

ISSN 0004-4822

Asociación Geológica Argentina

REVISTA



**Tomo XXXIII - Nº 4
Octubre-Diciembre
Buenos Aires 1978**

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA

(1977-79)

Presidente: DR. NORBERTO MALUMIÁN; *Vicepresidente:* DR. CARLOS L. AZCUY; *Secretaria:* DRA. MILKA K. de BRODTKORB; *Tesorero:* DR. VICENTE MÉNDEZ; *Vocales titulares:* DR. VICTOR A. RAMOS, DR. RICARDO VARELA y LIC. GUILLERMO E. TURAZZINI; *Vocales suplentes:* LIC. MATEO A. TURIC, LIC. JUAN V. PLOSZKIEWICZ y LIC. ROBERTO M. SARUDIANSKY.

REVISTA Y PUBLICACIONES

Director: DR. ROBERTO CAMINOS; *Coordinador:* LIC. FRANCISCO E. NULLO.

EDITORES RESPONSABLES

ING. VICTORIO ANGELELLI, DR. HORACIO H. CAMACHO, DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO, DR. CARLOS GORDILLO, DR. NORBERTO MALUMIÁN, DR. MARIO TERUGGI, DR. JUAN CARLOS M. TURNER y DR. MARCELO R. YRIGOYEN.

DELEGADOS EN EL INTERIOR

Delegación Bahía Blanca: Dra. Graciela Mas, Universidad Nacional del Sur.
Delegación Bariloche: Dra. Guida Aliotta, C.C. 1025, Bariloche.
Delegación Catamarca: Dr. Gustavo Toselli, Univ. de Catamarca, 4700 Catamarca
Delegación Comodoro Rivadavia: Dr. Gerardo Petrarca, Casa 8287, Barrio San Martín Oeste.
Delegación Córdoba: Angel Eduardo Maza, Corro 63, 2º "16", 5000 Córdoba
Delegación Jujuy: Dr. Ricardo Bagalciaga, Mina Aguilar, Dto. Geología, 4634 Jujuy
Delegación La Rioja: Dr. Roberto Zolezzi, C.C. 1538, Plan La Rioja.
Delegación La Plata: Dr. Ricardo Varela, Museo de La Plata, Paseo del Bosque
Delegación Mendoza: Lic. J. C. Zanettini, Cent. de Exp. Minera I, Allaymé y G. Cruz, S. José.
Delegación Neuquén: Dr. Eloy L. Depiante, C.C. 44.
Delegación Plaza Huincul: Dr. Carlos A. Muñoz, Campamento Uno
Delegación Rawson: Dr. Héctor Miras, Julio A. Roca 518
Delegación Río Gallegos: Dr. Adolfo Fadrique, Casilla de Correo 246
Delegación Rosario: Dra. Pierina Pasotti, Av. Pellegrini 494.
Delegación Salta: Dr. José Antonio Salfity, Pasaje N. Roldán 57
Delegación San Antonio Oeste: Dra. Elena Bernabo de Greco, ITNAS - C.C. 57
Delegación San Juan: Dr. Juvenal Jorge Zambrano, Mendoza 389 - Sur
Delegación San Luis: Dr. Jorge Raúl Fernández Tasende, C.C. 294 - 5700
Delegación Santa Fe: Dra. Hetty Bertoldi de Pomar, Grand Bourg 4352
Delegación Santa Rosa: Dr. José Antonio de Ormaechea, Lorenzini 245.
Delegación Santiago del Estero: Lic. Julia Cortés, Mitre 337 (4200).
Delegación Tucumán: Dr. Hugo Alberto Peña, Miguel Lillo 205, Barrio Independencia.
Delegación Vespucio (Salta): Dr. Federico Madel, Distr. Geol. YPF

DELEGADOS INSTITUCIONALES EN BUENOS AIRES

Agua y Energía: Dr. Guillermo Turazzini (Córdoba 1345 - 7º p.)
Banco Nacional de Desarrollo: Dr. Luis Alberto Soruco, Maipú 88, P. B.
CIRGEO: Juan P. Spikerman, Ramírez de Velasco 839.
Comisión Nacional de Energía Atómica: Dra. Mirta Gamba, Libertador 8250.
Comisión Nacional de Estudios Geohelífisicos: Dr. Jorge F. Kimsa (Busolini 1661, San Miguel)
Consejo Federal de Inversiones: Dr. Roberto M. Sarudiansky (San Martín 871)
Dirección General de Fabricaciones Militares: Dr. Vicente Méndez (Cabildo 63)
Fabricaciones Militares: Dr. Vicente Méndez, Cabildo 65.
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales: U.B.A. Dr. Carlos Azcuy (Ciudad Universitaria, Pabellón 2, Núñez)
Hidrografía Naval: Lic. Roberto A. Violante, Montes de Oca 2124.
Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica: Lic. Corina Ganduglia, Viamonte 1145.
Museo Argentino de Ciencias Naturales: Dr. Bruno Baldi (Angel Gallardo 470)
Obras Sanitarias de la Nación: Margarita Santos de Bertol, M. T. de Alvear 1842.
Secretaría de Minería: Lic. Julio Lage (Avda. Santa Fe 1548)
Servicio de Hidrografía Naval: Lic. Gerardo Perillo (Montes de Oca 2124)
Yacimientos Carboníferos Fiscales: Dr. Federico Bergmann (Diag. Roque Saenz Peña 1190)
Yacimientos Petrolíferos Fiscales: Dr. Gualter Chebli (Diagonal Norte 777)

DELEGADOS EN EL EXTERIOR

Brasil: Dra. Norma M. de Melo Da Costa, Lamin. Seção de Bioestratigrafia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, CPRM, Av. Pasteur 401 - Praia Vermelha 20000, Río de Janeiro
Dr. I. de Madeiros Tinoco, Escola de Geología, Universidad Federal de Pernambuco, Recife. Caixa Postal 2492
Dr. Oscar Röster, Instituto de Geociencias USP, Caixa Postal 20899, 01.00 São Paulo
Chile: Dr. Reynaldo Charrier, Departamento de Geología. Casilla 13518, Correo 21, Santiago de Chile
Paraguay: Dr. Gustavo Vera Morigo, Ministerio de Obras públicas y Comunicaciones, Oliva y Alberdi 5 piso, Casilla de Correo 1662. Asunción
Uruguay: Dr. Graciano Elizalde, Departamento Geominero, Río Branco 1388, Montevideo.
Perú: Dr. Jean Claude Vicente, Departamento de Geología, Univ. Nac. San Agustín, Casilla 572, Arequipa.
Bolivia: Dr. Arturo Castaño, Casilla Correo 96, La Paz.
Venezuela: Dr. Oscar Odreman R., Dirección de Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Centro Simón Bolívar, Torre Norte, piso 19, Caracas.



HOMENAJE AL ING. VICTORIO ANGELELLI

La Asociación Geológica Argentina, en homenaje al 70° aniversario del natalicio de uno de sus socios fundadores y miembro honorario, el ingeniero Victorio Angelelli, tiene el agrado de presentar este número de la Revista en el que se han reunido trabajos de mineralogía y geología económica.

La Geología Argentina le debe al ingeniero Angelelli en esas especialidades trascendentes trabajos de investigación y de recopilación. Así, en 1941, la entonces Dirección de Minas y Geología de la Nación, edita el Boletín 50, *Los yacimientos minerales y rocas de aplicación de la República Argentina, su geología y relaciones genéticas*. Pocos años más tarde, la Universidad Nacional de Jujuy publica el conocido libro titulado *Especies minerales de la República Argentina*, que el homenajeado realizara en colaboración con F. Ahlfeld. En 1950 el Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia edita *Recursos minerales de la República Argentina, parte I, Yacimientos metalíferos*, obra que reunía en ese momento el conjunto de los principales estudios regionales y especiales, inéditos o no, realizados por dependencias del Estado e investigadores particulares. Esta obra, única en su género, continúa siendo de permanente consulta por parte de los investigadores de la geología económica.

Siguieron para el ingeniero Angelelli productivos años en la Dirección General de Fabricaciones Militares, donde se estudiaron numerosos yacimientos del país, y cuando en 1954 hizo eclosión la prospección de uranio, partió el ingeniero a la Comisión Nacional de Energía Atómica a dirigir los estudios de nuestros primeros yacimientos radiactivos. De aquella época es su publicación *Los minerales de uranio. Sus yacimientos y prospección*.

Siguen las grandes obras. En 1962, *Evaluación de los Recursos Naturales* (Tomo IV de Recursos Naturales publicados por el Consejo Federal de Inversiones), en colaboración con T. Ezcurra, en 1970 *Descripción del Mapa Metalogenético de la República Argentina*, obra publicada en colaboración con J. C. Fernández Lima, A. Herrera y L. Aristarain, y en 1973 *Recursos Minerales y rocas de aplicación de la provincia de Buenos Aires*, en colaboración con J. Villa y J. Suriano, publicado por el LEMIT.

Pasan los años y su meta es ofrecer a la juventud todos sus experiencias y conocimientos, lo que se concreta en la docencia como profesor de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de La Plata, en la cátedra de Geología Económica.

Para redondear su obra faltaban los yacimientos de minerales no metalíferos y comenzó nuevamente la sistemática y tesonera tarea de recopilar lo referente a estos depósitos, cuya primera parte —zona Patagonia Comahue— se editó en 1977 y la segunda parte —zona Centro— está en vías de aparecer.

This One



0432-N4E-19P2

os de autor

Las obras de investigación pura estuvieron generalmente asociadas con la caracterización de nuestros minerales, como ser sobre la fosgenita, la hübnerita los sulfatos de hierro, la blenda, alunita, casiterita, rodocrosita, clorita, etc., y el hallazgo de minerales o variedades nuevas, como ser sanjuanita, sanmartinita, sarmientita, capillita, calingastita.

Ahlfeld, en reconocimiento a sus aportes a la mineralogía homenajeó al ingeniero dando el nombre de Angelellita a un mineral nuevo, $\text{Fe}_4[\text{O}_3 | (\text{AsO}_4)_2]$ que encontrara en el cerro Pululus, provincia de Jujuy, y que estudiaran el profesor Ramdohr y sus colaboradores.

La aplicación al trabajo y la infatigable creatividad, además de su brillante memoria, hicieron posible estas obras. Deseamos que la salud y la voluntad de hacer lo acompañen por muchos años.

LA COMISIÓN DIRECTIVA

GEOLOGIA, PETROLOGIA Y METALOGENESIS DEL AREA DE COLIPILLI, PROVINCIA DEL NEUQUEN, REPUBLICA ARGENTINA

EDUARDO JORGE LLAMBIAS¹ y LIDIA MALVICINI²

Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,

¹ Servicio Minero Nacional. (Lugar de Trabajo).

² Servicio Geológico Nacional. (Lugar de Trabajo).

Resumen

Los depósitos de Colipilli están en una provincia metalogenética de hierro, bario, plomo, cobre, cinc y manganeso que se extiende en forma de faja desde el sur de Mendoza hasta el sur de Neuquén. En Colipilli las manifestaciones minerales se localizan en rocas sedimentarias mesozoicas, principalmente en el terciario superior de la Formación Agrio, donde los estratos son predominantemente calcáreos y en las areniscas feldespáticas de la Formación Mulichinco. También en andesitas y microdioritas del Grupo Molle y en el contacto entre las rocas sedimentarias y las ígneas. Las sedimentitas mesozoicas están plegadas en anticlinales y sinclinales normales, siendo la macroestructura un sinclinorio.

Las vetas siguen el sistema principal de diaclasamiento del área el cual es oblicuo o normal a los ejes de pliegues. Algunas vetas son estratiformes. Los minerales de mena rellenan brechas tectónicas aunque el reemplazo enmascara parcialmente esta característica. La secuencia de deposición es I) vetas de óxidos de Fe (magnetita); II) vetas de sulfuros de Fe, Pb, Zn y Cu; III) vetas de baritina; IV) vetas de carbonatos de Fe y Mn. Los depósitos son subvolcánicos, depositados por fluidos hidrotermales (evidenciado por la alteración propilitica de las rocas de caja) y variando dentro del rango xenotermal a epitermales. Las vetas se formaron por polipulsaciones minerales.

Genéticamente se relacionan con la efusión de un magma de composición andesítico calcoalcalino, de edad oligocena (Grupo Molle) que formó filones capa de andesitas anfibólicas, lacolitos de pórfiros andesíticos y microdioríticos y stocks de microdioritas. Las intrusiones de estas rocas han sido controladas por la estructura regional y la litología. La mayoría de los filones capa se encuentran en el terciario superior de la Formación Agrio, y los lacolitos en la base de la Formación Huitrín. Los depósitos son posteriores a estas rocas volcánicas pero se relacionan al hidrotermalismo que acompañó a la intrusión magmática.

Los análisis de elementos trazas en magnetitas de las vetas y la presencia de dos tipos de magnetita: una titanífera en las rocas ígneas y otra manganesífera en las menas, indican que el hierro fue removilizado de estratos ferruginosos. Esto puede hacerse extensivo para el bario y el estroncio hallados en manifestaciones sedimentarias mesozoicas y para el Pb, Zn, Cu y Mn, íntimamente asociados a los óxidos de hierro y a baritina, en las vetas.

Abstract

Colipilli district, is in the iron, barite, lead-zinc-copper, manganese, Metallogenic province of western Argentina, a north-trending belt that extends from the south of Mendoza to the south of Neuquén. This district is in the north-western Neuquén, and the mineralized area have deposits of various types, including iron veins, lead-zinc-copper veins, barite veins, manganese veins, and disseminated copper deposits. The host rock of the ore bodies are sedimentary rocks of Cretaceous age and andesitic and dioritic rocks of Tertiary age. The sedimentary rocks include limestones, sandstones, shales and gypsum beds, that are strongly folded and faulted. The igneous rocks are laccoliths, sills, and stocks.

Most of the ore deposits lie along fractures and shear zones within the sedimentary and igneous rocks. The veins are fissure fillings, with minor replacement of limestone, and occupy breccia zones and repeatedly opened fractures. Four successive stages of mineralization are distinguished in the Colli Pilli district. In chronologic order they are: 1) calcite-magnetite veins; 2) lead-zinc-copper veins; 3) barite veins, with minor amounts of sulfides and celestite; 4) rhodochrosite-siderite veins. The most widespread rocks alteration is propylitization. The deposits are hydrothermal and range from xenothermal to epithermal types. The district is related genetically to early Tertiary magmatic activity, represented by andesites and diorites. The hydrothermal fluids apparently represent waters activated by igneous intrusions.

Two varieties of magnetites are found: titanomagnetite in the igneous rocks and manganese magnetite in the ore bodies. Trace elements analyses of magnetites from the veins show that the iron was remobilized from ferruginous strata. Barite and celestite were found in Mesozoic strata-bound ores in Neuquén, and hydrothermal solutions could removed masses of the mineral bodies.

It is suggested that iron, barium, strontium, lead, zinc and manganese were extracted from Mesozoic geosynclinal sediments during the calcoalcaline magmatism of early Tertiary age.

Las evidencias señalan que los magmas de composición andesítica, de edad oligocena, actuaron como removilizadores de elementos depositados en la cuenca mesozoica neuquino-mendocina, originando depositos hidrotermales terciarios.

Introducción

Las manifestaciones de hierro, manganeso, bario, estroncio y cobre de la región de Colipilli (fig. 1), forman parte de una provincia metalogenética que se extiende desde el río Diamante, provincia de Mendoza, hasta el sur de la provincia del Neuquén. Desde el punto de vista geológico está caracterizada por encontrarse dentro de la faja orogénica andina y por lo tanto ligada a las formaciones sedimentarias del Mesozoico y también a las rocas ígneas del Terciario, en especial a las del Grupo Molle. Este último está representado por una variedad de rocas intrusivas de composición andesítica-diorítica, cuya característica primordial es la presencia de abundantes fenocristales de anfíbol.

MAPA DE UBICACION



Fig. 1. — Mapa de ubicación del área de Colipilli.

