 = V_0 f(t) \cdot \Delta t$$

$$b_1' = V_0' f(t) \cdot \Delta t$$

$f(t)$ relaciona los coeficientes de dilatación del líquido y del sólido y Δt la temperatura de llenado, y se cumple

$$\frac{b_1}{b_1'} = \frac{V_0}{V_0'}$$

o sea:

$$\frac{b_1}{b_1'(t_1)} = \frac{b_2}{b_2'(t_2)} = \frac{b_3}{b_3'(t_3)} =$$

$$= \frac{V_0}{V_0'} = \text{const.} \quad (1)$$

cualquiera sea $f(t)$ y t .

En la que b_1, b_2, b_3 , etc., es el volumen de una burbuja a t_1, t_2, t_3 , etc., b_1', b_2', b_3' es el volumen de otra burbuja.

Si se tuvieran que comparar los volúmenes de otra burbuja b_1'', b_2'', b_3'' a las mismas temperaturas, se emplearía la relación (1):

$$\frac{b_1}{b_1''} = \frac{b_2}{b_2''} = \frac{b_3}{b_3''} = \frac{V_0}{V_0''} = \text{const.}$$

Debe tenerse presente que estas constantes no son iguales entre sí y que valen solamente para cada par de burbujas que se compara.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

a) Se determina el volumen de todas las burbujas a diversas temperaturas:

	t_1	t_2	t_3	t_4
burbuja 1	b_1	b_2	b_3	b_4
burbuja 2	b_1'	b_2'	b_3'	b_4'
burbuja 3	b_1''	b_2''	b_3''	b_4''
burbuja 3	b_1'''	b_2'''	b_3'''	b_4'''

Se elige una burbuja y se la compara por medio de la relación (1) con todas las otras burbujas si se comprueba la constancia para cada caso; se puede afirmar que las 4 burbujas se han llenado a la misma temperatura y con el mismo líquido.

Si en un cristal se descubren varias series de burbujas, puede afirmarse que hubieron varios tiempos de formación.

Esta observación puede extenderse a varios cristales.

El aparato para determinar la variación de volumen de las burbujas podría ser una platina con calefacción, o mejor, si el tamaño de las burbujas lo permite, podría emplearse un tubo de cuarzo con una ventana de mica, en el que pueda obtenerse una atmósfera adecuada de CO₂, vapor, etc.

Una resistencia de platino y un dispositivo que permita variar la temperatura producen la calefacción de la muestra, que se coloca en el tubo de cuarzo. Un microscopio con un dispositivo micrométrico que permita medir el diámetro de la burbuja. Este aparato es similar al que se emplea para medir el coeficiente de dilatación de materiales cerámicos.

Agradecimientos

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento a todo el personal del Departamento de Ciencias Geológicas que de modo directo o indirecto contribuyó a la realización de este trabajo, y en especial al doctor Carlos Oscar Latorre y al señor Nello Duranti, que me facilitaron las muestras; al Dr. Bernabé J. Quartino, por sus consejos; al Dr. Jorge Villar Fabre, que realizó interesantes sugerencias durante la confección del manuscrito y finalmente al Ing. Boris Lomchakoff, por su colaboración en la corrección del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- Isnardi, T. y Collo, J. B. (1947). *Física, segundo curso.*
- Glasstone, S. (1957). *Tratado de Química-Física.*
- Cameron, E.; Rowe, R. B. y Weis, P. (1953). *Fluid inclusions in beryl and quartz from pegmatites of the Middletown District, Connecticut.* — Am. Mineral. 38, pp. 218-262.
- Dreyer, R. M.; Garrels, R. M. y Howland, A. L. (1949). *Liquid inclusions in halite as a guide to geologic thermometry.*—Am. Mineral. 34, pp. 26-34.
- Ingerson, E. (1947). *Liquid inclusions in geologic thermometry.* — Am. Mineral. 32, pp. 375-378.
- Peach, P. A. (1949). *Liquid inclusions in geothermometry.* — Am. Mineral., 34, pp. 460-461.
- Gordon Smith, F. (1962). *Physical Geochemistry.*

Manuscrito recibido en octubre de 1963.

ALGUNOS RASGOS TECTONICOS Y GEOMORFOLOGICOS DE LA SIERRA DE SAÑOGASTA-VILGO

(PROV. DE LA RIOJA)

POR FRANCISCO FIDALGO

Dirección Nacional de Geología y Minería

RESUMEN

Se describen dos nuevas formaciones correspondientes al Pleistoceno, denominadas respectivamente: *Vichigasta* y *Catinzaco*. Con ello se reemplaza la denominación comúnmente usada en la literatura de Primer Nivel de Pie de Monte, Segundo Nivel de Pie de Monte, etc., dentro de la columna estratigráfica.

Los rasgos tectónicos de la Sierra de Sañogasta-Vilgo constituyen un caso de bloques alargados y fallados, generalmente con suave vuelco hacia el naciente o poniente. Están limitados por fallas escalonadas que creemos en su mayor parte directas.

También se reseñan algunos caracteres geomorfológicos destacados de la zona por creer que constituyen excelentes ejemplos de pedimentos, pie de monte, escarpa de falla y línea de escarpa de falla, todos los cuales contribuyen a realizar una interpretación geológica de los acontecimientos acaecidos, basada en gran parte en los rasgos precisados.

ABSTRACT

Two pleistocene formations are proposed: *Catinzaco* and *Vichigasta*, to replace the known "primer nivel de pie de monte" and "segundo nivel de pie de monte", used in Argentine geological literature. The structural features of the Sañogasta-Vilgo range is described as a typical case of elongated tilted fault blocks limited by step faults. Some geomorphological features are described, as they are good examples of pediments, piedmonts, fault scarps and fault line scarps.

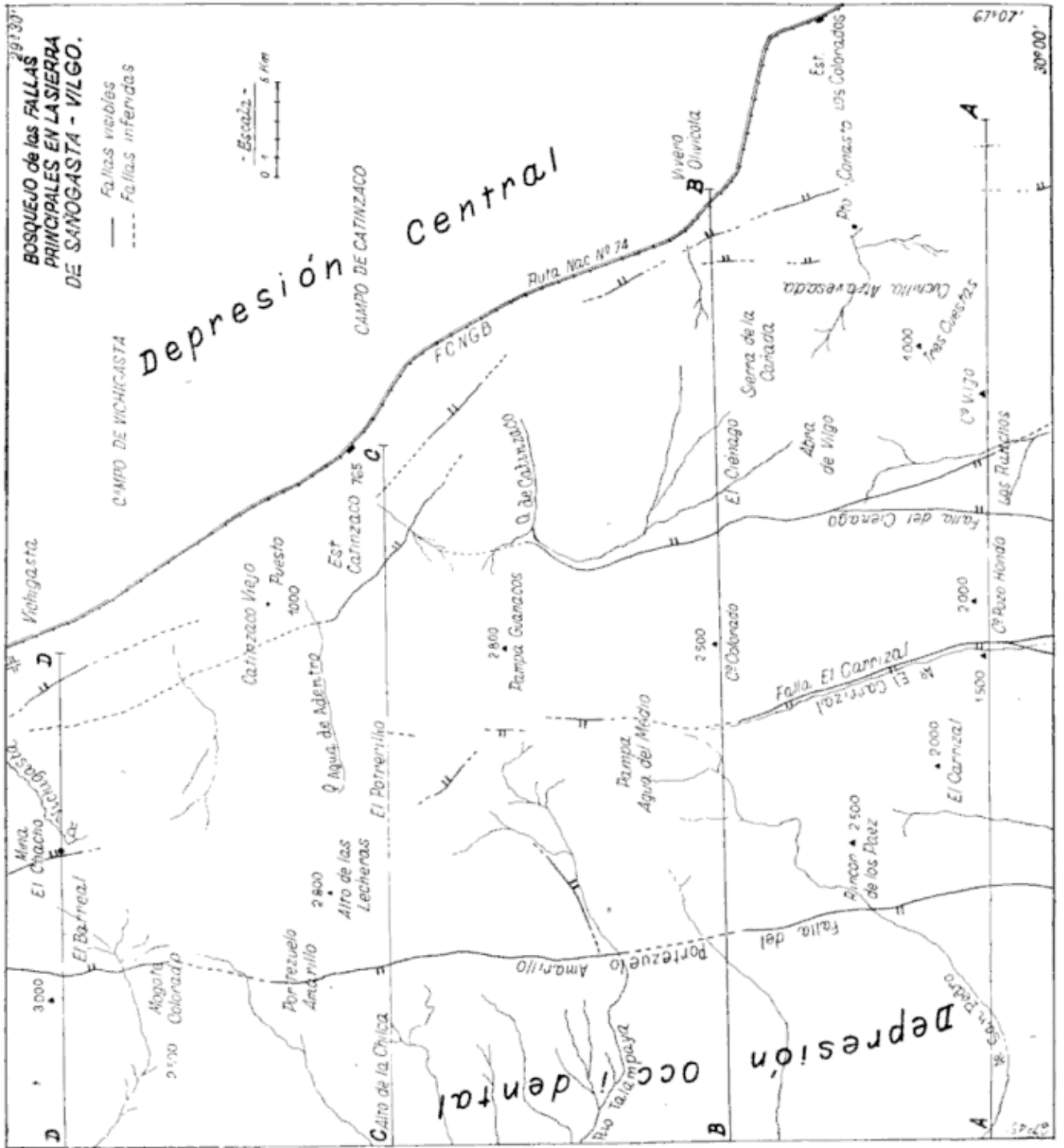
El presente trabajo constituye un aporte preliminar referido a la zona central y oeste de la Hoja 17 d, Catinzaco, que fue relevada con motivo de la confección del mapa geológico-económico que realiza la Dirección Nacional de Geología y Minería.

Dicha Hoja se encuentra situada entre los meridianos 67° y $67^{\circ}45'$ y los paralelos $29^{\circ}30'$ y 30° , respectivamente, abarcando aproximadamente un área de 4.000 km².

Si bien se describen ciertos rasgos de la Sierra de Velazco dentro de la Hoja

en estudio, se han tomado para este trabajo, solamente aquellos que pueden constituir un aporte más de pruebas para la concreción de las ideas geológicas generales que expondremos referentes a las Sierras que llamaremos Sañogasta-Vilgo y que son el objeto fundamental de la presente investigación.

En síntesis, tratamos de explicar que los rasgos tectónicos generales se deben a fallas directas, apoyándonos en parte en rasgos geomorfológicos así como establecemos la existencia de dos formaciones nuevas dentro del Pleistoceno.



Se presentan cuatro perfiles esquemáticos de las Sierras de Sañogasta-Vilgo y un bosquejo muy generalizado de la situación tectónica y posición topográfica aproximada de los bloques.

Debo agradecer muy especialmente a J. Polanski, A. Amos, R. Zardini, J. C. Riggi y demás compañeros de la repartición a que pertenezco por la lectura y corrección del manuscrito, así como a las autoridades de la D.N.G.M. que autorizaron la realización y publicación del mismo.

Las formaciones geológicas fundamentales son en orden estratigráfico, las que pasaremos a detallar someramente al sólo efecto de dar una idea general sobre la constitución litológica de las mismas. Se incluye la Sierra de Velazco por su contribución litológica importante al flanco este de la que llamaremos Depresión Central.

Precámbrico (rocas graníticas-migmatíticas).

La Sierra de Velazco está constituida por rocas que en sentido general llamaremos graníticas-migmatíticas. En los alrededores de la *Estancia San José* son migmatitas típicas que hacia el naciente pasan a esquistos inyectados y verdaderos esquistos dentro de la Hoja vecina. Son frecuentes diques aplíticos y pegmatíticos que en general presentan un rumbo que varía entre N 30 W a N 30 E. Hacia el oeste del Bolsón de Paluqui existen verdaderas milonitas.

Post-Ordovícico y Pre-Carbónico (rocas graníticas).

La Sierra de Sañogasta-Vilgo está constituida en gran parte por rocas graníticas de características texturales y estructurales diferentes a las rocas del Velazco.

Si bien se distinguen en algunos casos netamente un granito gris biotítico de un granito rosado, creemos que se trata

de facies de diferenciación magmática correspondientes a un mismo ciclo intrusivo.

Muy raramente presenta diques aplíticos o pegmatíticos y cuando existen son de menor desarrollo que en el Velazco.

Rocas esquistosas o esquistos inyectados no han sido observados; sólo en áreas limitadas se ven pequeñas zonas de una roca oscura dentro del granito, con abundante material biotítico y que podrían interpretarse como "schlieren" de biotita.

Según De Alba (1956) el granito es de edad Post-Ordovícica y Precarbónica, en cambio Turner (1962) lo atribuye al Precámbrico.

Para no tener que extendernos en consideraciones que no son el objeto fundamental del presente trabajo adoptamos la nomenclatura de Paganzo I y Paganzo II definiendo en forma muy general lo que entendemos por cada uno de estos términos.

Llamaremos Paganzo I a los sedimentos que en discordancia de erosión se apoyan sobre la roca granítica de Sañogasta-Vilgo y sobre las rocas graníticas-migmatíticas del Velazco, ya descriptos por Bodenbender (1911).

Son esencialmente arciscas de grano fino, mediano y grueso alternando con arcillas carbonosas y limolitas con cierta fisilidad. Los colores oscilan entre el verde de tonos claros y amarillentos, salvo en aquellos horizontes que por poseer restos vegetales son pardos oscuros hasta negros. Muy común es también la presencia de arcosita sobre todo donde los sedimentos se apoyan sobre el granito.

Hacia la parte superior y por debajo de los sedimentos que se atribuyen al Paganzo II existen unos estratos cuya potencia es variable, hemos apreciado hasta 100 metros en las proximidades de los baños termales (los Mogotes), cuya granometría nos muestra un con-

glomerado que se presenta alternando sucesivamente y sin regularidad con areniscas claras y también con capas de areniscas rojas. Sería un conjunto de transición que hemos visto concordante con su piso y techo y del cual hablaremos con más detalle en la descripción de la Hoja Catinzaco. Hacia la parte superior de este conjunto se encuentran las típicas areniscas rojas que caracterizan al Paganzo II descriptas por varios autores en distintas oportunidades.

Concordamos en atribuir por ahora en forma general al Paganzo I edad Carbónica y al Paganzo II edad Pérmica.

BASALTO

Una colada de basalto olivínico corona el cerro Vilgo, siendo común fuera de la zona como consecuencia de efusiones producidas durante la deposición del Paganzo II. A veces se ve basalto en forma de diques.

PLEISTOCENO

En los sedimentos correspondientes al Pleistoceno introducimos una modificación en la nomenclatura estratigráfica de uso corriente para la descripción de Hojas geológicas.

Dicha modificación consiste esencialmente en desterrar el tan conocido uso de Primer Nivel de Pie de Monte, Segundo Nivel, etc., que creemos no corresponde por dos razones:

- 1) Porque Pie de Monte es un término netamente geomorfológico y por lo tanto creemos necesario que urgentemente sea quitado de la columna estratigráfica para evitar confusiones que en muchos casos lleva a interpretaciones equivocadas de los acontecimientos producidos durante su formación o previo a ello.
- 2) Porque siendo unidades mapeables con características que nos permiten distinguir uno de los llama-

dos Niveles de otro, creemos más lógico denominarlos Formaciones, con un aditamento que puede ser geográfico y que indicará el lugar donde la distinción y rasgo de la misma pueda hacerse con claridad.

Por otra parte debemos destacar que este criterio ya ha sido introducido en nuestro medio por Polanski (1963) en un reciente trabajo sobre el Pleistoceno de la provincia de Mendoza.

Por dichas razones hemos distinguido dentro de la zona dos formaciones que llamaremos Formación Vichigasta y Catinzaco.

La Formación Vichigasta posee una proporción considerable de material fino, arenas de granometría variable hasta sábulos, junto con proporciones menores de limos y arcillas que forman la matrix de un conglomerado que en términos generales es de tipo mediano a grueso. La estratificación en los casos visibles es entrecruzada, con selección no muy pronunciada en sentido vertical aunque más notable en sentido longitudinal. Los bloques que no son numerosos aumentan en cantidad y dimensiones hacia la parte superior donde su abundancia sumado a la angulosidad de los mismos ha provocado la existencia de un ángulo de reposo de los constituyentes que permiten medir pendientes de 3 y 4 grados en las zonas de superficie top de los conos de deyección.

Litológicamente la Formación Vichigasta está constituida esencialmente por sedimentos provenientes de la destrucción de rocas graníticas y de los elementos que constituyen el Paganzo que a *grosso modo* consideramos en una proporción cercana al treinta por ciento. Desde aproximadamente el Puesto Conasto hacia el Sur, se pueden distinguir también restos de depósitos que consideramos correspondientes a esta formación, donde el examen macroscópico rá-

vido nos proporciona aparentemente una disminución en la proporción de clastos correspondientes a los sedimentos del Paganzo, aunque la granometría se mantiene similar a la ya descrita.

Esta misma formación con características litológicas similares la observamos dentro del "Bolsón de Paluqui" en la sierra de Velazco, aunque la granometría allí parece ser algo más fina que en el resto de la Hoja en estudio, quizás condicionada a su particular ambiente de deposición. Además debido a exámenes únicamente macroscópicos pareciera importante la cantidad de ceniza volcánica que forma parte de la matrix.

Los remanentes de la Formación Vichigasta en las estribaciones meridionales del Velazco se presentan en parte más accesibles a la observación, ya que los cortes naturales allí son de mayores dimensiones en sentido vertical, por lo que creemos conveniente destacar que han sido observadas capas intercaladas de sedimentos que corresponden a fenómenos de remoción en masa entre capas de sedimentos típicamente aluviales.

Características similares ofrecen los depósitos aluviales que se encuentran en la Depresión Occidental y que consideramos como parte de la misma formación. Allí yace sobre pedimentos elaborados en sedimentos del Paganzo.

Los espesores máximos comprobados no sobrepasan los veinte metros.

FORMACIÓN CATINZACO

Está constituida por sedimentos aluviales que corresponderían al llamado Segundo Nivel de Pie de Monte y que en los perfiles también se representa por razones de escala exageradamente, como incluyendo al relleno aluvial más moderno y las arenas eólicas.

Difiere de la Formación Vichigasta por su más gruesa granometría, tiempo de deposición, constitución litológica y posición topográfica. Abundan los rodados que oscilan entre 0.50 y 1 metro de diámetro en las partes correspon-

dientes a los conos de deyección, presentando la superficie de los mismos inclinaciones que oscilan entre los 8 y 10 grados. La granometría de esta formación en la parte distal correspondiente a las bajadas es más fina, generalmente arena y limo con delgada capa de rodados de uno o dos centímetros de diámetro; presenta en conjunto típicas superficies onduladas en sentido transversal a la dirección E-W, de desarrollo. El material más fino de la parte distal de las bajadas hace que el ángulo de reposo de sus sedimentos sea mucho menor, por lo que generalmente sus pendientes no son superiores a un grado.

Los clastos de esta formación provienen esencialmente de rodados de rocas graníticas y sus derivados, ya que la existencia de rocas provenientes de los sedimentos del Paganzo se hace insignificante o nula.

La Formación Catinzaco está encajonada en los sedimentos de la Formación Vichigasta y yace sobre una superficie de degradación elaborada durante un prolongado período de erosión, que separa en forma neta dos ciclos de sedimentación. Al primer ciclo pertenece la Formación Vichigasta, al segundo la Formación Catinzaco. Los espesores máximos visibles de esta última se calculan en treinta metros.

CARÁCTER ESTRUCTURAL GENERAL

La entidad denominada Sañogasta-Vilgo está constituida por bloques que han sufrido movimientos diferenciales por medio de fallas generalmente directas con posibles planos curvos. Las fallas tienen como en el Velazco diferente magnitud de sus rechazos en sentido longitudinal, detalle que puede observarse a veces con cierta claridad con la ayuda de los sedimentos del Paganzo que en muchos casos coronan el conjunto.

La falla regional que limita al naciente la entidad Sañogasta-Vilgo como su similar al oeste del Velazco constituye

en realidad un juego de fallas que originaron una zona fallada con rumbo cambiante, y que para la parte norte de la zona en estudio consideramos como un caso posible de "splintered faults" (Cotton 1942). En general los planos de falla ocupan una posición muy cercana a la vertical. El principal problema radica en que la acción de erosión y deposición ha enmascarado y cubierto zonas de observación que podrían ser fundamentales.

Cuando observamos fallas como la que separa el granito del Paganzo, a la altura de la Estación Catinzaco, es probable la existencia de una falla directa de inclinación cercana a la vertical. En cambio unos diez kilómetros al SW de Vichigasta donde consideramos la formación homónima depositada sobre un pedimento rocoso granítico, este último presenta su roca constituyente bastante desagregada por meteorización, producida en lugares de evidente acción tectónica. Aquí como en las cercanías del Puesto Conasto es difícil precisar si se trata de una falla directa o inversa, pero lo que podemos afirmar es que no obstante lo restringido de los afloramientos el plano de falla aparenta ser vertical.

Al nacimiento del Puesto Conasto es digno de destacar una falla de poco rechazo, quizás unos dos metros de reciente origen que afecta a la Formación Catinzaco, producida quizás por reactivación y del tipo que Davis denominó "scarplets".

Hacia el oeste tenemos la falla que con rumbo N 15° W pasa al poniente del Ciénago y la Represa y que separa la roca granítica de los sedimentos del Paganzo. Aquí también la inclinación es muy cercana a la vertical, ya que en los lugares donde puede observarse como sucede a dos kilómetros al sur del Puesto de los Oliva, en una antigua explotación de ocre, los sedimentos del Paganzo se muestran completamente verticales disminuyendo rápida-

mente dicha inclinación hacia el nacimiento hasta cambiar e inclinar al poniente. Sería el caso de un sinclinal muy suave, un "pliegue de arrastre" y no consecuencia de las clásicas compresiones laterales que originan estructuras de anticlinales y sinclinales típicos.

Esta falla a la altura del Puesto El Ciénago se bifurca, una rama sigue con rumbo N-S aproximadamente y la otra en cambio toma un rumbo S 30° E. Esta última falla nos permite distinguir el labio hundido. La colada de basalto que corona el cerro Vilgo mantiene una leve inclinación al poniente entre 12° y 15°. Mientras que al oeste de esta falla y la de rumbo N-S la misma colada con aspecto de filón capa tiene una inclinación de unos 40° E.

Tanto en el cerro Vilgo como al oeste de las fallas el basalto manifiesta ser una colada y no un filón capa, ya que muestra abundancia de alvéolos en su parte superior.

En el arroyo El Carrizal corre una falla con rumbo S 80° E, que separa la zona granítica del Paganzo, también se bifurca cinco o seis kilómetros antes del límite sur de la Hoja en estudio, en forma similar a lo que sucede en las proximidades del Puesto El Ciénago, con la diferencia que en la hoja vecina las dos fallas continúan sobre sedimentos del Paganzo.

Esta falla del arroyo El Carrizal también es casi vertical pero directa, desaparece debajo de los sedimentos modernos de pampa Agua del Medio hacia el norte y vuelve a reaparecer a la altura del Puesto de Castro por corto trecho.

Por último tenemos la falla regional más occidental que atraviesa toda la Hoja con dirección N-S aproximadamente y de características distintas a las anteriores. Esta falla se puede descomponer en dos secciones cuyo punto de menor movimiento sería el Portezuelo Amarillo. Sería una falla en tijera con un plano de falla casi vertical denunciado en parte por la topografía sobre

todo en las proximidades de Talampaya, así como en la zona del Barreal.

Las características de esta falla son las que justamente han hecho posible el desarrollo de pedimentos bien definidos, especialmente al norte del río Talampaya por causas que analizaremos más adelante.

Hay otras fallas de menor recorrido, a veces de carácter local, pero en general las descritas son las que rigieron fundamentalmente la tectónica de la zona.

Las consideraciones aducidas permiten discriminar dos juegos de fallas: uno de edad antigua pre-pleistocena que afecta al basamento y al Paganzo y el segundo, más joven, de edad Pleistocena que afecta a las formaciones Vichigasta y Catinzaco y en parte a las restantes formaciones.

RED DE DRENAJE

La historia de la red de drenaje de la zona montañosa es sumamente larga y compleja debido a varios ciclos de erosión fluvial de edad pre-pleistocena, de manera que por ahora no es posible discutir detalles al respecto. No obstante existe la posibilidad real de reconocer algunos rasgos esenciales del desarrollo desde el Plioceno a la fecha.

Los ríos que desembocan al naciente de la llamada Sierra de Sañogasta-Vilgo los consideramos ríos consecuentes que vieron facilitado su trabajo debido a la inclinación de la pendiente regional de entonces.

El río que desemboca unos seis kilómetros al NW de la estación Catinzaco y al sur del puesto llamado Catinzaco Viejo, corre en el trayecto inferior de su valle y hacia sus cabeceras, en sedimentos que atribuimos al Paganzo I, pudiendo ser un río de tipo anteconsecuente o al menos consecuente.

Los ríos que desaguan hacia el Sur, fuera de la Hoja, son en general consecuentes como sus afluentes. Es de destacar la dirección que siguen los dife-

rentes ríos en las inmediaciones del Ciénago, de SE a NW, hasta S-N, constituyendo una especie de divisoria de aguas al Abra de Vilgo al sur de la cual, todos los ríos tienden a desaguar en forma consecuente dentro de la Hoja meridional vecina.

En las inmediaciones del Abra de Vilgo se encuentran sedimentos aluviales modernos donde podemos diferenciar dos niveles de pie de monte, pero de mucho menor desarrollo que los descritos en el resto de la Hoja. Dichos sedimentos forman parte de la actual divisoria que está siendo erosionada por efecto de la acción retrógrada de los ríos que llevan sus aguas hacia el sur.

El arroyo El Carrizal tiene un típico valle, consecuente con la estructura. Corre a lo largo de la pendiente del bloque hundido que se presenta como una escarpa de falla. Tal ente se conoce con el nombre de depresión de ángulo de falla (fault angle depression) según Cotton (1942).

El arroyo situado al oeste del cerro El Carrizal que corre entre granito y sedimentos del Paganzo lo consideramos consecuente con la estructura. Una mención especial merece el arroyo que pasa por la mina de uranio San Pedro, clasificable como subconsecuente. Los ríos que vienen desde pampa Agua del Medio y se unen a éste, no siempre corrieron con su actual dirección SW, sino que anteriormente seguían una dirección opuesta, que dejó los sedimentos modernos que hoy vemos en Pampa Agua del Medio, haciendo actualmente de divisoria de aguas. Aquí como en Abra de Vilgo, podemos diferenciar dos niveles, pero de menor magnitud que en el resto de la Hoja. Dichos niveles fueron depositados cuando los ríos de esta zona corrían en dirección opuesta a la actual. El arroyo San Pedro capturó este drenaje y su recorrido, en forma zigzagueante en parte, nos muestra que ha seleccionado las zonas de litología más fácilmente erodables para desarrollar su curso.

El resto de los ríos que desaguan hacia el oeste en la Depresión Occidental podemos clasificarlos como anteconsecuentes; es decir, fueron originariamente ríos consecuentes con una primitiva estructura a través de la cual corrían y se han adaptado con posterioridad consecuentemente a la estructura más joven actual.

El río Talampaya sería un típico caso de río antecedente, ya que ha mantenido su dirección E-W a través del último levantamiento de la sierra.

La clasificación de ríos realizada está encuadrada dentro de las estrechas posibilidades de investigación que ofrecen tanto el paisaje aún muy "inmaduro" en su desarrollo como lo limitado de la zona de estudio, donde no existen posibilidades para un mayor aporte de pruebas.

GEOMORFOLOGIA

Podemos dividir la Hoja Catinzaco en cuatro zonas que presentan determinadas características geomorfológicas, las cuales apoyan nuestros argumentos para la interpretación geológica general en forma considerable:

I) Dos zonas montañosas.

II) Dos zonas que ocupan depresiones.

I) *Zonas montañosas:*

a) El Velazco y sus estribaciones meridionales, al naciente de la Hoja, que como ya se aclaró no constituye el objeto central del presente estudio.

b) La entidad serrana que denominaremos Sañogasta-Vilgo al poniente, nombre que usaremos para simplificar denominaciones y que abarca la zona montañosa que incluye entre otros el Alto de las Lecheras, Talampaya, El Carrizal, El Potrerillo, cerro Vilgo, etc.

II) *Zonas de depresiones:*

a) El campo de Catinzaco y todo el gran valle que se extiende entre la sierra de Velazco al naciente y la sierra de Sañogasta-Vilgo al poniente, que llamaremos Depresión Central.

b) En cambio llamaremos Depresión Occidental a la parte oeste de la Hoja, en el centro y sur de la misma, teniendo su mayor extensión dentro de la Hoja vecina, Cerro Rajado. Es la zona de influencia del río Talampaya y sus alrededores.

I. a) SIERRA DE SAÑOGASTA-VILGO

Constituye un caso de Montaña de Bloques con aspecto geomorfológico algo diferente al que se observa en el Velazco.

Los bloques son alargados y limitados por fallas que consideramos en general de tipo directo. Sería un caso de lo que Cotton (1941) cita como "elongated fault blocks" con cierto escalonamiento de los mismos en dirección al naciente y con un hundimiento general de la Sierra hacia el sur.

Esto ha dado como consecuencia determinadas características en el paisaje que ha pasado por varias fases en su desarrollo.

Con los datos que nos proporcionan las formas actuales es posible poder sospechar que debido a los movimientos acaecidos en la parte alta del Cenozoico, el nivel de base de los ríos cambió en forma bastante pronunciada lo que produjo una reactivación del ciclo fluvial y así mismo rejuvenecimiento del paisaje, que quizás hasta ese momento había alcanzado bastante "madurez".

Este rejuvenecimiento es consecuencia de dos etapas del fallamiento de la estructura acompañado por un ascenso diferencial de bloques. Uno que dio origen a las que consideramos líneas de

escarpa de falla y el otro que proporcionó escarpas de falla, en épocas más recientes que las primeras.

Dicho "rejuvenecimiento" posiblemente operó en forma distinta en ambos bordes de la sierra de Sañogasta-Vilgo como consecuencia, fundamentalmente, de la diferencia que existía y que aún hoy puede observarse, en las alturas de los niveles de base de los ríos que desaguan hacia la Depresión Central o hacia la Depresión Occidental. Podemos ver, por ejemplo, que delgadas capas aluviales sobre espesos sedimentos del Paganzo, en la parte oeste, alcanzan la cota de los 1400 metros s.n.m., mientras que en el borde oriental raramente los sedimentos aluviales llegan a superar la cota de los 1000 metros s.n.m.

Esta diferencia sumada, entre otras causas, a la diferencia en el comportamiento frente a los procesos erosivos de las rocas correspondientes al Paganzo y de las rocas graníticas que constituyen dicha sierra, han dado un relieve cuyas formas más pronunciadas se observan en la parte oeste de las mismas en toda su extensión norte-sur. Allí en los terrenos del Paganzo se forman quebradas con paredes de inclinación cercana a la vertical; en cambio hacia el naciente, donde los procesos se desarrollan sobre roca granítica, las formas en general son menos agudas, producto en gran parte de la textura equigranular de dicha roca.

Desniveles del orden de los quinientos metros en distancias horizontales no mayores a dos kilómetros, son muy comunes dentro de la sierra de Sañogasta-Vilgo y nos dan una idea, unido a todo lo antedicho, del tipo de relieve que caracteriza a la misma.

II. a) DEPRESIÓN CENTRAL

La Depresión Central está constituida por lo que conocemos como Campo de Catizanco y todo el gran valle limitado por los sierras de Sañogasta-Vilgo

al poniente. Forman parte de esta depresión las bajadas que descienden de las serranías y la playa que ocupa su parte central, aunque algo recostada hacia el naciente. En los bordes de la playa, sobre todo en la parte occidental de la misma, se encuentran médanos fijos por vegetación achaparrada, pero sin orientación definida.

Las bajadas que descienden de las sierras de Sañogasta-Vilgo, son el producto de coalescencia de numerosos conos aluviales.

Desde el punto de vista geomorfológico, debemos destacar que la Formación Vichigasta, cinco kilómetros al SW de la población homónima, se apoya sobre un verdadero pedimento expuesto por razones tectónicas. Fue elaborado sobre granito muy desagregado, lo que ha facilitado la formación de la superficie de transporte citada. No obstante, en el resto de la Depresión Central sólo puede observarse algo similar cuando aparece desarrollado sobre sedimentos del Paganzo, seguramente por la facilidad con que estos sedimentos ceden a la acción erosiva y además porque han sido descubiertos por reactivaciones tectónicas.

La playa está constituida por sedimentos finos, algo de arena, limos y arcillas con ciertas zonas de eflorescencia de sales; como consecuencia de esto último especialmente, la escasez de vegetación es notable, sobre todo en las partes centrales. La playa en esta zona es del denominado tipo "alkali flats" y no una típica salina. En parte esto es debido a que no es una cuenca completamente cerrada, ya que las aguas que llegan aquí tienen salida hacia el sur, de manera que entraría según la clasificación de Tolman (1909) en la categoría de semibolsón.

Por último, la zona de médanos se desarrolla casi exclusivamente al oeste de la playa careciendo esencialmente de formas geomorfológicas definidas.

Los elementos que constituyen en la

actualidad la playa y la zona medanosa, así como los sedimentos aluviales que se ven en los cursos actuales son diferentes a la formación Catinzaco e integran un complejo sedimentario muy moderno no considerado aquí en detalle.

II b) DEPRESIÓN OCCIDENTAL

Al oeste de las sierras de Sañogasta-Vilgo se encuentra esta depresión que presenta condiciones geomorfológicas algo diferentes a las observadas en la Depresión Central.

Podemos dividir esta depresión en dos partes que muestran un desarrollo geomorfológico con algunas diferencias a lo largo de su extensión nortesur.

Al norte del río Talampaya se ven los pedimentos elaborados sobre el Paganzo, que presentan escasos remanentes de cubierta aluvial de poco espesor pero de desarrollo en extensión y que han sido en gran parte disectados por erosión. Dichos pedimentos han formado en las zonas proximales a las sierras abanicos rocosos (rock fans) y su desarrollo se produjo posiblemente favorecidos por la litología y la mayor tranquilidad tectónica de la zona. En el caso en que pueden observarse los remanentes de deposición sobre el pedimento rocoso (rock pediment) la variación en sentido vertical es similar a la ya descrita para las formaciones Vichigasta y Catinzaco correspondientes a la Depresión Central.

Hacia el sur del río Talampaya, si bien es posible observar en forma muy restringida el pedimento rocoso elaborado también sobre el Paganzo, en general lo referiremos como Pedimentos Cancelados o encubiertos (Concealed Pediments) dado el espesor considerable de sedimentos que descansa sobre dicha superficie de transporte y que pueden observarse gracias a la profunda erosión subsiguiente que produjeron y producen los arroyos temporarios en

esa zona sobre los sedimentos del Paganzo II que hacen de pedimento rocoso.

En los casos observables la espesa cubierta aluvial que cubre estos pedimentos, tiene características sedimentológicas descripta ya para los pic de monte de la Depresión Central, por lo que se los considera integrantes de las respectivas formaciones ya citadas. Es de destacar únicamente que son de mayor extensión longitudinal, ya que se internan profundamente dentro de la Hoja vecina situada al oeste, además de tener las respectivas superficies de los conos de deyección, inclinaciones algo menores.

HISTORIA ESTRUCTURAL Y GEOMORFOLOGICA

Los primeros movimientos que actuaron en la zona tuvieron lugar durante el Precámbrico y dejaron sus impresiones sobre las rocas graníticas migmatíticas del Velazco. Desde ese momento dichas rocas pasaron a constituir un área positiva.