En Colipilli las numerosas manifestaciones de hierro y baritina, la amplia exposición de las sedimentitas Mesozoicas y los abundantes cuerpos intrusivos que allí se encuentran, permitieron realizar un estudio integral a fin de conocer sus mutuas relaciones con el objeto de saber si existe una

vinculación entre la estructura regional, el magmatismo y los depósitos minerales.

A tal efecto se mapeó un área de 840 km² en escala 1:50.000 sobre fotomosaicos, fig. 2. Las formaciones sedimentarias no fueron estudiadas en forma exhaustiva por haber sido investigadas anteriormente por Holmberg (1978) al confeccionar la hoja Geológica 33 b, El Huecú.

Geología

En la región comprendida entre el arroyo Taquimilán y el Pichaihué, las formaciones sedimentarias que aparecen son: Vaca Muerta, Mulichinco, Agrío, Huitrín, Rayoso y unos conglomerados terciarios no bien definidos (fig. 2).

Formación Vaca Muerta: Está constituida principalmente por lutitas y lutitas calcáreas negras, fosilíferas, con abundantes concreciones calcáreas. Están atravesadas frecuentemente por venillas de calcita fibrosa. De acuerdo a Leanza (1973) esta formación comprende también a la Formación Quintuco.

Aflora en los núcleos de los anticlinales que han sido exhumados por la erosión, por ejemplo en las nacientes de los arroyos Taquimilán y Treleitube y al sur del cerro Los Bueyes.

Formación Mulichinco: Está constituida por areniscas cuarzosas a feldespáticas, blanquecinas a grises amarillentas, bien estratificadas en bancos de hasta 0,60 m de espesor, que alternan con bancos de conglomerados con espesores de hasta 2 m. Es frecuente la estratificación entrecruzada.

Esta Formación es la más resistente a la erosión y aflora en la parte occidental de la región mapeada, donde nacen los arroyos más importantes.

Formación Agrío: Está constituida principalmente por una alternancia de pelitas negras y margas fosilíferas que incrementan hacia arriba su abundancia de bancos calcáreos. En el tercio superior de esta Formación se intercala un delgado banco (1-3 m de espesor) de areniscas y conglomerados areniscosos, grises amarillentos, conocido como arenisca o banco Avilé. Por encima, la Formación Agrío se hacen más calcárea y los bancos son grises amarillentos y termina con un potente banco de 4-6 m de espesor, calcáreo, oolítico, algo amarillento, y que se destaca fácilmente en el terre-

Introducción

Las manifestaciones de hierro, manganeso, bario, estroncio y cobre de la región de Colipilli (fig. 1), forman parte de una provincia metalogénica que se extiende desde el río Diamante, provincia de Mendoza, hasta el sur de la provincia del Neuquén. Desde el punto de vista geológico está caracterizada por encontrarse dentro de la faja orogénica andina y por lo tanto ligada a las formaciones sedimentarias del Mesozoico y también a las rocas ígneas del Terciario, en especial a las del Grupo Molle. Este último está representado por una variedad de rocas intrusivas de composición andesíticodiorítica, cuya característica primordial es la presencia de abundantes fenocristales de anfíbol.

MAPA DE UBICACION



Fig. 1. — Mapa de ubicación del área de Colipilli.

En Colipilli las numerosas manifestaciones de hierro y baritina, la amplia exposición de las sedimentitas Mesozoicas y los abundantes cuerpos intrusivos que allí se encuentran, permitieron realizar un estudio integral a fin de conocer sus mutuas relaciones con el objeto de saber si existe una

vinculación entre la estructura regional, el magmatismo y los depósitos minerales.

A tal efecto se mapeó un área de 840 km² en escala 1:50.000 sobre fotomosaicos, fig. 2. Las formaciones sedimentarias no fueron estudiadas en forma exhaustiva por haber sido investigadas anteriormente por Holmberg (1978) al confeccionar la hoja Geológica 33 b, El Huecú.

Geología

En la región comprendida entre el arroyo Taquimilán y el Pichaihué, las formaciones sedimentarias que aparecen son: Vaca Muerta, Mulichinco, Agrio, Huitrín, Rayoso y unos conglomerados terciarios no bien definidos (fig. 2).

Formación Vaca Muerta: Está constituida principalmente por lutitas y lutitas calcáreas negras, fosilíferas, con abundantes concreciones calcáreas. Están atravesadas frecuentemente por venillas de calcita fibrosa. De acuerdo a Leanza (1973) esta formación comprende también a la Formación Quintuco.

Aflora en los núcleos de los anticlinales que han sido exhumados por la erosión, por ejemplo en las nacientes de los arroyos Taquimilán y Treleitube y al sur del cerro Los Bueyes.

Formación Mulichinco: Está constituida por areniscas cuarzosas a feldespáticas, blanquecinas a grises lamarillentas, bien estratificadas en bancos de hasta 0,60 m de espesor, que alternan con bancos de conglomerados con espesores de hasta 2 m. Es frecuente la estratificación entrecruzada.

Esta Formación es la más resistente a la erosión y aflora en la parte occidental de la región mapeada, donde nacen los arroyos más importantes.

Formación Agrio: Está constituida principalmente por una alternancia de pelitas negras y margas fosilíferas que incrementan hacia arriba su abundancia de bancos calcáreos. En el tercio superior de esta Formación se intercala un delgado banco (1-3 m de espesor) de areniscas y conglomerados areniscosos, grises amarillentos, conocido como arenisca o banco Avilé. Por encima, la Formación Agrio se hacen más calcárea y los bancos son grises amarillentos y termina con un potente banco de 4-6 m de espesor, calcáreo, oolítico, algo amarillento, y que se destaca fácilmente en el terre-

GEOLOGIA, PETROLOGIA Y METALOGENESIS DEL AREA DE COLIPILLI, PROVINCIA DEL NEUQUEN, REPUBLICA ARGENTINA

EDUARDO JORGE LLAMBIAS¹ y LIDIA MALVICINI²

Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,

¹ Servicio Minero Nacional. (Lugar de Trabajo).

² Servicio Geológico Nacional. (Lugar de Trabajo).

Resumen

Los depósitos de Colipilli están en una provincia metalogénica de hierro, bario, plomo, cobre, cinc y manganeso que se extiende en forma de faja desde el sur de Mendoza hasta el sur de Neuquén. En Colipilli las manifestaciones minerales se localizan en rocas sedimentarias mesozoicas, principalmente en el tercio superior de la Formación Agrio, donde los estratos son predominantemente calcáreos y en las areniscas feldespáticas de la Formación Mulichinco. También en andesitas y microdioritas del Grupo Molle y en el contacto entre las rocas sedimentarias y las ígneas. Las sedimentitas mesozoicas están plegadas en anticlinales y sinclinales normales, siendo la macroestructura un sinclinorio.

Las vetas siguen el sistema principal de diaclasamiento del área el cual es oblicuo o normal a los ejes de pliegues. Algunas vetas son estratiformes. Los minerales de mena rellenan brechas tectónicas aunque el reemplazo enmascara parcialmente esta característica. La secuencia de deposición es I) vetas de óxidos de Fe (magnetita); II) vetas de sulfuros de Fe, Pb, Zn y Cu; III) vetas de baritina; IV) vetas de carbonatos de Fe y Mn. Los depósitos son subvolcánicos, depositados por fluidos hidrotermales (evidenciado por la alteración propilitica de las rocas de caja) y variando dentro del rango xeno- a epitermales. Las vetas se formaron por polipulsaciones minerales.

Genéticamente se relacionan con la efusión de un magma de composición andesítico calcoalcalino, de edad oligocena (Grupo Molle) que formó filones capa de andesitas anfibólicas, lacolitos de pórfiros andesíticos y microdioríticos y stocks de microdioritas. Las intrusiones de estas rocas han sido controladas por la estructura regional y la litología. La mayoría de los filones capa se encuentran en el tercio superior de la Formación Agrio, y los lacolitos en la base de la Formación Huitrín. Los depósitos son posteriores a estas rocas volcánicas pero se relacionan al hidrotermalismo que acompañó a la intrusión magmática.

Los análisis de elementos trazas en magnetitas de las vetas y la presencia de dos tipos de magnetita: una titanífera en las rocas ígneas y otra manganesífera en las menas, indican que el hierro fue removilizado de estratos ferruginosos. Esto puede hacerse extensivo para el bario y el estroncio hallados en manifestaciones sedimentarias mesozoicas y para el Pb, Zn, Cu y Mn, íntimamente asociados a los óxidos de hierro y a baritina, en las vetas.

Abstract

Colipilli district, is in the iron, barite, lead-zinc-copper, manganese, Metallogenic province of western Argentina, a north-trending belt that extends from the south of Mendoza to the south of Neuquén. This district is in the north-western Neuquén, and the mineralized area have deposits of various types, including iron veins, lead-zinc-copper veins, barite veins, manganese veins, and disseminated copper deposits. The host rock of the ore bodies are sedimentary rocks of Cretaceous age and andesitic and dioritic rocks of Tertiary age. The sedimentary rocks include limestones, sandstones, shales and gypsum beds, that are strongly folded and faulted. The igneous rocks are laccoliths, sills, and stocks.

Most of the ore deposits lie along fractures and shear zones within the sedimentary and igneous rocks. The veins are fissure fillings, with minor replacement of limestone, and occupy breccia zones and repeatedly opened fractures. Four successive stages of mineralization are distinguished in the Colli Pilli district. In chronologic order they are: 1) calcite-magnetite veins; 2) lead-zinc-copper veins; 3) barite veins, with minor amounts of sulfides and celestite; 4) rhodochrosite-siderite veins. The most widespread rocks alteration is propylitization. The deposits are hydrothermal and range from xenothermal to epithermal types. The district is related genetically to early Tertiary magmatic activity, represented by andesites and diorites. The hydrothermal fluids apparently represent waters activated by igneous intrusions.

Two varieties of magnetites are found: titanomagnetite in the igneous rocks and manganese magnetite in the ore bodies. Trace elements analyses of magnetites from the veins show that the iron was remobilized from ferruginous strata. Barite and celestite were found in Mesozoic stratabound ores in Neuquén, and hydrothermal solutions could removed masses of the mineral bodies.

It is suggested that iron, barium, strontium, lead, zinc and manganese were extracted from Mesozoic geosynclinal sediments during the calcoalcaline magmatism of early Tertiary age.

Las evidencias señalan que los magmas de composición andesítica, de edad oligocena, actuaron como removilizadores de elementos depositados en la cuenca mesozoica neuquino-mendocina, originando depositos hidrotermales terciarios.

no por haber sido menos erodado que los otros bancos.

Sus afloramientos son extensos y se encuentran prácticamente en toda la región.

Formación Huitrín: Formada principalmente por mantos de yeso blanquecino a amarillento, regularmente bien estratificados. Localmente presenta replegamientos secundarios de longitud de onda de unos pocos centímetros. En la parte inferior, en el contacto con la Formación Agrio, hay bancos de areniscas grisáceas a blanquecinas, que pasan gradualmente hacia arriba a bancos de yeso. La parte superior de la Formación Huitrín está constituida por limolitas yesíferas rosadas a amarillentas, que contienen en forma intercalada bancos (0,3-0,5 m de espesor) de areniscas feldespáticas rojizas. Hacia arriba aparecen en forma gradual bancos de conglomerados polimícticos, considerados aquí como Formación Rayoso.

Los mejores afloramientos se encuentran en el ala occidental del anticlinal de Nauauco, pocos metros al norte de la ruta provincial que va hacia el Huecú. El espesor aquí es de aproximadamente 200 m.

Otros afloramientos son escasos en la región debido a que: 1) son rocas fácilmente erodables; 2) son dúctiles y durante el plegamiento se han deslizado y 3) la mayor parte de los cuerpos ígneos se han intruido en esta formación.

Formación Rayoso: Participan en esta formación conglomerados rojizos regularmente estratificados con intercalaciones de bancos de limolitas rojizas y areniscas feldespáticas rojizas. Los clastos de los conglomerados son en su mayoría vulcanitas, calizas y cuarzo lechoso.

Conglomerados Terciarios: Afloran entre el arroyo Treleitube y Colipilli, aproximadamente a lo largo de la ruta provincial citada. En el arroyo Treleitube se depositan en discordancia angular sobre la Formación Rayoso y sobre las andesitas del Grupo Molle.

Tienen estratificación muy grosera y abundante clastos de muy diverso tamaño constituidos principalmente por vulcanitas. Los clastos están parcialmente redondeados y en conjunto son similares a los conglomerados de los depósitos de piedemonte.

El techo no se conoce y su edad es dudosa. Por el hecho de estar dislocados (inclinan unos 40° al oeste) se supone son Terciario medio a superior.

Rocas ígneas

Las rocas ígneas aflorantes son en su mayoría de composición andesítica y pertenecen al Grupo Molle. En mucha menor proporción se encuentran dacitas y basaltos pertenecientes a formaciones más modernas.

Grupo Molle

Está constituido principalmente por filones capa de andesitas anfibólicas, lacolitos de pórfidos andesíticos y pórfidos microdioríticos y stocks de microdioritas. Todas estas rocas se mantienen dentro del rango de composición de las andesitas (cuadro I) y por presentar abundantes anfíboles como fenocristales pueden llegar en algunos casos extremos a variedades melanocráticas.

Filones capa: Predominan ampliamente en la región y están intruidos en su casi totalidad en la Formación Agrio. En algunos lugares, por ejemplo, donde se encuentran las minas de baritina al NE de Colipilli, la densidad de filones capa es tal que ha sido imposible mapearlos en forma individual, y por lo tanto han sido representados en el mapa (fig. 2) con una rastra especial junto con la Formación Agrio. Los sedimentos más modernos intruidos por los filones capa corresponden a la Formación Rayoso (N del cerro Picú).

La textura de las andesitas de los filones capa es porfírica con pastas afaníticas a microgranosas. Se caracterizan por la presencia de bien desarrollados cristales de anfíbol euhedral, lo cual le confiere un cierto carácter lamprofírico, cuyo porcentaje es variable aún dentro de un mismo cuerpo. Normalmente representan aproximadamente el 35-40 % del volumen de los fenocristales, pero localmente llega hasta el 50-70 %. Asimismo el tamaño es variable, aumentando en general proporcionalmente con su abundancia, llegando excepcionalmente hasta 5 cm de longitud, siendo su tamaño más frecuente 1-1,5 cm. Los índices de refracción varían poco: $n_{\alpha} = 1,656 - 1,666$; $n_{\gamma} = 1,674 - 1,687$. El pleocroísmo es X' = pardo amarillento muy pálido; Z' = verde algo pardusco. Por estas características puede ser clasificado como hornblenda. Casi todos los fenocristales presentan bordes de reacción producidos por oxidación y están constituidos por magnetita. También sus bordes están cribados de inclusiones muchas de ellas pertenecientes a la pasta. Este último fenómeno es, sin em-

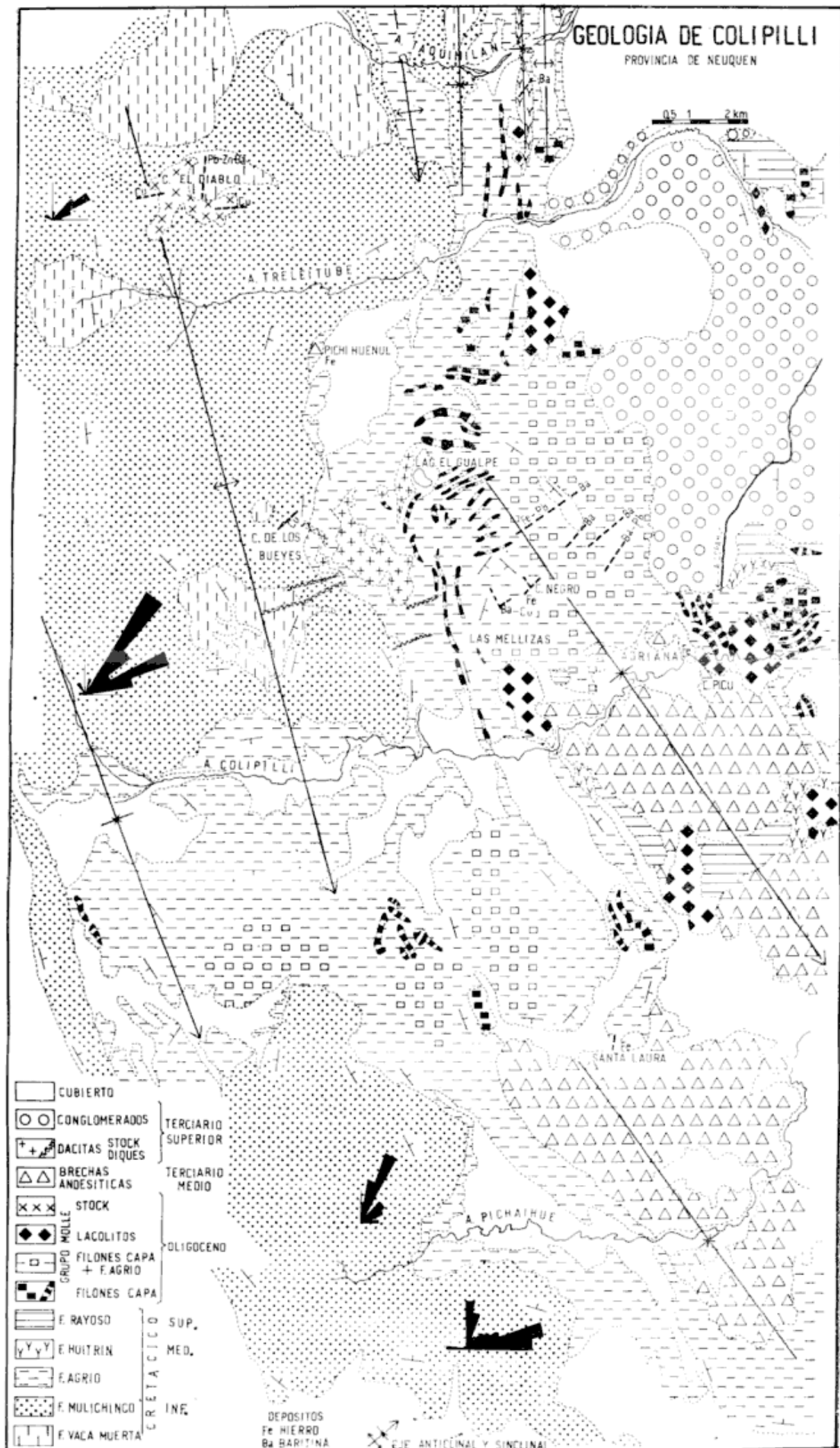


Fig. 2. — Mapa geológico del área de Colipilli, Neuquén.

bargo, mucho más común en los lacolitos, los cuales raramente presentan el borde de reacción. Poco frecuentemente se han observado en sus núcleos cristales de clinopiroxeno.

Los fenocristales de plagioclasa son de menor tamaño que los de anfíbol (0,5 cm), son euhedrales y tienen marcada zonación. Su composición varía entre An_{46} y An_{64} siendo mayor el porcentaje de anortita cuanto mayor es su índice de color.

Como minerales accesorios se encuentran abundantes fenocristales de titanomagnetita euhedral, apatita, titanita, pseudobrookita y hematita.

Lacolitos: Son en general cuerpos de mayor espesor y menor continuidad que los filones capa. Los más importantes son: sur del arroyo Taquimilán; sur de Las Mellizas; cerro Picú; y los dos que se encuentran al sur de este cerro. Están intruidos en la Formación Huitrín, apoyándose su base, que es plana, en el techo de la Formación Agrio.

Mineralógicamente tienen las mismas características que los filones capa, pero rara vez presentan concentraciones de anfíbol tan alta como en ellos. Se encuentran, en cambio, inclusiones del tamaño de un puño constituidas por 80-90 % de hornblenda ($n_x = 1,659$; $n_y = 1,681$) y el resto plagioclasa, titanomagnetita y titanita.

Las texturas van desde granosas hipidiomorfas finas, a veces porfíricas, hasta porfíricas con pastas microgranosas. Presentan escasa biotita primaria y también como producto de alteración del anfíbol y tienen cuarzo en forma intersticial en las pastas más gruesas.

Hay diaclasas de origen primario rellenas con cristales tabulares de fluorapatita ($E = 1,642$; $O = 1,647$) y algo de clorapatita y otras con agregados fibrosos de estilbita ($X = 1,486$; $Z = 1,503$) como sucede en el lacolito al SSO del Cerro Picú.

Stock Cerro El Diablo: Se encuentra en las cercanías del arroyo Treleitube.

Está intruido en el núcleo de un anticlinal y afecta al oeste y sur a las areniscas de la Formación Mulichinco y al norte a las lutitas negras y pelitas calcáreas del techo de la Formación Vaca Muerta, que aparecen en el fondo de una profunda quebrada.

El stock es un porfido diorítico cuarcífero, y se encuentra rodeado por un borde enfriado de unos 30-50 m de espesor de microdiorita cuarcífera.

El porfido diorítico tiene textura porfírica con pasta granosa hipidiomorfa. Los fenocristales están en una proporción de 70 % respecto a la pasta y constituidos por plagioclasa (An_{46}) y en menor cantidad, anfíbol y biotita. Como accesorios hay abundante apatita y titanomagnetita, rutilo y en menor proporción titanita.

El borde enfriado tiene textura granosa hipidiomorfa de grano muy fino. Está constituido por plagioclasa zonal (An_{48}), anfíbol intersticial y escasa biotita y cuarzo. Los accesorios son iguales a los de la parte principal del cuerpo.

Stock Cerro Caicayén: A pesar que este cerro no está en el área de Colipilli, y por lo tanto no figura en el mapa, se incluye en este trabajo por estar relacionado petrología y mineralógicamente. Está constituido por un stock de diorita cuarcífera perteneciente al Grupo Molle (Zöllner y Amos, 1973), que intruye calizas fértidas situadas debajo de la Formación Tordillo (posición equivalente a la Formación Auquilcú), debajo de las cuales hay abundantes bancos lutíticos negros (Formación Chacay Melehué?) que en la proximidad del plutón son rojizos por metamorfismo térmico.

La diorita cuarcífera tiene cristales euhedrales de anfíbol y nódulos de epidoto, los cuales además rellenan diaclasas.

En el contacto entre la caliza y el stock hay un skarn compuesto por calcita, epidoto, cuarzo jasperiado, anfíbol y algunos sulfuros diseminados: pirita, calcopirita y covellina.

Las pelitas están metamorfizadas en bajo grado con metacristales de feldespato.

El stock está alterado hidrotermalmente. Los principales minerales formados son cuarzo, caolinita e hidromuscovita. Los anfíboles están pasando a actinolita y talco.

La edad de las rocas ígneas descriptas es difícil de determinar por no presentar relaciones estratigráficas con otras formaciones más modernas que la Formación Rayoso. Por su similitud litológica se la homologa con el Grupo Molle.

Brechas andesíticas

Son brechas grises azuladas constituidas por clastos y matriz andesíticos. Sus afloramientos aparecen concentrados a lo largo de sinclinales en cuyos senos se encuentran las formaciones Huitrín y Rayoso, como sucede al sur del cerro Picú y también al sur de la mina Santa Laura. Presentan un relieve

deprimido sobre el cual se ha insertado una red de drenaje dendrítica.

Están groseramente estratificadas y los bancos tienen rumbo N 40° O con inclinación de unos 35° NE. La sección inferior es netamente ígnea, mientras que la superior presenta bancos de aglomerados brechosos con matriz tobáceo arenosa. Estos bancos, que tienen espesores de 5-7 m, contienen clastos de hasta 1 m³, la mayoría de los cuales son de andesitas anfibólicas, similares a las del Grupo Molle.

La edad, por los clastos contenidos se puede inferir que es posterior al Grupo Molle. Por su matriz andesítica, particularmente ígnea en su sección inferior, puede suponerse que su edad es cercana a la del Grupo Molle y que quizás pertenece a una segunda fase de este mismo ciclo ígneo. Debido a la carencia de datos más concretos se las ubica tentativamente en el Terciario medio.

Dacitas

Afloran unos pocos cuerpos de pequeñas dimensiones en las cercanías de la laguna El Gualpe. Constituyen un stock principal pequeño, figura 2, y un conjunto de diques asociados, que si bien no se puede determinar con exactitud por su reducido número, parecen formar parte de un sistema radial de diques.

El stock intruye la Formación Agrio mientras que los diques atraviesan esta formación y las formaciones Mulichinco y Vaca Muerta.

Son rocas grises, porfíricas, con fenocristales de cuarzo fuertemente corroídos por la pasta y de plagioclasa (An₂₀), la cual se encuentra alterada en sericita y calcita. En muy reducida proporción aparecen como fenocristales anfíbol ($n_{\alpha} = 1,664$; $n_{\gamma} = 1,685$) y biotita. Las texturas de las pastas van de cripto cristalina a microgranosas muy finas.

No presentan relaciones con rocas más modernas que la Formación Agrio y a pesar de su cercanía con las andesitas del Grupo Molle no se han encontrado contactos. Tentativamente se las ubica en el Mioceno superior-Plioceno por asimilarlas con el ciclo magmático félsico del Domuyo y Palao, que tendría esta edad (Llambías *et al.*, 1977).

Basaltos: Afloran en forma muy reducida, por lo cual no figuran en el mapa, al norte del cerro Picú. Constituyen una pequeña meseta muy disectada, que se encuen-

tra a una altura de 1.400 m s.n.m. y a 80 m sobre el lecho del arroyo Colipilli.

La clasificación de basalto es modal. Están constituidos por plagioclasa, olivina clinopiroxeno.

Es posterior al Grupo Molle. Por formar mesetas y estar muy disectadas podría ser homologable con la Formación Palao.

Quimismo

En el cuadro 1 se dan los análisis químicos y las normas CIPW, recalculadas sin el contenido de agua y anhídrido carbónico (pérdida por calcinación) de siete muestras del Grupo Molle y una de la dacita de la laguna El Gualpe. Fueron analizadas por métodos convencionales por M. Palacios y J. C. Danderfer.

Químicamente las rocas del Grupo Molle se caracterizan por la variación del contenido de sílice, el cual en las muestras analizadas está comprendido entre 53 y 60 %. Este rango de composición permite ubicar a estas rocas dentro del grupo de las andesitas (comprendido entre 55 y 64 % de SiO₂) excepto las muestras 5 y 6 cuyos valores se encuentran dentro del grupo de las basandesitas o andesitas basálticas (52-55 % de SiO₂), aunque pueden considerarse por sus características modales como melanoandesitas por contener mayor contenido de anfíbol que las restantes rocas. El contenido de sodio y potasio no varía con respecto a sílice (fig. 3) pero sí se nota una marcada disminución en el contenido de magnesio y hierro total, lo cual se corresponden con la variación del índice de color normativo (entre 31,5 y 15,8) y con la variación del contenido de anfíbol modal.

El índice de serie de Rittmann (1973) promedio $\sigma = 2,03$ indica que se trata de una serie calcoalcalina.

En el cuadro 2 se da el promedio de las andesitas del Grupo Molle de Colipilli y el de las andesitas de la Formación Pelán en la región del volcán Domuyo y atribuidas al mismo Grupo (Llambías *et al.*, 1977) y se las compara con el promedio de las andesitas Cenozoicas de Chayes (1969) y la andesita calcoalcalina de McBirney (1969). Se puede observar que las andesitas de Colipilli son sensiblemente más máficas (básicas) que las de Domuyo (véase la fig. 4) y los promedios de Chayes y McBirney. No obstante esto, el contenido de álcalis es similar y apoya lo anotado en párrafos ante-

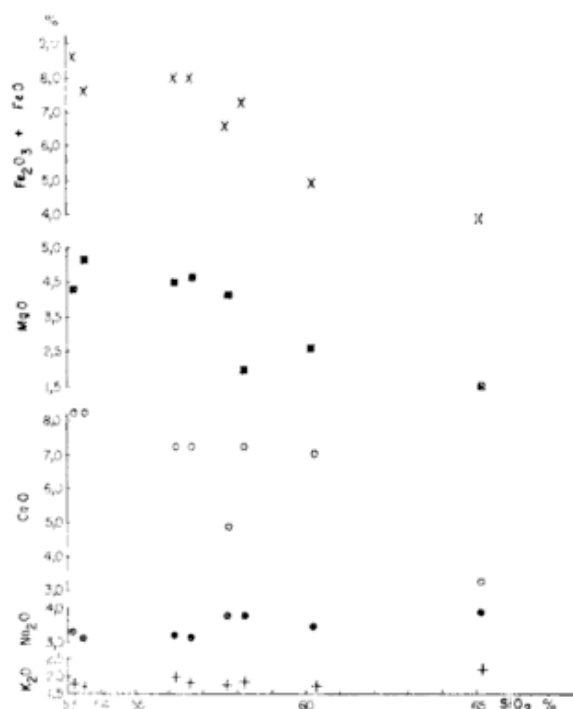


Fig. 3. — Diagrama de variación simple de las rocas ígneas de Colipilli.

riores que las variaciones químicas se deben al distinto contenido de anfíbol.

En la figura 4 se representa el diagrama AFM con las rocas de Colipilli y Domuyo y se puede observar que prácticamente no hay enriquecimiento en hierro, como es bastante frecuente en las andesitas de fajas orogénicas.

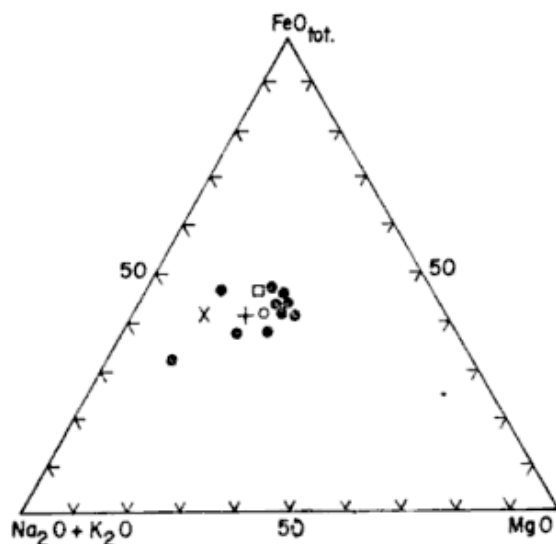


Fig. 4. — Diagrama AFM; • = andesitas y una dacita de Colipilli; ° = promedio de las mismas; x = promedio de andesitas Formación Pelán (Grupo Molle) de Domuyo (Llambías *et al.*, 1977); □ = promedio de andesitas según Chayes (1969); + = promedio según Mc Birney, (1969).

Con respecto al origen del magma no se han obtenido suficientes datos durante este trabajo como para poder establecerlo con cierto fundamento. Sobre la génesis de las andesitas y secuencias calcoalcalinas de fajas orogénicas se han emitido diversas teorías, las cuales han sido resumidas por Boettcher (1973): 1) contaminación de magmas básicos con material de la corteza; 2) anatexis de la corteza; 3) cristalización fraccionada de magmas basálticos; 4) fusión y posterior diferenciación de peridotitas húmedas de la parte superior del manto; 5) fusión de la litósfera en zona de subducción.

En Colipilli el indicio más importante acerca del origen del magma es la diversa concentración de fenocristales de hornblenda y la presencia de inclusiones constituidas casi exclusivamente por este mineral. Esto podría sugerir la formación de cumulos de anfíbol en el seno de un magma básico, lo cual conduciría a una diferenciación magmática por cristalización fraccionada dando lugar así a un magma de composición andesítica. Por la comparación de los análisis químicos entre las mismas andesitas de Colipilli (cuadro I) y con otras andesitas (cuadro II) resulta que las mayores variaciones corresponden al magnesio y al calcio y en menor proporción al hierro, lo cual apoya la interpretación de la formación de cumulos de hornblenda, ya que los alcalis —que no forman parte como elementos mayoritarios de este mineral— prácticamente no varían.