Después de la revolución Caledónica, tuvo posiblemente efecto la intrusión del granito de Famatina (de Alba, 1954). En gran parte de la zona en estudio, situada pocos kilómetros al sur, los sedimentos correspondientes al Paganzo cubrieron casi totalmente este granito.

Si bien Turner (1952) afirma la existencia de una leve discordancia angular entre el Paganzo I y II, en la zona de estudio abarcada aquí no la hemos podido corroborar, quizás por falta de claridad en los escasos afloramientos observados o posiblemente por lo pequeña entre 5° y 10° de la misma.

Luego, no tenemos evidencias de movimientos de carácter regional hasta el final de la deposición de los sedimentos del Paganzo II. Fuera de la zona los sedimentos del Triásico se apoyan en discordancia angular sobre el Paganzo II.

Con posterioridad no tenemos pruebas de movimientos hasta posiblemente el Cenozoico alto, época en que tanto el Velazco como Sañogasta-Vilgo fueron elevadas a alturas cercanas a la actual. Dichos movimientos se prolongaron durante el Pleistoceno, pero aparentemente, atribuimos al Velazco el haber alcanzado estabilidad antes que la entidad Sañogasta-Vilgo, al menos en lo que se refiere a su borde occidental dentro de la Hoja Catinzaco.

Esta última suposición se basa en el hecho de que los conos de deyección que bajan desde el Velazco, tienen inclinación más suave que aquellos que bajan de Sañogasta-Vilgo y porque aparentemente son cubiertos en su parte distal por ellos. Este detalle concuerda con una observación de De Alba (com. verb.) para la zona inmediatamente al norte de la nuestra. Si bien la diferencia de altura entre una y otra sierra en la Hoja estudiada por De Alba es considerable, dentro de la nuestra las alturas son similares, por lo que deducimos la influencia de otros factores para producir la superposición de la parte distal de los conos de deyección, dentro de los cuales ocuparía un papel fundamental, la diferencia en tiempo de los movimientos que llevaron a dichas serranías a sus alturas actuales.

Además la falta de la Formación Vichigasta sobre el oeste del Velazco y su presencia dentro del Bolsón de Paluqui y en sus estribaciones meridionales, también nos hace pensar en una estabilidad de más antigua data para el flanco occidental del mismo. La excepción está constituida por el restringido afloramiento que se observa en la desembocadura del arroyo Palanche al salir a la llanura, pero su presencia es factible debido a condiciones estructurales que lo permitieron. Una falla de poco rechazo ha cambiado en la desembocadura el curso del río, que aprovechó la zona de debilidad creada, para tomar un rumbo N-S. Se trata de una

falla pequeña, consecuencia de un movimiento local, que permitió mantener aislado dicho afloramiento.

Este hecho es coincidente con la deposición de dos niveles de pie de monte desarrollados dentro del Bolsón de Paluqui, que sufrió efectos tectónicos posiblemente semejantes, en lo que respecta a su falla más oriental y durante la misma época.

Algo similar a lo que sucede en Palanche se observa en los afloramientos de Paganzo situados al oeste de la Estación Catinzaco, lo que corrobora la existencia de reactivaciones tectónicas más o menos restringidas, con posterioridad a la deposición de la Formación Vichigasta en algunas zonas. También se aprecia este fenómeno en las estribaciones meridionales del Velazco, pero no lo hemos podido observar en los alrededores de Talampaya. En cambio, frente a Vichigasta y Conasto, la Formación Vichigasta está también afectada por movimientos tectónicos recientes, así como la formación Catinzaco.

Las fallas que marcan el límite occidental del Velazco y el límite oriental de Sañogasta-Vilgo las consideramos líneas de escarpa de falla o más claramente escarpa de falla compuestas en el sentido de Cotton (1942), al igual que la que cruza la zona en dirección N-S y pasa por Talampaya, que son del tipo resecuente.

La diferencia entre las dos fallas del valle de Catinzaco y la que pasa por Talampaya, estriba en que los rechazos, son de diferentes características y tipo. Ello ha permitido entre otras cosas también una diferencia en el desarrollo de los procesos geomorfológicos.

La falla que pasa por Talampaya y el Portezuelo Amarillo aumenta su rechazo desde este último punto hacia el sur; de allí que ha sido posible el desarrollo y conservación de remanentes de pedimentos rocosos especialmente al norte del río Talampaya, que hacia el sur se convierten en pedimentos can-

celados. Este desarrollo de pedimentos también se ha visto favorecido por las características físicas de la roca sobre la cual se formaron, sedimentos del Paganzo que resultan más fácilmente erosionables que el granito, y mayor tiempo de elaboración posiblemente derivado de menores diferenciaciones en altura para este borde de la sierra que para el más oriental.

Las fallas que pasan por el arroyo El Carrizal y el Abra de Vilgo son en realidad escarpas de falla, es decir, que se formaron con posterioridad a las anteriormente citadas y lógicamente en épocas más recientes.

Si bien se producen morfológicamente dos niveles en Pampa Agua del Medio y en las proximidades del Abra de Vilgo, los mismos son de características diferentes a los ya descritos en el resto de la Hoja, en lo que se refiere a su magnitud, por cuyo motivo no fueron diferenciados en los perfiles. Dichos remanentes de niveles son los que prueban en sus respectivos lugares condiciones de drenaje diferente en parte a los actuales, ya que en este momento actúan como divisoria de aguas.

Finalmente diremos que la sierra Sañogasta-Vilgo es un caso de Montañas de Bloques. Dichos Bloques generalmente están limitados por fallas directas y han sufrido vuelcos (tilting) que en el caso de aquellos que contienen al cerro Vilgo al sur y El Barreal al norte se volcaron hacia el oeste; en cambio los restantes sufrieron vuelco hacia el naciente.

Dicha inclinación está atestiguada por los restos de sedimentos del Paganzo que están sobre el granito en discordancia de erosión y también por las formas asimétricas que se deducen del mapa topográfico y muy especialmente de la observación en el terreno.

La inclinación de los bloques es hacia el naciente o el poniente, pero al mismo tiempo con un manifiesto hundimiento hacia el sur de toda la estruc-

tura, tratándose de bloques alargados en sentido N-S (elongated blocks) cuyas inclinaciones producen pendientes hacia atrás (back slopes) y depresiones de ángulo de falla (faut angle depressions) de acuerdo con Cotton (1942).

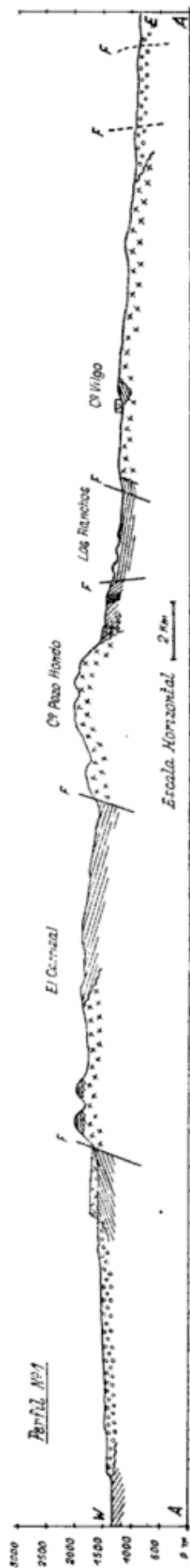
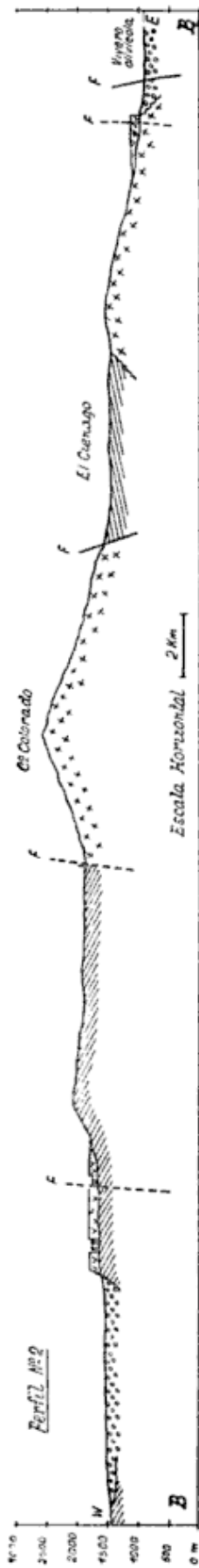
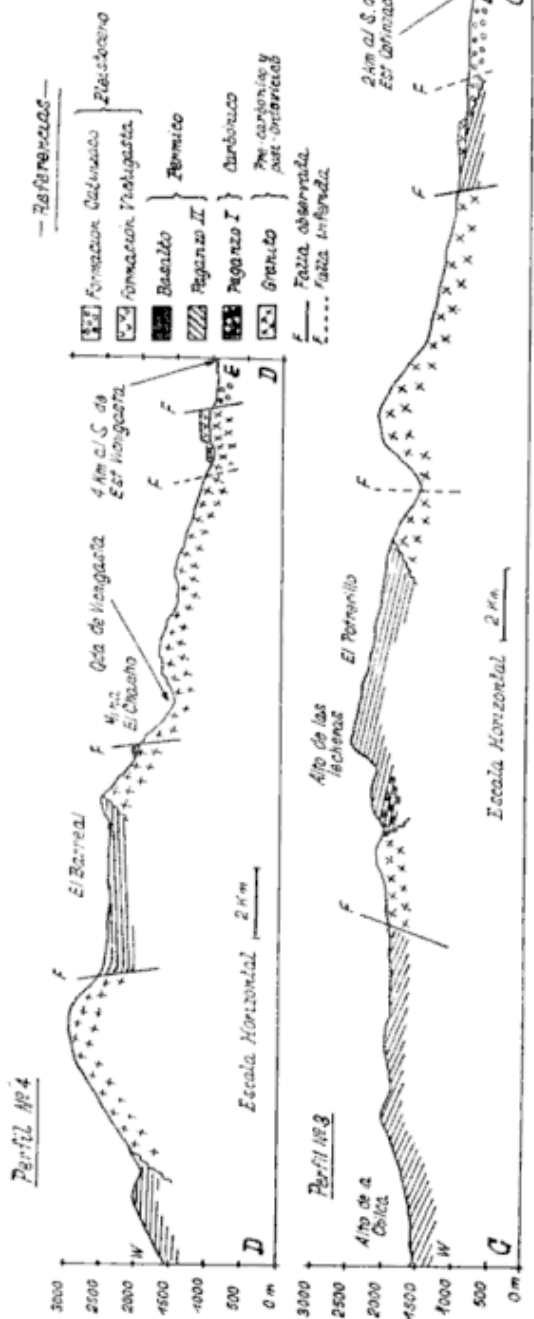
Las fallas en general las consideramos producto de fuerzas tensionales, por lo tanto fallas normales, casi verticales, con planos que posiblemente se van curvando en profundidad, lo que ha permitido el vuelco de los bloques. Son de similar rumbo que los de la orogenia vecina, aunque de distinto origen, ya que dicha orogenia tanto al poniente como al naciente de Sañogasta-Vilgo se la considera de compresión, por parte de los autores que estudiaron el problema.

En este último aspecto podría ser algo similar a lo que sucede en la Great Basin, donde tampoco hay manifestaciones volcánicas modernas de importancia, lo que nos induce a pensar en fallas en general no muy profundas. En el caso del valle del Rhin o de los Rift de Africa en cambio, las manifestaciones volcánicas son importantes y por ello se considera a las fallas de mayor alcance en profundidad.

Estas fallas en general no son individuales en sentido regional; sino que son un conjunto de fallas integradas, destacadas en superficie muchas veces por la existencia de vertientes.

Es de importancia hacer notar la forma que adopta el borde oriental norte de la sierra de Sañogasta-Vilgo, que siguiendo a Cotton (1942) llamamos "splintered faults" que está constituida, en una zona de fallas, por una serie sucesiva de ellas producidas "en echelon" y que limitan un bloque regionalmente hundido de otro regionalmente elevado.

Estaríamos en presencia de fallas en la zona que consideramos, del tipo que de Sitter (1956) llama "curved step fault with tilting" y que produjeron una estructura similar a la que Cotton



llama "elongated fault blocks", que en sentido general producen rasgos similares a los conocidos como "horst" y "graben", pero no exactamente iguales a ellos, pues en nuestro caso se destaca por ejemplo, el escalonamiento de bloques desde el oeste hacia el naciente.

Nuestra zona está ubicada en el extremo más austral de las Sierras Traspampeanas y hacia el sur se hundén y desaparecen sus últimas estribaciones debajo de los sedimentos más modernos del Pleistoceno.

Dicha posición nos induce a sospechar que estas sierras sufrieron la influencia de una tectónica diferente a la que delineó los rasgos fundamentales del resto de la estructura. Las fuerzas de compresión tuvieron según los investigadores que estudiaron las Sierras Traspampeanas al norte de esta zona, gran influencia en el estilo tectónico y provocaron plegamientos en sedimentos del Paganzo y fallas en su gran mayoría de carácter inverso (Boncrino, Turner, de Alba, etc.).

En cambio para este extremo de las mismas nosotros atribuimos la principal influencia en el estilo tectónico a fuerzas tensionales que produjeron fallas directas, además de notarse una ausencia casi absoluta de pliegues en los sedimentos del Paganzo y en cambio la presencia harto común de estructuras monoclinales.

Cuando se observan en lugares vecinos a la zona, suaves estructuras abovedadas en los sedimentos del Paganzo, creemos que se debe esencialmente al resultado de dos fenómenos: uno sería la deposición y diagénesis de los sedimentos sobre una superficie primitiva con suaves ondulaciones, hecho que se puede observar en varios lugares; la segunda, sería el resultado del acomodamiento de bloques con zonas reducidas de lógicas compresiones locales. Es sugestivo, por ejemplo, que los sedimentos situados al oeste de Talampaya se presentan en forma monoclinal teniendo

un ancho de más de diez kilómetros y una extensión norte-sur que abarca todo el oeste de la Hoja. Si hubieran existido fuerzas de compresión, creemos que hubiera sido lógico el plegamiento de dicho sedimento.

Por último suponemos que cuando actúan fuerzas compresionales a lo largo de una estructura tan dilatada en extensión como son las Sierras Traspampeanas, los efectos no pueden ser iguales exactamente en toda su longitud. Es decir, que podemos sospechar diferencia en la intensidad de las fuerzas y aún zonas donde los efectos han sido mínimos o nulos, además de considerar de carácter fundamental la profundidad a la cual se producen los efectos de dicha influencia.

Basados en estas ideas creemos lógico, poder pensar que en las partes terminales de una estructura como sería la nuestra, que constituye el extremo sur de las Sierras Traspampeanas, han quedado a la vista rasgos típicos de una tectónica producto de fuerzas tensionales por haber sido, si los hubo en esta zona, los efectos compresionales de carácter profundo. En este último caso podemos suponer que las fallas se originaron por un alivio de compresión, lo que permitió el desarrollo de una tectónica tensional que dio las características visibles de la zona que nos compete.

Es decir, que el aspecto y las formas observadas son el producto final del acomodamiento de bloques como consecuencia de fuerzas tensionales que actuaron sobre zonas más o menos superficiales durante y especialmente la parte final y posterior del levantamiento general de la estructura de las Sierras Traspampeanas.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Amos, A. J. y Zardini, R. (1962). *Geología de algunos depósitos de arcilla de La Rioja*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., tomo XVII, nº 1-2, pp. 47-83.

- Bodenbender, Guillermo (1911). *Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y regiones limítrofes*. — Boletín de la Ac. Nac. Cien. de Córdoba, tomo XIX, entrega 1.
- Cotton, C. A. (1941). *Landscape*. — Segunda edición, 1948. Whitcombe & Tombs Limited. New Zealand.
- (1942). *Geomorphology*. — Séptima edición, revisada 1958. Whitcombe & Tombs Limited. New Zealand.
- (1950). *Tectonic scarps and fault valleys*. — G.S.A.B., vol. 61, pp. 717-758.
- De Alba, Enrique (1954). *Descripción geológica de la Hoja 16 c, Villa Unión (Pcia. de La Rioja)*. — DNGM.
- (1956). *Acerca de la edad del granito del Famatina*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., tomo XI, n° 1, pp. 76-79.
- De Sitter, L. U. (1956). *Structural Geology*. — Cuarta edición, 1961. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York.
- Fidalgo, Francisco (1963). *Hoja 17 d, Catínza-co*. — D.N.G.M. (Informe inédito)
- Gilbert, G. K. (1928). *Studies of Basin-Range Structure*. — Professional Paper 153, U. S. G. S.
- Guilluly, James (1927). *Basin and Range faulting along the Oquirrh Range, Utah*. — G.S.A.B., vol. 39, pp. 1103-1130.
- González Bonorino, F. (1950). *Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., tomo V, n° 3, pp. 81-110.
- Polanski, Jorge (1962). *Estratigrafía, Neotectónica y Geomorfología del Pleistoceno pedemontano entre los ríos Diamante y Mendoza (Pcia. de Mendoza)*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., tomo XVII, n°s 3-4.
- Tolman, C. F. (1909). *Erosion in Arizona Bolson Region*. — Journal of Geology, vol. XVII, pp. 136-163.
- Turner, J. M. C. (1962). *Las Sierras Traspampeanas como unidad estructural*. — Anales de las Primeras Jornadas Geológicas. Tomo II, pp. 387-402.
- (1952). *Hoja 15 c, Vinchina*. — D. N. G. M. (Informe inédito).

Manuscrito recibido en julio de 1963.

ALGUNOS SELENIUROS DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA

Por M. BUTSCHKOWSKYJ, S. RIVAS Y D. BEDLIVY

Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"

RESUMEN

Se estudian tres minerales procedentes de la provincia de La Rioja, Argentina, dándose las características roentgenográficas y espectrales correspondientes a Umangita, Claustalita y Tiemannita.

ABSTRACT

Three minerals are studied from the province of La Rioja, Argentina, giving the roentgenographic and spectrographic characteristics corresponding to Umangite, Clausthalite and Tiemannite.

INTRODUCCION

En el presente trabajo se investiga la espectroscopía y roentgenografía de algunas muestras de seleniuros procedentes de la provincia de La Rioja.

Se debe dejar constancia que la parte roentgenográfica del presente trabajo fue realizada mediante un subsidio otorgado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina. Y, además, que el mismo fue llevado a cabo en los Laboratorios del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".

UMANGITA Cu_3Se_2

ANTECEDENTES

Propiedades físicas: D. 3; P. esp. 5,62. Brillo metálico.

Color en estado fresco: rojo oscuro de guinda.

a 4,27kX ; b 6,39kX ;
4,28A° 6,40A°

Composición química según Bodlaender en Klockmann (1891):

	1	2	3
Cu	54,70	56,03	54,35
Ag		0,49	0,55
Se	45,30	41,44	45,10
CO, H ₂ O, etc		2,04	
Total	100,00	100,00	100,00

1. Cu_3Se_2
2. Sierra de Umango
3. Sierra de Umango. Anal. después de la deducción de los productos de alteración.

Investigaciones roentgenográficas por J. W. Earley (1950):

Sistema ortorrómbico. Grupo espacial:

$D_2^3 - P2_12_12$

Parámetros del retículo:

c 12,44kX. Z 4
12,46A° V 341A°³
Peal. 6,78 gr/cm³;

PROCEDENCIA

El mineral que nos ocupa se ha tomado de la muestra n^o 51 de la colección de A. Flossdorf y procede de la mina "Piedras Pintadas", Sierra de Famatina, La Rioja; actualmente dicha muestra se encuentra en las colecciones del Dto. de Ciencias Geológicas del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", donde figuraba bajo la denominación de Umangita. Eukairita, correspondiente al n^o IX en la pequeña colección de seleniuros que nos ha sido facilitada por dicho Departamento para su estudio.

Propiedades físicas: Color rojo oscuro, casi negro. Brillo metálico.

ANÁLISIS ESPECTRAL

mucho Cu, Ca, Se
 menos Mg
 poco Pb, Ag, Si, Mn.

Este resultado se determina por el espectrograma adjunto, algunas de cuyas líneas se indican a continuación con longitudes de onda expresadas en angstroms.

Se : 3738,7
 Cu : 3273,9-3247,5-2246,9
 Pb : 4057,8-3683,4-2833,0
 Ag : 3382,8-3280,6
 Mg : 2852,1-2802,7-2795,5
 Ca : 4226,7-3968,4-3933,6-3179,3-3158,8
 Si : 2881,5-2516,1-2506,9
 Mn : 2605,6-2576,1
 Fe : 2599,4-2598,3

ANÁLISIS ROENTGENOGRÁFICO

Distancias entre los planos en comparación con los datos de J. W. Earley (1950) y G. A. Harcourt (1942) :

Análisis roentgenográfico.
 Anodo de CuK α

Distancias entre los planos en comparación con los datos de J. Earley (1950) y G. A. Harcourt (1942) :

1		2		3	
d	I	d	I	d	I
4,42	d				
4,28	d	4,28	1		
3,91	d				
3,58	f	3,57	10	3,6	6,0
3,50	ff	3,52			
3,27	dd				
3,20	f	3,20	4	3,15	6,0
3,08	f	3,10	4		
3,05	d				
2,85	d	2,86	2	2,85	1,0
2,56	d	2,56	3	2,58	1,0
2,37	d	2,37	1	2,48	0,5
2,26	f	2,26	4	2,26	3,0
2,15	m	2,13	2	2,14	2,0
2,01	m	2,01	3	2,02	3,0
1,89	m	1,905	3	1,91	3,0
1,830	ff	1,819	9	1,83	4,0
1,778	ff	1,776	8	1,77	4,0
1,717	d	1,711	$\frac{1}{2}$		
1,640	dd	1,637	1	1,64	1,0
1,594	dd	1,596	$\frac{1}{2}$		
1,547	dd	1,554	1	1,55	1,0
1,520	dd				
1,483	dd				
1,464	dd	1,465	$\frac{1}{2}$		
1,420	dd	1,421	1	1,420	1,0
1,380	dd	1,389	$\frac{1}{2}$		
1,356	dd	1,357	1	1,35	1,0
1,265	dd	1,277	$\frac{1}{2}$	1,27	0,5
1,247	dd				
1,230	dd	1,231	$\frac{1}{2}$	1,23	0,5
1,200	d	1,201	2	1,20	2,0
1,187	dd	1,186	1	1,185	2,0
1,163	dd	1,163	1	1,165	2,0
1,149	dd	1,143	$\frac{1}{2}$		
1,131	dd	1,131	$\frac{1}{2}$	1,130	0,5
1,118	dd	1,109	$\frac{1}{2}$		
1,089	dd	1,097	$\frac{1}{2}$	1,095	0,5
1,066	dd	1,066	$\frac{1}{2}$	1,060	0,5
1,050	dd	1,052	$\frac{1}{2}$	1,050	0,5
1,037	dd	1,036	$\frac{1}{2}$	1,038	1,0

1		2		3	
d	I	d	I	d	I
1,031	dd				
1,012	dd	1,012	1	1,015	0,5
0,999	dd	0,998	$\frac{1}{2}$	1,000	0,5
0,983	dd	0,984	$\frac{1}{2}$		
0,965	dd	0,965	$\frac{1}{2}$	0,965	0,5
0,954	dd				
0,942	d	0,941	1	0,941	3,0
0,9145	dd	0,911	$\frac{1}{2}$	0,912	0,2
0,902	dd	0,902	$\frac{1}{2}$	0,904	0,3
0,885	dd	0,885	$\frac{1}{2}$	0,895	0,5
0,869	dd	0,869	$\frac{1}{2}$	0,870	0,5
0,862	dd	0,855	$\frac{1}{2}$		
0,848	dd				
0,833	dd				

1		2		3	
d	I	d	I	d	I
0,826	dd				
0,818	dd	0,818	$\frac{1}{2}$	0,818	3,0
0,797	dd				
0,793	dd	0,793	$\frac{1}{2}$	0,793	3,0
0,789	dd			0,788	3,0
0,786	dd				
0,781	dd			0,781	3,0

Referencias del cuadro : 1) Mina « Piedras Pintadas ». 2) Sierra de Umango : Royal Ontario Museum y Queen's University Museum of Geology and Mineralogy. J. W. Earley. 3) La Rioja : Harvard Museum. G. A. Harcourt.

Identificación del diagrama (por líneas mas intensas)

	d ₁	d ₂	d ₃	I ₁	I ₂	I ₃
Mina « Piedras Pintadas »	3,52	1,83	1,78	ff	f	f
ASTM 3-0342 G. A. Harcourt	3,60	3,15	1,83	100	100	70
2-01322	1,83	1,78	3,56	100	100	90
J. W. Earley	3,57	1,819	1,776	10	9	8

(Ver diagrama de umangita)

INDICES DE LOS PLANOS

I	d	hkl	d _{cal.}
d	4,42	012	4,465
d	4,26	100	4,29
d	3,91		
f	3,58	110	3,558
ff	3,504	102	3,528
d	3,27		
f	3,20	020	3,20
f	3,08	112	3,09
		021	3,10
		004	3,11
d	3,05		
d	2,85	022	2,847
d	2,56	120	2,563
		023	2,535
d	2,37	122	2,370
f	2,26	024	2,223

I	d	hkl	d _{cal.}
m	2,15	200	2,140
		105	2,154
		115	2,159
m	2,01	032	2,010
		211	2,003
		202	2,024
		210	2,030
m	1,89	130	1,900
		131	1,887
		033	1,892
		203	1,826
ff	1,83	132	1,826
		213	1,824
ff	1,778	220	1,779
		007	1,780
dd	1,265	046	1,267

I	d	hkl	d _{cal.}	I	d	hkl	d _{cal.}
		020	1,270			233	1,420
		341	1,271			118	1,427
		208	1,259	dd	1,380	009	1,380
dd	1,247	323	1,243			310	1,387
dd	1,230	150	1,227			311	1,384
		243	1,225	dd	1,356	312	1,359
		122	1,237			019	1,353
d	1,200	152	1,203			234	1,360
		324	1,202	dd	1,050	327	1,052
		1.0.10	1,197			342	1,050
dd	1,187	330	1,287			308	1,052
		244	1,185			411	1,052
		054	1,184			402	1,054
		047	1,190	dd	1,037	057	1,033
dd	1,163	209	1,162			065	1,033
		332	1,165			318	1,038
		039	1,161			412	1,040
dd	1,149	219	1,145			254	1,036
dd	1,131	0.0.11	1,130			160	1,035
dd	1,118	048	1,116			403	1,036
		306	1,113			1.2.11	1,036
dd	1,089	251	1,094			0.3.11	1,038
		036	1,090	dd	1,031	063	1,033
		229	1,093			343	1,031
dd	1,066	400	1,070	dd	1,012	404	1,012
		060	1,066			420	1,015
		340	1,065	dd	0,999	414	0,9996
		253	1,063	dd	0,9835	415	0,9832
		401	1,066	dd	0,965	424	0,965
dd	1,050	162	1,052	dd	0,954	350	0,953
d	1,717	017	1,715			413	0,9536
		222	1,710				
dd	1,640	107	1,644				
		223	1,631				
dd	1,594	040	1,600				
		117	1,592				
dd	1,547	008	1,557				
		224	1,545				
		027	1,555				
		042	1,550				
dd	1,520	018	1,513				
dd	1,483	036	1,488				
		225	1,480				
		141	1,488				
dd	1,454	142	1,457				
dd	1,420	300	1,428				
		044	1,425				
		311	1,417				

Los índices de los planos de umangita corresponden a las condiciones del grupo espacial:

$$D_2^6 - P2_12_12$$

donde se cumple:

$$\begin{array}{lll} h & 0 & 0 \quad \text{debe ser} \quad h = 2n \\ 0 & k & 0 \quad \text{»} \quad \text{»} \quad k = 2n \end{array}$$

(International Tables for X-ray Crystallography 1952).

Con los datos sobre los índices de los planos obtenemos los parámetros del retículo de la umangita:

$$a \ 4,28kX; \quad b \ 6,40kX; \quad c \ 12,46kX$$

CONCLUSIONES

Las características roentgenográficas y espectrales de esta muestra revelan que se trata esencialmente de umangita con algunas impurezas que la acompañan.

Se presentan en un cuadro adjunto nuestros datos comparados con los presentados por ASTM, Earley y Harcourt, los que no dejan dudas acerca de la identidad del material estudiado.

CLAUSTALITA PbSe

ANTECEDENTES

Propiedades físicas:

D $2\frac{1}{2}$ —3; P 7-8; P_{cal.} 8,079

Color gris de galena.

1-2 Cerro de Cachenta Claustalita
3-4 » Cacheutita } J. Domeyko (1867)

Investigaciones roentgenográficas:

Sistema cúbico Grupo espacial O_h^5 — Fm3m Tipo estructural B₁

Parámetros del retículo:

L. S. Ransdel (1925) a = 6,14kX
S. v. Olshausen (1925) 6,162kX
V. M. Goldschmidt (1927) 6,135kX
J. W. Earley (1950) 6,110kX 6,122A°
V 229,5A°³; P_{cal.} 8,28 gr/cm³

La claustalita es isomorfa con la galena.

En el sistema Pb Se - Pb S los pará-

metros del retículo en dependencia del contenido de Pb Se según J. W. Earley son:

% PbSe	0	20	40	60	80	100
a	5,935	5,971	6,014	6,050	6,088	6,122

PROCEDENCIA

Este mineral fue estudiado en una muestra de la colección de A. Flossdorf, que tiene el n° 137 y que corresponde al n° XII en la lista de muestras entregadas para nuestra investigación por el

Dto. de Ciencias Geológicas del Museo Argentino de C. Naturales "Bernardino Rivadavia", en cuyas colecciones figuraba bajo la denominación de Umangita-Eukairita y es procedente de la "Mina Millonaria" de la Sierra de Umango, provincia de La Rioja.

Composición química:

	Composición química			
	1	2	3	4
Se	27,60	29,47	30,00	22,40
Pb	69,9	67,78	43,50	36,20
Hg		1,98		
Cu		0,39	1,80	12,91
Co	1,00		0,70	1,26
Ag			21,00	20,85
Fe			2,20	3,10
Total	98,50	99,62	99,20	97,32

Propiedades físicas: Peso esp.: 7.347.
Color gris de galena.

Análisis espectral:

Pb, Se
Ca, Cu
Ag, Bi Impurezas Si, Mg, Al

La presencia de los elementos indicados se puede constatar especialmente en las siguientes líneas, cuyas longitudes de onda se dan en angstroms:

Se :	4382,8-3738,7
Pb :	4057,8-3683,4-3671,3-3639,5-3261,0 3176,5-2873,3-2833,0-2823,1-2802,0 2650,4-2393,7
Ag :	3382,8-3280,6-2756,5-2437,7-2429,6
Cu :	3337,8-3273,9-3247,5-2961,1-2769,6 2544,8-2246,9
Bi :	3067,7-2897,9
Si :	2881,5-2516,1
Ca :	3968,4-3933,6
Mg :	2852,1-2802,7-2795,5
Al :	3961,5

d	I	hkl
3,018	ff	002
2,725		
2,140	dd	
1,183	ff	022
1,133	m	113
1,754	m	222
1,520	md	004
1,395	dd	133
1,358	f	024
1,241	f	224
1,170	d	115
		333
1,076	d	044
1,030	d	135
1,016	m	006
		244
0,965	m	026
0,928	md	226
0,884	dd	444
0,855	dd	117
		155
0,849	m	046
0,819	m	246
0,798	m	137

Análisis roentgenográfico: Diagrama de polvo. Anodo CuK α .

Distancias entre los planos

d	I	hkl
3,495	m	111
3,350	d	

Identificación del diagrama:

Para identificar el diagrama usamos las tablas de ASTM y los datos para la clausalita de G. A. Harcourt y J. W. Earley.

	d ₁	d ₂	d ₃	I ₁	I ₂	I ₃
ASTM 6-0354.....	3,06	2,17	3,54	100	70	31
G. H. Harcourt.....	3,06	2,165	1,37	9	7	4
J. W. Earley	3,05	2,16	1,366	10	9	5
Clausalita de « Mina Millonaria »	3,018	2,14	1,358	ff	ff	f

Las distancias entre los planos corresponden al sistema cúbico.

Grupo espacial : O_h⁵ — F_{m3m}

El parámetro del retículo de la clausalita calculado con extrapolación en dependencia de función:

Bradeley y Jay $\cos^2\theta$ $a=6,12kX$

Nelson y Riley $\frac{1}{2} \left(\frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta} - \frac{\cos^2 \rho}{\theta} \right)$
 $a = 6,132kX$

Promedio : $a=6,126kX$;

$V=229,9kX^3$; $P_{cal.}=8,213$

Característica roentgenográfica de la clausalita en comparación con los datos de G. A. Harcourt y J. W. Earley:

1		2		3	
d	I	d	I	d	I
3,495	m	3,53	3,0	3,52	2
3,35	d				
3,018	ff	3,06	9,0	3,05	10
2,725	dd				
2,375	dd				
2,140	ff	2,165	7,0	2,16	9
1,183	m	1,850	2,0	1,84	5
1,754	m	1,770	3,0	1,763	5
1,520	md	1,530	2,0	1,526	2
1,385	dd	1,405	0,5	1,400	1
1,358	f	1,370	4,0	1,366	5
1,241	f	1,250	3,0	1,247	4
1,170	d	1,180	0,5	1,175	1
1,076	d	1,083	0,5	1,079	1
1,030	d	1,035	0,2	1,032	$\frac{1}{2}$
1,016	m	1,020	1,0	1,018	2
0,965	m	0,968	1,0	0,965	2
0,928	md	0,923	0,5	0,920	2
0,834	dd			0,882	$\frac{1}{2}$
0,849	m	0,849	0,3	0,847	1
0,819	m	0,818	0,3	0,816	2
0,798	m			0,796	1
0,855	dd			0,856	$\frac{1}{2}$

Referencias del cuadro: 1) Loc. «Mina Millonaria» prov. de La Rioja; 2) Loc. Mendoza. Murdoch Suite 39 B, G. A. Harcourt (1942); 3) Loc. Clausthal, Alemania, Royal Ontario Museum, J. W. Earley (1950).

- 1 HgSe
- 2 Sierra de Umango, La Rioja,
- 3 Clausthal, Alemania
- 4 Utah (Estados Unidos)

CONCLUSIONES

Las observaciones de los espectrogramas demuestran que se trata de una clausalita con algunas impurezas que la acompañan.

Los datos roentgenográficos obtenidos corresponden totalmente a los datos correspondientes a la clausalita dados por Earley y Harcourt.

TIEMANNITA HgSe

ANTECEDENTES

Propiedades físicas:

D: 2,5 P. esp. 8,19: Utah. E. Unidos
8,26: Sierra de Umango
8,30-8,47: Dana (1892)

Color gris de acero. Brillo metálico.