Este probable origen de las andesitas por cristalización fraccionada de anfíbol ha sido demostrado experimentalmente como un proceso posible y ha sido mencionado frecuentemente en la literatura en los últimos años: Wager (1962); Best y Mercy (1967); Nicholls (1971); Allen *et al.* (1972); Cawthorn y O'Hara (1976).

Estructura

En la región de Colipilli las sedimentitas mesozoicas están plegadas en anticlinales y sinclinales normales siendo la macroestructura la de un sinclinorio, al cual se lo denominará sinclinorio de Colipilli, cuya ala occidental es fácilmente visible por los afloramientos de la Formación Mulichinco que aparecen en las nacientes de los arroyos Taquimilán, Treleitube, Colipilli y Pichaihué. El ala oriental aflora en el borde occidental del anticlinal de Naunauco, situado al

CUADRO I: Análisis químico de las rocas ígneas de Colipilli

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	60,26	58,21	53,23	57,68	56,59	53,53	56,22	65,24
TiO ₂	0,89	1,00	1,18	1,00	1,03	1,15	1,05	0,52
Al ₂ O ₃	17,52	16,15	15,87	16,96	16,06	15,76	15,62	15,66
Fe ₂ O ₃	2,56	4,64	4,08	3,50	3,39	3,34	3,47	1,52
FeO	2,29	2,67	4,50	3,07	4,64	4,27	4,59	2,37
MnO	0,12	0,09	0,22	0,10	0,17	0,25	0,19	0,07
MgO	2,61	2,04	4,45	4,24	4,71	5,27	4,54	1,51
CaO	7,01	7,15	8,15	4,86	7,24	8,13	7,19	3,28
Na ₂ O	3,48	3,81	3,32	3,82	3,09	3,11	3,18	3,98
K ₂ O	1,69	1,77	1,76	1,69	1,81	1,75	1,95	2,27
P ₂ O ₅	0,14	0,26	0,24	0,31	0,15	0,23	0,18	0,13
Pérd. cal.	1,06	2,34	2,31	2,64	1,80	3,49	2,01	3,26
Total	99,63	100,13	99,31	99,87	100,68	100,28	100,19	99,81

Normas CIPW

Q	16,38	11,88	5,86	12,78	10,38	6,12	10,22	24,48
or	10,01	10,56	10,56	10,01	10,56	10,01	11,68	13,90
ab	29,87	33,01	28,82	33,01	26,20	27,25	27,25	34,58
an	27,80	22,24	24,19	23,91	25,02	25,02	23,07	16,68
C	—	—	—	0,41	—	—	—	0,81
mt	3,71	6,03	6,03	5,34	4,87	5,10	5,10	2,32
hm	—	0,64	—	—	—	—	—	—
di	5,28	9,72	13,28	—	8,25	12,50	9,79	—
hy	4,90	0,70	8,61	11,28	12,04	11,27	10,64	6,14
il	1,52	1,97	2,28	1,98	1,98	2,28	2,13	1,06
ap	0,34	0,66	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33
I.C.	15,75	19,72	30,54	19,35	27,48	31,49	28,00	9,85
σ	1,55	2,05	2,52	2,07	1,77	2,24	1,99	1,76

CLAVE DE LAS ROCAS ANALIZADAS QUIMICAMENTE

- 1) Microdiorita. Cerro El Diablo. Stock. Textura granosa hipidiomorfa muy fina. Plagioclasa euhedral (An₆₈); anfíbol intersticial y en poca cantidad, escasa biotita, titanita, titanomagnetita y apatita.
- 2) Pórfido andesítico. Al SE del Cerro Picú. Lacolito. Textura porfirica, pasta microgranosa. Fenocristales: plagioclasa zonal (An₆₈), anfíbol ($\gamma = 1,683$; $\alpha = 1,665$), parcialmente corroído, y escasa biotita. Abundantes microfenocristales de titanomagnetita, apatita y titanita. Pasta: plagioclasa y escaso cuarzo.
- 3) Microdiorita. Al sur de Las Mellizas. Lacolito. Textura granosa hipidiomorfa muy fina. Plagioclasa euhedral (An₆₈). Anfíbol sub- a anhedral ($\gamma = 1,676$; $\alpha = 1,651$) con relicós en sus núcleos de clinopiroxeno. Como accesorios: titanomagnetita, apatita y titanita.
- 4) Pórfido andesítico. Al SE de Las Mellizas. Filón Capa. Textura porfirica, pasta microgranosa. Fenocristales de plagioclasa euhedrales (An₆₆) y anfíbol ($\gamma = 1,676$; $\alpha = 1,656$). Microfenocristales de titanomagnetita, titanita y apatita.
- 5) Andesita anfibólica. Al SE de Las Mellizas. Filón capa. Textura porfirica, pasta pilotáxica. Fenocristales de anfíbol ($\gamma = 1,679$; $\alpha = 1,657$); subhedrales por tener bordes de reacción; plagioclasa (An₆₃). Microfenocristales de magnetita y apatita.
- 6) Andesita anfibólica. Poco al sur de Cerro Negro. Filón capa. Textura porfirica, pasta pilotáxica. Fenocristales de anfíbol ($\gamma = 1,682$; $\alpha = 1,659$) y plagioclasa (An₆₄). Microfenocristales de titanomagnetita y apatita.
- 7) Pórfido andesítico. Al este de Laguna El Gualpe. Filón capa. Textura porfirica con fenocristales de anfíbol y plagioclasa. Textura pilotáxica gruesa a microgranosa.
- 8) Dacita. Oeste laguna El Gualpe. Lacolito. Textura porfirica, con fenocristales de cuarzo subhedrales a anhedrales y de plagioclasa euhedrales (An₂₆) ligeramente alterados en calcita y sericita. La pasta está constituida por un agregado de cristales de plagioclasa rodeados por una mesostasis criptocristalina. Muy escasas biotita.

CUADRO II. — Comparación entre las andesitas de Colipilli, las de Domuyo (Llambias et al., 1977), las cenozoicas (Chayes, 1969) y las calcoalcalinas (McBirney, 1969)

	1	2	3	4
SiO ₂	56,53	63,22	58,17	58,65
TiO ₂	1,04	0,75	0,80	0,79
Al ₂ O ₃	16,27	15,56	17,26	17,43
Fe ₂ O ₃	3,57	3,05	3,07	3,21
FeO	3,72	2,65	4,17	3,48
MnO	0,16	0,06	—	0,10
MgO	3,98	2,06	3,23	3,28
CaO	7,10	4,92	6,93	6,26
Na ₂ O	3,40	3,91	3,21	3,82
K ₂ O	1,77	2,01	1,61	1,99
P ₂ O ₅	0,22	0,13	0,20	0,17
H ₂ O	2,24	1,68	1,24	1,20

1) promedio 7 andesitas de Colipilli (este trabajo); 2) promedio de 8 andesitas-dioritas de la Formación Pelán (Grupo Molle) en Domuyo, Neuquén (Llambias *et al.*, 1977); 3) promedio andesitas cenozoicas (Chayes, 1969); 4) promedio de andesitas calcoalcalinas (McBirney, 1969).

este del límite del mapa (fig. 2). El rumbo del eje del sinclinorio es aproximadamente NNO-SSE y buza hacia el NNO. Pasa por cerca del cerro Negro y Santa Laura.

Los pliegues menores cuyos ejes con sus buzamientos han sido dibujados en la fig. 2, corresponden a pliegues de 2º orden.

Las intrusiones de las andesitas del Grupo Molle se han producido con posterioridad a la deformación y han sido aparentemente controladas por la morfología de los pliegues de 2º orden y/o por la litología. La preponderancia de uno u otro factor es difícil de determinar ya que los pliegues aflorantes están compuestos por distintos tipos de rocas que son las que a su vez condicionan la ubicación de las intrusiones.

La Formación Mulichinco es poco receptiva para la intrusión de las andesitas del Grupo Molle. Excepto el stock del cerro Los Bueyes, no se han observado otras intrusiones en esta formación. Tampoco han sido detectadas intrusiones en la Formación Vaca Muerta, con excepción de los diques de dacita, pero por ser muy reducidos los afloramientos de esta Formación no se puede precisar con exactitud.

La mayoría de los filones capa se encuentran en la Formación Agrío, mientras que los lacolitos están preferentemente en la Formación Huitrín. Esta selectividad de la distribución de estos dos tipos de cuerpos se debe a que estas dos formaciones son de litología completamente diferentes y puede ser explicado por la alta ductilidad de la parte inferior de la Formación Huitrín (principalmente yesífera) que durante el plegamiento hizo que el yeso fluyera, intru-

yéndose en otras formaciones, como por ejemplo en la Formación Rayoso, al sur del arroyo Colipilli, aguas abajo de la escuela. Esta migración del yeso fue la que probablemente dio origen a zonas de debilidad que facilitaron el emplazamiento de los lacolitos.

Podría considerarse, además, un posible control de las intrusiones del Grupo Molle con respecto al eje del sinclinorio de Colipilli, aunque la posición del mismo no ha podido ser delimitada con exactitud por la amplitud del mismo. Pero se puede afirmar que la mayoría de las intrusiones están localizadas a lo largo de este eje. Tanto en el ala oriental como occidental de este sinclinorio, la presencia de cuerpos intrusivos es escasa.

En síntesis, se puede decir que la localización del magmatismo se debe a un centro estructural (a lo largo del eje del sinclinorio) y que la forma que toman los cuerpos se debe al control litológico.

El desarrollo de diaclasas es fácilmente observable en la Formación Mulichinco, mientras que en las restantes formaciones son poco visibles, o no se han formado con la misma intensidad. Esto puede deberse a que las areniscas y conglomerados de la Formación Mulichinco son frágiles mientras que las rocas de las otras formaciones son dúctiles y por lo tanto no se formaron. En la figura 2 se han representado las rosas de frecuencia (intervalos de 10º) de las diaclasas de la Formación Mulichinco.

La casi totalidad de las mismas se encuentran en el cuadrante NE y presentan dos máximos que varían de posición de una

estación a otra y son oblicuas al eje de plegamiento como si correspondieran a un sistema de fracturación por cizalla.

Los depósitos

Las manifestaciones de Fe, Ba, Sr, Pb, Zn, Cu, y Mn son numerosas, aunque de reducido tamaño y solamente se explotan en la actualidad las de baritina. En su mayoría se encuentran en el tercio superior de la Formación Agrio, por encima de la arenisca Avilé, donde los estratos son predominantemente calcáreos, pero también en areniscas feldespáticas de la Formación Mulichinco, en andesitas y dioritas del Grupo Molle y en el contacto entre las rocas sedimentarias e ígneas.

Las vetas siguen a grandes rasgos el sistema principal de diaclasamiento del área, el cual es oblicuo y/o normal a los ejes de pliegues como en los Cerros Negro, Los Bueyes y El Diablo. En detalle, pero común a todos los depósitos de hierro y a algunos de bario, las vetas pasan a ser concordantes con la estratificación y toman el aspecto de mantos, por lo cual se las denomina vetas estratiformes, McKinstry (1955).

Las evidencias texturales indican que están ubicadas en brechas tectónicas, aunque los procesos de reemplazo han enmascarado en parte esta característica.

Las vetas son de relleno y reemplazo combinados. Sin embargo, en general, el contacto roca de caja-veta es neto y las texturas predominantes son brechas, escarapelas, y bandeados coloiformes, sugiriendo que hubo predominancia de relleno sobre reemplazo. Solamente en algunas manifestaciones de hierro y de bario, además de relleno hubo marcado reemplazo, en particular cuando las rocas de caja son calizas y margas, conservándose la textura estratificada, oolítica y la microlaminación.

De acuerdo a su mineralogía los depósitos han sido divididos en:

- 1) Depósitos de óxidos de hierro (Cerro Negro, Adriana, Santa Olga y Mallín Largo).
- 2) Depósitos de carbonatos de hierro y manganeso: (Santa Laura y Pichi Huenul).
- 3) Depósitos de óxidos de hierro y baritina, con algunos sulfuros (Cerro Negro Oeste, La Bruja, La Indígena, Julio César).

- 4) Depósitos de baritina con algunos sulfuros (San Eduardo, La Bienvenida y el sur del arroyo Taquimilán).
- 5) Depósitos de sulfuros a veces con baritina (Cerro Los Bueyes, Cerro El Diablo y Cerro Caicayén).

Depósitos de óxido de hierro

Cerro Negro Este: Son cuerpos de pequeñas dimensiones (Jutorán y Malvicini, 1961) y que de acuerdo a estudios geofísicos realizados (Munck, 1963) no tienen aparente conexión en profundidad.

La mineralización está localizada en calizas de la parte superior de la Formación Agrio y andesitas-pórfidos dioríticos del Grupo Molle, o en el contacto de ambas. Constituye vetas de 4-5 m de longitud y potencia de 0,9 a 2 m, con rumbo general N 40° E, verticales, que pasan a vetas estratiformes por reemplazo de los bancos calcáreos o siguen el contacto entre las rocas ígneas y las calizas. El contacto roca de caja-veta es neto y frío, indicando relleno de fracturas con metasomatismo poco marcado. Este consiste en venillas de calcita, siderita, segregaciones de titanita y titanomagnetita y fibras microscópicas de actinolita.

La textura de las vetas es brechosa con escarapelas y bandeamiento coloiforme. Los clastos de calizas como los de rocas ígneas están parcialmente reemplazados por hidróxido de hierro, cuarzo, calcita y siderita. La mena consiste principalmente en magnetita, maghemita y hematita, con algo de pirita, calcopirita, heazlewoodita, pirolusita, ramsdellita y lepidocrocita, goethita, en ganga de calcita, siderita, ópalo y calcedonia.

Las vetas alojadas en las calizas están más meteorizadas que las restantes, por lo cual son menos magnéticas, pudiéndose deber a la mayor reactividad de estas rocas con los agentes exógenos.

En una pequeña veta, a unos 300 m al sur de las descritas, se ha desarrollado un raro sombrero de hierro formado por *boxworks* de calcita de hasta 3 cm de largo cuyas paredes son láminas de magnetita (lám. I, fig. 1).

Adriana: Esta manifestación de hierro se encuentra en los bancos calcáreos de la parte superior de la Formación Agrio como vetas y vetas estratiformes o en el contacto con filones capa de pórfidos andesíticos del Grupo Molle.

La textura de las vetas en general es bandeada y masiva en el centro. Los minerales de mena son magnetita, algo de hematita, pirita, goethita en ganga de calcita y apatita. El pórfido andesítico en el contacto con la veta está alterado a sericita, calcita, pseudobrookita, hematita, titanita y limonita.

Santa Olga (Raihuan?): Está situada a 3 km al oeste de Santa Laura y es una veta estratiforme situada en el contacto entre un banco calcáreo de la parte superior de la Formación Agrio y un filón capa de pórfido microdiorítico del Grupo Molle.

Tiene textura bandeada coloiforme con metacristales de magnetita bien desarrollados en el centro de la veta. A veces los minerales tienen textura fluidal producida por cataclasis. Los principales minerales son: magnetita y maghemita en ganga de calcita, cuarzo y granate. La roca ígnea ha sido ligeramente sericitizada y cloritizada y contiene abundante titanomagnetita.

Mallin Largo: Son vetas estratiformes que están en areniscas feldespáticas con estratificación entrecruzada de la Formación Mulichinco, emplazadas en una zona de fracturas paralelas a la estratificación y rellenando gran parte de las mismas. El rumbo general varía entre N 50° E y N 60° E, inclinación 50° E y potencia de hasta 6 m.

Las vetas han sido destruidas fuertemente por la erosión y los minerales de mena son: hematita, magnetita y goethita en ganga de ópalo, calcedonia y jasperiode.

La textura de los minerales es cataclástica y la mena es más parecida a la hallada en Vegas Peladas (Arrospide, 1972) que a los depósitos de Colipilli. Por removilización de hierro parte del cemento de las areniscas ha sido reemplazado por goethita y limonita.

Depósitos de carbonato de hierro y manganeso

Pichi Huenul: Las manifestaciones más importantes son dos vetas estratiformes alojadas en una falla que afecta calizas fosilíferas de la base de la Formación Agrio y areniscas de la Formación Mulichinco. Tienen rumbo general N 65° E e inclinación 45° S con una potencia de hasta 2,80 m.

La textura de las vetas es de brecha bandeada con escarapelas que encierran clastos calcáreos, reemplazados por estilbita, calcita y cuarzo. La mena está formada principalmente por goethita, hematita, carbonatos de

hierro y manganeso alterados, óxidos de manganeso y *boxworks* de galena y calcopirita.

Santa Laura: Son vetas y vetas estratiformes que yacen en calizas y lutitas de la parte superior de la Formación Agrio. Algunas manifestaciones están en el contacto entre filones capa de andesitas (Grupo Molle) y estas rocas. También hay cuerpos lenticulares que son concordantes con las calizas. La mayor mineralización es una veta estratiforme de 25 m de largo y potencia 3 a 3,5 m con rumbo SO-NE.

Las texturas predominantes son relleno de brechas con clastos de roca de caja cementados por los minerales de mena. Estos desarrollan bandeado coloiforme y textura de peine. También rellenan diaclasas de hasta 1 cm de potencia. Los minerales son: goethita, braunita, óxidos superiores de manganeso seudomorfo de siderita y de un carbonato de manganeso. Hay relictos de pirita y drusas de calcedonia. La ganga es calcita, cuarzo y analcima.

Depósitos de óxido de hierro y baritina con algunos sulfuros

Comprenden los depósitos de óxidos de hierro, baritina y galena como Cerro Negro Oeste y los transicionales de baritina con algo de hierro y plomo como Julio César, La Indígena, La Bruja y otras manifestaciones sin denominación. Los depósitos son vetiformes y siguen un sistema de fracturas que varía de N 30° E a N 40° E y una inclinación general de 70° NO, variando su potencia de 0,5 a 1,20 m.

La roca de caja de estas vetas son calizas y margas de la parte superior de la Formación Agrio y andesitas-dioritas del Grupo Molle. A veces se localizan en el contacto entre caliza-roca ígnea, como sucede al sur de Las Mellizas donde un contacto de falla vertical de rumbo N-S, está mineralizado por óxidos de hierro y baritina.

Las rocas ígneas están alteradas a sericita con segregaciones de magnetita y titanita. Las sedimentarias están impregnadas por óxidos de hierro.

Las vetas son relleno de brechas. Como se formaron por polipulsaciones, los minerales más antiguos están fracturados, flexurados y cementados o reemplazados por los minerales de los sucesivos pulsos mineralizadores. Por esta razón son comunes bandeamientos irregulares en las vetas.

Los principales minerales de mena son goethita (pseudomórfica de magnetita y pirita), baritina, galena, blenda, tetraedrita, calcopirita, covellina, hematita, siderita, cerusita, ramsdellita, calcofanita, en ganga de calcita y jasperoide.

Las vetas de hierro están fracturadas y sobre ellas se superpone la mineralización de galena y baritina. Muchas de las vetas de baritina tienen salbandas y clastos de jasperoide (restos de la antigua veta de hierro silicificada). Además hay bandas de baritina fracturadas, cementadas y reemplazadas por jasperoide, lo cual indicaría una removilización del hierro por soluciones silicificadoras.

En el centro de las vetas de baritina y a lo largo de fracturas que las cortan hay baritina drusoide con cristales de mayor tamaño que el resto. En las últimas generaciones predomina la baritina espática. Los óxidos de hierro están totalmente reemplazados por goethita y la galena es reemplazada por cerusita. Hay *boxworks* y restos de la textura típica de un cabonato de manganeso, reemplazado por ramsdellita.

Depósitos de baritina y celestina

(Con sulfuros asociados)

Los principales de este grupo son los de baritina estratiformes: San Eduardo y La Bienvenida y las manifestaciones de celestina situadas al sur del arroyo Taquimilán. Los dos primeros están en Cerro Negro y se alojan en bancos de calizas y margas del techo de la Formación Agrío y en el contacto de éstas con filones capa de andesitas y microdioritas del Grupo Molle. Las vetas están en fracturas paralelas a la estratificación como en San Eduardo N 65° E a N 75° E e inclinación 25 a 45° S y en La Bienvenida (rumbo ONO, inclinación 55-70° N). La potencia varía de 1,80 a 6 m y las coridas tienen hasta 90 m (Oliveri *et al.*, 1964).

Las vetas a veces cortan la estratificación, formando sistemas ramificados con esquema de red y también las rocas ígneas están fracturadas y mineralizadas con venillas menores.

La mineralización de baritina parece haber seguido zonas de brecha tectónica porque grandes clastos de caliza están cementados por baritina. Sin embargo, el reemplazo parece haber sido también un proceso im-

portante porque la mena ha heredado las texturas de las calizas, como microlaminación y pliegues. Las vetas están fracturadas por movimientos postminerales.

Las rocas ígneas de la caja están alteradas hidrotermalmente en caolinita.

La mena tiene textura de brecha bandeada y los clastos son principalmente de caliza cementados por baritina microgranosa y tabular, esta última desarrolla semisoles o sigue el bandeamiento de la veta. Hay restos y bancos de calizas reemplazados pseudomórficamente por baritina granosa fina e impregnados por óxidos de hierro.

En San Eduardo se superpone a la baritina una mineralización de galena, blenda, pirita, calcopirita y covellina. En la zona de oxidación hay goethita, limonita, tenorita, azurita y malaquita reemplazando baritina.

Al sur del arroyo Taquimilán se encuentra una veta con celestina, intruida en el yeso de la Formación Huitrín. Está en el seno de un sinclinal cerrado y su rumbo es N 40° E oblicuo al eje del sinclinal e inclinación 75° SE. Está formada por calcita que hereda la estratificación y micropliegues de la Formación Huitrín conteniendo venas de celestina y algo de baritina.

Depósitos de sulfuros

(A veces con baritina)

Cerro El Diablo: Las principales manifestaciones son sulfuros con baritina y minerales de cobre oxidados.

Las vetas de sulfuros con baritina están en las pelitas negras de la Formación Vaca Muerta, en las areniscas feldespáticas de la Formación Mulichinco y en el stock de pórfido diorítico de cerro El Diablo. Ocupan una zona de brecha tectónica vertical con rumbo N-S. Las vetas son de relleno con algo de reemplazo, con brechas y escarpelas. Se han formado por varios pulsos mineralizadores por lo cual los minerales más antiguos están fracturados, flexurados y reemplazados.

Cuando la roca de caja es ígnea está propilitizada y contiene abundante anfíbol, clorita, epidoto, pirita, cuarzo y a veces está reemplazada por jasperoide.

Los principales minerales de mena son: baritina, galena, blenda, con cantidades menores de calcopirita, tetraedrita, pirrotina, marcasita, pirita y oro en ganga de calcita, siderita y cuarzo.

Los minerales de cobre están en una fractura E-O, vertical, impregnando las areniscas de la Formación Mulichinco.

Cerro Los Bueyes: La mineralización consiste en una veta de relleno de un metro de potencia alojada en las areniscas feldespáticas de la Formación Mulichinco, con caolinita y adularia y *boxworks* de pirita.

Las areniscas contienen además venillas e impregnaciones de goethita y están reemplazadas por minerales oxidados de cobre, malaquita, crisocola, cuprita y tenorita.

Cerro Caycayén: La mineralización hallada en el stock de diorita cuarcífera es pirita, calcopirita, y algo de arsenopirita.

Los minerales están en vetas de rumbo general N-S y disseminados en la roca ígnea. Los afloramientos están muy alterados y formados por sombreros de hierro con *boxworks* de los sulfuros citados. Las paredes de los *boxworks* están constituidas por goethita y rellenos por jarosita, yeso, escorodita e hialita (ópalo). La roca ígnea está propilitizada. Esta área parece constituir una manifestación de cobre porfírico, por lo cual debería realizarse un estudio exhaustivo.

Mineralogía, texturas y paragénesis del área

Minerales de hierro

Magnetita: Hay dos variedades, la que está en las rocas ígneas asociadas a los depósitos y la que constituye el principal mineral de mena de las vetas de óxidos de hierro.

La que se halla en las rocas ígneas es una titanomagnetita, gris lilácea, que contiene comúnmente exsoluciones de láminas de ilmenita. Esta magnetita se altera durante el hidrotermalismo del área pasando a un agregado pseudobrookita y hematita. Está marcadamente asociada a hornblenda y disseminada en la pasta de las rocas ígneas, que la corroe parcialmente. El tamaño máximo de esta magnetita es de 0,2 mm.

La magnetita de las vetas no es titaníferas y su composición y texturas varían de un depósito a otro. Forman agregados masivos que rellenan y reemplazan a lo largo de fracturas a la roca de caja.

Los cristales son eudrales y de grano fino (0,2 a 1 mm), aunque a veces hay metacristales de hasta 1,7 cm de longitud, comúnmente maclados según la ley de espínelo. La forma predominante es la octaédrica pero hay combinaciones de octaedro con cubo y rombododecaedro. En algunas vetas de Cerro Negro Este, y Mallín Largo se desarrollan magnetitas laminares (lám. I, figs. 1 y 2) de hasta 3 cm de largo formadas por la depositación, simultánea de magnetita y calcita, con reemplazo posterior por magnetita, fig. 5. Los cristales eudrales de magnetita que son posteriores a los laminares crecen con la cara (111) paralelas a la $(1\ 0\ \bar{1}\ 1)$ y $(01\ \bar{2}\ 2)$ de calcita (Malvicini, 1977).

En "Santa Olga", donde la magnetita además de rellenar fracturas reemplaza a una caliza oolítica, hereda la textura coliforme de la caliza (lám. I, fig. 4).

Las magnetitas tienen zonación por crecimiento (lám. I, fig. 3) evidenciado por diferencias de color, gris rosado amarillento a gris oscuro, presencia de inclusiones de un mineral acicular (lám. I, fig. 5) y reemplazo selectivo de maghemita y hematita (lám. I, figs. 2 y 3). Las diferencias de color pueden deberse a fluctuaciones en el contenido de Mn. Análisis cuantitativos de las magnetitas muestran que el contenido de Mn dentro de la misma veta varía del 0,3 al 0,1 % (Santa Olga).

Los análisis de magnetitas realizados revelan variaciones en el contenido de ciertos elementos de veta a veta y aún dentro de la misma veta. Los más exactos son los realizados con microsonda electrónica y microsonda Láser, porque en los otros puede influir la presencia de minerales de ganga. El porcentaje de Fe en las vetas varía entre 67,5 % (Santa Olga) y 43,9 % (Cerro Negro Este). El de manganeso entre 0,33 % (Santa Olga) y 3,70 % (Cerro Negro Este).

En todas las vetas al aumentar la proporción de Mn, disminuye la de Fe. Esto indicaría el reemplazo de Fe, por Mn en las estructuras de las magnetitas.

El contenido de Ti es bajo, no superando el 0,1 %, como en Santa Olga, hasta estar casi totalmente ausente, como en Mallín Largo. El Ti hallado en las vetas de Cerro Negro Este, proviene de la titanita asociada a magnetita. El contenido de P es del orden de 180 p.p.m., como en Santa Olga. El alto contenido de P hallado en análisis por vía húmeda en las minas de Cerro Negro Este y Adriana (0,2 al 0,3 %) se debe a la asociación con apatita. El Mg y el Al están dentro del orden del 1 % en Santa Olga y como trazas en Mallín Largo y Cerro Negro Este. El Ni es del orden del 0,1 % en Santa Olga y aparece como trazas

en Cerro Negro Este y en Mallín Largo. El V, sólo como trazas en Cerro Negro Este y no revelable en otras vetas. El Cu como trazas en Cerro Negro Este y Mallín Largo, y el Cr como trazas en Mallín Largo.

Las inclusiones aciculares grises, que siguen zonas de crecimiento en las magnetitas, halladas en Santa Olga (lám. I, fig. 5), son de un mineral de composición entre espinelo, $MgAl_2O_3$ y hercinita, $FeAl_2O_4$, de acuerdo a los análisis efectuados y a las investigaciones de Davidson y Wyllie (1965).

En zonas donde hubo cataclasis, las magnetitas están "crackeladas" y a veces en cantidades microscópicas redepositadas siguiendo microfracturas, acompañando a cuarzo jasperiado.

Maghemita: Es el mineral más común, hallado como producto de oxidación de magnetita. Hay dos generaciones de maghemita (fig. 5). La hipogénica, que reemplaza los núcleos de los cristales de magnetita al bajar la temperatura de depositación y como es una fase metaestable pasa rápidamente a hematita.

La maghemita supergénica formada durante la meteorización de la mena, reemplaza centripetamente a magnetita y hematita (lám. I, figs. 2 y 3) cubriéndolas de una capa que resiste la hidratación. Este proceso es marcado en Cerro Negro Este y Santa Olga. Esta maghemita es muy estable y no pasa ni a hematita ni a goethita; esto puede deberse a la presencia de Mn en la estructura, que la estabiliza, y al desarrollo en la zona de oxidación, de un medio ligeramente ácido, que parece controlar el predominio de Fe_2O_3 sobre $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, (Schnellmann, 1959).

Hematita: La mayoría de ella es hipogénica y se produce por la inversión de maghemita. Forma agregados de grano fino menores de 0,05 mm, diferentemente orientados pero que en conjunto forman láminas que parecen seguir, tres direcciones en la magnetita, paralelas a la (111) pero predominando el desarrollo en dos direcciones preferenciales (Malvicini, 1977).

Reemplaza al igual que maghemita los núcleos de los cristales de magnetita. Este fenómeno es notable en Cerro Negro Este y Mallín Largo (lám. I, figs. 2 y 3). En otras vetas no ha sido hallada. En Adriana forma venillas microscópicas.

La hematita supergénica es rara y sólo está en laminillas y en masas botroidales reemplazando a goethita en Mallín Largo.

En las vetas donde hubo refracturación intermineral las hematitas están orientadas, fracturadas, flexuradas y recristalizadas parcialmente, enmascarando la secuencia general de la mena, como sucede en Mallín Largo (lám. I, fig. 7).

Goethita y lepidocrocita: La goethita es muy abundante en las vetas de óxido de hierro y baritina, de carbonatos de hierro y manganeso, y en las de sulfuros. Es el principal producto de alteración de la pirita de los depósitos y forma agregados reniformes de hasta 5 cm de diámetro.

Reemplaza intensamente a óxidos de hierro como en Mallín Largo y Cerro Negro Oeste, y parcialmente, en algunas vetas del área de Cerro Negro Este. Es pseudomórfica según pirita en todos los depósitos de Colipilli. Lo es también de siderita y de un carbonato de hierro y manganeso, como en Cerro Negro Oeste, Santa Laura y Pichi Huenul. La goethita desarrolla cristales idiomorfos que rellenan drusas en Cerro Negro y Mallín Largo.

En Cerro Caycayén forma las paredes de los *boxworks* de pirita, calcopirita y arsenopirita. En este depósito reemplaza casi totalmente el tejido celular de turba formando bochones de hasta 20 cm de largo.

En Pichi Huenul forma paredes de *boxworks* de sulfuros y reemplaza fósiles y restos de troncos.

La lepidocrocita es escasa y está en agregados radiados microscópicos, de cristales tabulares.

Pirita: Está diseminada esporádicamente en las vetas de óxidos de hierro, donde forma metacrystales menores de 1 mm y finas venillas, que reemplazan a magnetita.

La proporción de pirita crece desde las vetas de óxidos de hierro y baritina, a las de carbonatos y a los de sulfuros como Cerro del Diablo y Caycayén. En estas últimas hay varias generaciones de pirita, (fig. 5), que forman agregados de hasta 1 cm y suelen estar fracturados.

La pirita se desarrolla en las rocas ígneas durante el proceso de propilitización.

Pirrotina y marcasita: Ambos minerales están íntimamente asociados y la marcasita es producto de alteración de pirrotina.

La pirrotina está en inclusiones de 0,01 mm, en las vetas de óxidos de hierro (Santa Olga y Cerro Negro Este). Es común, aunque en pequeñas proporciones en las vetas de óxidos de hierro y bario y en las de sulfuro, donde desarrolla cristales

tabulares que son reemplazados pseudomórficamente por marcasita.