Composición química

	1	2	3	4
Hg:	71,70	56,9	75,15	69,84
Se:	28,30	29,0	24,88	29,19
Pb:			0,12	
Cd:				0,34
Cu:		8,8		
Ag:		5,3		
S:			0,20	0,37
Insol.				0,06
	100,00	100,00	100,35	99,80

Teórico

Anal. F. Klockman 1891
Petersen 1866
Panfield 1885

Investigaciones roentgenográficas:

Sistema cúbico. Grupo espacial:

$$T_d^2 - F_{43m}$$

Parámetros del retículo según:

W. E. Jong a 6,04kX
V. W. Goldschmidt » 6,07kX
W. Zachariasen » 6,068kX

Escales
Hierro
Umangita
Umangita
Hierro



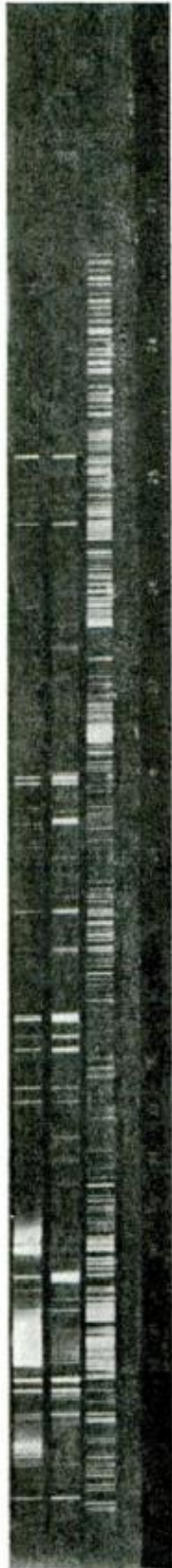
1

Diagrama
de la
Umangita



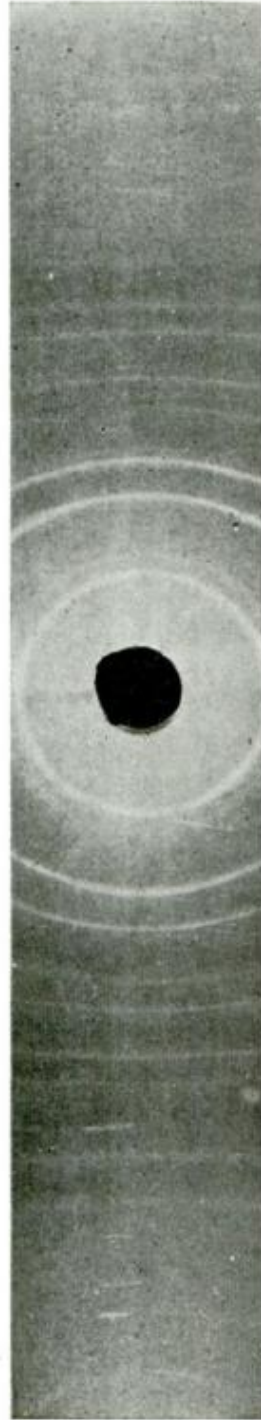
2

Tiemannita
Tiemannita
Hierro
Escales



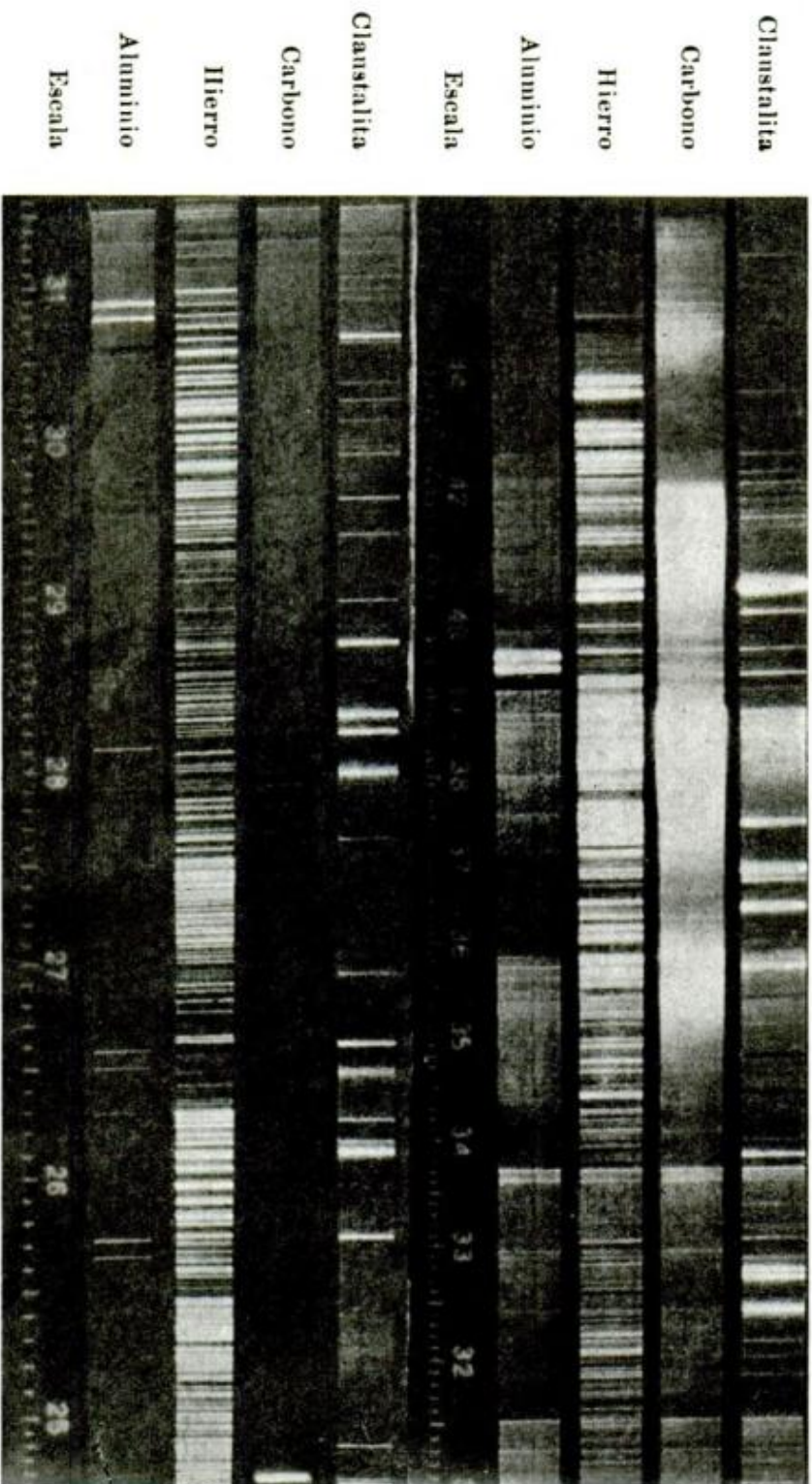
3

Diagrama
de
Tiemannita

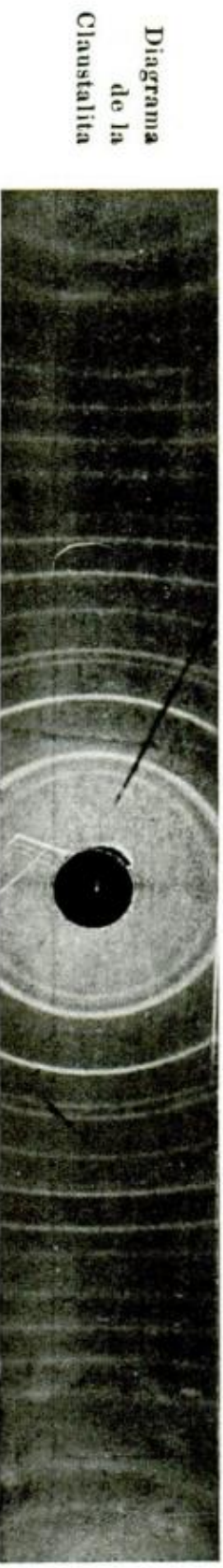


4

Figuras 1 y 2, espectrograma y roentgenograma de Umangita ; 3 y 4, espectrograma y roentgenograma de Tiemannita



5



6

Figuras 5 y 6, espectrograma y roentgenograma de Claustalita

$P_{cal.} = 8,266$; $P = 8,24$
 W. Hartwig $a = 6,069kX$
 J. W. Earley » $6,084A^\circ$

$V = 225,2A^{o3}$; $P_{cal.} = 8,24$

Tipo estructural B3 $Z = 4$

El estudio se hizo sobre un espectrograma tomado por el Dr. Freimuth y parece ser que la tiemannita está asociada a otros minerales.

Análisis roentgenográfico: Diagrama del polvo. Anodo $CuK\alpha$.

PROCEDENCIA

El mineral que nos ocupa es una muestra presentada por el Dr. J. Olscher. Yacimiento: Quebrada de Llantenés, La Rioja.

Propiedades físicas: Color rojo oscuro. Brillo metálico.

Análisis espectral:

mucho	Hg, Se
menos	Cu, Ca, Mg
poco	Be, Pb
impurezas	Ag, Fe, Mn

En el espectrograma se comprueba este resultado. A continuación se indican algunas líneas que se identifican con sus longitudes de onda respectivas, dadas en angstroms:

Se :	4449,1-3738,7
Hg :	4358,3-4046,5-3650,1-2847,8-2536,5
Ca :	3968,4-3933,6-3179,3-3158,8
Pb :	4057,8-3683,4-2833,0
Cu :	3273,9-3247,5
Ag :	3282,8-3280,6
Mg :	2852,1-2802,7-2795,5
Si :	2881,5-2528,5-2516,1-2506,9
Be :	3131,0-3130,4-2348,6
Mn :	2605,6-2576,1
Fe :	2599,4-2598,3-2382,0

Distancias entre los planos

d	I	hkl
3,923	d	
3,55	ff	111
3,08	d	002
2,18	f	022
1,861	f	113
1,779	dd	222
1,543	m	004
1,411	m	133
1,380	d	024
1,254	m	224
1,183	d	115
		333
1,083	d	044
1,036	mf	135
0,967	m	026
0,935	d	335
0,883	dd	444
0,855	d	117
		155
0,816	m	246
0,792	d	137

Identificación del diagrama:

Para identificar el diagrama usamos las tablas de ASTM y los datos de G. A. Harcourt y J. W. Earley.

	d_1	d_2	d_3	I_1	I_2	I_3
Quebrada de Llantenés	3,55	2,18	1,861	ff	f	f
G. A. Harcourt. ASTM 3-0808	3,38	2,10	1,79	100	80	80
ASTM 2-0402	3,48	2,13	1,82	100	100	90
J. W. Earley	3,50	2,14	1,829	10	8	8

Sistema cúbico. Grupo espacial

$$T_d^2 - F_{43m}$$

Parámetro del retículo $a : 6,088kX$

$M : 279,57$; $V : 225,6kX^3$;

$P_{cal.} : 8,17$

Características roentgenográficas en comparación con los datos de G. A. Harcourt y J. W. Earley

1		2		3		4	
d	I	d	I	d	I	d	I
3,923	d						
3,55	ff	3,50	10	3,38	10	3,48	100
3,08	d	3,04	2	2,95	2	3,01	30
		2,80	2			2,70	10
2,18	f	2,14	8	2,10	8	2,13	100
		1,988	2				
1,861	f	1,829	8	1,79	8	1,82	90
1,779	dd	1,754	$\frac{1}{2}$	1,72	1	1,74	20
						1,67	10
1,543	m	1,515	1	1,49	2	1,51	40
1,411	m	1,394	2	1,365	4	1,38	60
1,380	d	1,355	$\frac{1}{2}$			1,35	10
1,254	m	1,238	2	1,22	4	1,23	70
1,185	d	1,169	1	1,15	3	1,16	50
1,083	d	1,074	1	1,06	2	1,07	20
1,036	d	1,025	2	1,015	2	1,02	20
0,967	d	0,959	$\frac{1}{2}$	0,950	2	0,953	3
0,883	d	0,875	$\frac{1}{2}$				
0,855	d	0,849	$\frac{1}{2}$	0,842	2	0,842	20
0,816	d	0,811	1	0,804	3	0,804	30
0,792	m	0,790	1	0,785	2	0,785	20

Referencias del cuadro : 1) Quebrada de los Llantenes, La Rioja, Dr. J. Olsacher ; 2) Marys-
layle, Utah, Harvard Museum, G. A. Harcourt ; 3) Clausthal, Montañas Harz, Alemania,
Royal Ontario Museum, J. W. Earley ; 4) ASTM, 2-0402.

CONCLUSIONES

El resultado de los estudios roentge-
nográficos revela que se trata del mi-
neral llamado Tiemannita y se presen-
tan los datos correspondientes a nuestra
muestra acompañados por los que para
tiemannita han dado J. W. Earley y G.
A. Harcourt y ASTM.

También el análisis espectral demues-
tra que se trata de tiemannita, aunque
algo impurificada.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL
TEXTO

- Ahlfeld, E. y Angelelli, V. 1948. *Las especies minerales de la República Argentina.* — Public. n° 458, Universidad Nacional de Tucumán, Instituto de Geología y Minería, Jujuy.
- Dana, J. W. 1892. *The system of mineralogy.* — 6th. ed. John Wiley & Sons, New York.
- Domeyko, J. En Ahlfeld y Angelelli (1948).
- Earley, J. W. 1950. *The American Mineralogist.* — V. 35, nos 5-6, Menasha, Wisconsin.

- Goldschmidt, V. M. 1943. *Strukturbericht 1913-1928*. — V. I, Edwards Brothers, Inc., Michigan.
- Gössler, F. 1942. *Tafeln zu dem Funkenspektrum des Eisens von 5545° bis 2227°*. — Gustav Fischer, Jena.
- Harcourt, G. A. 1942. *The American Mineralogist*. — V. 27, n° 2, N. Y.
- Harrison, G. R. 1939. *Tables of Wavelengths between 10.000 Å and 2.000 Å*.—Massachusetts Institute of Technology, John Wiley & Sons, New York.
- Hartwig, W. 1943. *Strukturbericht 1913-1928*. — V. I, E. B., Michigan.
- Index to the X-ray powder data file (ASTM). 1957. Special technical publication 48-F, Baltimore.
- International Tables for X-ray Crystallography. 1952. Birmingham.
- Jong, W. E. de. 1943. *Strukturbericht 1913-1928*. — V. I, Michigan.
- Klockmann, F. En Dana (1892).
- Olshausen, S. 1943. *Strukturbericht 1913-1928*. — V. I, Michigan.
- Waldo, G. A. 1935. *The American Mineralogist*. — V. 20, n° 8, N. Y.
- Zachariasen, W. 1943. *Strukturbericht 1913-1928*. — V. I, Michigan.

Manuscrito recibido en noviembre 1962.

UN AMIANTO DE LA QUEBRADA DEL GATO, ANGACO (PROV. DE SAN JUAN)

Por M. BUTCHKOWSKYJ, R. RUHSTALLER y S. RIVAS

Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"

RESUMEN

Se presentan las características roentgenográficas y espectrográficas y el análisis químico de dicho mineral. Se dan sus constantes físicas y se estudia su deshidratación. Los datos obtenidos corresponden a un mineral del grupo de la actinolita que por deshidratación se transforma en una variedad de diópsido.

ABSTRACT

The roentgenographic and spectrographic characteristics of an amianthus from Quebrada del Gato, San Juan province, are given, together with physical constants and dehydration curve. The results obtained correspond to a mineral from the actinolite group, that by dehydration is transformed into a variety of diopside.

INTRODUCCION

Este trabajo se realizó en los Laboratorios del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", a cuyo Director debemos agradecer el permiso para su publicación en esta revista.

La parte roentgenográfica fue hecha por el ingeniero M. Butshkowskyj; la espectrografía la llevó a cabo el señor S. Rivas y la parte correspondiente a pérdida de agua por calcinación la realizó el doctor R. Ruhstaller.

Dejamos constancia de nuestro agradecimiento al doctor R. L. Huste por el análisis químico del amianto.; a la doctora M. Etchichuri de Di Lorenzo por


la determinación de los índices de refracción, y al señor J. C. Riobo por la confección de los dibujos.

Se debe manifestar que la parte roentgenográfica del presente trabajo fue realizada mediante un subsidio otorgado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.

ANTECEDENTES

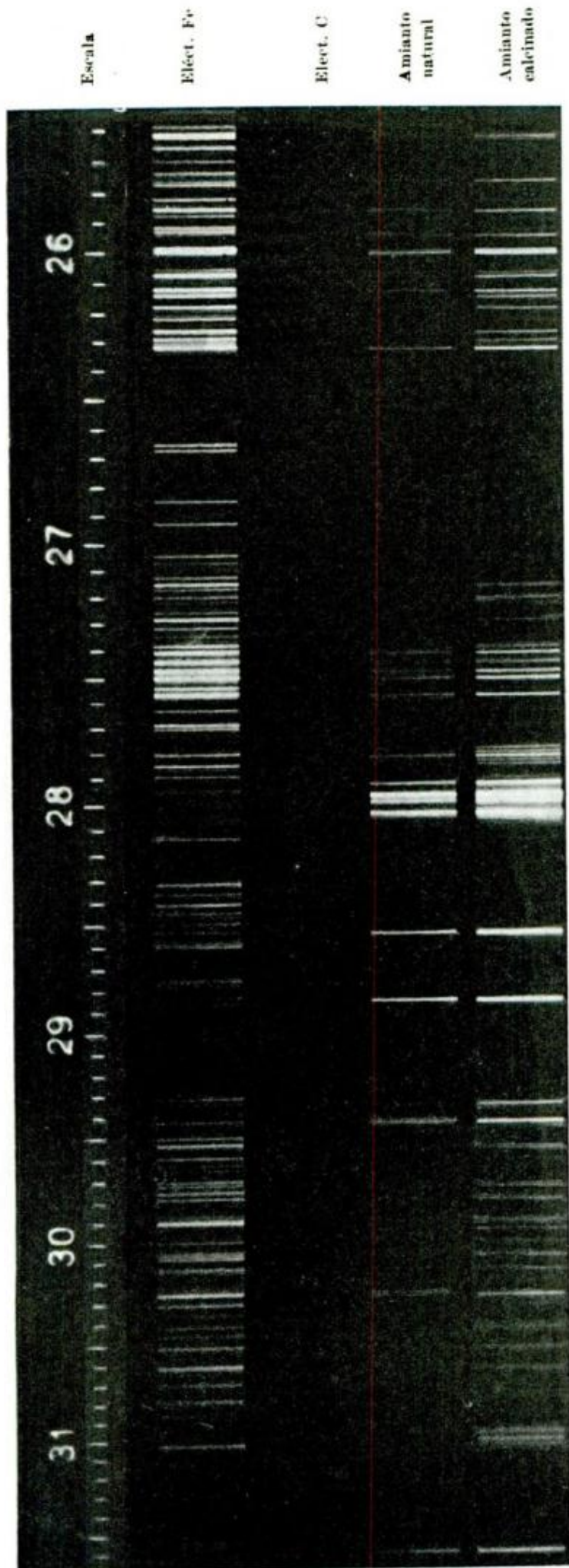
El amianto procedente de la Quebrada del Gato, provincia de San Juan, pertenece a los anfíboles monoclinicos, grupo de la actinolita fibrosa.

Los anfíboles monoclinicos tienen las siguientes características:

 Propiedades físicas: dureza 5-6; Peso específico: 2,9-3,4

Índices de refracción: $n_x = 1,60$; $n_y = 1,62$; $n_z = 1,625$ $2V = 70-88^\circ$

Relación entre los ejes $a : b : c = 0,5511 : 1 : 0,2938$; $\beta = 73^\circ 58'$



—	Mn	2576,1
—	Fe	2598,3
—	Fe	2599,4
—	Si	2631,3
{	Fe	2736,9
{	Fe	2737,3
{	Fe	2739,5
{	Fe	2746,4
{	Fe	2746,9
{	Fe	2749,1
{	Fe	2749,3
{	Fe	2755,7
{	Fe	2756,2
{	Fe	2756,3
—	Mg	2778,2
—	Mg	2790,7
—	Mg	2795,5
—	Mg	2798,0
—	Mg	2802,6
—	Mg	2852,1
—	Si	2881,5
—	Mg	2928,7
—	Si	2987,6
—	Al	3082,1
—	Mg	3092,9
—	Mg	3096,8
—	Ca	3158,8

Fig. 1. — Espectrograma de amianto entre 3200 y 2500 Å

Composición química:

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	55,87	57,98	57,69	55,48	58,80	58,60
Al ₂ O ₃		0,58		2,01		
FeO	4,31	6,32	2,46			
MnO	1,12		0,18			
MgO	20,33	22,38	23,68	17,23	21,85	22,83
CaO	17,76	12,95	13,39	10,35	11,63	11,80
Na ₂ O			3,14	1,54		
Fe ₂ O ₃					6,20	6,50
Vol.			0,17	1,47	1,00	
Total	99,39	100,31	100,66	100,40	99,48	99,89

1: Zillertal	Anál.	Meitzendorf (1841) en Dana.
2: Kuhnsdorf	»	En C. F. Rammelsberg (1860).
3: Frankenstein	»	Friederici en Bauer Jb. Min. (1882)
4: México	»	» » »
5: Mendoza, Jarillal	»	V. Angelelli (1941)
6: Mendoza, Bonilla	»	E. Tello, en Angelelli (1948)

Investigaciones roentgenográficas: Según E. C. Warren (1930) los minerales del grupo de los anfíboles monoclinicos tienen las siguientes características:

Grupo espacial $C_{2h}^3 - C_{2/m}$
 Tipo estructural $S4_2$

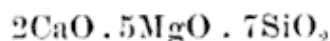
Parámetros del retículo de la actinolita:

$a=9,8kX$; $b=17,9kX$; $c=5,27kX$;
 $\beta=73^\circ 58'$; $a:b:c=0,5457:1:0,2944$

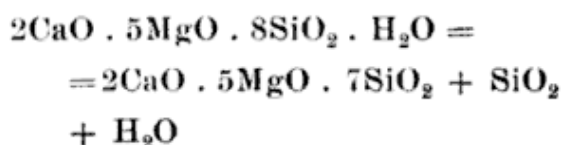
Según B. Gossner y F. Musgnug (1928) la actinolita procedente de Zillertal tiene:

$a=9,91kX$; $b=18,5kX$; $c=5,36kX$;
 $\beta=105^\circ 45'$ $a:b:c=0,536:1:0,290$

E. Posnjak y N. L. Bowen (1931) investigaron la importancia del agua en la tremolita. Ellos establecieron que cerca de los 900°C la tremolita se transforma en una combinación que corresponde a la combinación sintética:



En el diagrama existe también una línea únicamente de cristobalita. El contenido de agua corresponde a la fórmula de la tremolita que presenta B. E. Warren:



Ubicación: El mineral que investigamos es una muestra tomada de las colecciones del Dto. de Ciencias Geológicas del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", donde figuraba bajo la ambigua denominación "asbestos" y cuya procedencia corresponde a la localidad de Quebrada del Gato en la provincia de San Juan, donde se explota.

Propiedades físicas:

Peso específico:

$$P_{esp.} = 2,9; \quad P_{calculado} = 3,14$$

Indices de refracción : *

$$n_z = 1,627 ; \quad n_y = 1,6358$$

Color: verde claro.

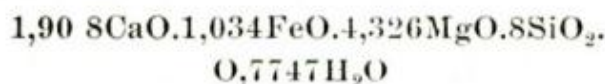
Forma: agregados fibrosos astillables, cuyas finas fibras pueden subdividirse indefinidamente.

Análisis químico (Dr. R. L. Huste)

	1	2		
SiO ₂	55,08	8,0		
CaO	12,26	1,908		
MgO	20,00	4,326		
FeO	8,513	1,034	Recalculado	F ₂ O ₃
H ₂ O +	0,04			
H ₂ O -	1,60	0,7747		
Total	97,523			

1. Composición química
2. Composición atómica

Los datos del análisis corresponden a la fórmula:



tienen en su estructura infinitas cadenas de tetraedros de SiO₄ (Fig. 2).

Análisis espectral: Se utilizó un equipo espectrográfico de "Optica Milano", modelo D-2, con óptica de cuarzo y estativos portaelectrodos según Gramont. Para determinar la longitud de onda de las líneas se acompañó un espectro del "asbesto" con una escala apropiada, además del espectro del hierro. Como puede observarse en la copia fotográfica de la placa obtenida (fig. 1), se comprobó cualitativamente la presencia de los siguientes elementos:

mayor cantidad	Si, Mg
menos	Ca, Fe
vest.	Mn, Al

Análisis roentgenográfico: Para efectuar este análisis se utilizaron agregados de cristales de un 0.2 - 0.3 mm de diámetro, en los que tienden a separarse los agregados del amianto.

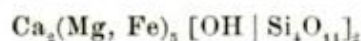
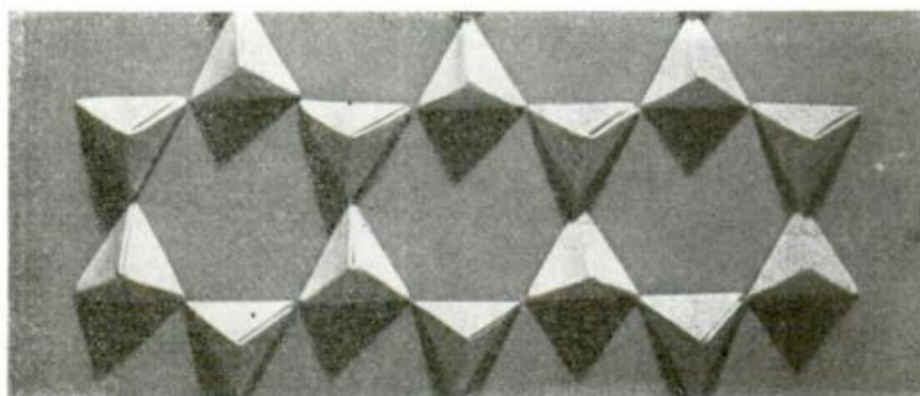
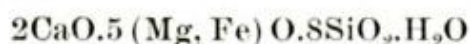


Figura 2

que corresponde aproximadamente a la fórmula teórica de la actinolita:



Según H. Strunz la actinolita pertenece al grupo de los inosilicatos que

* Obtenido por M. C. Etchichury.

Cámara para exposición de 57,3 mm de diámetro. Anodo de Cu K. Colocados los cristales en la cámara giratoria, presentaron sus diagramas con orientación al eje de las fibras. Los cristales muestran siempre diagramas idénticos,

o sea, independientes del giro. Se trata de finísimos cristales unidos en el agregado que están orientados solamente en la dirección del eje de la fibra. En caso que orientemos los cristales en sentido perpendicular a la dirección del eje de la fibra, obtendremos siempre diagramas que corresponden al polvo.

Identificación del diagrama: Para identificar el diagrama usamos el "Index to the powder data file" de American Society for testing Materials (ASTM).

Las líneas más intensas del diagrama corresponden a las de los minerales del grupo de la actinolita (clasificación de H. Strunz).

	ASTM NN°	d ₁	d ₂	d ₃	I ₁	I ₂	I ₃
Amianto		2,70	1,44	3,25	ff	ff	ff'
Tremolita	3-0528	3,14	2,72	1,65	100	100	100
»	4-0594	3,12	8,4	2,71	100	59	50
Actinolita	7-366	2,71	3,11	8,42	100	80	70
»	2-0911	2,70	1,43	3,14	100	100	90
»	3-0803	2,70	2,53	2,58	100	60	40
»	3-0030	8,41	3,43	3,22	100	100	100
Nefrita	2-0866	2,72	3,89	3,16	100	60	60

Distancia entre los planos en comparación con los de nefrita y actinolita

1		2		3		4		5	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
9,38	md								
8,89	m	8,86	50						
8,26	mf								
5,25	d	5,17	10						
5,08	ff								
5,02	ff'	4,99	40					5,01	50
4,84	d					4,89	10		
4,58	m	4,60	40	4,58	10				
4,47	dd	4,34	10	4,30	20	4,50	14	4,45	50
4,17	d					4,18	2		
4,06	dd								
3,86	md	3,89	60	3,92	30	3,86	8	3,89	25
3,57	dd							3,70	25
3,43	dd	3,42	40	3,42	60	3,38	16	3,43	100
3,33	m	3,30	20						
3,25	ff	3,16	60	3,28	60	3,25	6	3,22	100
3,09	ff'			3,14	90	3,11	16	3,11	100
2,93	m	2,96	30	2,94	60	2,94	100	2,97	75a
2,78	m			2,75	50				
2,70	ff'	2,72	100	2,70	100	2,70	106	2,72	100
2,57	m	2,61	60	2,59	60	2,58	40	2,57	100
		2,55	70	2,54	80	2,53	60		
2,41	dd								
2,365	m	2,34	60	2,32	70	2,33	14	2,38	50
2,31	f	2,30	30	2,28	30	2,27	6	2,31	60
2,25	m								

1		2		3		4		5	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
2,16	f	2,17	30	2,15	80	2,15	14	2,15	75
2,02	f	2,00	50	2,03	40	2,03	4	2,02	75a
2,00	m			2,01	70	2,01	6		
1,955	m	1,97	10	1,93	30				
1,88	m	1,86	30	1,88	30	1,86	4	1,86	50
1,86	m			1,86	40				
1,83	md							1,82	25
1,80	md	1,81	50						
1,74	d	1,75	10					1,76	25
1,71	dd								
1,68	d	1,68	40	1,68	50	1,68	10	1,69	50
1,64	f	1,64	40	1,64	80	1,64	6	1,64	75
1,60	ff			1,60	30	1,61	4	1,62	25
1,58	d	1,58	30	1,58	40	1,58	18	1,58	50
1,56	dd			1,55	30			1,55	25
1,53	dd			1,53	50				
1,50	f	1,50	40	1,51	90	1,51	16	1,51	75
1,45	md								
1,44	ff	1,44	60	1,43	100	1,44	2	1,44	100
1,40	dd	1,40	10						
1,36	dd	1,37	20	1,56	80	1,36	6	1,36	75
1,35	m	1,33	20	1,33	70	1,33	8	1,34	75
1,33	mf								
1,31	mf	1,30	80	1,31		1,31	4		
1,28	ff	1,27	20			1,29	8		
1,27	dd					1,27	2		
1,25	dd								
1,24	dd								
1,23	f	1,23	10						
1,20	f	1,19	10			1,19	4	1,17	25
1,186	md								
1,17	dd					1,16	2		
1,14	dd								
1,12	dd							1,13	25
1,09	m							1,11	25
1,07	d							1,08	60
1,05	d					1,05	4	1,05	85
1,04	mf					1,03	2	1,04	25
1,03	f							1,02	25
1,02	dd							1,01	25
1,01	dd								
1,00	d								
0,992	dd								
0,982	m					0,979	4		

Referencias del cuadro :

1. Amianto de San Juan : $2CaO.1FeO.4MgO.8SiO_2.H_2O$
2. Nefrita ASTM 2-0888 : $2CaO.5(Fe, Mg)O.8SiO_2.H_2O$
3. Actinolita » 3-0911 : » »
4. » » 3-0803 : $CaO.3(Mg, Al)O.4SiO_2$
5. » » 3-0030 : $Ca(Mg, Fe)Si_2O_6.2(Mg, Fe)SiO_3$

Indices de los planos del amianto

I	d	hkl	d _{cal.}	I	d	hkl	d _{cal.}
md	9,38	100	9,42	f	1,23	771	1,226
m	8,89	020	8,90			801	1,226
mf	8,25	110	8,325	f	1,20	731	1,195
d	5,26			md	1,186	770	1,189
ff	5,08	001	5,076	dd	1,17	841	1,180
ff	5,02	111	4,898	dd	1,16	751	1,154
d	4,84			dd	1,14	791	1,143
m	4,58			dd	1,12	861	1,131
dd	4,47			m	1,09	801	1,083
m	4,45	040	4,45			771	1,100
d	4,17	220	4,162	d	1,07	881	1,075
dd	4,06	201	4,056			821	1,075
md	3,86	131	3,865	d	1,05	841	1,052
dd	3,57			mf	1,04	880	1,041
dd	3,43			f	1,03	930	1,031
m	3,33	131	3,332	dd	1,02	861	1,017
ff	3,25	240	3,233	dd	1,01	950	1,004
ff	3,09	310	3,092	d	1,00	971	0,9985
m	2,93	151	2,918	dd	0,992		
m	2,78	330	2,775	m	0,990		
ff	2,70	151	2,667	m	0,985		
m	2,57	061	2,561	d	0,982		
dd	2,41	401	2,404	d	0,974		
m	2,365	350	2,354	d	0,972		
		400	2,355	d	0,962		
f	2,31	421	2,320	d	0,959		
m	2,25	112	2,270	d	0,950		
f	2,16	171	2,15	d	0,947		
f	2,02	280	2,011	f	0,934		
m	2,00	351	1,985				
m	1,955	190	1,935	d	0,910		
m	1,88	510	1,875	mf	0,895		
m	1,86	461	1,871	m	0,888		
md	1,83	172	1,831	md	0,881		
		242	1,821	md	0,875		
md	1,80	520	1,795	d	0,861		
d	1,74	312	1,743	m	0,856		
dd	1,71	551	1,711	m	0,854		
d	1,68	390	1,674	f	0,846		
f	1,64	481	1,633	md	0,844		
ff	1,60	621	1,606	md	0,829		
d	1,58	552	1,580	m	0,822		
		602	1,583	m	0,818		
		192	1,583	dd	0,816		

I	d	hkl	d _{cal.}	I	d
dd	1,56	620	1,546	dd	0,813
d	1,53	641	1,533	dd	0,809
f	1,50	570	1,514	dd	0,805
md	1,45	572	1,45	d	0,803
		642	1,454	md	0,798
ff	1,44	442	1,445	m	0,794
dd	1,40	601	1,395	m	0,792
dd	1,36	462	1,359	m	0,789
m	1,35	702	1,354	d	0,785
mf	1,33	641	1,330	mf	0,783
mf	1,31	681	1,316	m	0,780
ff	1,28	680	1,283	d	0,777
dd	1,27	752	1,265	d	0,775
dd	1,25	750	1,258		
		552	1,253		
dd	1,24				

Podemos resumir los índices de los planos en una forma más generalizada con la siguiente tabla:

h	k	l	h	k	l
2n	0	0	2n	0	2n
0	2n	0	n	n	0
0	0	n	2n	2n	0
0	0	2n	n	n	n
0	2n	n	n	n	2n
0	2n	2n	2n	2n	n
2n	0	n	2n	2n	2n

Y de acuerdo a las International Ta-

$$a=9,8kX; \quad b=17,8kX; \quad c=5,282kX; \quad \beta=73^{\circ}58'$$

donde

$$a : b : c = 0,551 : 1 : 0,297$$

Según Tschermak-Mügge para hornblendas	0,55108 : 1 : 0,29376	$\beta = 73^{\circ}58\frac{1}{2}'$
Según B. C. Warren para tremolita	0,550 : 1 : 0,295	$\beta = 73^{\circ}58'$
Según B. Gossner, F. Mussgnug, actinolita	0,536 : 1 : 0,290	$\beta = 105^{\circ}36'$
Según B. C. Warren para actinolita	0,5475 : 1 : 0,2944	$\beta = 73^{\circ}58'$
Según K. Johansson para tremolita	0,5445 : 1 : 0,2916	$\beta = 104^{\circ}28'$

Volumen del retículo del amianto	$V = 885,6kX^3$
Peso molecular	$M = 842,79; \quad Z=2$
Peso específico calculado	$P = 3,14$
Peso específico experimental	2,90

bles for X-ray Crystallography (1952) aquí se cumple:

hkl	debe ser	$h+k=2n$
hOl	»	$(h=2n)$
OkO	»	$(k=2n)$

El período de translación de los cristales del amianto en dirección al eje de la fibra es:

$$5,282kX;$$

Con los datos sobre índices de los planos y período de translación obtenemos los parámetros del retículo del amianto:

Calcinación de la muestra:

Se efectuó pérdida de agua por sucesivos calentamientos de 100° C en 100° C hasta 1.100° C, calculándose luego gravimétricamente los porcentajes de agua perdida para cada temperatura. En cada caso la muestra fue tratada no menos de dos horas y media en cada una de las temperaturas, enfriándose luego en desecador al vacío, previa pesada. Con los datos experimentales obtenidos se confeccionó la curva de deshidratación correspondiente (fig. 3).

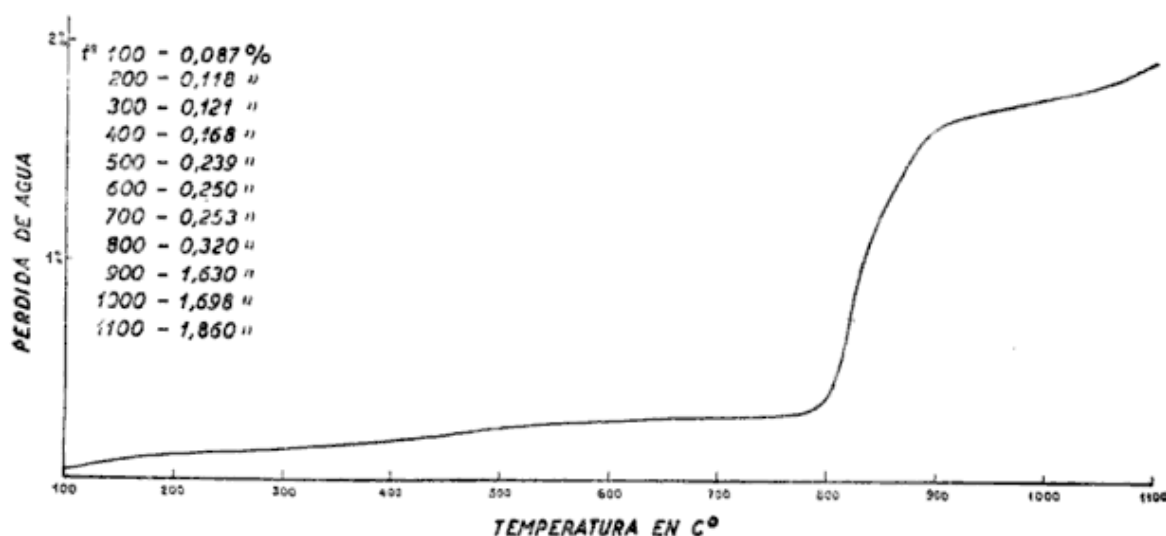


Fig. 3. — Curva de deshidratación por calentamiento

Cabe destacar que no obstante la temperatura a la cual se calcinó, no se destruyeron macroscópicamente los agregados cristalinos, los que sólo variaron de coloración (oxidación del hierro). Así, el color del mineral, que de acuerdo al Atlas de los Colores de C. y G. Villalobos, es un GE 1° (1°/2°), o sea la que en Ridgway (1912) se da como verde artemisa (artemisa green) con brillo sedoso. Por calcinación pasa a 013 (10°), que es un color ocre-naranja claro, adquiriendo los agregados una dureza superior a la del vidrio, al que raya.

Después de la calcinación del amian-

to no se pierde la forma cristalina externa. Solamente cambia el color de los cristales del verde claro al ocre-naranja.

Investigaciones roentgenográficas del amianto calcinado:

Para efectuar este análisis se utilizaron agregados de cristales calcinados de 0,2 -- 0,3 mm de diámetro (en que tienden a separarse los agregados del amianto calcinado). Cámara para exposición de 57,3 mm de diámetro. Anodo de Cu K α .

Si observamos el diagrama obtenido para el amianto calcinado, comprobamos que corresponde al diagrama del polvo.

O sea, una vez calcinado, este material conserva su aspecto aparentemente cristalino, pero los cristales han perdido su orientación.

Las líneas más intensas corresponden a las del mineral diópsido.

Para comparación preparamos también un diagrama de la kokkolita, que es una modificación del diópsido procedente de Arendal Noruega (colección del Museo Argentino).

Identificación del diagrama

	d_1	d_2	d_3	I_1	I_2	I_3
Amianto calcinado	2,92	2,50	1,63	ff	ff	ff
Kokkolita	2,95	2,51	1,62	ff	ff	ff
Diópsido ASTM 2-0656	3,00	2,51	1,62	100	100	100
» » 2-0629	2,97	2,48	1,62	100	85	85
» » 3-0860	2,53	3,00	1,62	100	80	65
» » 3-1132	1,63	1,43	2,56	100	100	80

El diópsido pertenece al grupo de los piroxenos monoclinicos. Dependencia entre los ejes, según Nauman (1828):

$$a : b : c = 1,0921 : 1 : 0,58932 \quad \beta = 74^\circ 10' 9''$$

Según R. W. G. Wyckoff y H. E. Merwin los parámetros del retículo del diópsido son:

$$a = 9,71 \text{kX}; \quad b = 8,89 \text{kX}; \quad c = 5,24 \text{kX}; \quad \beta = 105^\circ 50'$$

$$a : b : c = 1,0922 : 1 : 0,5894; \quad \beta = 74^\circ 10'$$

Grupo espacial $C_{2h}^6 - C_{2/C}$

B. Warron y W. L. Bragg confirmaron los datos de R. W. C. Wyckoff y H. E. Merwin y establecieron como tipo estructural del diópsido

$S4_1$

Amianto calcinado en comparación con kokkolita y datos para diópsido de ASTM

1		2		3		4		5	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
4,46	md	4,36	dif.			4,41	25		
				3,60	20	3,58	25		
3,35	dd	3,35	d	3,34	20			3,35	10
3,23	m	3,22	m	3,27	40	3,21	75	3,23	20
3,01	f			3,03	40			3,00	80
2,93	ff	2,95	ff	2,99	10	2,97	100	2,96	10
		2,87	d	2,91	20			2,90	40
				2,82	20	2,76	25		
2,56	dd	2,60	dd						
2,51	mf	2,51	ff	2,56	80	2,49	85	2,53	100
		2,36	dd						
2,28	d	2,27	md			2,28	50	2,30	10
2,21	d	2,21	d	2,22	40	2,18	50	2,21	10
				2,21	10			2,20	10
				2,16	10			2,15	10
2,13	mf	2,13	m	2,15	40			2,13	20

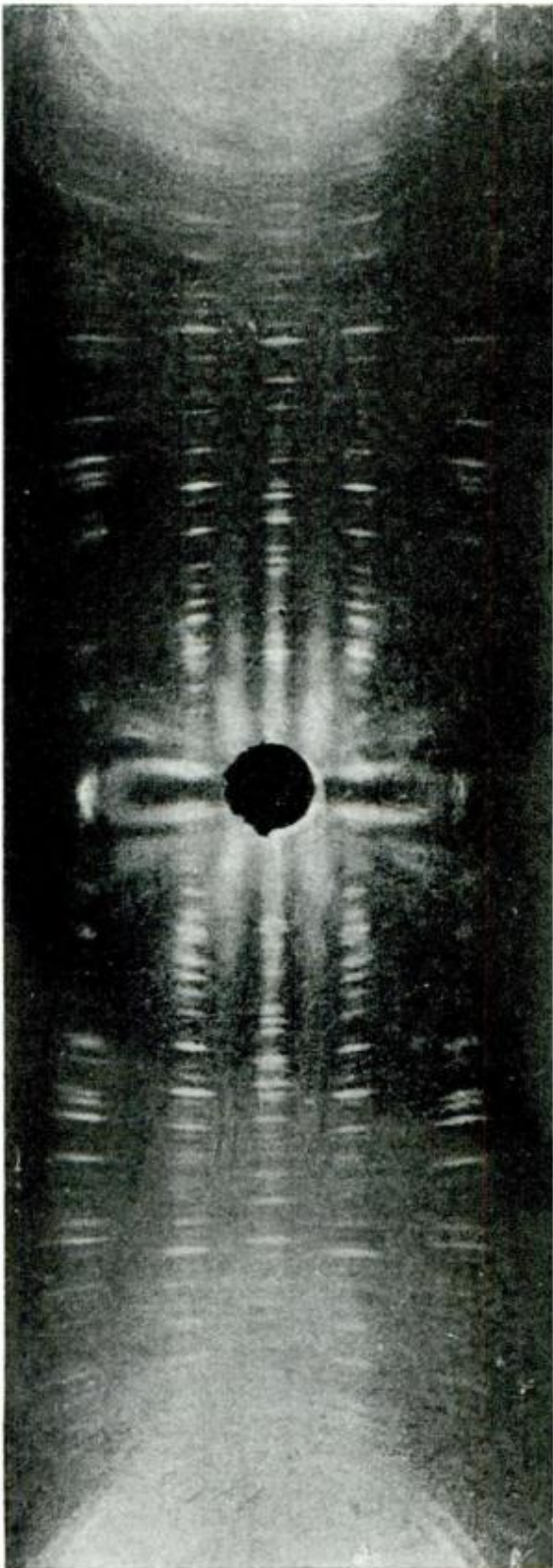


Fig. 4. — Diagrama del cristal giratorio del amianto

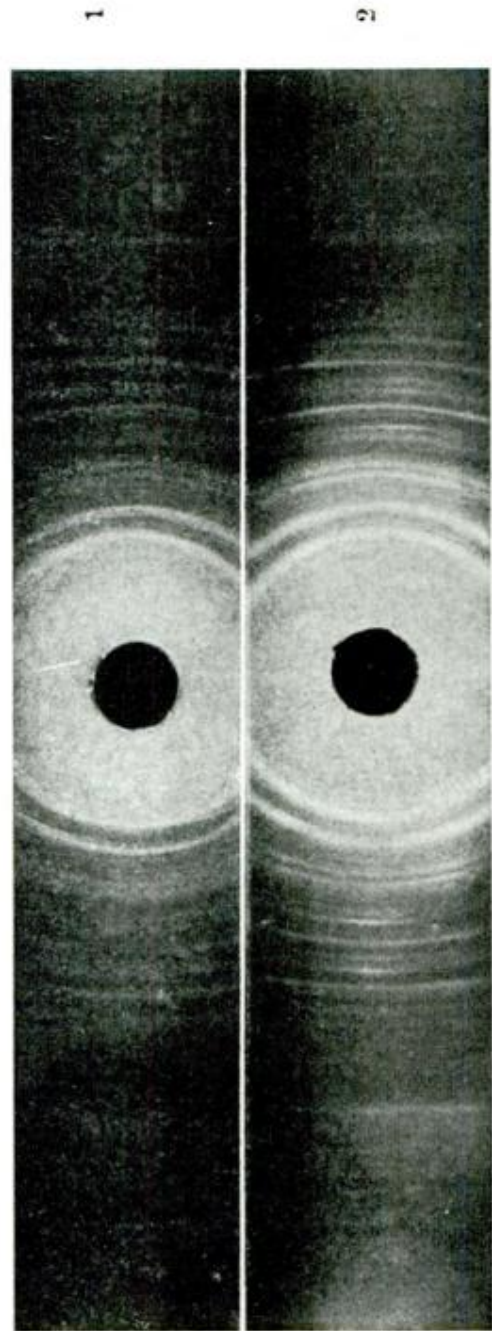


Fig. 5. — 1, diagrama de Kokkelita ; 2, diagrama de amianto calcinado

1		2		3		4		5	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
				2,12	20	2,11	60	2,10	10
2,04	m	2,03	m	2,05	40	2,01	75	2,04	20
				2,02	10			2,01	10
1,97	dd	1,96	d	1,98	10			1,97	10
				1,95	10	1,94	50		
		1,87	d	1,87	10	1,83	50	1,83	10
1,82	md	1,82	d	1,80	20				
1,75	mf	1,74	m	1,76	80	1,74	50	1,75	20
				1,69	20			1,67	10
1,68	d	1,65	d	1,66	10	1,66	50	1,66	10
1,62	f	1,62	f	1,63	100	1,62	85	1,62	60
				1,60	10				
				1,56	10	1,56	10	1,55	10
1,54	m	1,53	d	1,54	20				
1,51	d	1,52	d	1,51	10				
1,49	d	1,50	d	1,49	10	1,49	10	1,49	10
1,46	d			1,47	10				
1,44	dd	1,44	d	1,45	10				
1,40	m	1,42	md	1,43	100	1,45	85	1,42	40
		1,41	m	1,42	80			1,41	20
1,37	d			1,78	10	1,38	25		
1,33	m	1,32	m	1,33	80	1,32	50	1,33	10
1,31	d								
1,286	dd	1,28	d			1,28	50	1,29	10
1,283	dd					1,26	25	1,26	10
1,23	d	1,24	dd			1,24	25	1,24	10
		1,23	d						
1,18	d	1,20	d			1,21	25		
1,168	d	1,17	d						
		1,14	d			1,15	50		
		1,10	dd						
1,072	m	1,07	mf			1,07	75a	1,07	10
1,061	d							1,06	10
1,028	d	1,04	d						
1,005	d	1,01	d						
0,970	d	0,972	d						
0,942	dd	0,939	dd						
0,913	dd	0,913	dd						
0,884	dd	0,879	dd						

Referencias del cuadro : 1) Amianto calcinado; 2) Kokkolita; 3) Diopsido ASTM 3-1132; 4) Diopsido ASTM 3-0629 ; 5) Diopsido ASTM 3-0860.

Indices de los planos del amianto calcinado

d	I	hkl	d _{cal.}	d	I	hkl	d _{cal.}
4,46	dif.	020	4,46	1,31	d	204	2,310
3,35	d	021	3,336			313	1,319
3,23	mf	220	3,226			551	1,310
3,01	f	221	2,997			641	1,309
2,93	ff	310	2,940	1,286	dd	550	1,290
2,56	dd	131	2,562			443	1,291
2,51	mf	112	2,512	1,283	dd	062	1,280
		221	2,512			262	1,281
		002	2,520			640	1,277
2,28	d	311	2,295	1,23	d	171	1,235
2,21	dd	222	2,197			253	1,224
		112	2,210	1,180	d	370	1,180
2,13	m	331	2,128			371	1,176
2,04	m	041	2,040			821	1,180
1,97	dd	132	1,965			461	1,175
1,82	d	510	1,829			641	1,176
		222	1,826			153	1,182
		132	1,810	1,168	d	800	1,168
						821	1,170
1,75	d	150	1,752	1,072	m	281	1,047
		421	1,769			660	1,075
1,68	dd	151	1,682			552	1,070
		042	1,670			353	1,078
1,62	mf	441	1,626	1,061	d	671	1,063
		151	1,630			841	1,068
		531	1,919			443	1,067
1,54	m	351	1,540			471	1,063
		350	1,548	1,028	d	572	1,030
1,51	d	530	1,506			115	1,026
		621	1,520			372	1,028
		402	1,518	1,005	d	804	1,004
		332	1,502			480	1,006
1,49	d	442	1,492	1,005	d	515	1,004
		242	1,490			732	1,003
		423	1,493			751	1,002
		060	1,480	0,970	d	191	0,9725
1,46	dd	333	1,464			135	0,9754
1,44	dd	513	1,444			482	0,9748
		622	1,442			481	0,9652
		422	1,438			841	0,9684
		351	1,426			282	0,9740
1,40	m	352	1,407	0,942	d	390	0,9445
		133	1,411			245	0,9470
1,37	d	243	1,371			822	0,9422

d	I	hkl	d _{cal.}	d	I	hkl	d _{cal.}
1,33	m	712	1,325	0,913	dd	463	0,9410
		261	1,335			483	0,0117
		621	1,323			391	0,9117
						192	0,9090
						482	0,9091
				0,884	dd	555	0,8797
						574	0,8770
						863	0,8905

Podemos resumir los índices de los planos en una forma más generalizada con la siguiente tabla:

h	k	l	h	k	l
2n	0	0	n	n	0
0	2n	0	2n	2n	0
0	0	2n	n	n	n
0	2n	n	n	n	2n
0	2n	2n	2n	2n	n
2n	0	2n	2n	2n	2n

Y de acuerdo a las "International Tables for X-ray Crystallography" (1952) aquí se cumple:

hkl	deben ser	$h+k=2n$
h0l	» »	$l=2n; (h=2n)$
0k0	» »	$(k=2n)$

Es decir que los índices de los planos del amianto calcinado corresponden a las condiciones establecidas para el grupo espacial:

$$C_{2h}^{6} - C2/m$$

Con los datos de los índices de los planos obtenemos los parámetros del retículo del amianto calcinado:

$$a \ 9,71k^X; \quad b \ 8,92k^X \quad c \ 5,24k^X$$

donde

$$a : b : c : 1,08856 : 1 : 0,58745 ;$$

$$\beta = 74^{\circ}10'$$

Dana 1892:

$$1,09213 : 1 : 0,88932 \quad \beta = 105^{\circ}50'$$

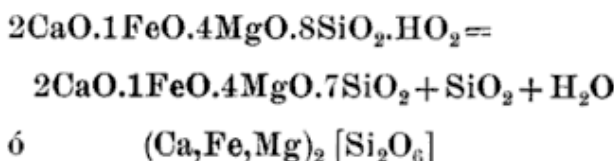
E. Warren, W. L. Eragg:

$$1,09200 : 1 : 0,59000 \quad \beta = 74^{\circ}10'$$

Volumen del retículo

$$V = 437,6k^{X3}$$

Después de la calcinación tenemos:



Con $Z=4$: peso molecular

$$M = 218,6$$

tenemos peso específico

$$P_{cal.} = 3,296$$

$$P_{exp.} = 3,000$$

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL
TEXTO

- Ahlfeld, E. y Angelelli, V. 1948. *Las especies minerales de la República Argentina*. — Public. n° 458, Univ. Nac. Tucumán, Instituto de Geología y Minería, Jujuy.
- Gössler, F. 1942. *Tafeln zu dem Funkenspektrum des Eisens von 4555° bis 2227°*. — Gustav Fischer, Jena.
- Gossner, B. y Mussgnug, F. 1929. *Zeitschrift für Kristallographie*. — V. 70, Leipzig.
- Gossner, B. y Spielberger, F. 1929. *Zeitschrift für Kristal.* — V. 72, Leipzig.
- Harrisson, G. R. 1939. *Tables of Wavelengths between 10.000 Å and 2.000 Å*. — Massachusetts Institute of Technology, John Wiley & Sons, New York.
- Index to the X-ray powder data file (ASTM). 1957. Special technical publication 48-F, Baltimore.
- Johansson, K. 1931. *Zeitschrift für Kristallographie*. — V. 73, Leipzig.
- Posnjak, E. y Bowen, N. 1931. *The American Mineralogist*. — V. 16, New York.
- Strunz, H. 1949. *Mineralogische Tabellen*. — Leipzig.
- Villalobos, C. y J. 1947. *Atlas de los Colores*. — Ed. El Ateneo, Bs. Aires.
- Warren, B. y Bragg, W. L. 1928. *Zeitschrift für Kristallographie*. — V. 69, Leipzig.
- Warren, B. 1930. *Zeitschrift für Kristallographie*. — V. 72, Leipzig.
- Wyckoff, R. W. G. y Merwin, H. E. 1925. *Zeitschrift für Kristallographie*. — V. 62, Leipzig.

Manuscrito recibido en noviembre de 1962.

MINERALOGIA Y ORIGEN DE LOS MINERALES
DE MANGANESO Y SUS ASOCIADOS EN FARELLON NEGRO,
ALTO DE LA BLENDA Y LOS VISCOS, HUALFIN, CATAMARCA ¹

POR LIDIA MALVICINI Y EDUARDO LLAMBIAS

Universidad de Buenos Aires Dirección Nacional de
Departamento de Geología. Geología y Minería.

RESUMEN

Estos depósitos, de origen hidrotermal están relacionados con manifestaciones póstumas del vulcanismo terciario, y se hallan emplazados en fracturas con rumbo general NW-SE y buzamiento casi subvertical, atravesando rocas que varían desde basaltos a riolitas. La alteración de roca de caja consiste en abundante sericita y clorita, silicificación y piritización.

La textura general de la veta es bandeada crustificada, con abundantes escarpelas en algunas zonas, y a veces con restos de una antigua textura bandeada de reemplazo. La mineralización tuvo lugar en tres estadios principales separados por sucesivas refracturaciones de la veta, y fueron:

- 1) Primera generación de sulfuros formada por pirita, blendas, escasa calcopirita, galena y algunos carbonatos (rodocrosita, manganocalcita, kutnahorita).
- 2) Mineralización de cuarzo en forma alternada con grandes masas de carbonatos (rodocrosita cálcica, manganocalcita, calcita), portadores de una nueva generación de sulfuros (pirita, blenda aurífera, calcopirita, galena, tennantita, polibasita, argentita) y oro nativo con alto contenido en plata. Estos sulfuros están siempre asociados a rodocrosita.
- 3) Oxidación del depósito, lo cual dio origen a los siguientes minerales secundarios: goethita, lepidocrocita, sulfatos y carbonatos de plomo y cinc, covellina, cuprita, yeso, aragonita, oro secundario, y los minerales de manganeso que forman la mena actual: manganita, calcofanita, criptomelano y pirolusita, en orden de formación.

Los procesos de la zona de oxidación han sido, en síntesis, los siguientes: la rodocrosita y manganocalcita, al variar el pH a ácido, debido principalmente a la oxidación de pirita, pasaron a soluciones de manganeso bivalente que al encontrarse luego con un medio alcalino (presencia de grandes masas de carbonatos), precipitaron originando manganita. Este pasaje de rodocrosita a manganita pudo producirse "in situ", y con pH alcalino solamente por oxidación. La manganita fue reemplazada por calcofanita y criptomelano, al recibir aportes de cinc y potasio. Todos estos minerales en condiciones más oxidantes pasaron a pirolusita (polianita) según manganita o romboedros de carbonatos. El oro y los minerales de plata entraron en solución, migraron y se redepusieron. El oro fue llevado en soluciones coloidales de manganeso —principalmente, hierro y sílice—. La precipitación de esas soluciones tuvo lugar por la hidrólisis de las de manganeso y hierro y por la presencia de una ganga reactiva.

Por esta razón la migración no pudo producirse en gran escala, limitándose a enriquecimientos locales en la zona de oxidación.

¹ Trabajo leído en las II^{as} Jornadas Geológicas Argentinas. Setiembre de 1963. Salta.

La plata, cuyos minerales secundarios, no fueron hallados microscópicamente, debe encontrarse asociada en parte a pirolusita y criptomelano. Especialmente a éste último, que puede adsorber e intercambiar cationes. También es de esperar hallar minerales de plata redepositados en una zona de enriquecimiento secundario de sulfuros probable.

Los factores que controlaron la formación del actual clavo mineralizado formado principalmente por pirolusita y criptomelano fueron: 1) presencia de antiguas lentes de rodocrosita de considerable volumen; 2) erosión prolongada del depósito; 3) profundidad del nivel freático, que no se halla por encima de 223 m, y 4) abundancia de texturas favorables en los carbonatos, especialmente las fibrosas, que favorecieron la permeabilidad de la veta.

Con respecto a la temperatura de formación del yacimiento hipogénico, el emplazamiento de las primeras mineralizaciones de sulfuros, tuvo lugar a 350°C (determinados por dos métodos de termometría geológica: a) de Kullerud y Barton, para contenido de SFe en blendas; b) el de Buerger para desmezclas de calcopirita en blendas). La temperatura descendió luego hasta hacerse menor de 250°C con la enorme afluencia de soluciones silíceas y carbonáticas portadoras de las nuevas generaciones de sulfuros con plata y oro.

ABSTRACT

The present paper comprehends a genetic study of the manganese, gold and silver deposits of the "Farellón Negro", "Alto de la Blenda" and "Los Viscos" district, and a mineralogical study of their hypogenic and supergenic ore minerals

These deposits of hydrothermal origin, closely related to Late Tertiary vulcanism, are found filling vertical fractures striking NW-SE. Wall rocks vary from basalt to rhyolite, and are frequently altered to masses of sericite, chlorite, quartz and pyrite. Vein structure consist of crustified banding, in some places with a cockade texture or relicts of a previous replacement banding. Mineralization took place in three principal stages, separated by renewed fracturing of the veins: 1) Early sulfide mineralization: pyrite, sphalerite, chalcopirite, galena; and some carbonates (rhodochrosite, manganocalcite and kutnahorite). 2) Quartz-carbonate mineralization, with the deposition of large masses of calcic rhodochrosite, manganocalcite and calcite. The latter constitute lenses of variable composition along the veins which carry newer generations of sulfides with gold and silver minerals: pyrite, sphalerite, chalcopirite, galena, tennantite, polybasite, argentite and native gold. These mineralizations alternated with the reopening of the veins. 3) Oxidation of the deposits which gave rise to the present manganese minerals: manganite, chalcophanite, cryptomelane and pyrolusite, with secondary gold.

Others minerals formed in the oxidized zone are: goethite, lepidocrocite, hematite, covellite, cuprite, gosslarite, cerusite, gypsun and aragonite. In the places where oxidation was greatest, the only remaining minerals are: pyrolusite, cryptomelane, silicified limonite, quartz and secondary gold. It is very common to find typical galena, sphalerite and chalcopirite box works associated with pyrolusite and cryptomelane. In the oxidized zone rhodochrosite and manganocalcite break down and pass into solution with an acid pH. The resulting divalent Mn ions, in the presence of an alkaline gangue (i.e. carbonates) precipitated as manganite. This mineral, in the presence of K and Zn in the solutions, was converted to cryptomelane or chalcophanite and under more intense oxidizing conditions, became pyrolusite. Rhodochrosite can also be oxidized "in situ" to pyrolusite under alkaline conditions. Pseudomorphs of pyrolusite (polianite) after manganite and rhombohedral carbonates are very common. Gold and silver were dissolved, migrated and were re-deposited. Gold can be carried away with colloidal manganese solutions principally and also with iron and silica solutions. Reprecipitations took place due to the hydrolysis of manganese and iron solutions or to the presence of a reactive gangue. The size of the secondary gold, is nearly ten times smaller than the primary gold and also yellower. The silver minerals: polybasite and argentite can be easily dissolved in oxidizing conditions, and also be redeposited with manganese minerals: pyrolusite, and cryptomelane, but can only be detected by chemicals analysis. Cryptomelane can adsorb silver or incorporate it due to ion exchange.

On the other hand, silver sulphate solutions, can migrate to the secondary sulfide zone, and would be redeposited with cooper and zinc minerals.

The factors that controlled the formation of the present ore shoots were: 1^o) Presence of previous rhodochrosite lenses of considerable volume; 2^o) Prolonged erosion process. 3^o) A deep water table, at depths greater than 223 mts. (680 feet); 4^o) Postmineralization refracturing; 5^o) Favorable textures in carbonates that increased vein permeability (fibrous).

INTRODUCCION

El estudio de óxidos e hidróxidos de manganeso y su origen ha sido objeto de exhaustivas investigaciones durante los últimos veinte años, a consecuencia de las dificultades que presenta su identificación, aún con rayos X, y las de determinar con exactitud cuáles minerales son primarios y cuáles secundarios. Una revisión completa sobre este problema se encuentra en Hewett y Fleischer (1960) y en Hewett, Fleischer y Conklin (1963).

Por esta razón, como los autores habían realizado con anterioridad estudios sobre muestras procedentes de la veta Farellón Negro (Malvicini, 1957, y Malvicini y Llambías, 1961), se propusieron hacer una revisión de la génesis de este yacimiento y de las vetas cercanas Alto de la Blenda y Los Viscos. Lo primero que debieron resolver fue la determinación de los minerales primarios de manganeso. En un trabajo realizado por Angelelli y González Stegman en 1950, se consideraba como mineral primario "a algún carbonato portador de manganeso (Ankerita?)", pero debido a la escasez de labores no fue posible realizar un estudio mineralógico completo. En el informe de 1961 citado, se habían formulado tres hipótesis relacionadas con este problema:

1) Que la pirolusita y el psilomelano sean minerales primarios de origen hidrotermal y reemplazaron a los carbonatos de la veta;

2) Que el mineral primario haya sido manganita u otro mineral de manganeso y que por oxidación diera origen a la pirolusita y psilomelano y enriqueciera en manganeso los carbonatos de la veta;

3) Que los minerales primarios fueran carbonatos ricos en manganeso y por oxidación se hayan descompuesto

formándose a expensas de ellos pirolusita y psilomelano.

En el presente trabajo se demuestra la validez de la tercera hipótesis como única posible, debido a los factores que controlaron la depositación.

Además se habían presentado otros problemas en estos yacimientos, los cuales fueron resueltos en el presente trabajo.

1) Había sido hallado oro asociado a minerales de manganeso, psilomelano y pirolusita, en cortes pulidos y en análisis químicos, pero no había pruebas fehacientes para establecer si era primario o redepositado, y en último caso la probable extensión de la migración;

2) Había sido hallada plata asociada a los minerales de manganeso antes mencionados, mediante análisis químicos, pero no se conocía el mineral originario de este metal.

Los métodos de trabajo utilizados fueron los siguientes:

a) Muestreo de las vetas Farellón Negro, Alto de la Blenda y Los Viscos, efectuados en 1960 y luego completado en 1963;

b) Estudio de unos 60 cortes opacos para determinar los minerales y su paragénesis;

c) Determinación por rayos-X de todos los minerales de manganeso y de los carbonatos;

d) Se completaron los estudios anteriores con observaciones en cortes transparentes, grano suelto y análisis químicos.

GEOLOGIA GENERAL

Las vetas mineralizadas se hallan emplazadas en un complejo volcánico terciario, cuyos miembros distales estratificados se asientan sobre el Calchaquense por medio de una concordancia

angular y se hallan cubiertos por el Araucanense (González Bonorino, 1950).

El complejo volcánico consta de las siguientes unidades geológicas y litológicas (Quartino, 1960): 1) Brechas y tobas. En el área central del complejo, que es donde se encuentran las vetas estudiadas en este trabajo, predominan las brechas de composición andesítica, groseramente estratificadas, las cuales alejan filones-capas basálticos-andesíticos; 2) Domos volcánicos de composición entre andesítica y riodacítica. Algunos de estos cuerpos poseen una fluidez notable, que es el resultado de su emplazamiento subsuperficial. 3) Cuerpo intrusivo Alto de la Blenda, compuesto por morzonita de textura microgranosa. 4) Diques basálticos y andesíticos, dispuestos en dos sistemas de rumbos: uno, NW-SE, es el predominante, y el otro, con rumbos radiales respecto al cuerpo intrusivo Alto de la Blenda, es menos importante. 5) Riolita, en forma de dique, que intruye al cuerpo Alto de Blenda, y es una de las últimas manifestaciones eruptivas de este volcán. 6) Vetas. 7) Áreas de alteración hidrotermal.

Se destacan en este complejo volcánico varias vetas, las cuales llevan los nombres de Farellón Negro, Los Viscos, Alto de la Blenda, La Alumbraera, Santo Domingo, La Josefa, Agua Tapada, Macho Muerto, etc.

Todos estos filones mineralizados se alojan en fracturas que poseen rumbo predominante NW-SE, con buzamientos casi verticales o ligeramente inclinados hacia el N. En algunos casos la longitud y el ancho de las mismas es considerable, como por ejemplo, la veta Farellón Negro-Los Viscos que mide 12 kilómetros, con espesores de hasta 30 metros (Sister, 1963), disminuyendo hasta 1-2 m y llega a desaparecer al S del Campamento Central. El rumbo de esta veta es NW-SE y su inclinación 65-70° N (Tezón y de la Iglesia, 1956).

Esta veta se emplaza por el E de la quebrada del Aguila, en el cuerpo intrusivo Alto de la Blenda, y al W de la misma en la brecha andesítica.

La otra veta estudiada en este trabajo, es la del Alto de la Blenda, que tiene un rumbo paralelo a la anterior, encontrándose 500-m más al E. Está emplazada en su mayor extensión en el cuerpo intrusivo homónimo.

Los trabajos de exploración se han concentrado en Farellón Negro, donde se ha llegado a una profundidad de 223 m con un desarrollo tal de galerías que sobrepasa los 4.500 m.

Para una mayor ampliación sobre la geología de la veta se pueden consultar los trabajos de Peirano (1944), Angelelli y González Stegmann (1950), Tezón y de la Iglesia (1956), Tabacchi (1957) y Sister (1963).

ALTERACION DE LA ROCA DE CAJA

Las vetas se hallan emplazadas principalmente en rocas andesíticas (brecha) y monzoníticas. Las primeras poseen fenocristales de plagioclasa, anfíbol y biotita dispuestos en una pasta muy fina, en parte intersertal. Clastos y matrix tienen idéntica composición. Las rocas monzoníticas consisten en un agregado microgranoso formado por tablillas euhedrales de plagioclasa, piroxeno, anfíbol y biotita que yacen en una mesostasis constituida por sanidina, la cual forma una masa granosa continua que incluye a los demás componentes.

La alteración de la roca de caja consiste en: sericitización, cloritización, piritización, carbonatización y silicificación. La sericitización se produce principalmente en los feldespatos calcosódicos (plagioclasa), pero no ataca a los feldespatos potásicos (sanidina), como sucede en algunas muestras de monzonita, donde la sanidina se encuentra totalmente fresca junto a plagioclasa reemplazada por sericita. La

clorita, en cambio, se distribuye entre los fémcicos y la pasta de la roca.

Carbonatización, silicificación y piritización se producen en la roca de caja ya sea en venas o en forma disc-

minada, no observándose reemplazos preferenciales por algún mineral anterior. La piritita y el cuarzo poseen grano mediano a fino, mientras que el carbonato es muy fino.

MINERALOGIA Y PARAGENESIS DE LA VETA

La mineralización de la veta ha tenido lugar en tres estadios principales, reconocidos por la estructura de la veta., textura y paragénesis, y son:

1) Mineralización de sulfuros de Zn y Pb principalmente;

2) Mineralización de carbonatos y cuarzo, en varias inyecciones, acompañada por mineralización de sulfuros portadores de oro y plata;

3) Oxidación.

TABLA 1

Minerales hipogénicos en orden del más antiguo al más nuevo

Farellón Negro	Alto de la Blenda	Los Viscos
1ª generación :	1ª generación :	1ª generación :
Pirita	Pirita	
Blenda roja		
Blenda anaranjada	Blenda anaranjada	Igual que en el Alto de la
Blenda blanca	Blenda blanca	Blenda pero muy pobre
Calcopirita	Calcopirita	
Galena	Galena	
Carbonatos y cuarzo	Carbonatos y cuarzo	
2ª generación :	2ª generación :	2ª generación :
Pirita	Pirita	Pirita
Blenda blanca iridiscente	Blenda blanca iridiscente	Blenda blanca iridiscente
Calcopirita	Calcopirita	Calcopirita
Galena	Galena	Galena
Tennantita	Tennantita	Tennantita
Polibasita		
Argentita	Argentita	—
Oro	Oro	Oro
Carbonatos y cuarzo	Carbonatos y cuarzo	Carbonatos y cuarzo

Minerales de la zona de oxidación (supergénicos)

Manganita	Manganita	Manganita
Calcofanita	Calcofanita	—
Criptomelano	Criptomelano	Criptomeiano
Pirolusita y Polianita	Pirolusita	Pirolusita

Otros minerales de la zona de oxidación

Goethita	Goethita	Goethita
Lepidocrocita	Lepidocrocita	—
Cerusita	Cerusita	Cerusita

Farellón Negro	Alto de la Blenda	Los Viscos
—	Goslarita	—
Yeso	Yeso	Yeso
Covellina	Covellina	Covellina
Cuprita	Cuprita	—
Especlarita	Especlarita	—
Opalo	Opalo	—

MINERALES HIPOGENICOS

SULFUROS: Los sulfuros de la primera generación se presentan en agregados cristalinos de grano grueso (con cristales de hasta 1 cm de largo), formando bandas de reemplazo en la roca de caja y texturas de escarapela. En estas últimas pueden hallarse todas las variaciones posibles, que van desde una brecha común de sulfuros y carbonatos, hasta escarapelas perfectas, las cuales en algunos casos han sido totalmente reemplazadas por carbonatos, quedando solamente relictos microscópicos de los sulfuros primarios.