Arsenopirita. Es escasa y está asociada a galena en las vetas de Cerro Negro Oeste y a pirita en Cerro Caycayén.

Siderita. Es un mineral común en los depósitos de Colipilli pero solamente está en proporciones notables en los de carbonatos de hierro y manganeso. Forma agregados drusoides y venillas.

En Pichi Huenul hay drusas tapizadas por cristales de siderita romboédricos de caras curvadas de hasta 1 cm de largo, y otras rellenas por romboedros perfectos de unos 2 mm de longitud. Está pseudomórficamente reemplazada por goethita.

Jarosita. Rellena venillas y drusas en la mayoría de los depósitos, en especial en los de óxidos de hierro.

Minerales de titanio

Ilmenita. Están exsuelta en las titanomagnetitas de las rocas ígneas, en láminas paralelas a la (111) de la magnetita.

Pseudobrookita. Se halla en las rocas ígneas, asociada a hematita como producto de oxidación de las magnetitas titaníferas con ilmenita exsuelta.

Rutilo. Está como mineral accesorio en las rocas ígneas de Colipilli y junto con hematita es el producto de alteración de la pseudobrookita.

Minerales de cobre, plomo, zinc y níquel

Calcopirita. Está en inclusiones menores de 0,25 mm dentro de las magnetitas, y asociada a pirita y a heazlewoodita.

En Cerro Negro Oeste y Cerro del Diablo, reemplaza a blenda, galena, baritina, jasperoide y roca de caja, figura 5.

En el Cerro Caycayén, asociada a pirita, calcopirita y arsenopirita está formando vetas y diseminada en la microdiorita. Reemplaza a minerales de skarn, junto con pirita y covellina.

Tetraedrita - tennantita. En pequeñas masas dentro de galena como en Cerro Negro Oeste y en blenda como en Cerro del Diablo.

Calcosina y covellina. Se hallan en muy pequeña proporción, asociadas a calcopirita.

Minerales oxidados de cobre: Malaquita, azurita, tenorita y crisocola están asociadas a goethita, impregnando y reemplazando el cemento de areniscas, como en Cerro de Los Bueyes. En la mina San Eduardo

reemplaza a baritina y forman drusas dentro de este mineral.

Galena. Es de grano mediano y forma venas en los depósitos de óxidos de hierro y baritina y en los de sulfuros. Está muy flexurada por tectónica, y es reemplazada por minerales más jóvenes hallándose en forma de relictos (fig. 5). En Cerro del Diablo cementa junto con blenda, calcopirita y pirrotina, clastos de porfido diorítico, desarrollando texturas en escarapela.

Blenda. Es escasa y tiene reflejos castaños, estando siempre asociada a galena.

Heazlewoodita. Está dentro de las magnetitas de las vetas junto con calcopirita en masas menores de 0,01 mm.

Cerusita y anglesita. En masas botroidales y reemplazando galena, son abundantes en las vetas de óxido de hierro y baritina.

Oro. En la microdiorita de Cerro del Diablo, que está intensamente silicificada, hay oro nativo, amarillo pálido, en cristales redondeados de 0,05 mm de diámetro. Está relacionado con la mineralización de sulfuros, pero por no hallarse en contacto con ellos no se determinó su posición paragenética.

Minerales de Bario y Estroncio

Baritina. Hay dos variedades de baritina, una microgranosa y otra tabular.

La baritina microgranosa que predomina en los depósitos San Eduardo y La Bienvenida, tiene un tamaño de grano menor de 0,7 mm. Está reemplazado calizas, heredando la estratificación y las texturas de las mismas (reemplaza pseudomórficamente a oolitas, formando esferulitas y a cristales romboédricos de calcita).

La baritina tabular está en todos los depósitos que contienen este mineral, y los cristales varían de 0,1 a 10 cm de longitud. Rellena fracturas y zonas de brechas tectónicas, desarrollando texturas en escarapela, fibrosa radiada y en peine. Forma matacristales que reemplazan la roca de caja y en los depósitos de óxidos de hierro y baritina, reemplazan a magnetita, y a cuarzo (lám. I, fig. 6) y a galena.

Generalmente las baritinas están impregnadas de hidróxidos de hierro y jarosita, derivados de la oxidación de magnetita.

En San Eduardo y La Bienvenida, están reemplazadas por calcopirita y minerales oxidados de cobre.

Debido a las numerosas refracturaciones de las vetas, las baritinas están flexuradas,

fracturadas y a veces completamente pulverizadas, siendo reemplazadas por cuarzo jasperioidal.

En algunos depósitos de óxidos de hierro y baritina, hay baritina supergénica que rellena *boxworks* de pirita y galena, en forma de oolitas y pisolitas.

Celestita: Es el mineral principal de un depósito situado al sur del arroyo Taquimilán. Forma vetas de relleno que cortan vetas de calcita. Está asociada a baritina.

Minerales de manganeso

Los minerales de manganeso son psilomelano, criptomelano, braunita, hausmannita, nsutita?, todorokita, ramsdellita, pirolusita, calcofanita y rodocrosita.

Forman los minerales de mena de las vetas de hierro y manganeso, Pichi Huenul y Santa Laura, con excepción de ramsdellita y pirolusita que también están en pequeñas proporciones en vetas de óxidos de hierro y de óxidos de hierro y baritina.

Sus texturas, excepto braunita y hausmannita, es coloiforme o fibrosa radiada y asociados a goethita son pseudomórficos de un carbonato, probablemente rodocrosita (lám. I, fig. 8). También forman las paredes de *boxworks* de sulfuros, en Pichi Huenul.

Ramsdellita y pirolusita: Rellenan drusas y la pirolusita es un producto de la transformación de ramsdellita, salvo en las menas de magnetita donde se forma por oxidación de este mineral.

Braunita y hausmannita: Están en agregados granulares, formados por cristales cuedrales a subedrales.

Rodocrosita y siderita: Pseudomorfosis de estos carbonatos reemplazados por minerales de manganeso y goethita es la textura dominante en las vetas de Pichi Huenul y Santa Laura. Probablemente fueron los principales minerales de mena.

Minerales de ganga

Los más comunes son cuarzo, ópalo y calcita. Otros minerales hallados son apatita, titanita, granate, ceolitas, epidoto, anfíbol, caolinita, adularia y clorita que serán descritos en el capítulo "alteración de la roca de caja".

El cuarzo es un mineral característico del estadio final de la depositación de óxidos de hierro y es el que acompaña la mineralización de sulfuros. Forma drusas y venillas y es de grano fino. La variedad criptocrystalina, que al reemplazar óxidos e hidróxidos de hierro se torna rojiza a ama-

rillenta (jasperoide), es característica de los depósitos de óxidos de hierro, y de hierro y baritina.

El ópalo, su variedad "hialita" y calcedonia, forman agregados botroidales y las paredes de *boxworks* de magnetita y sulfuros.

Paragénesis del área

A pesar, que genéticamente los depósitos se relacionan al mismo evento magmático, se han formado por polipulsaciones mineralizadoras. Por ello se ha tratado de relacionar cada grupo de depósitos entre sí, y con los otros tipos y construir un diagrama paragenético general del área (fig. 5), con los estadios hipogénicos.

Alteración de la roca de caja

La alteración de las rocas que forman la caja de los depósitos, consiste esencialmente en propilitización de las rocas ígneas y recristalización de las calizas.

Los minerales de alteración hallados en las rocas ígneas son cuarzo, calcita, siderita, epidoto, apatita, clorita, hidromica, caolinita, actinolita, titanita, rutilo y hematita. En algunos lacolitos hay diaclasas rellenas con fluorapatita, algo de cloroapatita, stilbita y calcita como en el sur del Cerro Picú y por analcima como en Santa Laura. Generalmente en las rocas de caja de los depósitos de óxidos de hierro la alteración es muy débil.

En las calizas además de la recristalización, hay algunos cristales de magnetita y titanita diseminados y en las vetas de carbonatos y sulfuros como Pichi Huenul, hay cristales tabulares de stilbita reemplazando clastos de caliza.

En el Cerro Caycayén y el Cerro del Diablo que son stocks de diorita cuarcífera, ya descritos en Geología del área, la alteración hidrotermal predominante es la propilitica, y probablemente la erosión descubra las zonas externas de cobres porfíricos con vetas de sulfuros y algo de magnetita.

Metalogénesis del área

Los depósitos de hierro, bario, estroncio, manganeso y sulfuros de plomo, cobre y cinc, del área de Colipilli, se relacionan con la efusión de un magma de composición andesítico calcoalcalino, que formó filones

MINERALES	I ESTADIO	II ESTADIO	III ESTADIO	IV ESTADIO
CALCITA	---	-	---	-
MAGNETITA	-----			
CALCOPIRITA	-	-		-
PIRROTINA	-	-		
HEAZLEWOODITA	-			
FIRITA	-	---		-
MAGHEMITA	---			
HEMATITA	---			
SIDERITA			-	-
CUARZO			-	-
GALENA		---		
BLENDA		-	-	
TETRAEDRITA		-		
ARGENOPIRITA		---		
MARCASTITA		-		
BARITINA			---	
CELESTINA			-	
URAUNITA				-
CARBONATOS DE Fe y Mn				---

Figura 5. — Diagrama paragenético de Colipilli.

capa de andesitas anfibólicas, lacolitos de porfiro andesíticos y porfiro microdioríticos y stocks de microdioritas, de edad principalmente oligocena. Este magma se originó probablemente a partir de un magma máfico por formación de cumulos de anfíbol, lo que condujo a una diferenciación magmática por cristalización fraccionada, evidenciada por inclusiones formadas exclusivamente por hornblenda y acumulaciones de fenocristales de este mineral en las rocas.

Los depósitos son posteriores a estas rocas, pero están relacionados al hidrotermalismo que acompañó al magmatismo sin que esto implique la presencia de aguas magmáticas, pues el agua pudo haberse hallado en los sedimentos (aguas connatas o meteóricas) y ser removilizada por el vulcanismo.

Las vetas de hierro, bario, sulfuros de hierro, plomo, cinc y cobre, y carbonatos de hierro y manganeso se relacionan mineralógica y estructuralmente entre sí.

Los depósitos mencionados constituyen una amplia faja que se extiende hasta el Sur de Mendoza y se vinculan con el magmatismo representado por el Grupo Molle y cuya edad es oligocena. Dentro de esta faja que constituye una provincia metalogenética bien definida, hay importantes diferencias en las características de los depósitos de hierro. Los que están localizados en Mendoza: Hierro Indio, Poblet, Vegas Peladas, etc. (Rigal, 1942), Angelelli (1955) y Arrosipide (1972) presentan en general caracteres de emplazamiento más profundo que los

de Neuquén (Colipilli). También los cuerpos ígneos a los cuales están asociados, representados principalmente por stocks, indican una mayor profundidad de emplazamiento. Park (1972) sugirió para los depósitos de hierro de este tipo de Perú y Chile, que las diferencias de carácter que presentaban podrían deberse al distinto nivel de erosión de sus afloramientos o a emplazamientos a diferentes profundidades. Esta última posibilidad parece ser la que mejor explica las diferencias halladas entre los depósitos de Mendoza y Neuquén.

El emplazamiento de los depósitos mendocinos fue a mayor profundidad que el de los neuquinos. Como consecuencia de ello surge la asociación más marcada con rocas efusivas de los depósitos de Colipilli, la falta de desarrollo de zonas de skarn y las diferencias texturales hallados entre ellos y los de Mendoza.

Aunque establecer una zonación en Colipilli es difícil por la irregularidad de los afloramientos y las polipulsaciones minerales, los depósitos de óxidos de hierro (magnetita), dentro del área hidrotermal ocupan la zona externa, y los de sulfuros, la interna. Los de bario y estroncio y los de carbonatos de hierro y manganeso, están superpuestos a esas mineralizaciones, pero ocupan zonas más externas que los de magnetita.

Los yacimientos en general pueden considerarse subvolcánicos, siendo los de hierro xenotermales, Buddington (1935), porque

se han emplazado a poca profundidad y por los minerales de alta temperatura que encierran. Los otros varían dentro del rango meso a epitermal (sulfuros de hierro, cobre, plomo y zinc, baritina, rodocrosita y siderita).

Con respecto al origen de los elementos que forman los minerales de las menas, en especial el hierro, se trató mediante análisis químicos (microsonda Láser y vía húmeda) de establecer las relaciones usadas por Frutos y Oyarzun (1975) para los depósitos de Laco. Los autores citados hallaron que las magnetitas asociadas a rocas volcánicas tienen concentraciones mayores de 1.000 p.p.m. de V, de 400 p.p.m. de Cr y 2 % de Ti. Valores superiores fueron hallados para las magnetitas de Noruega asociadas a rocas ígneas (Geis, 1971).

En Colipilli los resultados dan, Ti: de 0,1 % a no revelable; Cr: no revelable y V: no revelable.

Estos resultados sugieren que en Colipilli el hierro pudo provenir de estratos ferruginosos mesozoicos removilizados por magmatismo.

Contribuye a apoyar esta teoría la diferente composición de las magnetitas de las rocas ígneas y de los yacimientos de hierro. Las primeras son titaníferas, mientras que las segundas son manganesíferas. En los depósitos de El Romeral, Chile, Brookstrom (1977) también determinó dos tipos de magnetitas, una magmática y otra hidrotermal.

La removilización del hierro a partir de estratos ferruginosos fue sugerida por Park (1972) y corroborado por Frutos y Oyarzun (1975) para algunos depósitos chilenos.

Las removilizaciones pueden hacerse extensivas para el bario y el estroncio que

según Brodtkorb *et al.* (1975) formaron mantos evaporíticos durante el Mesozoico. El manganeso, plomo, zinc y cobre de las vetas por hallarse íntimamente asociados a la baritina, probablemente también fueron removilizados de los sedimentos por hidrotermalismo.

Por lo expuesto se concluye que en esta área del Neuquén, los magmas de composición andesítica-calcoalcalina, actuaron como agentes removilizadores de elementos presentes en la cuenca mesozoica neuquino-mendocina, originando yacimientos hidrotermales, es decir depositados por soluciones acuosas calientes constituidas probablemente por aguas meteóricas o connatas activadas por el magmatismo.