Los sulfuros de la segunda generación, portadores de Ag y Au, se caracterizan en cambio, por su grano muy fino (1 mm de largo máximo), presentándose en bandas alternadas con carbonatos, rodocrosita y manganocalcita principalmente, y cuarzo, siguiendo generalmente las texturas colloformes de los carbonatos que les precedieron.

PIRITA: En la primera generación de sulfuros forma agregados de cristales bien desarrollados, en cubos o en piritoedros. Es una pirita pálida, blanquecina, bastante anisótropa (probable contenido de As), cercana a una arsenopirita, pero sin llegar a serlo. Se halla a veces en bandas delgadas o en individuos aislados en la roca de caja.

La segunda generación de pirita, presenta las mismas características que la anterior en lo que respecta a color y anisotropía, pero se halla en cristales muy pequeños (0,2 mm) diseminados en el carbonato siguiendo las direcciones de bandeado. Reemplaza automáticamente a la blenda y la galena, de-

positándose generalmente alrededor de los conternos cristalinos de la primera. Forma venillas finas en carbonatos, y venillas segmentadas en grandes cuerpos de blenda, acompañada por calcopirita.

BLENDA: El estudio de estas blendas presenta gran interés porque sus términos varían desde una blenda roja, bastante rica en SFe, hasta una variedad incolora, casi pura.

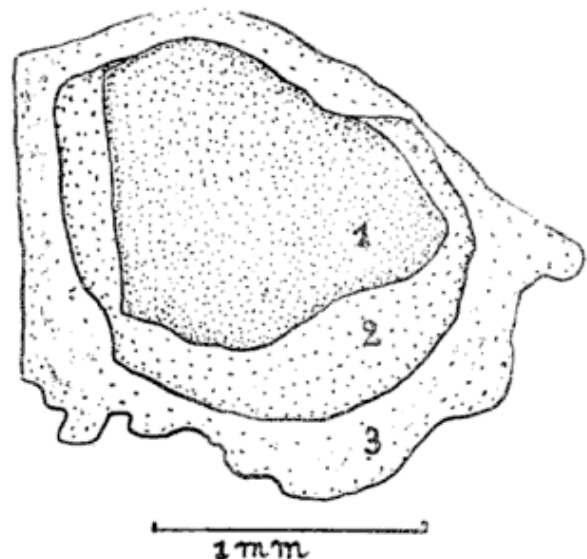


Fig. 1. — Dibujo de una blenda zonal procedente de Farellón Negro: 1) blenda roja, 2) blenda anaranjada, 3) blenda amarilla.

En la primera generación, se desarrollaron cristales dodecaédricos, que se encuentran a veces muy corroídos por cuarzo y carbonatos posteriores. Observándose una blenda roja, que forma centros idiomorfos o redondeados, rodeados por zonas que cambian bruscamente de color. Está seguida por una zona de blenda anaranjada fuerte y otra de blenda amarilla (fig. 1) que contiene cuerpos de desmezcla de calcopirita, los cuales reúnen las condi-

ciones establecidas por Schwartz (1930 y 1931), para considerarlos como resultados de verdadera desmezcla y no reemplazo posterior (Farellón Negro).

En Alto de la Blenda, varía desde núcleos anaranjado rojizos a una blenda amarilla y otras veces verde. En esta última se han hallado incluidos gran abundancia de cristales negativos de blenda, paralelos a direcciones de clivaje. Las blendas comúnmente reemplazan a la primera pirita, ya sea centrifugamente o en forma de venillas, y han sido a su vez muy fracturadas. Siguiendo estas nuevas direcciones preferenciales, originadas por el fracturamiento, se produjo el reemplazo por los minerales que le sucedieron.

La segunda generación de blenda, menos abundante que la anterior, consiste en pequeños cristales idiomorfos o en masas redondeadas, de aproximadamente 1 mm de diámetro, incoloros, con reflejos internos blancos, y casi completamente cubiertos por inclusiones iridiscentes de oro. Sólo se ha hallado en raras ocasiones, pequeños cristales de blenda anaranjada asociados a este nuevo aporte de sulfuros.

Estas blendas incoloras se observan en Farellón Negro y Alto de la Blenda y en menor proporción en Los Viscos y reemplazan a las piritas, a las blendas de la primera generación y a los carbonatos (lám. 1, figs. 1, 2, 3, 4).

CALCOPIRITA: Se presenta en la primera generación de sulfuros con textura de desmezcla, generalmente moteada, distribuida en masas de blenda amarilla siguiendo dos direcciones de clivaje.

La depositación de calcopirita ha sido escasa, y generalmente la que se encuentra en forma distinta a la de desmezcla pertenece a la segunda generación de sulfuros, la cual trae un aumento en el contenido de cobre, evidenciado por la asociación común de calcopirita y tennantita. La calcopirita de-

sarrolla en carbonatos cristales mayores que los de los otros sulfuros, con formas scudotetraédricas, a veces con los vértices truncados. Reemplaza centrifugamente en masas irregulares a los sulfuros que la acompañan, generalmente blenda y pirita. Es pseudomórfica de pirita y de romboedros de carbonatos y reemplaza a los sulfuros de la primera generación, galena y blenda, en venas que a veces siguen direcciones de fracturación o en forma centripeta, bordeando las masas de sulfuros. Presenta maclas polisintéticas (lám. 1, fig. 4).

GALENA: En la primera generación forma bandas irregulares o masas reemplazando a los sulfuros precedentes.

Forma venillas de reemplazo en la roca de caja. Reemplaza grandes cristales de blenda desarrollando los llamados contactos inversos de caries, que se producen a partir de límites entre granos o en venillas ramificadas. Reemplaza a pirita, quedando a veces sólo relictos de este mineral en grandes cuerpos de galena.

En las muestras procedentes de Farellón Negro se observan abundantes microflexuras, que pueden haberse originado por presiones debidas a movimientos posteriores o por la intrusión de venas de cuarzo.

La segunda generación de galena, de grano muy fino, reemplaza a los sulfuros (especialmente blenda) y a carbonatos, hallándose diseminada en estos últimos, siguiendo su bandeado coliforme (lám. 1, fig. 4).

La galena podría ser una variedad argentífera porque se han hallado minúsculos bastoncillos de tennantita en ella, como probable producto de exsolución.

TENNANTITA: $5\text{Cu}_2\text{S} \cdot 2(\text{Cu}, \text{Fe})\text{S} \cdot 2(\text{As}, \text{Sb})_2\text{S}_3$. Puede haber Zn y Ag presente.

Cristaliza en la segunda generación de sulfuros formando cuerpos abundan-

temente diseminados en carbonatos, pseudomórficos de éstos (romboedros) o reemplazándolos intergranularmente.

Reemplaza a los sulfuros anteriores: acompañada por piritita 2, reemplaza zonalmente a blenda; a galena, a lo largo de direcciones de clivaje o en cuerpos irregulares que desarrollan apófisis, quedando a veces sólo relictos de ésta en masas de tennantita. Forma, junto con galena, venillas segmentadas en blenda, las cuales se han originado por un reemplazo parcial de galena por tennantita (ver origen de venillas segmentadas en Kutina y Sedlácková, 1961). La tennantita se halla siempre asociada a calcopirita y piritita 2, a las cuales reemplaza (lám. 1, fig. 3).

POLIBASITA: $8 (Ag, Cu)_2S \cdot (Sb, As)_2S_3$. Se deposita siguiendo a tennantita a la cual se asemeja por su color y reflejos internos, pero diferenciándose de ésta por su notable pleocroísmo: gris verdoso a gris azulado, y por su anisotropía: verde amarillento, violeta grisáceo, castaño, que puede verse con mayor intensidad por inmersión en aceite. En secciones basales es difícil de diferenciar de la argentita, pero en las longitudinales es más oscura. Presenta idénticos reemplazos que la tennantita a la cual suele reemplazar totalmente. Su presencia ha sido comprobada únicamente en Farellón Negro (lám. 1, fig. 4).

ARGENTITA Ag_2S . Es fácil de identificar por su característico color gris verdoso, algo más rosado que la polibasita, y por su ausencia de reflejos internos. Presenta mal pulido, a veces con numerosas rayas. Se encuentra con la última generación de sulfuros a los que reemplaza: blenda blanca iridiscente, galena, calcopirita y polibasita (lám. 1, figs. 1 y 2).

Es común hallar argentita reemplazando cubos de piritita 2, comenzando el reemplazo desde el centro hacia los

bordes pero en dos direcciones perpendiculares entre sí.

Se encuentra abundantemente en fragmentos de veta sin alterar en Farellón Negro y en menor proporción en Alto de la Blenda. No ha sido observado en Los Viscos.

ORO: Se presenta en dos variedades distintas. Una es la que se halla asociada a la segunda generación de sulfuros, y la otra en relación con minerales de la zona de oxidación. La primera variedad se observa en masas ovaladas o en cristales cúbicos y pseudoexagonales, pequeños, pero bien desarrollados, de color amarillo pálido (probable alto contenido de Ag). Desarrolla cristales euhedrales sobre argentita o la reemplaza parcialmente en masas irregulares o en venillas finas, estando siempre asociada a ella (lám. 1, fig. 2). Reemplaza selectivamente a la blenda blanca en forma de cuerpos alargados y venillas (lám. 1, fig. 3). En raras ocasiones a blenda 1 en venillas cortas. Piritita y calcopirita son también reemplazadas en forma irregular. Se halla diseminado en carbonatos, en individuos redondeados o en venillas, y forma venas intergranulares entre cristales de cuarzo.

La segunda variedad de oro es de color amarillo vivo y se presenta generalmente en cuerpos redondeados, menos comúnmente subangulares, en manganita, pirolusita, criptomelano, calcofanita (lám. 1, fig. 5), carbonatos, cuarzo y clastos de roca de caja.

La máxima concentración de oro se manifiesta en carbonatos donde se halla distribuido en partículas de 0,01 mm de tamaño medio. También se lo ha observado en cuarzo formando venillas intergranulares de hasta 0,2 mm de longitud, o diseminado en él.

A continuación (tabla 2) se tabulan algunas mediciones realizadas en granos de oro hallados en muestras procedentes de diferentes zonas de esto:

depósitos. Las mismas no han sido realizadas sobre muestras provenientes de un muestreo sistemático, debido principalmente a la escasez de labores adecuadas para su obtención, sobre todo en Alto de la Blenda y Los Viscos. Además, no se han computado las medidas efectuadas sobre agregados masivos o venillas por considerarlas no representativas. Probablemente, podrán ser objeto de ulteriores correcciones, pero sirven para dar una idea de las variaciones sufridas por el tamaño de grano de oro al pasar de la zona primaria a la de oxidación. Comparando las cifras obtenidas, es evidente que el tamaño máximo hallado en zona hipogénica disminuye hasta hacerse diez veces menor en la zona de oxidación, mientras que el mínimo se reduce a la mitad.

TABLA 2
Tamaño del oro

Procedencia	Tamaño máximo en mm	Tamaño mínimo en mm
Sulfuros frescos FN.....	0,130	0,006
Carbonatos oxidados FN....	0,050	0,003
Cuarzo zona de oxidación FN	0,028	0,002
Criptomelano FN.....	0,017	0,003
Pirolusita FN.....	0,005	0,003
Manganita FN.....	0,028	0,005
Sulfuros frescos AB.....	0,065	0,006
Carbonatos oxidados AB....	0,045	0,003
Calcofanita AB.....	0,022	0,003
Sulfuros frescos LV.....	0,020	0,006
Carbonatos oxinados LV....	0,011	0,002

FN = Farellón Negro
AB = Alto de la Blenda
LV = Los Viscos

CARBONATOS: Los carbonatos de Farellón Negro, Alto de la Blenda y Los Viscos se encuentran comprendidos entre los compuestos casi puros CO_3Ca y CO_3Mn , observándose los siguientes términos: rodocrosita cálcica; kutnahorita; manganocalcita y calcita (fig. 2). La kutnahorita fue hallada en una sola oportunidad en Alto de la Blenda, como clastos, correspondiente a la primera

generación de carbonatos, rodeada por manganocalcita y calcita. En otros clastos de carbonatos dispuestos en la misma forma que el anterior, se encontraron dos carbonatos asociados, compuestos, uno por rodocrosita cálcica, y el otro por calcita, en una relación semejante a una desmezcla. Actualmente se está estudiando esta relación, así como las propiedades de la kutnahorita.

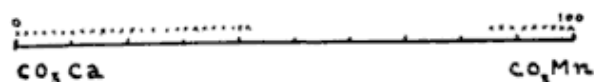


Fig. 2. — Diagrama de la composición de los carbonatos de Farellón Negro, Los Viscos y Alto de la Blenda.

Entre los carbonatos se ha observado además la presencia de aragonita como reemplazo posterior.

La composición fue determinada mediante rayos-X y análisis químicos. En el primer método se utilizó un difractómetro Phillips Norelco. En la tabla 3 se dan los valores de la reflexión más fuerte de los carbonatos del presente depósito y en la tabla 4 se transcriben los mismos valores de reflexión obtenidos por Krieger (1930), quien analizó 5 manganocalcitas de distinta composición procedentes de diversas localidades. En la tabla 5 figuran los análisis químicos.

TABLA 3
Reflexión $d_{(104)}$ de rayos X de carbonatos de la veta

$d_{(104)}$	Características de las muestras
3,03	C. negra. Nivel -90 W Est. 27
2,99	M. sin óxidos de Mn Nivel -90 W Est. 28
2,97	M. íd. ant.
3,02	C. negra. Nivel -143 W Est. 22
3,02	C. con manganita. Nivel -143 W Est. 24
2,99	M. en venitas. Alto de la Blenda
3,05	C. íd. ant.
3,05	C. más R. Desmezcla? íd. ant.
2,88	
3,05	C. negra con abundante criptomelano. Nivel -90 Est. 29
2,99	M. pura. íd. ant.

$d_{(104)}$	Características de las muestras
3,02	C. pura. Los Viscos
3,02	C. pura. Los Viscos
3,02	C. negra. Los Viscos
2,87	R. cálcica. Nivel -223
2,86	R. cálcica. Nivel -223
2,99	M. pura. Nivel -223
	R = rodocrosita
	M = manganocalcita
	C = calcita

TABLA 4
 $d_{(104)}$ de manganocalcitas. Krieger (1930)

CO, Mn %	$d_{(104)}$
1,09	3,055
7,00	3,020
15,40	3,005
32,34	2,975
42,17	2,948
95,72	2,85

La falta de términos intermedios entre kutnahorita y rodocrosita cálcica coincide con el área de inmiscibilidad, determinada por Goldsmith y Graf en 1957. Estos autores encontraron que por encima de 550° C, y a una presión de CO₂ suficiente como para evitar la des-

composición de los carbonatos, existe una miscibilidad total entre CO₃Ca y CO₃Mn, pero que a temperaturas menores, aparece una área de inmiscibilidad, la cual se extiende a 450° C de temperatura, entre una composición de 50 % y 80 % moles de CO₃Mn.

La rodocrosita cálcica presenta colores que varían desde un rosa vivo a un rosa pálido muy tenue. La manganocalcita, es blanco rosada a gris oscuro a negro (calcita negra). También se halla teñida por limonita, la cual le otorga una coloración amarillenta fuerte que puede dar lugar al error de interpretarla como ankerita.

La textura que predomina en la veta es un bandeado crustiforme irregular, siendo también abundantes, texturas que varían desde fibrosas a coliformes pasando por agregados granosos gruesos y sacaroidales. La variación de composición de los carbonatos es debido a fluctuaciones en la concentración de manganeso en las soluciones; los carbonatos de diferente composición se depositan en bandas de grosores muy variables que llegan hasta ser microscópicas. El contenido de manganeso en estos car-

TABLA 5
Análisis químicos de carbonatos de la veta

Muestra	1	2	3	4	5
CO ₂	37,40	42,00	37,00	37,10	41,20
OCa.....	19,18	42,82	48,16	50,68	48,86
OMg.....	1,00	1,49	1,32	0,66	1,82
OFe.....	0,38	0,25	0,38	0,25	0,25
OMn.....	41,41	12,90	1,42	0,77	8,25
Mn ₂ O ₃ +MnO ₂	—	—	12,50	11,40	0,30
Total.....	99,37	100,46	100,78	100,86	100,68

- 1 : Rodocrosita. La muestra contiene algo de calcita. Nivel -143 W Est. 24.
- 2 : Manganocalcita color blanco, Loc. id. anterior.
- 3 : Calcita negra. Nivel -143W, Est. 22.
- 4 : Calcita negra. Nivel 143, Est. 26.
- 5 : Manganocalcita. Nivel -90 W, Est. 28.

Analizó Lombardo, J. L. y Ferraro S., D.N.G. y M.

bonatos varía también a lo largo de la veta, desde muy escaso en Los Viscos hasta constituir grandes lentes de rodocrosita, como en el Pique n° 1. Allí la oxidación fue tal, que se transformó totalmente en óxidos e hidróxidos de manganeso, pero se reconoce su anterior existencia por las texturas que presentan éstos, idénticas a las de los carbonatos, y por encontrarse, también, algunos relictos de rodocrosita dentro de estos óxidos e hidróxidos de manganeso.

Las generaciones de carbonatos fueron tres. La primera, formada por rodocrosita cálcica, kutnahorita, manganocalcita y calcita, bastante escasa, se depositó a continuación de la primera generación de sulfuros y se halla cementando fragmentos de roca de caja (Alto de la Blenda, Los Viscos) o reemplazándola paralelamente a la dirección de fracturación primitiva (Farallón Negro). La segunda generación se produjo luego de la refracturación de la veta y formó la típica veta bandeada crustiforme y las texturas de escarapela. Los núcleos de estas últimas están formados por sulfuros y carbonatos anteriores. Este aporte de carbonatos, rodocrosita cálcica, manganocalcita y calcita, alternó con la depositación de la segunda generación de sulfuros y cuarzo y fue de gran volumen, siendo su acción de reemplazo tan potente que a veces hasta los núcleos de las escarapelas fueron totalmente sustituidos por estos carbonatos, principalmente rodocrosita cálcica y manganocalcita. (Farallón Negro, Nivel 223).

Finalmente hubo una última mineralización de carbonatos, tercera generación, formada casi totalmente por calcita masiva, que corta en algunos casos al bandeamiento anterior y sigue fisuras provocadas por una refracturación final, la última, posterior a la segunda generación de carbonatos (Alto de la Blenda, Los Viscos) y que en líneas generales siguió el rumbo de la veta.

Con respecto a la rodocrosita que se

observa formando lentes, principalmente en la zona W y E del Pique n° 1, es un carbonato fácilmente alterable por oxidación y se observa más frecuentemente fresca en profundidad y en aquellos lugares donde, por tener una textura fuertemente compacta, resulta menos sensible al ataque químico. Pero en cambio donde se localiza una reactivación de movimientos post-minerales casi no quedan restos de rodocrosita, exceptuando pequeños nódulos rodeados por óxidos de manganeso y cuarzo pseudomórfico de romboedros de carbonatos (cuarzo lamelar).

Se pueden agrupar los carbonatos de las vetas en tres asociaciones distintas:

- 1) Rodocrosita, rodocrosita cálcica con manganocalcita sin alterar, con escasa calcita, asociada a sulfuros frescos y cuarzo;
- 2) Calcita principalmente, con menor cantidad de los otros carbonatos y sulfuros frescos;
- 3) Manganocalcita y calcita negra, con escasa proporción de calcita blanca y algunos relictos de rodocrosita cálcica. Estos minerales están asociados a óxidos e hidróxidos de manganeso, principalmente la calcita negra, entre los cuales se observa calcofanita, manganita, criptomelano y menos comúnmente pirolusita. Es bastante frecuente la presencia de boxworks silíceos de sulfuros acompañando a esta asociación.

CUARZO: El cuarzo se presenta en dos variedades fáciles de diferenciar entre sí; en la primera es allotriomorfo, de grano fino, y en la segunda, forma cristales bien desarrollados, de grano mediano. Este último es el más abundante y se halla reemplazando automórficamente a los sulfuros y a algunos carbonatos. En general la mineralización de cuarzo se produjo alternadamente con la de carbonatos, finalizando el

proceso con la depositación de un cuarzo euhedral, de grano grueso, que rellena drusas.

MINERALES DE LA ZONA DE OXIDACION

Todos los minerales de manganeso citados a continuación fueron determinados mediante diagramas de rayos-X y estudio de cortes opacos.

Manganita: $MnO (HO)$. Es fácil de identificar por su pleocroismo notable (sobre todo en aceite). $\parallel c =$ castaño gris claro, $\parallel a =$ gris oscuro con tinte castaño, $\parallel b =$ más oscuro que $\parallel a$ y con tinte oíva; por su anisotropía: gris azulado amarillento, gris violeta oscuro, y por sus reflejos internos rojos. Forma agregados generalmente bien cristalizados, diseminados en la ganga con sus típicas secciones pseudorómbicas (lám. 2, fig. 1). Otras veces desarrolla agregados lamelares, aciculares radiados, o masivos de forma botroidal, siguiendo, en la mayoría de los casos, el bandeamiento y textura de los carbonatos originarios (lám. 2, fig. 2). En raras ocasiones la manganita se observa en venillas formadas por cristales idiomorfos.

Se halla comúnmente asociada a goethita y lepidocrocita, a quienes reemplaza. Es el primer producto de alteración de rodocrosita y por eso puede ser encontrada en fragmentos de veta con alteración incipiente, o en pequeñas cavidades formadas por la disolución de carbonatos. Es reemplazada por los otros minerales de manganeso.

Calcofanita: $(Mn, Zn)O 2MnO 2H_2O$. Se observa en cristales tabulares bien desarrollados, con perfecto clivaje basal exagonal (lám. 1, figs. 5-6). Presenta fuerte pleocroismo (acentuado por inmersión en aceite): $O =$ blanco $E =$ gris oscuro, y anisotropía fuerte: blanco grisáceo a gris oscuro azulado (exceptuando secciones basales). Se observan siempre reflejos internos rojo vivo.

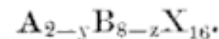
Forma agregados de cristales con muy

diferente orientación (aspecto de macela) o fibrosos radiados. Pero generalmente se encuentra en venillas plumosas formadas por cristales tabulares que siguen los contornos de romboedros o el bandeado colloforme de carbonatos. Estas venillas se van ramificando y uniendo entre sí, originando delicadas redes que ocupan zonas extensas. Reemplaza pseudomórficamente a manganita (lám. 2, figs. 1 y 2).

Se halla estrechamente asociada a yeso, goethita y lepidocrocita. Es interesante observar grandes cristales de pirita reemplazados zonalmente por goethita, lepidocrocita, manganita y rodeados por calcofanita. Frecuentemente se encuentra en Alto de la Blenda.

En la tabla 6 se dan las reflexiones de rayos X de calcofanita, criptomelano y manganita.

Criptomelano:



$K = A$ principalmente, Ba, Pb, Na, $B =$ principalmente Mn^{II} , Fe, Mn^{III} , Mn^{IV} , Al, Zn, $X = O, OH$. y $= 0.8-1.3$; $z = 0.1-0.5$. Criptomelano, hollandita y coronadita forman una serie isoestructural, siendo el método de los rayos-X la única manera exacta de diferenciarlos.

El contenido potásico y bórico del criptomelano es el siguiente:

Grunner (1943)		Farellón Negro	
$K_2O \dots$	3,10 o/o	$K_2O \dots$	3 o/o
$BaO \dots$	—	$BaO \dots$	< 0,2 o/o

Analizó J. Astarloa (F. C. E. N.)

Características ópticas: Color blanco brillante a gris. Pleocroismo fuerte:

$\parallel c =$ blanco $\perp c =$ gris blanquecino.

Anisotropía fuerte: blanco azulado, castaño grisáceo, gris azulado. Reflejos internos castaños. La dureza varía según las texturas.

TABLA 6
Diagrama de rayos X de criptomelano, manganita y calcofanita.
Aparato Seifert. Cámara 57,3 m FeK α

Calcofanita * Sterlin Hill Nueva Jersey		Calcofanita Alto de la Blenda		Criptomelano * Holleter Zug Alemania		Criptomelano Farellón Negro		Manganita Farellón Negro	
7,54	st	7,54	20	6,84	m	7,00	10	3,41	100
6,75	sst	7,00	100	4,85	m	4,86	10	Cl 3,01	40
6,15	s	? 4,82	10	3,09	st	Y 4,29	30	2,63	50
4,03	st	Y 4,26	80	2,38	sst	Q 3,34	50	2,41	40
3,44	st	4,10	10	2,14	st	3,09	20	2,26	50
2,75	s	Y 3,82	10	1,82	m	2,41	100	2,19	10
H 2,03	m	3,48	60	1,63	s	2,16	30	1,78	40
H 2,44	m	Cl 3,04	100	1,53	m	1,44	40	1,70	20
2,21	st	Y 2,88	30	1,42	m			1,67	60
2,11	s	2,76	10	1,35	s			1,64	10
1,88	m	Y 2,66	30	1,29	s			1,51	30
1,78	m	2,55	10					1,44	30
1,65	s	2,45	10					1,18	20
1,58	sst	2,41	10					1,16	10
1,49	m	+Y 2,22	100					1,13	40
1,42	st	2,12	10					1,11	10
1,39	s	Y 2,07	10					1,08	5
1,27	st	1,90	50					1,03	30
1,11	s	1,58	40					0,99	20
1,06	s/m	1,42	60						
		105,	10						

* Ramdohr, P. 1956

sst = muy fuerte

st = fuerte

s = débil

Y = yeso

Cl = calcita

Q = cuarzo

Las líneas muy débiles no se tuvieron en cuenta

Se presenta en agregados aciculares o de fibras entrecruzadas; también forma agregados colloformes con centros de criptomelano, rodeados por bandas constituidas por pequeñas fibras arborescentes entrecruzadas (lám. 2, fig. 4). A veces se presenta con textura en mosaico, de grano fino.

Reemplaza predominantemente a carbonato, ya sea en bandas, romboedros

(lám. 2, fig. 3), o en fibras de bordes curvados. Además ha sido hallado como pseudomorfo de manganita y de cristales de cuarzo, con formas bien desarrolladas de romboedros y prisma exagonal respectivamente. Forma también venillas, intergranulares dentro de masas cuarzosas.

Está comúnmente asociado a yeso y entonces precipita con sus fibras para-

lelas a los clivajes de este mineral, junto con manganita, confiriéndole al yeso un fuerte pleocroísmo.

En la mayoría de los casos es reemplazado por pirolusita. Sin embargo, a veces las soluciones redepositan algo de criptomelano posterior a pirolusita, rítmicamente, en forma de bandas alrededor de cristales de ésta, o rellenando pequeñas cavidades.

En algunas masas de criptomelano ha podido observarse pequeños cristales anhedrales de un mineral muy blando, de color rosado, que podría ser plata nativa.

Pirolusita: MnO_2 . Se presenta en dos variedades distintas: una en cristales bien desarrollados (polianita) (lám. 2, fig. 6) y la otra en agregados fibrosos. Es de color blanco con tinte amarillento. Presenta pleocroísmo notable: $\parallel E =$ blanco; $\parallel O =$ blanco grisáceo. La anisotropía es fuerte: amarillo, castaño amarillento, azul verdoso, gris pizarra. Su dureza depende de la orientación del cristal. La polianita es pseudomórfica de manganita, en cristales con formas de prismas y pinacoides rómbicos de hasta 1 cm de longitud, presentando maclas de penetración según el plano de macla (011). Otras veces forma agregados lenticulares, con clivaje transversal, desarrollados en el lugar de antiguos carbonatos (romboedros).

La otra variedad, generalmente se presenta en bandas radiadas o en agregados aciculares, pseudomórficos del antiguo bandeamiento colloforme de la veta. Es en pocas ocasiones dendrítica. Reemplaza a manganita, criptomelano (lám. 2, fig. 5) y parcialmente a cuarzo.

Especlarita: Es un producto de la oxidación de la pirita. Se halla en poca cantidad, en forma de pequeñas laminillas diseminadas en la roca de caja y carbonatos algo oxidados.

Goethita y Lepidocrocita: Se hallan siempre asociados, en capas masivas

concéntricas, generalmente con centros de goethita, rodeados por lepidocrocita, reemplazando zonalmente a pirita. Estos minerales son característicos de zonas donde ha habido una oxidación incipiente.

Limonitas: Bajo este nombre se colocan óxidos e hidróxidos de hierro, observados al binocular en muestras procedentes de zonas típicas de oxidación.

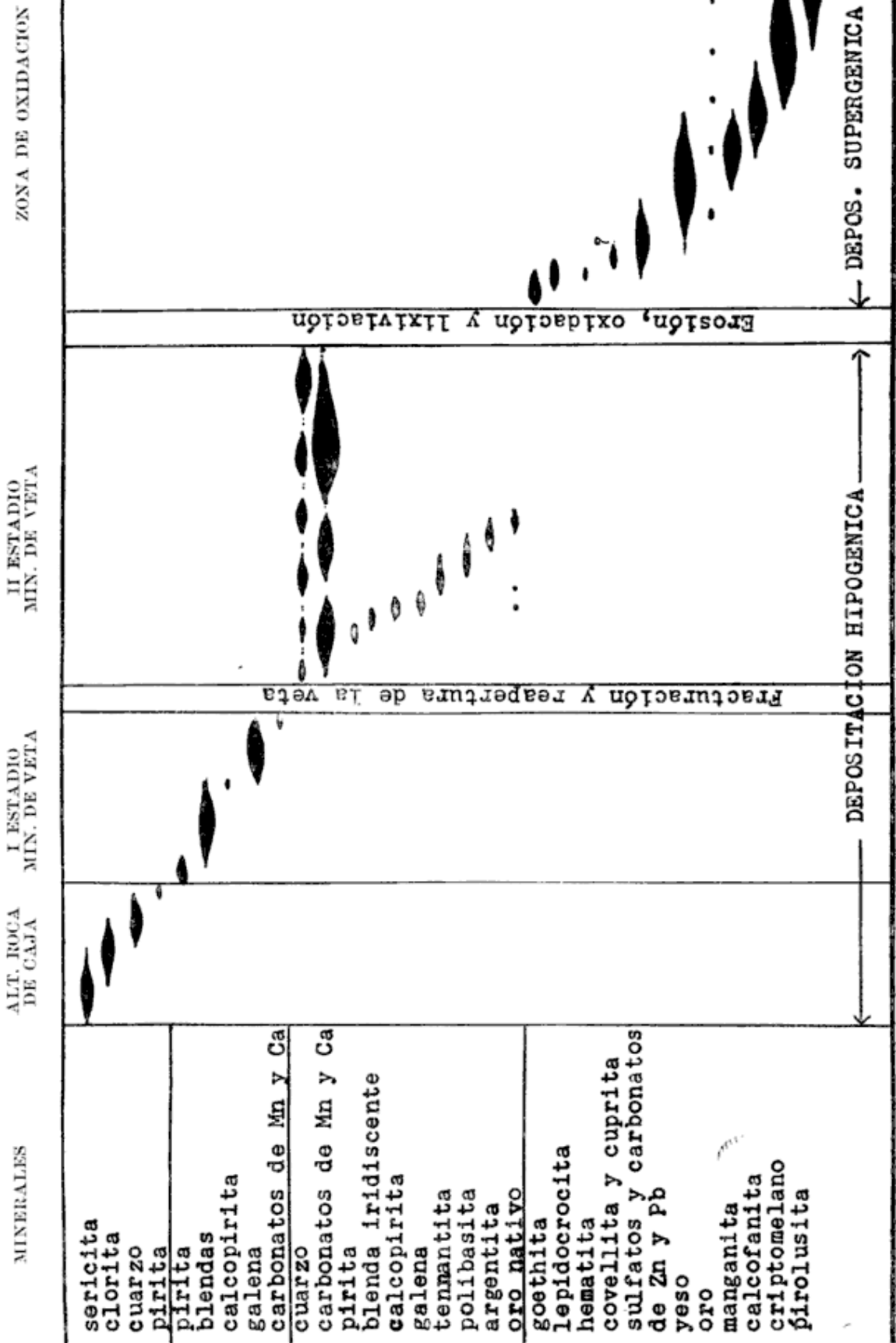
a) **Limonita indígena.** Su coloración es variable: amarilla, pardo amarillento, castaño chocolate y anaranjado ocre. Estas limonitas se hallan rellenando boxworks de blenda, galena, calcopirita y tennantita. Los boxworks de blenda y galena, que son los más numerosos, se distinguen por su tamaño, forma características, y paredes silíceas gruesas (especialmente blenda), coincidiendo su abundancia con la de los cristales observados en la zona de sulfuros frescos. Los boxworks están rodeados o asociados a bandas de pirolusita, cuarzo y a relictos de algunos carbonatos. b) **Limonita transportada:** Presenta colores rojo ladrillo a amarillo limón y se halla depositada en hoquedades o redepositada sobre carbonatos en zonas menos oxidadas. A veces aparece opalizada.

Covellita y Cuprita: Estos dos minerales están muy asociados y reemplazan centrípetamente a calcopirita, galena, blenda, tennantita y polibasita. Otras veces forman venillas de reemplazo en calcopirita.

Yeso: Se observa en grandes cristales tabulares en zona de oxidación reemplazando a carbonatos. Los minerales de manganeso: manganita, calcofanita, criptomelano, se depositan intercrecidos con yeso., cristalizando con sus caras prismáticas paralelas a los clivajes del mismo, confiriéndoles un fuerte pleocroísmo que va del pardo oscuro, casi negro, al castaño amarillento.

Cerusita y Goslarita: La cerusita se halla reemplazando a la galena perifé-

DIAGRAMA PARAGENETICO DE LOS MINERALES DE FARELLON NEGRO, ALTO DE LA BLENDA Y LOS VISCOS



pitarse óxidos e hidróxidos de manganeso y yeso. Ha sido, precisamente, en las zonas con fracturas postminerales o que presentan texturas favorables para una mayor oxidación, donde se encuentra la mayor cantidad de óxidos de manganeso (Malvicini y Llambías, 1961). Además, en aquellos lugares donde hubo aporte de cinc, por oxidación de blenda, precipita calcofanita, y donde

hubo potasio, criptomelano. Ambos óxidos reemplazan a manganita. Todos estos minerales de manganeso, en condiciones de mayor oxidación pasan a pirolusita (seudomorfosis comunes de hallar).