Agradecimientos

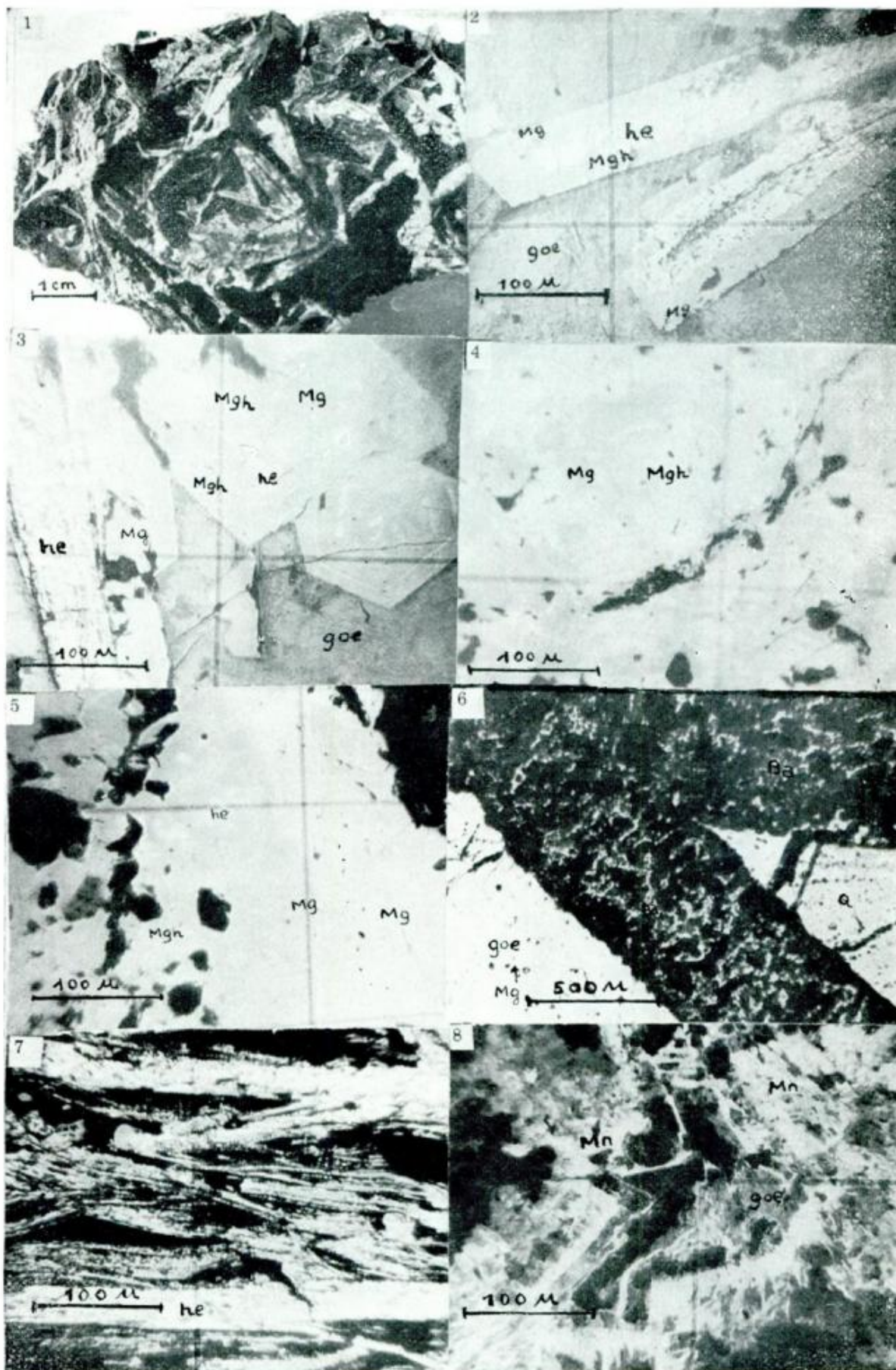
Este trabajo se realizó siendo ambos autores miembros de la Carrera del Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, al que agradecen el apoyo recibido para llevarlo a cabo.

Reconocen su agradecimiento al Doctor E. Holmberg, del Servicio Geológico Nacional por facilitar información sobre el área.

También expresan su agradecimiento a los ingenieros H. Espejo, T. Palacios y T. Prilutzky, y a la licenciada M. Ruch, del Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica por los análisis realizados con microsonda electrónica y Láser, al Doctor S. Ferrarro, al señor T. Askenasy y al señor C. Castro, del Servicio Geológico Nacional, por los análisis químicos y de rayos X efectuados, y dibujos de las figuras 3 y 4, respectivamente.

EXPLICACION DE LA LAMINA I

Fig. 1. — Boxworks de calcita, cuyas paredes están formadas por magnetita reemplazada parcialmente por maghemita. La magnetita se desarrolló con sus caras octaedrales, paralelas a las $(10\bar{1}1)$ y $(01\bar{2}2)$ de calcita, Cerro Negro Este. Fig. 2. — Magnetitas laminares reemplazadas por hematita en el centro (he) y por maghemita (mgh) en los bordes (reemplazo centripeto). La maghemita reemplaza parcialmente a la hematita hacia el centro de los cristales. El mineral gris oscuro es goethita (goe), Cerro Negro Este. Fig. 3. — Magnetitas zonales donde se destaca la zonación por crecimiento, por los reemplazos selectivos por hematita (he). El resto de los cristales es un intercrecimiento muy fino de magnetita (mg) y maghemita (mgh). Obsérvese el desarrollo de un cristal idiomorfo de especularita (he) sobre magnetita. El mineral oscuro es goethita (goe), Cerro Negro Este. Fig. 4. — Magnetita coloiforme (mg) que hereda esta textura de las calizas reemplazadas. Las zonas de crecimientos están marcadas por el reemplazo selectivo por maghemita (mgh). Los reemplazos de este último mineral son nubosos a mirmekíticos (borde derecho arriba). Santa Olga. Fig. 5. — Magnetitas zonales (mg), reemplazadas por maghemita (mgh). Las zonas de crecimientos están marcadas por la presencia de un mineral acicular del grupo espinelo-hercinita, Santa Olga. Fig. 6. — Metacristales de baritina (gris oscuro, ba), desarrollados sobre goethita (goe) pseudomórfica de magnetita (mg) y sobre cuarzo (Q), Cerro Negro Este. Fig. 7. — Cristales de especularita (he) flexurados y a veces recrystalizados por cataclasis en las vetas, Pichi Huemul. Fig. 8. — Oxidos superiores de manganeso (Mn) y goethita (goe) reemplazando pseudomórficamente un carbonato de manganeso, Santa Laura.



LAMINA I

Lista de trabajos citados en el texto

- Allen, J. C., P. J. Modreski, C. Haygood y A. K. Boettcher, 1972. *The role of water in the mantle of the Earth. The stability of amphiboles and micas*. 24th Int. Geol. Congr., Proc., Sec. 2: 231-240.
- Angelelli, V., 1950. *Recursos minerales de la República Argentina*. Museo Arg. Ciencias Nat. Bernardino Rivadavia, Rev. II: 205-211.
- Arrospide, A., 1972. *Depósitos de minerales de hierro de Vegas Peladas, Mina "Nenche" Dep. de Malargüe Prov. de Mendoza, Rep. Arg.* AMPS, III (3-4): 117-133, Buenos Aires.
- Best, M. G. y E. L. P. Mercy, 1967. *Composition and crystallization of mafic minerals in the Guadalupe igneous complex, California*. Am. Mineral, 52: 436-474.
- Boettcher, A. L., 1973. *Volcanism and orogenic belts - The origin of andesite*. Tectonophysics, 17: 223-240.
- Brodtkorb, M. K., de V. Ramos y S. Ametrano, 1975. *Los yacimientos estratoligados de celestina - baritina de la Formación Huitrín y su origen evaporítico. Prov. de Neuquén, Argentina*. II Congr. Ibero-Americano de Geol. Económica, (II): 143-169, Buenos Aires.
- Buddington, A. F., 1935. *High-temperature mineral associations at shallow to moderate depths*. Econ. Geol., 30: 205-222.
- Bookstrom, A., 1977. *The Magnetite Deposits of El Romeral, Chile*. Econ. Geol. 72: 1101-1130.
- Cawthorn, R. G. y M. J. O'Hara, 1976. *Amphibole fractionation in calc-alkaline magma genesis*. Am. J. Sci., 276: 309-329.
- Chayes, F., 1969. *The chemical composition of Cenozoic andesites*. Proceedings Andesite Conference, Oregon-Dep. Geol. Mineral. Ind., Bull. 65: 1-11.
- Davidson, A. y Wyllie, P. J., 1965. *Zoned Magnetite and Platy Magnetite in Cornwall type ore deposits*. Econ. Geol. 60: 766-771.
- Frutos, J. y M. Oyarzún, 1975. *Tectonic and Geochemical evidence concerning the genesis of El Laco Magnetite Lava Flow Deposits*. Econ. Geol., 70: 988-990.
- Geis, H. P., 1971. *A short description of the iron-titanium provinces in Norway with special reference to those production*. Minerals Sci. Engng, South Africa, 3: 13-24.
- Holmberg, E., 1978. *Descripción Geológica de la Hoja 33b, El Huecú, Neuquén*. Serv. Geol. Nac. Inf. inéd., Buenos Aires.
- Jutorán, A. y L. Malvicini, 1961. *Manifestaciones ferríferas del Dpto. de Norquín*. Dir. Nac. Min y Geol., Inf. Inédito, Buenos Aires.
- Leanza, H. A., 1973. *Estudio sobre los cambios faciales de los estratos limítrofes Jurásico-Cretácicos entre Loncopué y Picún Leufú, provincia de Neuquén*. República Argentina. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII: 97-132.
- Llambías, E. J., M. Palacios, J. C. Danderfer y N. Brogioni, 1977. *Geología y Petrología del Volcán Domuyo y áreas adyacentes, Neuquén*. VII Congreso Geol. Arg., Neuquén. En prensa.
- Malvicini, L., 1977. *Las magnetitas laminares de Cerro Negro Este, Colipilli, provincia de Neuquén, Rep. Argentina*. AMPS, VII, 41-50, Buenos Aires.
- McBirney, A. R., 1969. *Andesitic and rhyolitic volcanism of orogenic belts*. En: "The Earth's crust and upper mantle" Am. Geophys. Union, Monograph, 13: 501-507.
- McKinstry, H. E., 1955. *Structure of Hydrothermal ore deposits*. Econ. Geol. 50th Ann Vol. 170-225.
- Munk, F., 1963. *Estudio de la zona de Colipilli (Prospección geofísica)*. Dir. Nac. de Min. y Geol. Inf. inédito, Buenos Aires.
- Nicholls, I. A., 1971. *Petrology of Santorini volcano, Cyclades, Greece*. J. Petrol., 12: 67-119.
- Oliveri, J. B. Zakalik y M. Juárez, 1964. *Estudio geológico-económico preliminar de yacimientos de baritina de la Prov. de Neuquén*. Servicio Nacional Minero Geol. Inédito. Carp. 670 y 104, Buenos Aires.
- Park, Ch., 1972. *The Iron Ore Deposits of the Pacific Basin*. Econ. Geol. 67, 339-349.
- Rigal, R., 1942. *El yacimiento de magnetita de Hierro Indio y otros menores del departamento de San Rafael, Prov. de Mendoza*. Direc. Nac. de Min. y Geol. Bol. 52, Buenos Aires.
- Rittmann, A., 1973. *Calculation of the stable mineral association of magmatic rocks*. Springer Verlag.
- Schnellman, W., 1959. *Experimentelle Untersuchungen über die sedimentäre Bildung von Goethit und Hämatit*. Chemie der Erde, 20: 104-135.
- Wager, L. R., 1962. *Igneous cumulates from the 1902 eruption of Soufriere, St. Vincent*. Bull. Volcanol., 24: 93-99.
- Zöllner, W. y A. J. Amos, 1973. *Descripción Geológica de la Hoja 32b, Chos Malal*. Servicio Nac. Geol. Minero, Bol. 143, Buenos Aires.

Recibido: marzo 3, 1978.

ASOCIACIONES MINERALES Y LITOLOGIA DEL YACIMIENTO AGUILAR, PROV. DE JUJUY, REPUBLICA ARGENTINA

MILKA K. DE BRODTKORB *, JUAN J. LANFRANCO ** y RICARDO J. SUREDA ***

* Servicio Minero Nacional - CONICET.

** Compañía Minera Aguilar S. A.

*** Universidad Nacional de Salta.

Resumen

Se destacan los principales rasgos litológicos y las asociaciones minerales presentes en Mina Aguilar, Jujuy, Argentina. El yacimiento se aloja en un cortejo de metasedimentos (corneanas - cuarcitas - skarn) de edad ordovícica (Arenigiano - Llanvirniano) que margina el stock granítico Aguilar, de edad eocretácica. Se describen las facies del intrusivo y la zoneografía metamórfica. Estudios petrográficos y mineralógicos permiten conocer la paragénesis mineral y las presentaciones texturales características. La información obtenida contribuye objetivamente al desarrollo de criterios válidos para esclarecer aspectos geológicos y genéticos de los depósitos metalíferos.

Abstract

The main lithological features and the mineral assemblages of the Aguilar Mine, in the province of Jujuy, are described. The ore is located in a set of metasediments (hornfels-quartzites-skarn) which form the wall rock of the Aguilar granite stock of Early Cretaceous age. The facies of the intrusive rock and the distribution of the metamorphic zones are described. Petrographic and mineralogical studies permit to establish the mineral paragenesis and to characterize the ore textures. The obtained data will objectively contribute to the development of valid criteria to clarify geological and genetic aspects of the metaliferous ores.

Introducción

La caracterización mineralógica y petrológica del yacimiento Aguilar, en la provincia de Jujuy, ha permanecido relativamente poco conocida, pese a la importancia de su explotación minera. Esta situación ha motivado a los autores a realizar el presente estudio con miras a brindar una base objetiva para intentar esclarecer la génesis de estos interesantes depósitos.

Numerosos autores se han ocupado de la geología regional de la comarca desde Brackebusch (1883) a Turner y Salfity (1977), entre los cuales se destacan Hausen (1925), Sgrossso (1943), Aceñolaza (1968) y Méndez (1973). Los antecedentes publicados sobre aspectos concretos del yacimiento Aguilar son más bien escasos en relación a la actividad minero-geológica y a la existencia de abundante información inédita. Pueden citarse los trabajos de Spencer (1950), Ahlfeld (1955), Brown (1962), Linares (1968), y Linares y Latorre (1975).

Reseña geológica

Los depósitos plumbo-zincíferos de Mina Aguilar yacen en el faldeo oriental de la

sierra de Aguilar, departamento de Humahuaca, provincia de Jujuy. La sierra de Aguilar, cuyo eje se extiende unos 40 km en dirección meridiana, forma parte de las estribaciones occidentales de la unidad morfoestructural conocida como Cordillera Oriental (Bonarelli, 1921; Turner y Salfity, 1977).

La secuencia estratigráfica de la región comienza con un zócalo epimetamórfico precámbrico superior-eocámbrico?, de varios miles de metros de espesor, denominado Formación Puncoviscana (Turner, 1960). Sobre éste apoyan en discordancia las cuarcitas y sedimentos cámbricos del Grupo Mesón, con espesores inferiores a los 500 m. Una suave discordancia separa el Grupo Santa Victoria suprayacente (Turner, 1960) de edad ordovícica. Los sedimentos ordovícicos son predominantemente lutitas fosilíferas con intercalaciones menores de areniscas wäckicas y calciarenitas que corresponden al intervalo tremadociano (Formación Santa Rosita) y arenigiano (Formación Acoite).

Eventos magmáticos postordovícicos-terciarios son responsables del emplazamiento de los cuerpos graníticos de Tusaquillas, Abra Laite y Aguilar, este último objeto de

un estudio detallado (Lanfranco, 1972). Sigue el Grupo Salta (Brackebusch, 1883; enm. nom. Turner, 1959) Cretácico superior-Eoterciario, siempre en discordancia angular marcada sobre los sedimentos paleozoicos. Depósitos cenozoicos continentales de base desconocida, con restos de quelonios (Fernández *et al.*, 1973), se adjudican tentativamente al Terciario medio o superior y han sido asignados a diferentes unidades formacionales por distintos autores. Culmina la sucesión estratigráfica con acarreo recientes aluviales y coluviales, en parte de origen eólico y glacial. Estos últimos depósitos se vinculan a las áreas englazadas de la sierra de Aguilar durante el Pleistoceno. Las morenas y los acarreo tillíticos conforman rasgos geomórficos destacados en las vecindades del yacimiento, a lo largo del valle del Padrioc. El espesor total del paquete Mesozoico-Cenozoico no supera los 1.000 m de conjunto en las áreas aledañas (Río Grande, Pisungo, Espinazo del Diablo).

El cuadro tectónico está caracterizado por estructuras de desarrollo meridiano ante esfuerzos dominantes de dirección E-W. La traza de las fallas principales y la dirección axial del plegamiento concuerdan con esta lineación general. Predomina la tectónica de bloques de ascenso diferencial a través de fallas inversas con reducción de superficie dentro de un esquema netamente compresivo. El estilo estructural característico de la Cordillera Oriental se vincula a la combinación de la tectónica de bloques propia de la Puna con la existencia de grandes pliegues fallados y volcados hacia el este, verdadera transición hacia el patrón de plegamiento dominante del ámbito subandino.