El proceso de oxidación puede representarse de la siguiente manera: (gráfico 1)

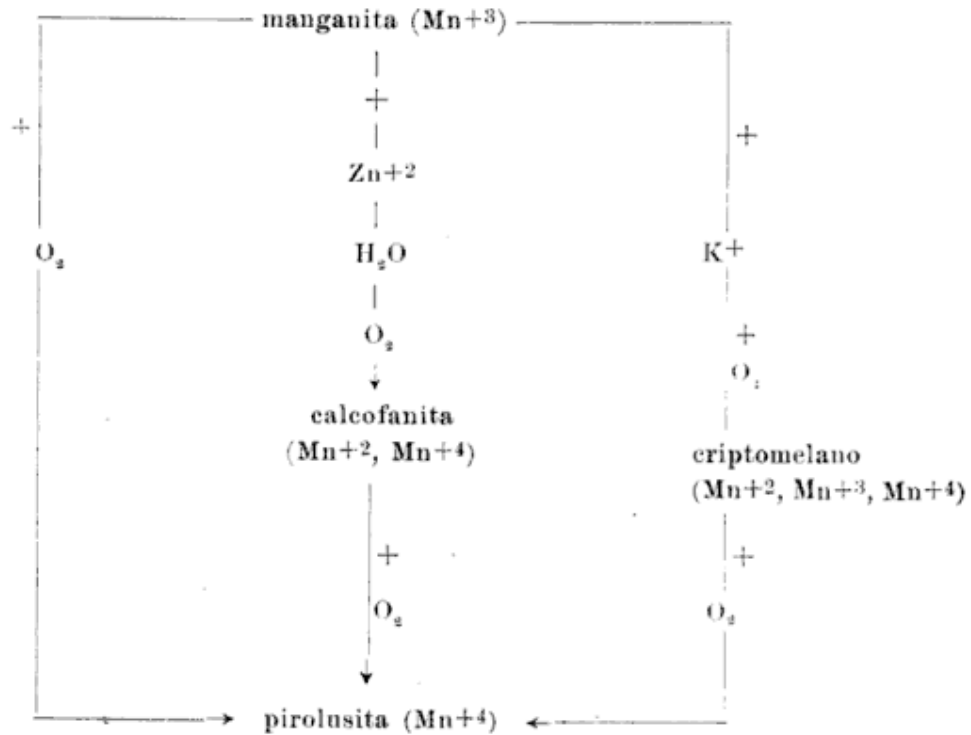


Gráfico N° 1

Empleando métodos experimentales, Garrels, 1960, (págs. 175, 176) ha obtenido diagramas de equilibrio de minerales de manganeso en función del pH y del potencial de oxidación-reducción (Eh), y en un sistema abierto al CO_2 y temperatura de $25^\circ C$. En ellos se observa que la rodocrosita al hallarse en un medio neutro a ácido, y en condiciones oxidantes, se disuelve, dando en solución manganeso bivalente. Este precipita, luego manganita al encontrarse con un medio alcalino (carbonatos). La rodocrosita, además en medio alcalino, pasa al aumentar el potencial de oxidación-reducción a manganita. La cual, si dicho potencial sigue aumentando, se

oxida a pirolusita. Es interesante destacar que este último proceso se produce sin que el manganeso entre en solución. Esto coincide perfectamente con las observaciones mineralógicas antes citadas (seudomorfosis).

Finalmente, se observa que en medio alcalino puede haber redisoluciones de la pirolusita, pero en general un alto potencial de óxido-reducción favorece la precipitación definitiva de pirolusita.

Oro: Con respecto al depósito estudiado se han podido efectuar las siguientes observaciones:

a) El color del oro varía desde ama-

rillo pálido, en sulfuros primarios, a amarillo vivo, en la zona de oxidación;

- b) En las muestras con sulfuros primarios, las partículas varían de forma de ovaladas a cristales idiomorfos, en cambio en la zona de oxidación, predominan las redondeadas a subangulares;
- c) El tamaño de las partículas disminuye considerablemente en la zona de oxidación, llegando a ser hasta 10 veces menor;
- d) El oro en muestras frescas, sigue, junto con los sulfuros, el bandeamiento de los carbonatos. En las muestras oxidadas se halla irregularmente diseminado en los mismos;
- e) El oro diseminado en carbonatos y cuarzo de la zona de oxidación se halla siempre en la proximidad de óxidos de manganeso;
- f) Se halla en venillas de reemplazo junto con manganita, o diseminado dentro de ésta, calcofanita, criptomelano o pirolusita en finas partículas. Se lo encuentra también en venillas en pirolusita;
- g) Se lo ha encontrado en masas de limonita opalizada en la zona de oxidación (Angelelli y Stegman, 1950).

En base a estas observaciones se puede afirmar que parte del oro primario se solubilizó, migró, y se redepositó.

En cuanto a la migración, el principal mecanismo que puede aplicarse a estos depósitos, es el transporte de oro en soluciones coloidales de manganeso e hierro, provenientes de la descomposición de los carbonatos y sulfuros y que al precipitar lo hicieron conteniendo finas partículas de este metal. Sin embargo las migraciones no deben haberse producido en gran escala, limitándose a la zona de oxidación, debido a la presencia de ganga reactiva y a la pro-

picidad de adsorción de óxidos e hidróxidos de manganeso. En aquellos lugares donde los carbonatos se disolvieron casi totalmente puede esperarse enriquecimientos locales dentro de esa zona.

Plata: Los minerales de plata se descomponen fácilmente en la zona de oxidación y este metal migra en forma de sulfato, si no es precipitado por la acción de halógenos que originan compuestos insolubles.

Puede encontrarse también en argento-jarosita, anglesita y cerusita (galena argentífera). Pero en general, cuando la ganga ha sido rodocrosita, y al oxidarse la misma, produce óxidos e hidróxidos de manganeso, la plata es fácilmente retenida por éstos, lo que dificulta los procesos metalúrgicos (Mac Kinsty, 1948).

Con respecto a su comportamiento en la zona de oxidación, donde no se ha hallado ningún mineral de plata, a pesar que los análisis químicos la evidencian (Sister, 1963), los autores suponen que este metal se encuentra en criptomelano además de pirolusita (Tabacchi, 1962). Con respecto a la pirolusita, aún no se sabe en qué forma se encuentra la plata en ella. En cambio, sí se conocen los resultados experimentales realizados por Gruner (1943) y Sreenivas y Roy (1961) respecto al criptomelano. Gruner demostró experimentalmente que la plata puede entrar en la estructura más fácilmente que el plomo y el bario mediante: a) reemplazo de parte del potasio por su pequeño radio iónico; b) ocupando posiciones abiertas en la estructura; y c) por adsorción de los átomos de plata metálica reducida por la acción de manganeso bivalente. Sreenivas y Roy demostraron mediante electrodiálisis, que el criptomelano α MnO_2 , puede convertirse en γ MnO_2 pasando por un estadio intermedio α_1 , de máxima distorsión, causada por la pérdida aproximada de 50 % de su potasio, siendo los cambios de uno a otro estado re-

versibles. Es en este estado de máxima distorsión donde puede incorporar cationes, entre ellos Ag^+ , volviendo al primer estado α . El criptomelano en la naturaleza tendería a alcanzar un estado cristalino más perfecto, y MnO_2 , perdiendo potasio más lentamente pero siguiendo el mismo proceso y pudiendo también incorporar Ag^+ en el proceso reversible.

GENESIS DEL YACIMIENTO

La mineralización estudiada se halla localizada en el sistema de fracturación NW-SE, que corresponde al principal de los dos sistemas que se hallan ocupados por diques basálticos-andesíticos que cortan a la rocas del complejo volcánico. Las soluciones hidrotermales alteraron la roca de caja, formando sericitita, clorita, cuarzo y pirita. Las primeras soluciones mineralizadoras, que depositaron principalmente sulfuros, reemplazaron a la roca de caja, originando texturas bandeadas de reemplazo, o bien rellenando fisuras. Esta generación de sulfuros estaba formada por pirita, blendas, escasa calcopirita y galena. Cerró este primer ciclo mineralizador, la afluencia de pequeños aportes de carbonatos (rodocrosita, mangano-calcita, kutnahorita y calcita). Luego se fracturó la veta de sulfuros por movimientos a lo largo de la misma, originando nuevos conductos para la segunda mineralización. La naturaleza de las soluciones que al comenzar el primer ciclo mineralizador era ácida, fue variando hasta hacerse alcalina en el segundo estadio. Este comienza con un aporte de cuarzo, seguido por el emplazamiento de grandes masas de carbonatos (rodocrosita cálcica, mangano-calcita y calcita). Es notable la variación de la naturaleza de estos carbonatos a lo largo de la veta, ya que en algunas zonas son masas de calcita casi pura, como sucede en Los Viscos, en contraste con otras zonas, formadas casi

enteramente por rodocrosita y mangano-calcita, como en Farellón Negro.

La segunda generación de sulfuros que acompaña a los carbonatos, consiste en pirita, blenda blanca con inclusiones de oro, calcopirita, galena, tennantita, polibasita, argentita y oro nativo (con alto contenido de plata). Se nota aquí un aumento considerable en el contenido de cobre con respecto a la primera generación y un aporte de oro, plata y en menor proporción arsénico y antimonio, metales ausentes en la primera generación. La veta formada presenta textura bandeada crustiforme o en escarapela, que es un caso particular de la anterior, lo que evidencia repetidas reaperturas de la veta, mientras continuaba la afluencia de soluciones y su precipitación rítmica fraccionada. Este segundo ciclo se cierra con la depositación de abundante cuarzo que rellena drusas. Nuevos movimientos de acomodación refracturaron la veta en el sentido de su bandeamiento y favorecieron la meteorización del depósito por la infiltración de aguas circulantes. Una erosión prolongada de la zona (González Bonorino, 1950, Quartino, 1960), los efectos de la meteorización, lixiviación y oxidación, y la ausencia de un nivel freático por encima de —223 metros, favorecieron las sucesivas disoluciones y redepositaciones de los minerales primarios. Los sulfuros migraron dejando sus característicos boxworks silíceos. La descomposición de pirita y calcopirita originó la formación de sulfatos de hierro y ácido sulfúrico, favoreciendo con ello la disolución de los carbonatos (entre ellos los de manganeso), que migraron y se redepositaron originando manganita. El potasio, posiblemente contenido en los carbonatos, pasó a formar parte de criptomelano, que reemplazó a manganita, y la presencia de cinc (alteración de la blenda) contribuyó a la precipitación de calcofanita, que reemplaza a manganita.

En las zonas donde los sulfuros fueron más escasos, la rodocrosita y mangancalcita pasaron, por oxidación "in situ", directamente a manganita y posteriormente a criptomelano. Hay que destacar la influencia especial de la fracturación post-mineral y de las texturas fibrosas de los carbonatos, que aumentaron la permeabilidad de la veta, favoreciendo estos procesos. Todos los minerales de manganeso citados, pasan, en condiciones de mayor oxidación, a pirolusita, hallándose numerosas pseudomorfosis de pirolusita según manganita y carbonatos romboédricos.

El oro nativo, que aparece asociado a los sulfuros primarios, entró en solución y migró, en soluciones coloidales de manganeso, que son electronegativas y pueden, por lo tanto adsorber cationes, o en soluciones coloidales de hierro y sílice. La presencia de ganga reactiva, como lo fueron las grandes masas de carbonatos, y la hidrólisis de las soluciones coloidales produjo la precipitación de óxidos e hidróxidos de Mn, Fe y sílice, encerrando en su interior finas partículas de oro secundario.

Con respecto a los minerales primarios de plata, entraron también rápidamente en solución. No se halló minerales secundarios de plata, suponiéndose que la misma puede estar asociada a criptomelano y pirolusita, sobre todo al primero, en las condiciones ya descritas al hablar de oxidación. También parte de la plata podría haber migrado en forma de sulfato, hacia una posible zona de cementación de sulfuros.

Temperatura de la mineralización:

Fue posible encarar este tópico merced al hallazgo de caracteres mineralógicos que se corresponden con resultados experimentales de la investigación, sobre el contenido de hierro en blendas, y sobre las condiciones de exsolución de calcopirita en dicho mineral. Al aplicar ambos métodos de termometría geológica se han obtenido resulta-

dos coincidentes sobre la temperatura de la primera fase de la mineralización de sulfuros en la región de Farellón Negro y Alto de la Blenda.

El primer método fue utilizado por Kullerud en 1953, quien investigó el sistema SFe-SZn y determinó la temperatura de formación de cristales mixtos de S(Zn, Fe). Este autor determinó la cantidad de SFe en solución sólida en blenda midiendo la celda unitaria de ésta, la cual aumenta de tamaño con el contenido de SFe.

Para que pueda ser utilizado este método se requiere suficiente cantidad de SFe en las soluciones originales. En Farellón Negro y Alto de la Blenda esta condición está puesta de manifiesto por la presencia de pirita asociada a blenda en contacto directo, lo que asegura la saturación de las soluciones.

Se analizaron dos blendas, una de Farellón Negro (Nivel —143 Est. 47) y otra de Alto de la Blenda. Ambas fueron molidas y seleccionadas por su color bajo binocular. Se eligieron en cada caso las partículas que poseían los colores más oscuros, es decir, pardó rojizo. Sobre este mineral seleccionado, se efectuaron diagramas de rayos-X, utilizando un aparato Phillips, cámara 114,6 mm, Cu K α , mezclando la muestra con halita como referencia¹. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Localidad	Mineral	% molecular de SFe
Farellón Negro	blenda roja	7,5 ± 0,5
Alto de la Blenda	blenda roja más clara	6,5 ± 0,6

De acuerdo a ello y según el diagrama de Kullerud, revisado posteriormen-

¹ Se analizaron también, seleccionadas con el mismo método anterior, blendas amarillas de las mismas localidades, con un aparato Seifert, cámara 57,3 mm, Fe K α , pero los datos no se tuvieron en cuenta, si bien había concordancia entre ellos, por la imprecisión del método.

te por Barton y Kullerud (1958) y luego modificado por Sims y Barton (1961), la temperatura de formación de la blenda roja de Farellón Negro fue de 340° C y en Alto de la Blenda de 300° C. El segundo método fue utilizado como un complemento del primero. Se sabe que la blenda admite en su estructura hasta un 10 % de calcopirita en solución sólida a temperaturas que oscilan entre 350 y 400° C (Burger, 1934). Al descender la temperatura se produce la exsolución de calcopirita en blenda. Uno de los autores (Malvicini) estudió los cuerpos de calcopirita en blenda de Farellón Negro y Alto de la Blenda y observó que reúne todas las condiciones necesarias establecidas en los criterios de Schwartz (1930 y 1931) para considerarlos como una verdadera desmezcla y no un reemplazo. En este rango de temperatura así determinado, se tomó la temperatura mínima, la cual coincide con la determinada en el primer método.

En base a estos datos se puede afirmar que el emplazamiento de la primera generación de sulfuros se produjo entre los 300 y 350° C y luego la temperatura fue disminuyendo hasta llegar a ser mucho menor durante el aporte de los carbonatos, cuarzo y sulfuros de la segunda generación, que son típicos de temperaturas menores que 200° C con excepción de las tennantitas.

CONCLUSIONES

1) El yacimiento de Farellón Negro, Alto de la Blenda y Los Viscos es hidrotermal, siendo su temperatura inicial de deposición determinada por los métodos de termometría geológica, de 350° C, la cual desciende luego con el aporte de nuevas soluciones mineralizadoras hasta debajo de los 250° C aproximadamente. Por lo tanto, el yacimiento puede ubicarse dentro de los mesotermales con pasaje a epitermal,

correspondiendo a este último tipo el emplazamiento de grandes masas de cuarzo y carbonatos.

2) La mineralización se produjo en tres grandes estadios minerales, separados por sucesivas refracturaciones de la veta. En el primero se depositaron sulfuros con algo de carbonatos (rodocrosita, kutnahorita y manganocalcita). El segundo consistió en la deposición rítmica fraccionada de cuarzo y carbonatos (rodocrosita, rodocrosita cálcica, manganocalcita y calcita) portadores de una nueva generación de sulfuros. El tercero corresponde a la oxidación del depósito que originó los óxidos e hidróxidos de manganeso.

3) La textura predominante de la veta es bandeada crustiforme, quedando sólo restos esporádicos de las primeras texturas bandeadas de reemplazo.

4) Los sulfuros de la primera generación fueron: pirita, blendas, calcopirita y galena. La segunda generación consistió en: pirita, blenda, calcopirita, galena, tennantita, polibasita, argentita y oro nativo.

5) Los minerales de manganeso primarios fueron: rodocrosita, kutnahorita y manganocalcita.

6) Los minerales de manganeso secundarios, producidos por la oxidación de los carbonatos de manganeso de la veta, son, en orden de formación: manganita, calcofanita, criptomelano y pirolusita.

7) Otros minerales hallados en la zona de oxidación son: oro secundario, goethita, lepidocrocita, hematita, covellina, euprita, cerusita, gossularita, aragonita y yeso.

8) El oro y la plata entraron en solución, migraron y se redepusieron. El enriquecimiento secundario de oro ha sido local, limitado a la zona de oxidación, inhibiéndose la posibilidad de migración a un nivel de cementación

debido a la presencia de ganga reactiva y a la capacidad de adsorción de óxidos e hidróxidos de manganeso. El tamaño del oro redepositado es 10 veces menor que el del oro primario variando también notablemente su color. La plata, cuyos minerales secundarios no han podido hallarse microscópicamente, debe estar asociada a minerales de manganeso, especialmente a criptomelano, que además de su capacidad de adsorción, puede intercambiar cationes. También podría encontrarse en pirolusita. Parte de la plata que no fue redepositada en la zona de oxidación, puede haberlo hecho en una zona de sulfuros supergénicos junto con Cu y algo de Zn.

9) Los factores que favorecieron la oxidación fueron: a) proceso de erosión prolongado; b) ausencia de un nivel freático por encima de los —223 m; c) fracturación post-mineral; d) texturas en carbonatos favorables a una mayor permeabilidad de la veta.

10) El actual clavo mineralizado de pirolusita y criptomelano, está controlado por los factores antes citados y por la presencia de anteriores lentes de rodocrosita, evidenciadas por las texturas que presentan los óxidos mencionados. Estas lentes de rodocrosita variaron en volumen a lo largo de las vetas. Por esta razón, en las zonas donde estas antiguas lentes existieron y fueron totalmente atacadas y disueltas, es de esperar un aumento de ley en profundidad o un enriquecimiento residual *in situ*, de manganeso.

Agradecimientos: Los autores quedan agradecidos al Dr. A. Herrera y al Dr. B. J. Quartino por la revisión crítica del manuscrito, al Sr. T. Askenasy por la colaboración en el trabajo de rayos-X, a los Dres. R. Sister y A. Mezzetti por facilitar los medios de movilidad en campaña y al Sr. J. C. Rodríguez por la obtención de las fotografías.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Angelelli, V. y González Stegmann, E. 1950. *El distrito aurífero de Agua Tapada. Reconocimiento expeditivo.* — Dir. Gen. Fab. Militares (inf. inédito), Bs. Aires.
- Barton, P. B. and Kullerud, G. 1958. *The Fe-Zn-S system.* — Annual Rep. of the director of the Geophysical Laboratory 1957-1958, p. 226. Carnegie Inst. Washington.
- Buerger, N. W. 1934. *The unmixing of chalcopyrite from Sphalerite.* — Am. Min., 19, p. 528.
- Edwards, A. B. 1960. *Textures of ore Minerals.* — Melbourne, 55.
- Garrels, R. 1960. *Mineral equilibria at low temperature and pressure.* — Harper Brother, N. Y., p. 175.
- Goldsmith, J. R. and Graf, D. L. 1957. *The system CaO-MnO-CO₂: solid solution and decomposition relations.* — Geoch. et Cosmoch. Acta 11, pp. 310-334.
- González Bonorino, F. 1950. *Geología y petrografía de las hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andagalá).* — Bol. 70, Dir. Nac. Geol. y Min.
- Gruner, J. 1943. *The chemical relationship of criptomelane (psilomelane), hollandite and coronadite.* — Am. Min., 28, pp. 497-506.
- Hewett, D. F. and Fleischer, M. 1960. *Deposits of the manganese oxides.* — Ec. Geol., 55, pp. 1-55.
- Hewett, D. F., Fleischer, M. and Conklin, 1963. *Deposits of the manganese oxides. Supplement.* — Ec. Geol., 58, pp. 1-51.
- Krieger, P. 1930. *Notes on the x-ray diffraction study of the series calcite-rodochrosite.* — Am. Min., 15, pp. 23-29.
- Kullerud, G. 1953. *The FeS-ZnS system: a geological thermometer.* — Norsk. Geol. Tidsskr., 32, pp. 61-147.
- Kutina, J. and Sedlacková, J. 1961. *The role of replacement in the origin of some cockade textures.* — Ec. Geol., 56, pp. 149-176.
- Mc Kinstry, H. E. 1948. *Mining geology.* — Prentice Hall, N. Y.
- Malvicini, L. 1957. *Informe calcográfico de las muestras obtenidas en los niveles (-90), (-143) y (-173) de las vetas de Farellón Negro.* — D.N.G. y M. (inf. inéd.).

- Malvicini, L. y Llambías, E. 1961. *Estudio de la veta de Farellón Negro* (informe inédito). — Dir. Nac. Geol. y Minería, Bs. Aires.
- Peirano, A. 1944. *Agua de Dionisio. Un centro volcánico moderno en el distrito de Hualfín, Depto. de Belén, provincia de Catamarca.* — Cuadernos de Mineral. y Geol. III, 12, Tucumán.
- Quartino, B. 1960. *Sobre la interpretación geológica del distrito volcánico de Farellón Negro (Prov. de Catamarca).* — Anales 1^{ras} Jorn. Geol. Arg. II, pp. 267-278.
- Ramdohr, P. 1956. *Die Manganerze.* — Symposium del manganeso. XX Congr. Geol. Intern., pp. 19-73.
- Schwartz, G. M. 1930. *Pseudoeutectic textures. Discussion.* — Ec. Geol., 25, p. 658.
- 1931. *Textures due unmixing of solid solution.* — Ec. Geol. 26, p. 739.
- Sims, P. and Barton, P. 1961. *Some aspects of the geochemistry of sphalerite, Central City District, Colorado.* — Ec. Geol., 56, 1211-37.
- Sister, R. G. 1963. *Informe geológico económico de Farellón Negro y zona adyacente Distrito Hualfín, Dep. Belén, Prov. de Catamarca.* — Univ. Nac. Tucumán. Op. Lilloana VIII, pp. 1-164.
- Sreenivas, B. L. and Roy, R. 1961. *Observations on cation exchange in some manganese minerals by electro dialysis.* — Ec. Geol., 56, pp. 198-203.
- Sugaki, A. and Yamae, N. 1952. *Thermal studies in the intergrowth of chalcopyrite and Sphalerite.* — Sci. Rep. Tohoku Univ. Sendai, 4, pp. 103-110, en Ingereson, E. 1955. *Methods and problems of geologic thermometry.* 50th ann. vol. Ec. Geol., pp. 341-410.
- Tabacchi, M. 1957. *Informe final sobre la exploración del yacimiento Farellón Negro, Depto. Belén, Prov. de Catamarca.* Direc. Gen. Fabr. Militares, Bs. Aires.
- 1960. *Los yacimientos manganiíferos de la República Argentina.* — Anales 1^{ras} Jorn. Geol. Argentinas, III, pp. 385-398.
- Tezón, R. V. y de la Iglesia, H. J. 1956. *Depósito de manganeso, oro y plata "Farellón Negro", Prov. de Catamarca, Argentina.* — Symposium del manganeso. XX^o Congr. Geol. Intern., III, pp. 417-434.

Manuscrito recibido en octubre 1963.

EXPLICACION DE LAS LAMINAS

LÁMINA I

Microfotografías de cortes opacos mostrando la segunda generación de sulfuros portadores de oro y plata, en ganga de carbonatos (Farellón Negro). Oro y calcofanita de la zona de oxidación.

Figs. 1-2: Blenda blanca iridiscente (gris oscuro con relieve), con restos redondeados de pirita, reemplazada por argentita (gris clara) y oro nativo (blanco) reemplazando a esta última. Ganga de rodocrosita ($\times 256$).

Fig. 3: Sulfuros presentando relaciones mutuas con la ganga de rodocrosita. Blenda blanca iridiscente (gris oscura, con relieve) conteniendo relictos de pirita y hacia el margen izquierdo diminutas inclusiones de oro. Esta blenda ha sido reemplazada por calcopirita (blanca), a su vez selectivamente reemplazada por tennantita (gris claro). El oro, de forma alargada y presentando su característico mal pulido, reemplaza parcialmente a la blenda y tennantita ($\times 256$).

Fig. 4: Blenda blanca (gris oscuro) con restos de pirita, ha sido reemplazada por calcopirita (blanca), la que a su vez lo fue por galena (gris clara), de la cual sólo quedan restos aislados, pues ha sido casi totalmente reemplazada por polibasita (gris mediano). Obsérvese que la ganga de rodocrosita (negro) en romboedros ha reemplazado parcialmente a estos sulfuros ($\times 216$).

Fig. 5: Agregado fibroso de calcofanita con su característico pleocroísmo (blanco, gris oscuro) encerrando agregados de oro fino, secundario, en ganga de carbonatos ($\times 256$).

Fig. 6: Cristales cuhbrales de calcofanita, de forma tabular, con fuerte pleocroísmo (blanco, gris oscuro) y sección basal hexagonal (blanca), reemplazando masas de manganita (gris, relieve alto) en ganga de carbonatos (negro) ($\times 256$).

LÁMINA II

Microfotografías de cortes opacos con minerales de manganeso secundario hallados en la zona de oxidación de Farellón Negro, Los Viscos y Alto de la Blenda.

Fig. 1: Cristales pseudorómbicos de manganita (gris claro, relieve alto), reemplazados por finas venillas de calcofanita que se entrelazan en forma de red. A veces estas venillas toman un aspecto plumoso por el adosamiento de cuerpos tabulares del mismo mineral, de notable pleocroísmo (blanco, gris oscuro). Ganga de carbonatos ($\times 128$).

Fig. 2: Agregado botroidal de manganita (blanco, alto relieve) reemplazado por agregados fibrosos de calcofanita con marcado pleocroísmo (blanco, gris oscuro) ($\times 256$).

Fig. 3: Alteración de carbonatos rombohedrales que pasaron a criptomelano (blanco).

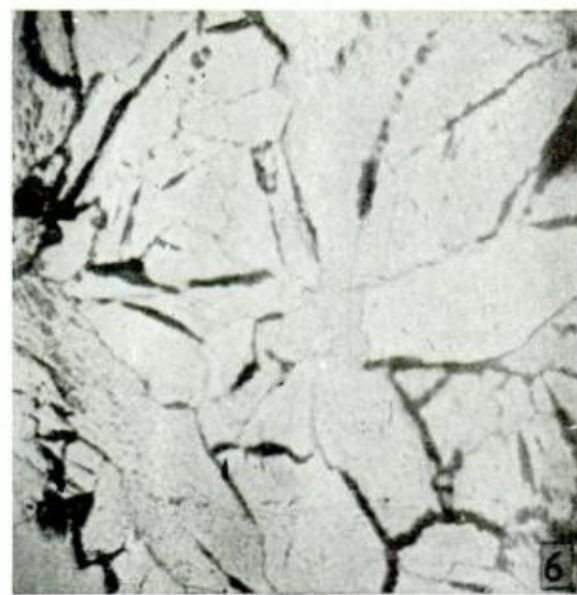
Puede observarse la perfecta pseudomorfo-
sis de criptomelano según romboedros de
carbonatos, en ganga de cuarzo ($\times 128$).

Fig. 4: Criptomelano presentando centros bo-
troidales criptocristalinos rodeados por el
mismo mineral fibroso (con nicoles cruza-
dos, $\times 256$).

Fig. 5: El criptomelano (gris claro) es reem-
plazado por pirolusita (blanco) fibrosa, en
ganga de cuarzo ($\times 256$).

Fig. 6: Polianita con sus típicos cristales di-
ferentemente orientados, mostrando pleo-
croísmo notable (sin nicoles, $\times 128$).





LAS RELACIONES GEOLOGICAS ENTRE LOS ESTRATOS DE PAGANZO Y EL GRANITO EN PASO DEL MOLLE (PROVINCIA DE LA RIOJA)¹

Por RAUL A. ZARDINI y BERNABE J. QUARTINO

Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

Se ha efectuado una revisión de la localidad de Paso del Molle, situada en el extremo meridional del Cordón de Sañogasta-Vilgo, la cual fue estudiada por A. Heim y referida recientemente por A. J. Cuerda. Se demuestra que las relaciones entre el granito y los estratos de Paganzo son las de superposición de éstos sobre una superficie de erosión del granito, por cuyo motivo queda excluida la supuesta intrusividad. Se analizan las características superficiales del granito, los detalles del contacto y las condiciones de sedimentación de las capas del Paganzo. Se discuten los detalles que puedan haber llevado a la conocida interpretación errónea sobre el carácter intrusivo del granito.

ABSTRACT

The granite at Paso de los Molles was considered intrusive in the geological literature. Field evidence clearly suggests that the "Paganzo" beds lie unconformable over a pre-Paganzo erosion surface.

INTRODUCCION

Es muy conocido, según la literatura geológica argentina, que el Paganzo se apoya normalmente en discordancia erosiva sobre el basamento de las Sierras Pampeanas. Salvo citas antiguas, prácticamente olvidadas², la información publicada hasta hace pocos años no registra menciones de intrusiones de granito en el Paganzo. Fue Heim (1947,

1949) quien volvió sobre ese concepto; sus trabajos en este punto no tuvieron trascendencia de acuerdo a la importancia de la interpretación, hasta que recientemente Cuerda (1963) los usa para ubicar ciclos metalogénicos en este ámbito de las Sierras Pampeanas.

El presente trabajo se originó a raíz de una información aportada por el licenciado H. J. Mujica, quien realizando su trabajo de tesis tuvo oportunidad de revisar la localidad de Paso del Molle. Fue el doctor E. Rolleri quien, al examinar las muestras y la información de campo, llegó a la conclusión de que se trataba de un caso de contacto de tipo erosivo entre el Paganzo y el granito, remitiendo las muestras, para su examen microscópico, a los autores. El análisis del problema actualizó la duda dejada por Heim (1949, p. 27), de tal manera que se creyó útil y de interés la revisión de esta localidad con

¹ Trabajo presentado en las II^{as} Jornadas Geológicas Argentinas, Salta 1963, y realizado con fondos provenientes del convenio entre la Dirección Nacional de Geología y Minería y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

² Penck, W. (1914, p. 274) atribuye a los estratos de Paganzo el estar cruzados por granitos terciarios. Turner (1958, p. 26) recuerda esta cita, llegando a la conclusión opuesta, es decir, que el granito no es intrusivo en el Paganzo, en la localidad que menciona Penck.

vistas a la clarificación definitiva del problema. Es así que cupo a los autores efectuar las observaciones de cam-

opiniones sobre el problema, y al Lic. B. Baldís por su colaboración durante las tareas de campaña.



Fig. 1. — Croquis de ubicación

po y elaborar la explicación de aquellos rasgos del contacto que podrían haber dado lugar a una interpretación equivocada en caso de considerarse solamente aspectos parciales del problema.

Debemos agradecer a los Dres. E. Rölleri, F. Fidalgo y A. J. Amos las sugerencias aportadas durante el cambio de

UBICACION Y AMBIENTE GEOLOGICO

El Paso del Molle o Portezuelo del Molle (fig. 1) cruza la extremidad sur de la sierra homónima (o también Cerro Blanco), que es la terminación austral del sistema de cordones de Sañogasta-Vilgo, los cuales son la continua-

ción meridional del Famatina. Está situado en la hoja 18e Paganzo de la Dirección Nacional de Geología y Minería. Por dicho portezuelo pasa el camino que une Patquía con Villa Unión (ruta nacional n° 25) y que lo cruza en el mojón que señala el kilómetro 79.

La estratigrafía de la zona es simple. El basamento granítico constituye el núcleo de la Sierra del Molle, el cual ha sido levantado por una falla en su borde occidental, de rumbo norte-sur, y que aparentemente pierde rechazo hacia el sur. Esto explicaría la distribución de la cubierta sedimentaria paleozoica representada por el Paganzo³, que si bien quizás ha sido denudada en la cumbre de la serranía (sobrepasa los 2.000 metros), aún cubre el granito en el extremo sur y oriental. En la hoja inmediatamente al norte (17d Catinzaco), en la continuación de la misma unidad serrana, se repite el mismo esquema, señalando también Fidalgo⁴ la deposición del Paganzo I sobre el granito. En otras palabras, se repite aquí la conocida disposición estructural en las Sierras Pampeanas: un gradiente tectónico fuerte a partir de la falla principal, que disminuye a ambos lados de ella, de tal manera que a 4 kilómetros de la Sierra del Molle, en la Loma Blanca y Loma Negra, el Triásico ya está muy poco inclinado hacia el naciente. En estas lomas y en las del Km. 96, situadas a 8 km al oeste de la sierra, las capas triásicas intercalan filones capas de diabasa.

El detalle tectónico de fracturación del basamento es en realidad algo más complicado por cuanto en el lado oriental del Cerro Blanco el basamento se halla también dislocado, según se apre-

³ En este trabajo no se analiza el problema estratigráfico en cuanto a qué piso del Paganzo corresponden los depósitos sedimentarios rojizos que cubren al granito en esta localidad. Pero se estima que pertenecen al Paganzo II.

⁴ Comunicación verbal.

cia por la existencia de deformación dentro del granito y más claramente aún en la local perturbación de las capas de la cubierta sedimentaria.

Basamento:

En Paso del Molle el granito de la variedad más común es de grano mediano a grueso, color rosado claro con biotita en un 5 %, que varía ya hacia tipos más oscuros, más ricos en biotita, como hacia tipos francamente leucocráticos. Es un granito microclínico con abundante cuarzo, oligoclasa y biotita; esta última con crecimiento secundario de muscovita. Su estructura es granular panalotriomorfa, con sólo esbozo de desarrollo euedral en algunos cristales de plagioclasa. Entre esta última y el microclino se desarrollan mirmequitas. Los minerales accesorios son apatita y magnetita. Las rocas son, en general, frescas, salvo alteración arcillosa de feldespato, separación de óxidos de hierro en las láminas de biotita e impregnación del mismo en la roca. En la plagioclasa se desarrollan laminillas de sericita y granos de calcita. Este mineral forma venillas que cortan a la roca y que sin duda están relacionadas con la calcita del cemento de las areniscas sobrepuestas. También se advierten franjas de alteración de pocos metros de espesor y que con rumbo norte-sur están relacionadas con líneas de mayor fracturación, como se puede apreciar, por ejemplo, debajo de la obra de arte del camino en el Km. 78,500. La deformación del cuarzo es variable, siendo intensa en algunas muestras, donde llega a formar estructuras de mortero, reflejo de la ya aludida dislocación del basamento.

Es posible distinguir además, siempre en los alrededores del camino, un tipo más básico de plutonita de color gris oscuro, moteado en blanco, con una buena orientación de la biotita y desarrollo de foliación; trátase ya de una

tonalita hornblendo-biotítica, cuya plagioclasa es andesina, y que tiene como minerales accesorios apatita, magnetita y titanita.

Dentro del granito común son escasas las venillas aplíticas y el desarrollo de grano grueso, tipo pegmatoide. Los únicos xenolitos observados son de roca metamórfica del basamento, el mayor de ellos —micacita biotítica— es de 6 metros de largo por 1 de ancho. No existe ningún xenolito que pueda ser comparable con las rocas del Paganzo.

Sedimentitas

Las sedimentitas que cubren al granito en esta localidad y que los autores

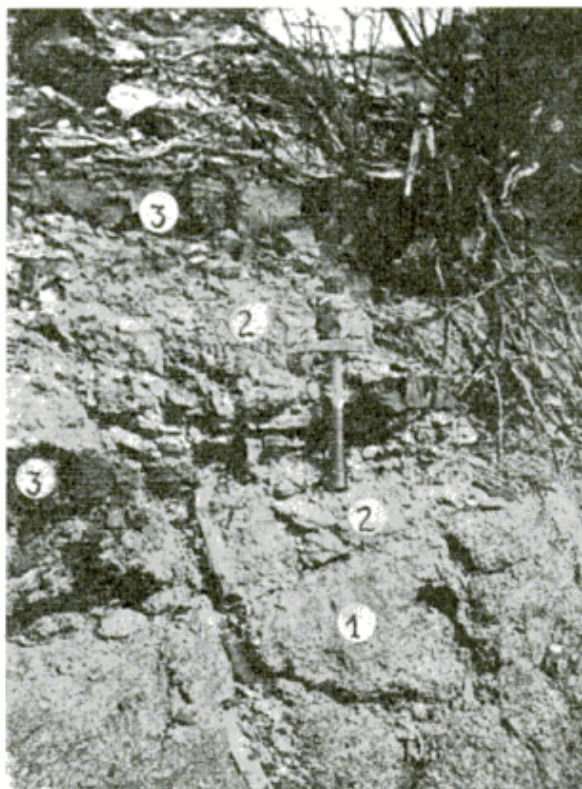


Fig. 2. — Estratigrafía del conglomerado de clastos graníticos de la sección basal del Paganzo: 1 = granito; 2 = conglomerado; 3 = fangolitas.

adscriben al Paganzo II, están representadas en general por areniscas micáceas de grano fino, fuertemente cementadas por óxidos de hierro con participación en lajas muy características. Se

hacen más arcillosas, llegando a fangolitas igualmente ferruginosas de color rojo chocolate fuerte. Además están integradas en los primeros metros basales por areniscas arcóscas, de granos de tamaño mediano, de color rosado y con buen redondeamiento. Los dos tipos primeros son los predominantes y se disponen en bancos de 10 a 30 centímetros, alternando con fangolitas y areniscas finas conglomerádicas y conglomerado. Los clastos de esta facies conglomerádica (véase fig. 2) son todos graníticos, y en los espesores mayores alcanzan hasta 15 centímetros de diámetro. Inmediatamente sobre el contacto se hallan indistintamente las facies pelíticas, psamíticas o el conglomerado.

En el cerro fotografiado por Heim (1949, lám. XII, nº 1) o Cerro del Portezuelo (véase figs. 5 y 6) se hallan ausentes los conglomerados, no así donde la discordancia se halla en niveles más bajos. En ese cerro la roca dominante es la arenisca fina, chocolate oscuro. En todos los casos en las rocas que están junto al contacto ha sido posible detectar su carácter postgranítico, debido a la existencia dispersa, aún en las facies más finas de clastos individualizables a simple vista, de composición granítica. Estos detalles se analizan más adelante.

RELACIONES DE CONTACTO

Los argumentos demostrativos de la superposición de los sedimentos del Paganzo sobre el granito en Paso del Molle incluyen aspectos geomorfológicos y litológicos a través de los cuales es posible reconstruir el proceso de sedimentación sobre una superficie irregular de granito, diaclasada, fisurada y degradada por la alteración que estaba sufriendo al mismo tiempo que la deposición de los sedimentos.

De este relieve anterior se conservan rasgos evidentes, como el espolón de granito que mereció la atención de

Heim, que lo ilustró y describió brevemente (Heim, 1949).

Este cerro o espolón es el que llama muy particularmente la atención en el terreno, y la interpretación de lo que Heim (1949, lám. XII, nº 1, y fig. 17) llama “stock granítico en las areniscas rojas pérmicas que coronan el cerro” (sic), al ser visto desde una sencilla consideración actualista, conduce a resultados que concuerdan con la interpretación dada anteriormente. Así lo con-

queamiento dómico en las capas rojas que lo cubren.

a) *El relieve prepaganzo y la sedimentación*

La erosión posterior a la dislocación terciaria ha descubierto en Paso del Molle la irregularidad de la superficie del basamento, sobre la cual se depositó el Paganzo.

Aquí el espolón granítico del Cerro

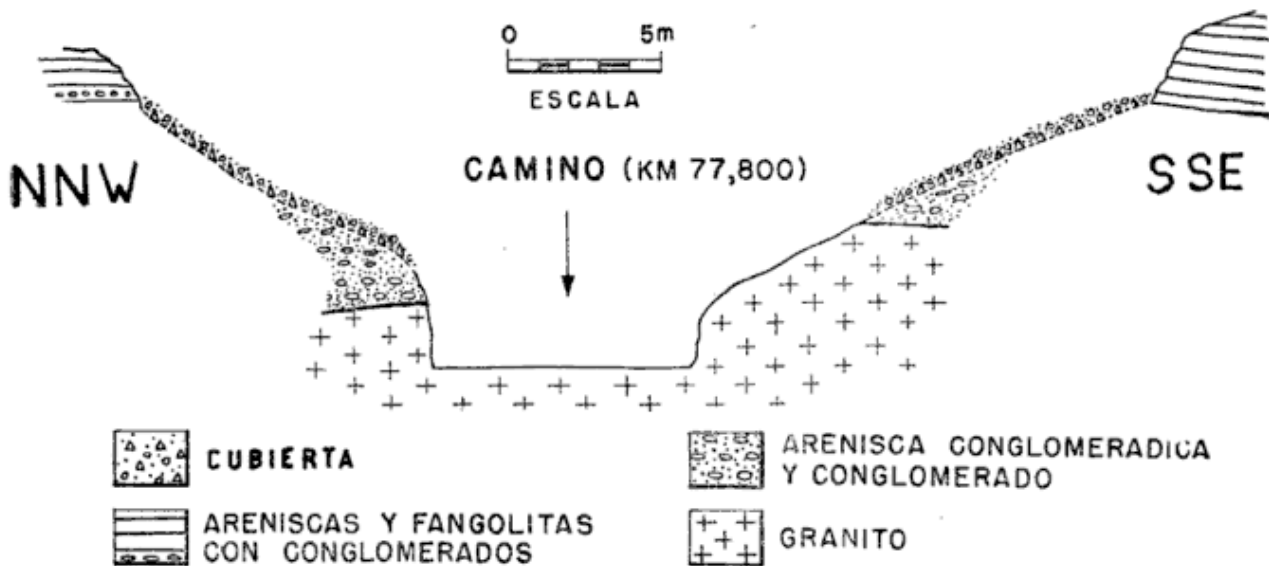


Fig. 3. — Perfil mirando hacia el SW en el corte del camino (km 77,800) mostrando la superposición del Paganzo sobre el granito

firman la litología basal del Paganzo en esta zona, los detalles de las sedimentitas en el contacto directo con el granito y las filtraciones de material arcilloareno-ferruginoso en las fisuras superficiales del granito, a modo de relleño, que aparecen en algunos casos como diques clásticos.

Podría parecer superflua esta enumeración ante la evidencia concreta que ofrecen las intercalaciones de conglomerado granítico en la base de las sedimentitas, pero se hace necesario porque han sido olvidadas —sin duda por ligereza en las observaciones— por Heim, haciendo en esta forma privar sobre sus deducciones la falsa impresión de que el resalto granítico del Cerro del Portezuelo fuera un stock que produjo ar-

del Portezuelo formaba durante la deposición del Paganzo una loma de no menos de 50 metros de alto con respecto a los bajos circundantes. Este relieve fue sepultado por una rápida sedimentación, a la cual contribuyó con sus materiales el granito de la loma, de modo que se llegó a un tipo de paisaje que se podría definir como un relieve ahogado, análogo, por otra parte, al que es común observar en las fajas pedemontanas de las altas serranías actuales en muchas partes del país.

Llama la atención que Heim (1949, fig. 17) haya señalado los conglomerados únicamente en los bajos, sin advertir el significado de este hecho. Los autores han comprobado que la observación sobre los conglomerados es co-

recta, ya que por encima del espolón granítico del cerro del Portezuelo no hay conglomerado. Allí las capas son de una litología muy homogénea: fangolitas y areniscas ferruginosas. Esto significa que mientras se estaban rellenando los bajos, el espolón era una loma emergente, sujeta a la erosión, y por lo tanto proveedora de los clastos graní-



Fig. 4. — Esquema que muestra la alternancia litológica de las capas basales del Paganzo sobre el granito con un caso de relleno de diaclasa. En este último por material proveniente de de la capa suprayacente.

ticos de los bajos; posteriormente, cuando la loma fue rebasada por las sedimentitas la facies era ya más finas

Como se aprecia por las ilustraciones nos 3 y 4, sobre el granito yace indistintamente conglomerado o sabulita, o bien la facies fina, arena o arcillita con mucho óxido de hierro. La figura 2 ilustra aspectos del conglomerado que yace discordante sobre el granito.

Aun en el cerro del Portezuelo, en el faldeo, la base de las sedimentitas contiene en adición a la arenisca ferruginosa —claramente dominante— espesores de 10 a 20 centímetros de sabulita de composición granítica.

Es indudable que sobre la apreciación de estas evidencias de la sedimentación ha privado en el ánimo de Heim la apariencia de stock que ofrece a la vista el espolón de granito del cerro del Portezuelo, según se desprende de

sus propias palabras, ya que expresa (Heim, op. cit., p. 27) que “el último⁵, en forma de contacto ígneo, eleva al pérmico en su dorso” y luego (op. cit., p. 30) “parece así que junto con la intrusión el granito forma el núcleo anticlinal”. Con respecto a esto los autores han cuidado la observación de la actitud de las capas que inclinan pocos grados, en general hacia el sudeste. Así la fotografía (fig. 5), obtenida desde el km. 78 hacia el sudoeste, sugiere, por la aparente inclinación de las capas, una actitud de anticlinal; en cambio la fotografía tomada desde la altura del km. 78,500 revela continuidad de la estratificación sin combaduras (fig. 6). Resulta así que la apariencia de pliegue está dada por el juego de diaclasas y por la distinta inclinación aparente en los distintos planos del fal-



Fig. 5. — Fotografía del Cerro del Portezuelo (comparar con Heim 1949, lám. XII, figs. 1 y 17) donde se aprecia la falsa impresión de gran combadura de las capas del Paganzo sobre el espolón granítico que se interpreta aquí como remanente de un viejo relieve.

deo, debido a la erosión. Por lo tanto el efecto de domamiento no ha sido producido por intrusión.

La figura 6 muestra cómo las capas sedimentarias chocan contra el granito del espolón; la explicación es simple: la colmatación de los bajos se ha hecho

⁵ Se refiere al granito del Cerro del Portezuelo.

en capas horizontales que transgreden progresivamente niveles superiores del relieve granítico.

En el Km. 79 desciende desde el cerro del Portezuelo una hondonada suave, donde se comprueba nuevamente que la apariencia de las relaciones entre el Paganzo y el granito deben ser estimadas como resultado del relleno de un viejo relieve, vuelto a recortar por la erosión moderna. En este lugar se aprecia que la hondonada se ha labrado justamente donde estaba la hondonada pre-Paganzo; de este modo resulta que en aquélla el Paganzo se conserva a niveles muy bajos, ya cerca del camino, mientras que a ambos lados de este relleno sedimentario aflora el granito. Esta observación, a pesar de su simplicidad, esclarece otra de las apariencias que se conjugan en la zona del Portezuelo del Molle para dar la impresión de intrusividad.

b) Algunos detalles del granito y las capas del Paganzo junto al contacto.

Otro problema que se halla en conexión con la posible intrusividad del granito es el reconocimiento de los efectos de contacto. Los autores han examinado esta cuestión en el campo, completándola luego mediante la observación de cortes delgados, llegando a la conclusión de que no se observa efecto térmico ni tampoco metasomatismo o aporte proveniente del granito. Heim había dejado esta cuestión pendiente al expresar que el metamorfismo de contacto era poco claro.

Llama la atención, sin embargo, que en algunos lugares la arenisca o fangolita en el contacto con el granito tenga un borde de 1 a 2 centímetros más oscuro que el resto. A primera vista podría tomarse como un efecto de contacto. De acuerdo a lo comprobado, tanto al examen a ojo desnudo como al microscopio, este rasgo se interpreta como una mayor impregnación de óxido de

hierro contra la superficie más impermeable del granito.

Esto concuerda con la existencia de fisuras dentro del granito, cercano al contacto, irregulares, a veces bifurcadas, que están rellenas con óxido férrico análogo al que cimenta las areniscas o fangolitas. Más aún, el relleno de las aberturas del granito en su parte superior tiene el carácter de dique elástico. La figura 7 ilustra el caso.



Fig. 6. — El mismo cerro que el ilustrado en la figura 5. Fotografía tomada desde el km 78,500. Se aprecia en contraste con la figura 5 la ausencia de combadura de las capas del Paganzo.

La relación con las sedimentitas suprayacentes queda aclarada con el esquema de la figura 4. El caso de la figura 7 es una diaclasa abierta unos 15 centímetros, rellena por arenisca con clastos redondeados de grano mediano, de cuarzo, microclino, plagioclasa, hojuelas de mica, clastos pequeños de granito, granos de areniscas cementados por hidróxidos férrico y calcita. Esta roca de relleno se halla en relación con

la capa suprayacente de arenisca y fangolita. Está claro que el material procede del que formó aquella capa. Queda así demostrada la penetración del material sedimentario dentro de las fisuras que el granito presentaba en el relieve expuesto cuando sobrevino la sedimentación del Paganzo. El óxido de hierro como gel móvil ha penetrado aun en las fisuras más delgadas. En la figura 7 se puede apreciar este detalle.

granos por su desagregabilidad cuando está algo alterado. comprenderá que éste es el caso del granito del Molle, en su contacto con las capas del Paganzo.

El mismo fenómeno se produce en los conglomerados, sabulitas y areniscas arcóicas, suprayacentes, que se hallan a su vez cubiertas por sedimentitas ricas en óxidos de hierro.

Los conglomerados con matrix sabu-



Fig. 7. — Dique clástico dentro del granito constituido por arenisca conglomerática cementada por hidróxido férrico. Se halla en conexión con la capa basal de cemento ferruginoso del Paganzo (cf. fig. 4). Obsérvense fisuras delgadas rellenas con material ferruginoso.

En algunos de los rellenos de fisuras de 1 cm o más de espesor se observa que el material clástico de relleno se halla más oscurecido por la coloración ferruginosa en un bordecito delgado (menos de 1 mm) junto a las paredes de la fisura. Esto se explica por el modo de percolación del gel ferruginoso, que resulta muy semejante al mencionado respecto del borde ferruginoso de las sedimentitas en contacto con el granito.

Cualquiera que haya observado las condiciones que presenta por lo general una superficie de granito expuesta con fisuras, salientes, desprendimientos de

lítica o arenosa llegan a estar muy cementados, compactados, y la moderada impregnación ferruginosa los hace muy semejantes —en un rápido examen— a la superficie del granito algo alterado. Los autores piensan que esto debe destacarse por cuanto es posible la confusión entre una arcosa o sabulita arcóica muy compactada y granito, con la consiguiente interpretación errónea de que podría tratarse de una penetración granítica en capas concordantes entre las sedimentitas. El granito también en su nivel superior puede pasar casi imperceptiblemente a una arcosa o sabulita arcóica formada *in situ*, casi sin

transporte, que resulta muy semejante a otros niveles más altos de arcosa y al granito mismo. Esto sugiere la gran importancia del cuidado de la observación de los contactos.

Amos y Zardini (1962, p. 52) se refirieron en detalle a las características del contacto entre granito y Paganzo en el dique Los Sauces (La Rioja), donde el examen cuidadoso del pasaje de granito a arcosa aporta argumentos en contrario a una supuesta intrusividad.

Respecto de los xenolitos observados en el granito, son los comunes que se hallan en las arenas graníticas de las Sierras Pampeanas, es decir, de micacitas, sin que ninguno de los observados por los autores pueda ser asignado a las sedimentitas del Paganzo. Los únicos materiales clásticos de cemento ferruginoso que se hallan dentro del granito en sus niveles superiores son los ya mencionadas fisuras y diques clásticos, rellenos por materiales provenientes de los sedimentos del Paganzo.

SIGNIFICADO DE LOS RESULTADOS

El análisis precedente de las relaciones del contacto entre el granito y el Paganzo en Paso del Molle lleva a la conclusión de que en esta localidad no existe la intrusión que la bibliografía menciona (Cuerda, 1963, p. 21). La importancia del tema no es la mera interpretación de la geología de un lugar porque la suposición de la intrusión de un granito dentro del Paganzo en esta región de las Sierras Pampeanas implica modificar profundamente el esquema tectónico ajustado a una historia geológica. En ella el período de deposición del Paganzo (Pérmico-Carbóni-

co) se caracteriza por una acumulación de sedimentos continentales en un área de estabilidad sólo perturbada por líneas de fracturación del basamento, antecesoras de las dislocaciones terciarias. El único proceso endógeno mencionable consiste en el vulcanismo en esta región, el cual puede haber seguido esas líneas estructurales. Es por este motivo que la cita de Cuerda (op. cit. p. 21) cobra importancia, más aún cuando confiere para las opiniones dubitativas de Heim el carácter de demostración de intrusividad en la localidad de Paso del Molle.

Este es un caso donde la interpretación de las relaciones reales entre las unidades litológicas solamente pueden ser esclarecidas cuidando el principio de que la geología logra siempre sus resultados en la lucha contra la apariencia.

REFERENCIAS CITADAS EN EL TEXTO

- Amos, A. J. y Zardini, R. A. (1962). *Geología de algunos depósitos de arcillas de La Rioja*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XVII, nos 1-2, pp. 47-82. Bs. Aires.
- Cuerda, A. J. (1963). *Yacimientos de Baritina en la provincia de La Rioja*. — Minería, Año I, abril 1963, pp. 15-21, Bs. Aires.
- Heim, A. (1947). *Bosquejo tectónico de la Sierra de Paganzo, provincia de La Rioja*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. II, n° 2, pp. 122-126, Bs. Aires.
- Heim, A. (1949). *Estudio geológico del Carbón "Rético" y del Valle de La Peña, Prov. de San Juan y La Rioja*. — Direc. Gral. Ind. Min., Bol. n° 69, Bs. Aires.
- Penck, W. (1914). *La geología del Valle de Fiambalá y las cordilleras limítrofes al norte de Tinogasta (prov. de Catamarca)*. — Bol. Min. Agric., t. XVII, pp. 270-277, Bs. Aires.
- Turner, J.C.M. (1958). *Estratigrafía de la Sierra de Narváz (Catamarca y La Rioja)*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XII (1957), n° 1, pp. 18-60, Bs. Aires.

NOTA AL EDITOR:

Señor: En la revista "Neues Jahrbuch für Mineralogie" fue publicado el resultado de los estudios sobre un nuevo mineral, la Angelellita, que por haberse encontrado en la Argentina considero pueda ser de interés para sus lectores.

El mineral fue encontrado por Ahlfeld en el Socavón Yareta, Cerro Pululus, prov. de Jujuy, asociado a casiterita y hematita, en oquedades rellenas por productos de una fumarola. El nombre fue sugerido por F. Ahlfeld en honor del Ing. Angelelli.

Este nuevo mineral fue estudiado por P. Ramdohr, F. Berndt y K. Weber, quienes obtuvieron los siguientes resultados:

Es de color castaño-negruzco, traslúcido en esquirlas, tiene brillo semimetálico a bléndeo y posee raya castaño-rojiza hasta amarilla en polvo fino. Dureza 5,5 y peso específico 4,87 (según Ramdohr) y 4,95 (según Berndt). Es triclínico, de signo óptico positivo, ángulo 2V medianamente grande, no pudiéndose medir la dispersión del ángulo 2V por su intenso color propio. Los índices de refracción (en mezcla de S-Se y luz de Na) son: $n\alpha = 2,13$, $n\beta = 2,40$ y $n\gamma$ aproximadamente 2,2. Pleocroísmo de rojo castaño a rojo sangre en grano grueso hasta amarillo en grano fino. Absorción de $Z > X$. Se pule muy bien, mejor que sus acompañantes, casiterita y hematita. Poder de reflexión en aire similar al de blenda, más bajo en inmersión de aceite. Anisotropía fuerte, enmascarada en inmersión por los reflejos internos, que varían entre rojo brillante y anaranjado. Birrefringencia fuerte, especialmente en aceite, siendo $\Delta n = 0,2-0,3$. El ángulo de extinción no pudo ser medido por falta de líneas directrices. Es difícilmente fusible, con formación de régulo magnético. El polvo es lentamente soluble en ClH. El análisis químico fue efectuado por Berndt, siendo los resultados:

Fe ₂ O ₃	55,8	43,8	59,3
As ₂ O ₅	32,2	24,5	28,2
SiO ₂	5,81	2,61	2,73
SnO ₂	2,92	0,43	0,39
Al ₂ O ₃	2,82	2,15	1,26
Insol.	—	25,62	8,16
	99,55	99,11	100,04

La fórmula química es: 2Fe₂O₃ · As₂O₅.

Los estudios de Weber dieron los siguientes resultados: por fluorescencia de rayos X determinó 3% de Sb y que la relación Fe₂O₃ : As₂O₅ es cercana a dos. Los diagramas con cámara de Weissenberg muestran que el mineral es triclínico; el grupo espacial es C₁ o eventualmente C₁; $a_0 = 5,03 \text{ \AA}$, $b_0 = 6,49 \text{ \AA}$ y $c_0 = 7,11 \text{ \AA}$ (todos $\pm 0,01$); $\alpha = 114,4^\circ$, $\beta = 116,4^\circ$, $\gamma = 81,9^\circ$, (todos $\pm 1^\circ$); $Z = 1$. $\rho = 4,87 \text{ g/cm}^3$. El diagrama de Debye-Scherrer da las siguientes líneas más intensas: 3,152 (10), 2,997 (7) y 2,856 (5).

CITAS BIBLIOGRAFICAS

Ramdohr, P. mit Ahlfeld, F. und Berndt, F. 1959. Angelellit, ein natürliches triklines Eisen-Arsenat, 2Fe₂O₃ · As₂O₅. — Neues Jahrbuch für Miner. Monatsh, n^o 7, pp. 145-151.
 Weber, K. 1950. Eine kristallographische Untersuchung des Angelellits, 2Fe₂O₃ · As₂O₅. Ibid. pp. 152-158.

MILKA K. DE BRODTKORB
 Departamento de Geología
 Universidad de Buenos Aires

Buenos Aires, junio de 1963.

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Miembros Honorarios

- † Prof. Dr. JUAN KEIDEL
- Prof. Dr. PABLO GROEBER
- † Prof. Dr. JOAQUÍN FRENGUELLI
- † Prof. Dr. FRANCO PASTORE

Miembros Correspondientes

- Prof. Dr. ARNOLDO HEIM (Suiza)
- Prof. Dr. VÍCTOR M. LÓPEZ (Venezuela)
- Prof. Dr. LUCIANO JACQUES DE MORAES (Brasil)
- Prof. Dr. ENRIQUE GERTH (Alemania Occidental.)

Miembros Benefactores

- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- Dirección Nacional de Minería y Geología.
- Pan American Argentina.
- Shell C.A.P.S.A.
- Tennessee Argentina.
- Yacimientos Carboníferos Fiscales.
- Esso.

Miembros Activos

- Alcoba, Edmundo, Salta.
- Achen, Héctor, T. Luzuriaga 219, Mendoza.
- Alfonso, Rafael, 61, n° 161, La Plata.
- Almarza, Gabriel, Banco Industrial, Capital.
- Alvarez, Elsa P. de, Cabrera 5465, Capital.
- Amos, Arturo J., Martín Rodríguez 249, Adrogué.
- Angelelli, Victorio, Donado 3946, Capital.
- Angeleri, Alberto D., Comodoro Rivadavia (General Mosconi).
- Anselmino, Adolfo M., Estafeta Postal, « Recreo Venecia », City Bell, F. Roca.
- Antuña, Eloy J., Varela 71, 4°-L, Capital.
- Archangelsky, Sergio, Agüero 1450, 1°-B, Capital.
- Arellano, Alberto R., Apartado 19066, México 4, D. F., México.
- Aristaráin, Lorenzo F., Av. Santa Fe 3246, 5°, dpto. 34, Capital.
- Arrington, Robert M., Casilla Correo 1330, Capital.
- Aspilcueta, Juan, Calle 6, n° 940, La Plata.
- Bachmann, Elsa Y. W. de, Azul 359, A, Capital.

- Baín Larrahona, Hugo, Casilla Correo 1330, Correo Central.
Baldis, Bruno A., Salguero 1859, Capital.
Baldomir, Héctor, Juan A. García 1740, Capital. Dto. « C ».
Banchero, José Carlos, Matheu 139, San Martín, Prov. Buenos Aires.
Banks, Luis M., Tacuarí 336, Capital. 6º piso « A ».
Barrionuevo, Luis A., Libertad 227, Chilecito, La Rioja.
Bassi, Hugo G. L., Juan Francisco Seguí 4710, Capital.
Battaglia, Atilio, Piedras 1162, « B ». Capital.
Baulies, Oscar L., Rioja 891 9º, dpto. 2, Rosario de Santa Fe.
Belcastro, Humberto, Belgrano 480, Sarmiento, Chubut.
Bellmann, Rogelio, Av. Santibáñez 1894, San Salvador de Jujuy.
Bellofiori, Emma A. de, Casa 3862, General Mosenio, Comodoro Rivadavia.
Bentz, Alfredo, Wiensentrasse 1, Hannover, Alemania Occidental.
Benvenuti, Juan C., San Lorenzo 4581, Rosario Santa Fe.
Bergmann, Federico, Chacabuco 159, Bernal, F. C. Roca.
Bianchi, José Luis, Y.P.F. C. Rivadavia. Hotel Huéspedes, kil. 3, Chubut.
Boëhm, Karl Egon, General Roca 21, dpto. B, Villa Ballester.
Bogye, Héctor, Casilla Correo 379, Comodoro Rivadavia.
Bordas, Alejandro, Coronel A. Figueroa 575, Capital.
Borrazas, Carlos H., 25 de Mayo 560, Bernal, F. C. Roca.
Borrello, Angel V., Av. Alsina 1768, Lomas de Zamora, F. C. Roca.
Bosselli, Ricardo R., Pedro Morán 4420, Capital.
Botero Arango, Gerardo, Balboa 6313, Medellín, Colombia.
Bozzolo, Alberto, 5 nº 1331, La Plata.
Braccacini, Osvaldo I., San Martín 232 4º, Of. 411.
Branissa, Leonardo, Y. P. F. Bolivianos C. 401, La Paz, Bolivia.
Brarda, Santiago, Echeverría 1528, Capital.
Brodtkorb, Milka K de, Echeverría 3565, Capital.
Busignani, Vicente, La Rioja 48, Concepción, Tucumán.
Burnett Bruce, Roland, Belgrano 1670, Capital.
Cabrera, Juan M., Calle 36, Nº 762, La Plata.
Caligari, Horacio R., Piedras 1319, Capital.
Calmels, Augusto P., Paraguay 237, Bahía Blanca.
Camacho, Horacio H., Alsina 3203, 7º, dpto. 15, Capital.
Caminos, Roberto Luis, Av. Francisco Beiró 3757, 2º piso, dpto. 1, Capital.
Cannelle, Luis E., Beruti 3655, 1º-D, Capital.
Cappannini, Dino A., Calle 36, Nº 1029, La Plata.
Cappelletti, Julio C., Salvador María del Carril 4431, Capital.
Carafi, Gustavo P., Córdoba 1636 (Palermo Bajo), Córdoba.
Casas, Julio H., Barrio General Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Casamiquela, R., Medrano 227, 4º-C, Capital.
Caserta, Nicolás, Acoyte 473 2º, Capital.
Castellanos, Alfredo, Alem 1626, Rosario de Santa Fe.
Castellani, Juan David, Rioja 1137, San Luis.
Castellaro, Hildebranda, Esmeralda 1073 5º, Capital.
Cayo, Roberto M., Joaquín V. González 572, Dto. 3, Capital.
Cefaly, Walter, Hipólito Yrigoyen 1974, B, Capital.
Cetrángolo, Zulema Ch. de, Melincué 3733, Capital.
Civalero, Heraldo F., Casill Correo 379, Comodoro Rivadavia
Clayton, Rogelio Carlos, Juan B. Justo 1730, Florida, Buenos Aires.
Coco, Alberto L., Mario Bravo 41, 2º-D, Capital.
Conti, Luis, Callao 1253, 2º-A, Capital.
Copeland, Haroldo, Belgrano 920, Capital.
Cordon, Victor, Inspección de Riego, Cinco Saltos, Río Negro.
Croce, Romeo, Angel Gallardo 470, Capital.
Crouset, Alejandro, Ituzaingó 333, Villa Ballester.
Cucchi, Rubén J., Esquiú 1276, C, Capital.
Cuerda, Alfredo, J., Arias 4794, Capital.

- Cuomo, Jorge R., Páez 2033, Capital.
Chaar, Edmundo. Gallegos 3478, Capital.
Czajka, Willi, 3401, Nikolausberg, Schalstrasse 15, Gottingen, Alemania.
D'Angelo, Hugo A., General Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Daniel, Joaquín, Juncal 3648 6°, Capital.
Danieli, Celestino A. (no comunicó su dirección).
De Alba, Enrique, Libertad 2887, Florida, Prov. Bs. Aires.
De Carli, Josefina U. de, Alsina 164, 12°, Bahía Blanca.
De Ferrariis, Carmelo, Sánchez 2350, Mármol.
De Giusto, José M., Y.P.F. Campamento n° 1, Plaza Huincul, Neuquén.
De Golyer y Mac Naughton Inc, 5625 Daniels Avenue, Dallas, Texas.
De la Iglesia, Héctor, Hermógenes Ruiz 615, Sur, Nueva Palermo, Desamparados, San Juan.
De la Mota, Héctor, Chile 939, Mendoza.
De los Hoyos, Leandro, San Nicolás 935, Castelar.
Del'Vo, Angel, Tucumán 375, Neuquén.
Dessanti, Raúl N., Morón 5080, Capital.
Di Gregorio, José H., C. C. 58, Neuquén.
Díaz, Horacio, A., Av. Gral. San Martín 486, piso 11, Vte. Lopez (B. A.).
Díaz Peña, Isolina, Calle 58, n° 504, La Plata, F.C.G.R.
Dienger, Luciano, Alsina 1097, Ramos Mejía, F. C. D. F. S.
Dilena, Juan Pablo, Rivadavia 1934, Capital.
Di Persia, A. Pte. Yrigoyen 219, B, Paraná, (E. Ríos).
Doliner, Luis, Tucumán, 2525, dpto. 3, Capital.
Domato, Héctor Raúl, Alemania 56, Almafuerde, Prov. Córdoba.
Domazet, Isaac A., Araujo 521, Capital.
Domínguez, Oscar, Cerviño 3101, Capital.
Dujmovich, Oscar A., Calle 66, N° 2727, La Plata.
Elizalde, César O., José M^a. Moreno 1074, 2°, dep. 1, Capital.
Erramauspe, Lorenzo S., Avellaneda 415, Temperley.
Erdmann, Juan R., Y.P.F., Comodoro Rivadavia, Barrio Gral. Mosconi, Km 3, Chubut.
Etchevehere, Pedro H., Granaderos 186, Capital.
Etchichury, María C., Gral, J. G. de Artigas 416, 5°, A, Capital.
Etchart, Luis M., Belgrano 480, Sarmiento, Prov. Chubut.
Evans Morgan, Eilir, Av. Libertador, Gral. San Martín 8250, Capital.
Fabbian, Tiberio, Núñez 1891, Capital.
Favero, Luis A., Ramón Castro 760, Olivos, Prov. Buenos Aires.
Fernández Aguilar, Rafael, Pedro Goyena 901, Capital.
Fernández Carro, Alfredo, Campamento Vespucio, Y. P. F., Salta.
Fernández, Julián A., Plaza Güemes 167, La Plata.
Fernández, Gerardo, Pueyrredón 140, Mendoza.
Fernández Lima, J. C. R., Francia 2977, Castelar.
Ferreiro, Vicente J., Miguel, Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Ferrer, José Alberto, Diag. J. A. Roca 651, 9° piso, Capital.
Fidalgo, Francisco, Calle 119, N° 229, La Plata.
Filardo, Juan José Y.P.F., Comodoro Rivadavia, Barrio Gral. Mosconi, Km. 3, Chubut.
Flores, Miguel, Artigas 416, Capital.
Flores, Williams, Eleodoro Flores 2425, Ñuñoa, Santiago, Chile.
Francia, V., Miguel, Australia 2063, Capital.
Frutos, Rubén Francisco, Constitución 1110, San Luis.
Fuschini, María Carlos. Luis María, Campos 369, Capital.
Furque, Guillermo, Comodoro Py 547, Mármol.
Galván, Amílcar P., Santiago, Valerga 1017, Quilmes.
Gamba, José Luis, Av. Vergara 3568, Quinta « Los Cerezos », Hurlingham.
Gancedo, Francisco, Nother 1158, Adrogué.
García, Campra, Horacio, Río Bamba 944, Capital.
García, Héctor Horacio, Las Heras 1333, Vicente López, Buenos Aires.
García, José, Bermúdez 971, La Lucila.

- García, Elsa R. del C. de, Roque Saenz Peña 1898, dpto. 3, Olivos.
García Vizcarra, Pedro, Belgrano 682, Lomas de Zamora.
Gay, Hebe Dina, Lavalleja 975, Córdoba.
Gentili, Carlos A., Juan B. Alberdi 2636, Olivos.
Giovine, Alberto T. J., Av. Libertador General San Martín 7790, Capital.
González Amorín, R., Estanislao Zeballos 391, Bernal.
González Astorquiza, M., Gallo 1645, 7°-A y B, Capital.
González Bonorino, Félix, Agustín Alvarez 2430, Capital.
González, Eduardo M., Echeverría 2755, Capital.
González, Ismael (no comunicó su dirección).
González Díaz, Emilio, Pasaje Virrey Melo 964, Capital.
González Laguinge, Horacio, L. Echeverría 2755, 3°-H, Capital.
Gorelik, Pedro, General Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Gramajo, Arnoldo, Boedo 908, LL, Capital.
Grondona, Mario F., Charcas 5156, Capital.
Grossi, Bartolomé S., Monroe 4350, dpto. 2, Capital.
Guerrero, Federico, Chile 939, Mendoza.
Guerstein, Beatriz Melba, Rivadavia 2134, 3°-C, Capital.
Guichardot, Gabriel E., Roque Sáenz Peña 832, Capital.
Harrington, Horacio J., Tennessee Boulding Houston 2, Texas, U. S. A.
Heinscheimer, Jorge, Avellaneda 540, Merlo, F. C. D. F. S.
Hess, Walter (no comunicó su dirección).
Herbst, Rafael, Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Herrera, Amílcar, Alsina 2150 Capital.
Herrero Ducloux, Abel, 5625 Daniels Av., Dallas, 6, Texas, U. S. A.
Hillar, Néstor A., Av. Caraffa 986, Villa Cabrera, Córdoba.
Hogg Stanley, C., Dardo Rocha 264, Martínez.
Holmberg, Eduardo, 11 de Septiembre 1409, Capital.
Humphrey, Williams (no comunicó su dirección).
Incarnato, Arístides, Nicolás Videla 434, Capital.
Ingrassia, Valiente, Adm. Y. P. F., Casa 149, Camp. I, Plaza Huincul. Neuquén.
Jenkins, Olaf P., P. O. Box 479 Pacific Grove, California, U. S. A.
Jutorán, Abraham, Calle 34, 673, La Plata.
Kapeluz, Verena K. de, Malabia 2777, 9°, Capital.
Kejner, Mauricio, Perú 560, Capital.
Klein, Mario, Sargento Cabral 851, 6°-A, Capital.
Kreimer, Roberto, Santa Fe 1440, local 16, Capital.
Konzewitsch, Nicolás, Larrazábal 2870, Capital.
Korten, Herbert, C. C. 49, Las Heras, Prov. Santa Cruz.
Lapidus, Alberto, Marquez de Loreto 1974, Castelar.
Langsteiner, Rodolfo, Venezuela 1312, Capital.
Latorre, Carlos O., Allende 4445, Capital.
Leanza, Armando F., Caseros 159, Haedo.
Lesta, Pedro, R., Buchardo 916, La Lucila.
Licciardo, Francisco, Ascasubi 200. Barrio Parque, Bernal.
Limousin, Julio, A., (no comunicó su dirección).
Linares, Enrique, Lugones 2864, Capital.
Lombard, Ernesto, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
López Polo, Oscar, Gallo 37, Lomas de Zamora.
López, Rubén, Chacabuco 178, Capital.
López, Ricardo, Guayaquil 160, dep. 1, Capital.
Losada, Oscar Alberto, Pueyrredón 179, Bahía Blanca.
Lyons, Wilfredo, Castrovirreyna Metal Mines Comp., Pisco Playa C. 22, Pisco, Perú.
Llambías, Eduardo, Charcas 3445, 4° B, Capital.
Llambías, Horacio, E. Morello 637, San Andrés, F. C. B. M.
Llambías, Lidia Malvicini de, Charcas 3445, 4° B, Capital.
Madril, Federico (no comunicó su dirección).
Manfredi, Jorge H., Fernando del Toro 149, Monte Grande.

- Marinkeff, Kirilo, Diag. 74, n° 421, La Plata.
Mac Cool, James A. (no comunicó su dirección).
Maraggi, Eduardo S. (no comunicó su dirección).
Marelli, Néstor G., Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Mastandrea, Otto O., Canale 682, Adrogué.
Martínez Cal, Doris N. de, (no comunicó su dirección).
Martínez, Carlos G., Calle 34, n° 717, La Plata.
Mauri, Enrique, Aráoz 2725, 6°, Capital.
Mauriño, Víctor E., Calle 8 entre Pelegrini y Güemes, City Bell.
Maza, Luis A., Ecuador 588, 6°, Capital.
Menéndez, Carlos A., San Martín 259, Quilmes.
Menoyo, Edgardo, (no comunicó su dirección).
Mésigos, Marcelo, Gutiérrezes 2618, 7° B, Capital.
Methol, Eduardo J., Espora 434, D, Ramos Mejía.
Meyer, Eduardo, Leandro N. Alem 621, Capital.
Mezzetti, A. M., Laprida 1242, 9°, Capital.
Mingramm, Alberto, Int. Indart 320, San Isidro.
Monteverde, Agustín, Olazábal 4799, Capital.
Moreno, Jorge Augusto, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Mórtola, Edelmira, Junín 1357, 3° A, Capital.
Müller, Raúl A., Av. Salvador María del Carril 3297, Capital.
Maurici, Jorge, Cerrito 1587, Capital.
Mujica, Héctor, Washington 864, José León Suárez.
Navarini, Aldo, Cuba 2255, Capital.
Navarro Aranguren, H., Enrique Lampé 791, Ciudad Jardín, El Palomar, F. C. G. S. M.
Navone, Santiago Calle 1-3, El Palomar.
Neff, Carlos E., Gas Oil Corporation P. O. Box 942, Carol Calvo 34, Florida U. S. A.
Nóbile, Elsa F. de, Avellaneda 515, Bernal.
Nóbile, Félix Juan, Avellaneda 515, Bernal.
Núñez, Enrique, Calle 48, n° 1204, La Plata.
Oblitas, Juan Carlos, Suipacha 1022, 1° C, Capital.
Olazábal, Aníbal, Zuloaga 702, Remedios de Escalada.
Oliveri, Jorge C., San José W 1965, Desamparados, San Juan.
Opizzi, Roberto, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Orlandini, Luis F., Güemes 4426 50, Capital.
Orlando, Aristides, Pan American Oil Comp., C. C. 379, Comodoro Rivadavia.
Orlando, Héctor H., Brandsen 25, Quilmes.
Padula, Eduardo L., Cerrito 840, 3° C, Capital.
Pagés, César S., Francisco de Gurruchaga 259, Salta.
Palma, Alejandro, Chile 939, Mendoza.
Pandolfi, Carolina L. de, México 1265, Capital.
Parker, Gerardo, Leandro N. Alem 261, Ensenada, Prov. Bs. Aires.
Pascual, José, Gral. Martín de Gainza 441, Capital.
Pascual, Primitivo, Bartolomé Mitre 559, 6° piso, Capital.
Pascual, Rosendo, Museo de La Plata, Paseo del Bosque, La Plata.
Pasquin, Carlos L., Bucarelli 2140, 1°, 12, Capital.
Pasotti, Pierina, Pellegrini 494, Rosario, Santa Fe.
Peirano, Abel, C. C. 82, San Miguel de Tucumán.
Péndola, Héctor J., Migueletes 2066, Dep. B., Capital.
Peña Hugo Alberto, Balcaree 42, San Miguel de Tucumán.
Perazzo, Juan Carlos, Independencia 3427, 3° Capital.
Pérez, Héctor H., Jaramillo 2296, Capital.
Pérez, Julio, Rivadavia 4296, 4°, A, Capital.
Pereira, Emma M. T. de, Venezuela 1870, Capital.
Perinetti, José, Y. P. F., Mendoza, Godoy Cruz, Mendoza.
Perino, Horacio, San Martín 1251, San Luis.
Perrot, Carlos José, Panamerican Oil Co., C. C. 379, Comodoro Rivadavia.
Pees, Samuel T., Talcahuano 136, 6° piso, Capital.

- Petersen, William A., 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. York, U. S. A.
Piscione, Carlos, Córdoba 1417, 6°-C, Capital.
Pocoví, Antonio Sebastián, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Polanski, Jorge, Estomba 1808, Capital.
Porro, Néstor, Uriarte 2330, P. B., Capital.
Porto, Juan C., Suipacha 588, San Miguel de Tucumán.
Posse Paz, Jorge A., Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Primo, Leandro, Monte Maíz, Córdoba, F. C. G. M. B. Mitre.
Prozzi, César R., Calle 43, n° 1078, Dep. B, La Plata.
Quarleri, Paulina, Leandro N. Alem 1597, Bánfield.
Quartino, Bernabé Olazábal 1367, Itzaingó.
Quiroga, Pedro J., Chacabuco 2604, Olivos, Bs. Aires.
Ramón, Fernando, Rivera Indarte 638, Capital.
Raso, Manuel, Rivadavia 870, Comodoro Rivadavia.
Ravazooli, Juan A., Diag. 74, n° 3214, La Plata.
Ré, Neldo Omar, Las Heras 40, San Pedro, Prov. Bs. Aires.
Regairaz, Alberto, Chile 939, Mendoza.
Reig, Osvaldo A., Florida 656, 4°, Capital.
Reverberi, Oscar, Martín Y. Omar 330, 2° P, dep. E, San Isidro, Bs. Aires.
Reyes, Julio César, C. C. 272, Gallegos, Prov. Santa Cruz.
Rigal, Remigio, Virrey Melo 1895, Capital.
Riggi, Juan C., Rivadavia 2516, 7°. 31, Capital.
Rimoldi, Horacio V., Belisario Roldán 69, Dep. 4, Acassuso, Prov. Bs. Aires.
Rinaldi, Carlos A., Sarmiento 2334, Olivos, Bs. Aires.
Riva, Ottorino, Córdoba 1367, 7°, Capital.
Rodrigo, Félix, Caseros 3737, Olivos, Prov. Buenos Aires.
Rodríguez, Eduardo J., Granaderos 2143, Mendoza.
Roellig, Federico, Calle 16, entre 503 y 504, B. Gonnet, F. Roca.
Rolleri, Edgardo, O., Calle 40, N° 1271 $\frac{1}{2}$, La Plata.
Romero, Arístides, José Hernández 1955, 11°, Capital.
Romer, Enrique de, Directorio 376, San Antonio de Padua, F. C. D. F. S.
Rossi, Natalia J., Las Heras 381, Itzaingó.
Rousseau, Carlos A., Av. San Martín 77, San Rafael, Mendoza.
Ruiz Huidobro, Oscar, Juncal 2230, 2°, Capital.
Russo, Aniello, Pavón 2454, Capital.
Saccone, Ernesto, Casilla Correo 56, Sarmiento, Chubut.
Salinas, Hipólito (no comunicó su dirección).
Salso, Jorge H., Calle 42, N° 414, 2°-B, La Plata.
Schaub Hans Peter, Maipú 215, Capital.
Sander, Walter, Billingham 1843, Beccar, Prov. Buenos Aires.
Santeliz Belli, D. H., Av. Colón 652, San Miguel de Tucumán.
Santillán, Héctor, Casilla Correo 379, Comodoro Rivadavia.
Santomero, Angel, Pasaje Luis Georga 54, Salta.
Sesana, Fernando L., Federico Lacroze 2336, 3°-B, Capital.
Siegel, Federico R., University of Kansas, State Geological Survey, Lawrence, Kansas,
U. S. A.
Simonato, Italo B., Chacabuco 166, Haedo, F. C. D. F. S.
Siragusa, Alfredo, Paez 2993, Capital.
Söcic, Mario J. V., Islas Malvinas 478, Quilmes.
Somaruga, Juan B., Giribone 3074, A, Capital.
Sorucco, Luis A., Calle 3, N° 1376, La Plata.
Soto, Adrián, Rivera 160, Lomas de Zamora.
Speratti Piñero, Oscar, Cranwell 767, Capital.
Stipanovic, Pedro N., Aranguren 548, Capital.
Storni, Carlos D., Av. Francisco Beiró 4240, Capital.
Tabacchi, Martín H., Río Negro 815, El Palomar, F. C. G. S. M.
Taylor, E. F., 5625 Daniels Av., Dallas, Texas, U. S. A.
Terrero, Juan M., Las Heras 2107, 1°, Capital.

Terry, Orlyn (no comunicó su dirección).
Teruggi, Mario E., Calle 59, N° 685, La Plata.
Tezón, Roberto V., Perú 743 3°, Capital.
Tineo, Alfredo, Chile 939, Mendoza.
Tognón, Juan F., Casa 2541, San Martín, General Mosconi (Comodoro Rivadavia).
Torrea, Aniceto H., Bme. Mitre 559, 6° piso, Capital.
Torres Buteler, F., Chile 939, Mendoza.
Torres, Horacio A., Cangallo 1219 6°, Capital.
Toubes, Roberto O., J. A. Roca 1821, Hurlingham.
Turner, Juan C. M., Arroyo 1015, Capital.
Ugarte, Félix, E. R., Adm. Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Ulbrich, Horstpeter, Zapiola 2179, Capital.
Urdaneta Ortigoza, A., Av. Colón 595, A, San Miguel, Tucumán.
Urteaga, Carlos E., Casilla Correo 97, Comodoro Rivadavia.
Urien, Carlos María, Diagonal Julio A. Roca 651, Capital.
Valania, Jaime, (no comunicó su dirección).
Valencio, Daniel, Juncal 3648, 4° piso.
Valdez, Raúl J. (no comunicó su dirección).
Vallejos, Rubén H., Calle 14, entre 5 y 7, Ranelagh, F. Roca.
Vázquez, Juan, 2° Congreso, 137, Barrio Maipú, Córdoba.
Vervoorst, Federico, Bulnes 63, Villa Luján, San Miguel de Tucumán.
Vicente, Omar, Casilla Correo 379, Comodoro Rivadavia.
Videla, Juan Ramón, Emilio Jofré 228, Mendoza.
Viera, Juan Carlos, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Vignati, Milcíades A., Agustín Alvarez 1141, Vicente López, Buenos Aires.
Vignoli, Miguel Angel, General Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Vilela, César R., Sarmiento 682, Caseros, F. San Martín.
Viloni, Eugenio B., Posadas 1567, 6°-B, Capital.
Villar Fabre, Jorge, Somellera 796, Adrogué, F. Roca.
Villafañe, David E. R. de. General Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Volkheimer, W., Av. Mitre 790, Florida, Buenos Aires.
Walter, Edgardo F., General Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Wetten, Florian, Av. San Martín 548, Desamparados, San Juan.
Wilson, Roy A., Bmé. Mitre 559, 6° piso, Capital.
Yrigoyen, Marcelo R., Díaz Vélez 4130, Capital.
Xicoy, Alfredo, Av. Roque S. Peña 1190, 2°, Capital.
Zambrano, Juvenal, Maipú 215, Capital.
Zakis William, M., Salta 3259, Olivos, Prov. Buenos Aires.
Zardini, Raúl A., Calle 10, N° 616, La Plata.
Zeballos, Raúl Andrés, Y. P. F., Distrito Geológico Plaza Huincul, Camppto. n° 1, Neuquén.
Zelada Raña, Gastón, Calle 55, N° 1163, dpto. 2, La Plata.
Ziegler, Federico G. (no comunicó su dirección).
Zuccal, Ricardo G., 3 de Febrero 1131, Capital.
Zuccolillo, Ubaldo, Diagonal 80, N° 829, La Plata.
Zunino, Juan José, Aráoz 2725, Capital.

Miembros Adherentes

Alvarez, Rubén, Calle 16, n° 1686, La Plata.
Andreis, Renato, Libertad 683, Quilmes, F. C. Roca.
Antinori, Alicia E., Estación « El Trébol », C. C. 89, Tornquist, F. C. R.
Argañaraz Rafael, España 771, Salta.
Arispe Velarde A., Calle 10, n° 1431, La Plata.
Arranz, Juan Carlos, Av. General Arias 2321, Bahía Blanca.
Arrondo, Oscar, G., J. B. Alberdi s/n., Ensenada, F. C. Roca.
Barranquero, Héctor R., Calle 39, n° 1331, La Plata.

Barrera, Ricardo E., Pasaje Almafuerde 2595, San Miguel de Tucumán.
Benítez, Aldo F., Alvarado 737, Bahía Blanca.
Bercowski, Felisa, San Luis 3167, Capital.
Bertels, Alvine, Terrada 1278, Dep. 4, Capital.
Bianco, Elsa Esther, (no comunicó su dirección).
Bianchini, Juan J., Calle 11, n° 1348, La Plata.
Bidgioni, Rubén Raúl, Museo de La Plata.
Biscossa, Jorge S., 3 de Febrero 1271, Capital.
Bitar, Antonio, Monroe 1993, Capital.
Bojanich, Mario E., Córbova y French, Santa Rosa, La Pampa.
Bonaccorso, Felipe, Rivadavia 623, Punta Alta, F. C. Roca.
Bonesatti, Jorge, Diag. 79, N° 307, La Plata.
Bonorino, Alfredo G., Salta 2726, Mar del Plata.
Bossi, Gerardo, México 833, Capital.
Bonuccelli, Renzo, Padre Roque 139, San Miguel de Tucumán.
Braidot, Jorge, San Martín 2002, Florida, Bs. Aires.
Boutureira, Rubén, Concordia 1338, Capital.
Brussa Rosanna, Alberdi 654, Punta Alta, F. C. Roca.
Caldironi, Ana María, Holdich 428, Bahía Blanca.
Caldironi, Carlos O., Salta 330, Bahía Blanca.
Caló, Jorge Eduardo, Eliseo Casanova 528, Bahía Blanca.
Calvelo Ríos, M., Morón 4028, Capital.
Camba, Higinio, (no comunicó su dirección).
Campero Zabalaga, Jaime, Diag. 73, n° 312, La Plata.
Candiani, Juan L., (no comunicó su dirección).
Cappelli, Alicia M., Estomba 52, Bahía Blanca.
Cappelloni, Néstor A., Pedro Pico 417, Bahía Blanca.
Casabella, Ricardo B., Av. Mitre 880/888, Rafaela, Santa Fe.
Castaño, Héctor, Machaint 3627, Lanús oeste, F. C. Roca.
Cazan, Luis B., (no comunicó su dirección).
Ceci, José A., Calle 54, n° 1363, La Plata.
Centani, Oscar R., Rondeau 641, Bahía Blanca.
Centro Estudiantes de Ciencias Naturales del Museo, Museo de La Plata.
Centro de Estudiantes de Geología, Miguel Lillo 205, Tucumán.
Céspedes Paz, David, Calle 53, n° 1012, La Plata.
Codignotto, Jorge O., Patricios 267, Ramos Mejía.
Coira, Beatriz, Av. Parral 587, Capital.
Colado, Ubaldo R., Avellaneda 2848, Mar del Plata.
Colón, Héctor Calle 11, n° 506, La Plata.
Cook, Mario O., Calle 53, n° 722, La Plata.
Corbella, Jorge H., Olazábal 5265, Capital.
Cortés, Julia del C. (no comunicó su dirección).
Coscio Maldonado, Luis (no comunicó su dirección).
Cosentino, José T., Sadta Fe 2245, Capital.
Costas, Mabel, (no comunicó su dirección).
Cruz Zulueta, Gonzalo G., Crisóstomo Álvarez 2191, Tucumán.
Curutchet, Jorge, Mitre 716, Tandil.
Chebli Gualter, Pedro Lozano 3461, Capital.
Dandavs Nauris, V., Alvear y Urquiza, City Bell, F. C. Roca.
D'Arlach Lema, Hugo, Calle 115, n° 1529, Dep. 1, La Plata.
Dawson, Lorenzo A., 7, City Bell, F. C. Roca.
Daymonnaz, César D., Calle 69, n° 693, La Plata.
Delgado Gorrochotegui, H., Poste Restante, La Plata.
Del Pino, Héctor R., R. Martín Melo 563, Moreno, F. C. D. F. S.
De Francisco, Fernando O., Libertad 63, Ensenada, F. C. Roca.
De Peri, Raúl, Concordia 1036, Haedo F. C. D. F. S.
De Salvo, Osmar, Calle 58, n° 326, La Plata.
Devizia, Carlos A., Calle 20, c° 617, La Plata.

Di Blassis, Raúl H., Alvarado 99, Bahía Blanca.
Di Bella, Humberto J., Arenales 1243, Bánfield.
Di Paola, Elda C., Av. Del Valle 562, Capital.
Donoso López, Gustavo, Bolívar 404, Sucre, Bolivia.
Durango Cqerp, Josefina, Lamadrid 623, San Miguel de Tucumán.
Duranti, Nello J. A., Mendoza 4538, Capital.
Echarte, Nidia del C., Ava. Colón 140, 8° C, Bahía Blanca.
Epelman, Celia, H., Saavedra 1082, Bahía Blanca.
Espisva, Eduardo, Remedios de Escalada 243, Sáenz Peña, Bs. Aires.
Epstein, Lidia M. de, Provincias Unidas y Rivadavia, casa n° 4, Gallegos, Santa Cruz.
Esparza, Ana M., Espora 222, Bahía Blanca.
Esteban Celestino, M., Maciel 125, Coronel Dorrego F. C. Roca.
Fadrique, Adolfo, Alberdi 655, Punta Alta, F. C. Roca.
Falco, Hugo E., Herrera 866, Capital.
Fernández, Adolfo, E., Saipaela 164, Ramos Mejía, F. C. D. F. S.
Fernández Coria, Hugo A., Calle 49, n° 921, La Plata.
Fernández, Esther, San Martín 766, Neuquén.
Fernández, Marta A., Brown 904, Punta Alta, F. C. Roca.
Feanández, Marta S., España 528, Bahía Blanca.
Fernández, Julio (no comunicó su dirección).
Fernández, Rubén (no comunicó su dirección).
Frieboes, Hans, Calle 22, n° 432, La Plata.
Fuertes, Alfredo, Terrada 50, Bahía Blanca.
Gallo, Rubén José, Celle 70, N° 776, B, La Plata.
Gandrup, Raúl H., Calle 65, N° 1239, La Plata.
García, Eduardo R. Blandengues 373, Bahía Blanca.
García, Froilán, Diagonal 78, N° 444, La Plata.
Gazzia, Adelina, 27 de Abril 412, Córdoba.
Gebhard, Jorge A., Calle 53, N° 477, La Plata.
Gennari, Nilda N. (no comunicó su dirección).
Gerstein, B. Melba (no comunicó su dirección).
Gestoso, Jorge (no comunicó su dirección).
Gigolat, Mario, Roca 224, Punta Alta F. C. Roca.
Gimenez, Hugo R., Bolivia 77, Bahía Blanca.
Giovanniello, Ricardo, Cuba 98, San Miguel de Tucumán.
Giozza, Hugo A. (no comunicó su dirección).
Girando, Angel, Av. Alvear 274, Villa María, Córdoba.
Giúdice, María del C. (no comunicó su dirección).
Gómez, Verónica C., Calle 5, N° 521, La Plata.
González, Uriarte, Magdalena, Corrientes, Bahía Blanca.
González, Carlos A., Las Piedras 1178, Tucumán.
González, Eduardo J., Calle 50, N° 985, La Plata.
González, Ghizzi Vilma, 3 de Febrero 761, Coronel, Dorrego, F. C. Roca.
González, Noberto J., Zapiola 428, Bahía Blanca.
Guerrero, Miguel, Calle 11. N° 506, La Plata.
Guzmán, Moreira Héctor, Calle 25, N° 869, La Plata.
Haupt, Manfredo María, Monseñor Calcagno 131, Boulogne Sur Mer.
Hernández, José P., Diag. 113, N° 514, La Plata.
Hernández, Mario A., Calle 124, N° 1507, La Plata.
Herrera, Gladys E., Mendoza 185, Salta.
Herrera, Hebe E., Moreno 30, Ensenada, F. C. Roca.
Ibañez, Guillermo H., Diag. 74, N° 1591, La Plata.
Ibarguren, Roberto, Diag., Julio, A. Roca 651, 9° Capital.
Imbellone, Perla A., Calle 37, N° 693, La Plata.
Iriondo, Martín 218, Canals, Córdoba.
Iribarne Sergio, Luis M^a. Campos 1602, Capital.
Janitens, María, Ugarteche 3236, Capital.
Jinara, Antonio, Emilio Civit 558, San José, Guaymallén, Mendoza.

- Johansson, Kiel, Institute of Geology, Sölvagaten 13, Lunt, Suecia.
Kersfeld José A., Calle 72, N° 533, La Plata.
Klas Nelda, Chacabuco 541, Bahía Blanca.
Kerlenevich, Sara C., Las Heras 185, Bahía Blanca.
Kouharsky, Magdalena M. C., Liniers 723, Tigre, F. C. B. M.
Lagar, Jorge A., Laprida 1930, A, Capital.
Lappoma, Orquídea A., (no comunicó su dirección).
Laya, Aroldo A., Castelli 357, Bahía Blanca.
Leonardi, Pedro A., R. Losada 290, Alta Gracia, Córdoba.
Leverato, Miguel Angel, Formosa 321, Capital.
Levin, Manuel, Calle 56, N° 560, La Plata.
Lippmann, Marcelo J., Giribone 1325, Capital.
López, Héctor A., Calle 124, N° 1507, La Plata.
López, Rubén H., Chacabuco 178, Capital.
Lucerini, Susana, 9 de Julio 333, Bahía Blanca.
Luna, Reyers Alberto, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Luengas, Pardos M., 11 de Abril 444, Bahía Blanca.
Magliola Mundet, H., Villa Gral. Belgrano, Calamuchita, Córdoba.
Mailhe, Arturo, Uruguay 059, Capital.
Milán, José M., Sixto Laspiur 65, Bahía Blanca.
Malajonch, Hugo, Callao 1910, 5°-B, Capital.
Mancuri, Carlos Daniel, Calle 48, N° 1147, La Plata.
Marcolini, Arrigó A., Santa Fe 331, Bahía Blanca.
Marcolini, M. E., Salta 339, Bahía Blanca.
Marida, Araoz R., Calle 68, N° 49 (120 y 121), La Plata.
Marchese, Humberto G., Carlos Villate 3216, Olivos, Buenos Aires.
Masiuk, Vladimir, Huberto I° 380, Lanús, Oeste, F. C. Roca.
Meyer, Hernán Dyre, Manuel Molina 123, Bahía Blanca.
Melani, Nélide (no comunicó su dirección).
Méndez, Ignacio A, Capello 529, Bánfield, F. C. Roca.
Meuzel, Margarita, Bolívar 188, Beccar, F. C. G. M.
Miró, Roberto C., Saavedra 278, Capital.
Mischkovsky, Nina, Vicente López 459, La Lucila, Bs. Aires.
Molinero, Carlos A., Gentile 166, Florencio Varela, F. C. Roca.
Montesarchio, Alberto, Roca 963, Punta Alta, F. C. Roca.
Mirás, Héctor (no comunicó su dirección).
Mirré, Juan C. Juramento 2960, 2° A, Capital.
Mon, Ricardo, Mitre 607, Morón, F. C. D. F. S.
Musumecchi, Dora A, Humberto I° 338, Punta Alta, F. C. Roca.
Nardone, Ana M., Calle 37, n° 693, La Plata.
Niedernhauzer Barth, Billinghrst 2217, Capital.
Olavarrieta, Rogelio, Av. Riestra 5520, Capital.
Orona, Carlos R. (no comunicó su dirección).
Pacheco, Ernesto, Rivadavia 1215, Dep. 3. Córdoba.
Paoloni, Juan Darío, Zeballos 289, Bahía Blanca.
Pla, Beatriz E., Humberto I° 343, Punta Alta, F. C. Roca.
Paradisi, Héctor, Castelar 1328, Bahía Blanca.
Parel, Cloris H. M., Esparza 12, 3°, 7, Capital.
Peralta, Edmundo, Irigoien 317, Punta Alta, F. C. Roca.
Pedrazzi, Rodolfo, (no comunicó su dirección).
Pereda, José E., Zapiola 428, Bahía Blanca.
Pérez, Antonio, Alvarado 123, Bahía Blanca.
Pérez, A. Esther (no comunicó su dirección).
Pérez, Oscar Manuel, Escritor Arnaude, Coronel Dorrego, C. F. Roca.
Petrarca, Derlis G., Calle 92, N° 451, La Plata.
Petrelli, Salvador, Dr. Pedro J. Rivera 5772, depto. 4, Capital.
Pezutti, Norma, Belgrano 587, Bahía Blanca.
Quiroga, Jorge A., Calle 7, N° 1713, La Plata.

Ramos, Víctor, (no comunicó su dirección).
Randich, Francisco H., Virrey Liniers 115, Capital.
Reinoso, Margarita S., Juan B. Justo 535, Florida, Prov. Buenos Aires.
Riccardi, Alberto Carlos, Calle 8, N° 693, La Plata.
Riera, Oscar (no comunicó su dirección).
Rivas, Santiago, Homero 10, Capital.
Rivera, José A., Cía. Minera Aguilar S. A., Estación Tres Cruces, Jujuy.
Rodríguez Alvarez, E., Casilla Correo 312, La Plata.
Rodríguez Teravia, F. M., Jujuy 256, 1°, Acassuso, Prov. Buenos Aires.
Romero Díaz, María A. (no comunicó su dirección).
Sabattini, Nora, Calle 57, N° 807, 5°, dpto. 2, La Plata.
Salaberry, Carlos A., Calle 32, N° 710, La Plata.
Sarachaga, Roque R., Alvarado 879, Bahía Blanca.
Saulniers, María E. (no comunicó su dirección).
Sauza, Raúl, Las Heras 33, Bahía Blanca.
Scalabrini Ortiz, Jorge, Alberdi, 1164, Olivos, Prov. Buenos Aires.
Serrallonga, Oscar E., Güémes 454-A, Bahía Blanca.
Schaub Graff, Jorge (no comunicó su dirección).
Scoppa, Carlos O., Concordia 4099, Capital.
Sheffield, Carlos, Brown 943, Bahía Blanca.
Speratti, Trinidad A. (no comunicó su dirección).
Spikermann, Juan P., Berutti 2862, Capital.
Soria, Jorge G., La Pirquitas, Catamarca.
Soria Galvarro, A. José, Calle 117, N° 1837-B, La Plata.
Sorveo Mendoza, Carlos (no comunicó su dirección).
Suárez Ruprecht, Guillermo, Belgrano 588, 2°-B, Capital.
Tagliani, Rubén H., Miranda 3980, Capital.
Taberna, María R., Irigoyen 537, Punta Alta, F. C. Roca.
Tettamanti, Susana G., Calle 8, N° 539, La Plata.
Thiade, Jörn, Kiel, Sternwortenweg 22, Alemania.
Ubal dini, Marta S., Rondeau 189, Bahía Blanca.
Valenti, Fortunato, Lamadrid 37, Bahía Blanca.
Valicente, Vicente Hugo, Calle 47, N° 480, La Plata.
Vargas Gil, José R., Calle 4, N 1134 $\frac{1}{2}$, La Plata.
Vázquez, Jorge O., Calle 50, N° 755, La Plata.
Vera, David (no comunicó su dirección).
Viana, Jorge, Caseros 935, Haedo, F. C. D. F. S.
Villar, Luisa M., Arias 2070, Capital.
Viviers, Marta C. (no comunicó su dirección).
Volmar, Carlos, Falucho s/n, Estafeta n° 15, Córdoba.
Zancora Piñeiro, C. A., Calle 59, N° 1231, La Plata.

Buenos Aires, febrero 12 de 1964.

INDICE ALFABETICO DEL TOMO XVIII

ANDREIS, R. R., ver TERUGGI, M. E.	73
BEDLIVY, D., ver BUTSCHKOWSKYJ, M.	154
BUTSCHKOWSKYJ, M., S. RIVAS y D. BEDLIVY, Algunos seleniuros de la provincia de La Rioja	154
BUTSCHKOWSKYJ, M., R. RUHSTALLER y S. RIVAS, Un amianto de la Quebrada del Gato, Angaco (Prov. de San Juan).....	164
FIDALGO, FRANCISCO, Algunos rasgos tectónicos y geomorfológicos de la Sierra de Sañogasta-Vilgo (Prov. de La Rioja).....	139
HERRERA, AMÍLCAR O., Las pegmatitas de la Sierra de San Luis. Estructura interna, mineralogía y génesis	43
LISTA DE MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN.....	211
LLAMBÍAS, HORACIO, Sobre inclusiones halladas en cristales de nderita, bórax y topacio de la Argentina y consideraciones sobre su empleo como termómetro geológico	129
LLAMBÍAS, EDUARDO, ver MALVICINI, LIDIA	177
MALVICINI, LIDIA y EDUARDO LLAMBÍAS, Mineralogía y origen de los minerales de manganeso y sus asociados en Farellón Negro, Alto de la Blanda y Los Viscos, Hualfin, Catamarca.....	177
NOTA AL EDITOR.....	210
Petersen, Cristian S. (1912-1962).....	5
QUARTINO, BERNABÉ J. y JORGE F. VILLAR FABRE, El cuerpo granítico orbicular precámbrico de la Pampa de Los Altos, Sierra de Velazco (Prov. de La Rioja).....	11
QUARTINO, BERNABÉ J., ver ZARDINI, RAÚL A.....	201
Resúmenes de la 1ª Reunión de Comunicaciones Científicas. División Geología. Museo de La Plata.....	167
RIVAS, S., ver BUTSCHKOWSKYJ, M.....	154
RIVAS, S., ver BUSTCHKOWSKYJ, M.....	164
RUHSTALLER, R., ver BUTSCHKOWSKYJ, M.	164
Stappenbeck, Ricardo F. A., Dr. (1880-1963).....	113
STOLL, W. C., Notas sobre los yacimientos de oro y cobre del Mogote Río Blanco (Prov. de La Rioja).....	8
STOLL, W. C., La geología del tungsteno en Argentina.....	96
STOLL, W. C., Los yacimientos de Scheelita de Cerro Los Cocos (Provincia de San Luis)	116
STOLL, W. C., Algunos yacimientos de tungsteno del distrito Cerro El Morro (Provincia de San Luis).....	121
TERUGGI, M. E. y R. R. ANDREIS, Revisión de las zeolitas con especial referencia a su importancia sedimentológica	73
VILLAR FABRE, JORGE F., ver QUARTINO, BERNABÉ J.	11
ZARDINI, RAÚL A. y BERNABÉ J. QUARTINO, Las relaciones geológicas entre los estratos de Paganzo y el granito en Paso del Molle (Provincia de La Rioja).....	201

SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 8 DE ABRIL DE 1964
EN LA IMPRENTA Y CASA EDITORA CONI, PERU 684
BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. HORACIO H. CAMACHO; *Vicepresidente:* DR. ANGEL V. BORRELLO; *Secretario:* DR. CARLOS O. LATORRE; *Tesorero:* DR. CARLOS A. MENÉNDEZ; *Vocales:* DR. ARTURO J. AMOS, DR. PEDRO GARCÍA VIZCARRA Y DR. BERNABÉ QUARTINO; *Vocales suplentes:* DR. ENRIQUE LINARES Y DR. HÉCTOR J. PÉNDOLA.

SUBCOMISION DE LA REVISTA: DR. CARLOS A. MENÉNDEZ, DR. BERNABÉ QUARTINO Y DR. ARTURO J. AMOS.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

1) Los autores se ajustarán, en la preparación de sus originales, a las siguientes indicaciones:

1) Los originales deben ser escritos a máquina — *ne varietur* — a dos espacios y con las hojas escritas en una sola de sus caras.

2) La lista bibliográfica llevará por título: "Lista de trabajos citados en el texto". Será confeccionada por orden alfabético, según sus autores y en orden cronológico cuando se citen varias obras del mismo autor. Si dos o más obras del mismo autor han sido publicadas en el mismo año, se distinguirán con las letras *a*, *b*, *c*, etc. Las respectivas citas llevarán las indicaciones siguientes: apellido completo e iniciales del nombre del autor; título completo de la obra; lugar y fecha de publicación. Tratándose de artículos aparecidos en publicaciones periódicas, se incluirá el nombre de las mismas convenientemente abreviado, con indicaciones del tomo y la página en que dicho artículo se encuentra. Se evitará el uso de términos superfluos tales como tomo, volumen; páginas, etc. A este efecto y para evitar confusiones, los números para distinguir los tomos se escribirán en caracteres romanos y aquellos referentes a las páginas en caracteres arábigos.

3) Las citas bibliográficas deberán ser incluidas en el texto y referirse a la lista bibliográfica inserta al final de cada artículo.

4) Las ilustraciones consistentes en dibujos deberán ser confeccionadas en tinta china indeleble. A los efectos de su mejor reproducción, es conveniente que ellas sean presentadas a doble tamaño del que serán publicadas.

5) Los autores subrayarán con línea *entera* los vocablos que deban ser compuestos en bastardilla; con línea *cortada* los que deban ir en versalita y con línea *doble* los que deban ser compuestos en negrita.

La correspondencia de la Asociación deberá ser dirigida a

PERU 222, Buenos Aires (Rep. Argentina)

Toda la correspondencia referente a suscripciones, colecciones o números sueltos, debe ser dirigida a

LIBRART S. R. L., CORRIENTES 127, Buenos Aires

Representante y distribuidor exclusivo para toda la República Argentina y el exterior.

LIBRART S. R. L.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS de las siguientes publicaciones

ANALES DE LAS PRIMERAS JORNADAS GEOLOGICAS
ARGENTINAS

BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA Y CARTOGRAFICA DE LA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

INDICE BIBLIOGRAFICO DE ESTRATIGRAFIA ARGEN-
TINA

PALEONTOGRAFIA BONAERENSE

HORACIO H. CAMACHO : *Sección Invertebrados*

C. A. MENÉNDEZ & H. A. ORLANDO : *Sección Paleobotánica*

ROSENDO PASCHAL : *Sección Vertebrados*

PUBLICACIONES PERIODICAS

AMEGHINIANA, REVISTA DE LA ASOCIACIÓN PALEONTOLOGICA ARGENTINA

PHYSIS, REVISTA DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CIENCIAS NATURALES

REVISTA DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

VENTA EXCLUSIVA:

LIBRART S. R. L.

CORRIENTES 127

(EDIFICIO BOLSA DE CEREALES)

BUENOS AIRES

T. E. 31 - 4368

Dirección Postal :

Casilla de Correo 5047