El yacimiento Aguilar se presenta como un interesante ejemplo de depósito metamorfozido de Pb y Zn. La mineralización ocupa exclusivamente las cajas metamórficas del granito de Aguilar a lo largo del contacto oeste. En raras oportunidades se han observado minerales de mena en el granito y siempre como xenolitos incorporados de las rocas de campo durante la intrusión. La mejor presentación, a los fines económicos se localiza en el ángulo SW del intrusivo. La explotación de las menas data desde la época colonial, pero el desarrollo moderno de las labores comienza en 1936. Al presente se han iniciado trabajos de habilitación hasta nivel 18 y la mina cuenta con más de 70 km de galerías distribuidas entre los niveles 2 y 18 (fig. 2). La extracción diaria oscila entre 2050 y 2100 tn de mine-

ral que las instalaciones del Molino, a través de molienda y flotación diferencial convierten en concentrados comerciales de SPb y SZn.

El Granito Aguilar

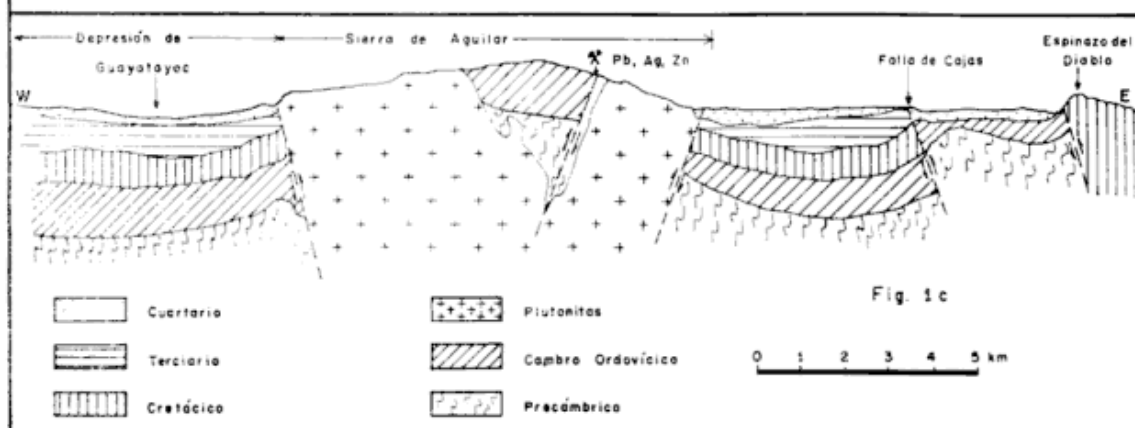
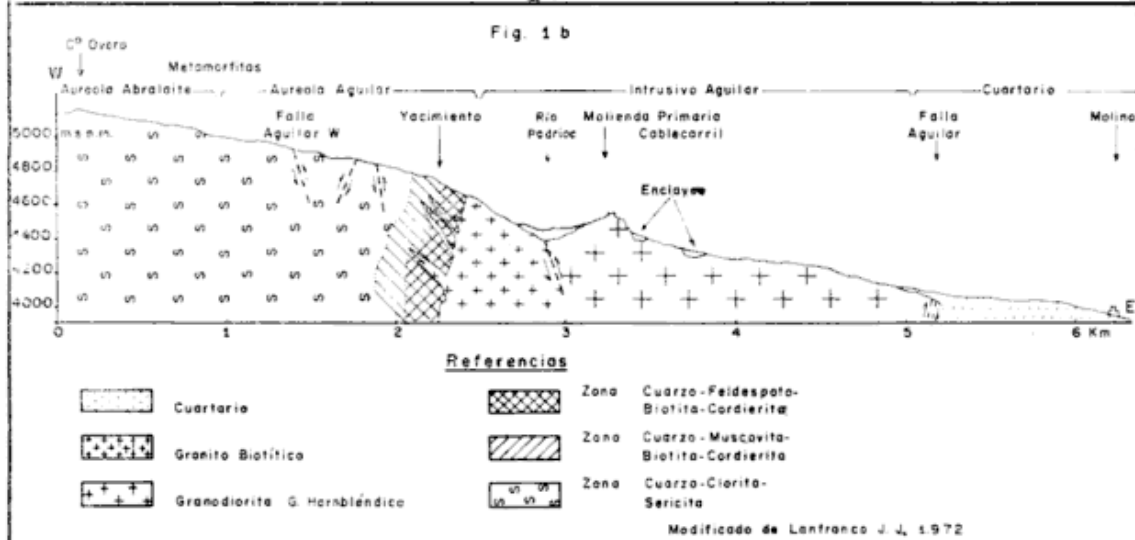
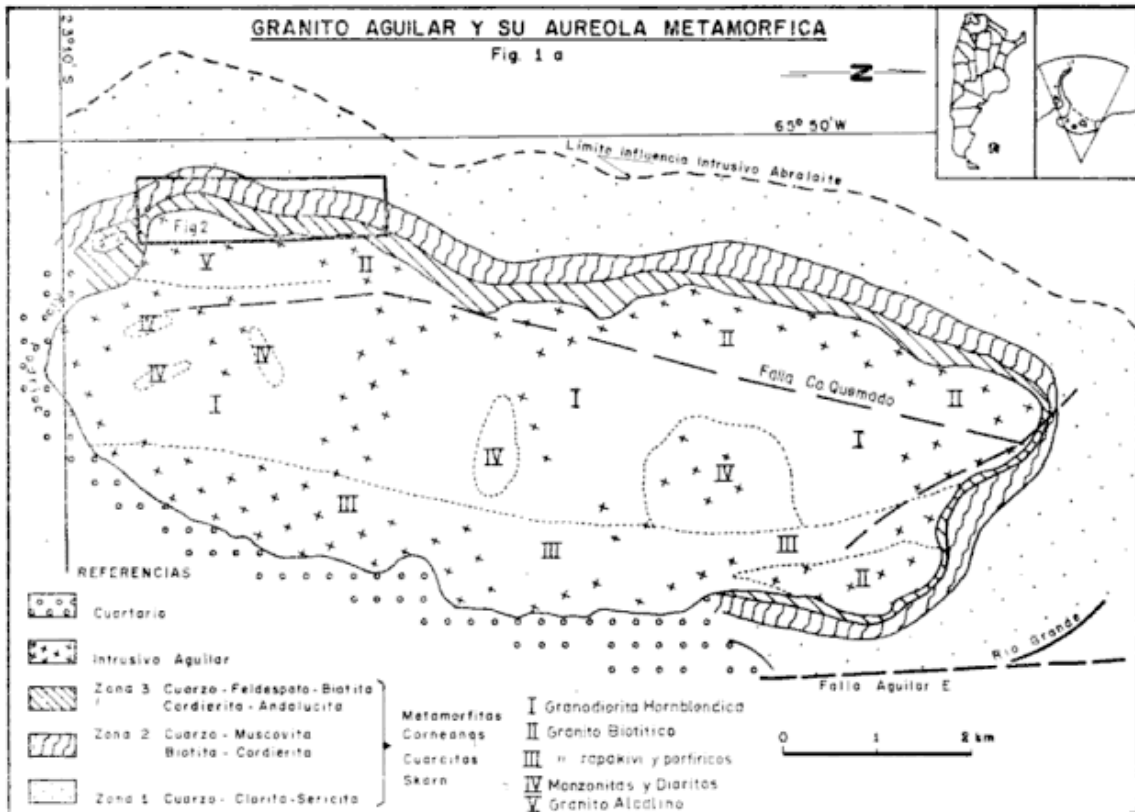
Es un stock granítico epizonal, de unos 40 km², localizado en el faldeo oriental de la sierra de Aguilar, con una elongación máxima de 8 km paralela a la sierra y a la estructura de las rocas de caja. Configura un cuerpo heterogéneo (fig. 1a) integrado por:

- I. Granodiorita hornblendo-biotítica, en parte granito hornblendo-biotítico.
- II. Granito biotítico o granítica.
- III. Granito rapakivi, granitos porfíricos y microgranitos.
- IV. Monzonitas, dioritas y tonalitas.
- V. Granito alcalino.

I. Granodiorita hornblendo-biotítica: Es la facies más extensa, con numerosas variaciones petrográficas localizadas que es posible atribuir a fenómenos de inyección y asimilación de rocas preexistentes más básicas. Son comunes los enclaves y las transiciones laterales a tonalitas, monzonitas y dioritas. Las texturas también varían de equigranulares a porfíricas, de grano grueso a fino y generalmente hipidiomorfas a alotriomorfas. La zona comprende desde el flanco norte de los cerros Toldo y Espejo hasta el límite sur de la plutonita en el valle del Padrioc. Forma una faja central enmarcada al oeste por la faja de granito biotítico y granito alcalino de neta relación intrusiva y al este, a través de una línea irregular y difusa, colinda con la facies de granito rapakivi, granitos porfíricos y microgranitos.

Dentro de las variaciones apuntadas, los rasgos comunes concurren en el color gris verdoso a rosado y la presencia de hornblenda y biotita como mafitos dominantes. Son frecuentes los clivajes de fractura (cerro Cenizas, Abra Blanca y cerro Espejo), que en parte pasa a clivaje de trasposición.

Composición modal generalizada: ortoclasa y/o pertita (40-60 %), oligoclasa media (40-20 %), cuarzo (5-25 %), hornblenda (5-25 %), biotita (5-10 %), magnetita, apatita, piroxeno, circón, titanita e ilmenita. En las variedades de grano fino la hornblenda es el mafito casi exclusivo (90-95 %), constituyendo del 20 al 25 % de la roca.



II. Granito biotítico: Ocupa la faja occidental del intrusivo y el extremo norte del borde oriental. Junto con el granito alcalino, representan los elementos del Granito Aguilar próximos al yacimiento y que afectan los depósitos metalíferos. Es el típico granito del interior de mina. Muy homogéneo, tanto texturalmente como en composición modal. Color blanco grisáceo en fractura fresca a gris rojizo en el terreno. Textura equigranular panalotrimorfa, grano medio a grueso con escasos fenocristales que no exceden los 2 cm. Se caracteriza por alojar numerosos diques de lamprófiros, xenolitos de las rocas de caja (cuarcita y hornfels) y la presencia de marcado diaclasamiento.

Moda promedio: Microclino (35-40 %), cuarzo (30 %), oligoclasa (30-25 %), biotita (1-5 %), magnetita, circón, apatita y titanita. Accidentalmente: muscovita, fluorita, turmalina y andalucita. La pertitización es un fenómeno muy restringido. En las pertitas la plagioclasa es albita cálcica, llegando a andesina ácida en el núcleo de los cristales zonales independientes.

III. Granito rapakivi - granitos porfíricos - microgranitos: Se agrupan en una faja de borde en el límite oriental del intrusivo. Esta zona muestra extensión E-W variable y contactos poco definidos. Son rocas muy alteradas, fácilmente disgregables, que la empresa minera suele extraer como ripio destinado a recubrimiento de caminos. Predominan las rocas de grano grueso, porfíricas a seriadas, caracterizadas por ovoides rapakivi en unidades elipsoidales o tabulares, entre 5 y 20 mm de diámetro mayor. Estos fenocristales muestran un núcleo pertítico o microclínico casi invariablemente maclado en dos individuos según ley de Carlsbad. El núcleo está rodeado de un manto de oligoclasa maclada según Albita-periclino, de 0,3 a 0,5 mm de espesor que se encuentra en continuidad óptica con las venillas de plagioclasa de la pertita central. La mesostasis se puede identificar con el granito hornblendo-biotítico, en donde el anfíbol es el mafito principal.

Estas rocas adquieren su mejor expresión desde el cerro Quemado hasta el valle de Mina Esperanza con un eje que coincide aproximadamente con el camino de acceso a las labores de ésta. Contienen xenolitos de tamaño variado, donde se destacan los comprendidos entre 0,20 y 0,30 m. El carácter metasomático de la textura rapakivi está apoyado por el desarrollo de los típicos

ovoides en los enclaves melanocráticos y la frecuente ocurrencia de relictos de pertita poiquilitica en los mantos de oligoclasa de los ovoides del granito.

Las rocas de grano fino, microgranitos y granitos aplíticos, se encuentran circunscriptas al extremo NE del intrusivo Aguilar (norte de la Qda. de las Queñoas). Es un sector sobreelevado, de color amarillento, carente de enclaves y casi desprovisto de penetraciones filonianas. Las texturas, siempre holocristalinas, en parte micrográficas o granofídicas, tienden con frecuencia a microporfíricas semejanado pórfidos riolíticos. La recrystalización es intensa y el metasomatismo tiende localmente a esbozar idióblastos de textura rapakivi. Abundan las microfracturas ocupadas por óxidos de hierro.

IV. Monzonitas, dioritas y tonalitas: Rocas de color gris oscuro equigranulares a porfíricas, de grano fino a medio, que se localizan en cuerpos irregulares dentro de la faja central de grandioritas hornbléndicas. Son integrantes menores del Granito Aguilar en donde, a su vez, predominan las monzonitas sobre tonalitas y dioritas. Se reconocen evidencias intrusivas por parte del material granítico en estas rocas oscuras, lo cual sugiere la posibilidad de que la plutonita Aguilar fuera originalmente más básica, quizás diorítica o tonalítica.

Composición modal generalizada: plagioclasa (60-40 %) (oligoclasa media a andesina media), ortoclasa (10-40 %), hornblenda verde (20-5 %), biotita (5-10 %), cuarzo (1-15 %), augita, magnetita, apatita, circón, allanita.

V. Granito alcalino: Ocupa un área reducida en el ángulo SW del intrusivo, entre la Piedra de Aguila hasta unos 200 m al N de las instalaciones de trituración primaria y embarque del cable-carril. El término comprende rocas afines al granito biotítico pero en las cuales el desarrollo dominante de pertitas excluye casi totalmente la presencia de plagioclasa libre. Son de color gris rosado, amarillento, de estructura maciza y con numerosos efectos cataclásticos localizados.

Moda promedio: pertitas (75-80 %), cuarzo (10 %), hornblenda (5 %), biotita (2-3 %), circón, apatita, magnetita. Accidentalmente oligoclasa, fluoritay clorita.

El granito Aguilar ha penetrado un paquete sedimentario formado en su totalidad por lutitas, areniscas y margas calcáreas

TABLA I. — Análisis químico de diferentes rocas del intrusivo de Aguilar

	1	2	3	4	5
SiO ₂	60,75	75,45	74,12	75,45	46,82
TiO ₂	1,05	0,51	0,20	0,17	2,12
Al ₂ O ₃	17,83	11,79	13,77	12,37	17,28
Fe ₂ O ₃	3,16	2,20	1,85	1,32	5,18
FeO	4,32	1,11	1,06	1,01	7,97
MnO	—	—	—	—	0,70
MgO	1,50	0,50	0,65	0,50	6,20
CaO	3,84	1,10	1,82	1,80	9,01
Na ₂ O	4,54	3,50	3,22	3,52	2,33
K ₂ O	2,43	3,99	3,56	4,21	1,87
+ H ₂ O	0,27	0,21	0,16	0,14	0,37
- H ₂ O	0,05	0,02	0,02	0,02	0,08
P ₂ O ₅	0,34	—	0,04	0,04	0,37
BaO	—	—	—	—	—
Total	100,08	100,36	100,47	100,55	100,30

1 Granodiorita hornblendo-biotítica-Intrusivo Aguilar.

2 Granito biotítico -Galería accesor Nivel 8- Mina Aguilar.

3 Granito rapakivi - Intrusivo Aguilar.

4 Microgranito biotítico - Borde NE intrusivo Aguilar.

5 Odinita - Intrusivo Aguilar.

Anal.: E. Leone - CMSA

ordovícicas, dando lugar a una aureola de metamorfismo de contacto representada por corneanas, metacuarcitas y skarn (fig. 1 a y 1 b). El intrusivo aloja numerosas enclaves o xenolitos que se pueden agrupar en cuatro tipos:

- Xenolitos identificables con la roca de campo (hornfels y cuarcitas).
- Xenolitos microgranudos, mesocráticos, con porfidoblastos feldespáticos.
- Xenolitos afaníticos, melanocráticos, sin porfidoblastos.
- Xenolitos faneríticos, mesocráticos, equigranulares a porfíricos.

El tipo a) ocupa preferentemente las zonas de borde del granito con tamaños variables que alcanzan los 20 m y muestran texturas granoblásticas o fenómenos de asimilación endomórfica. Localmente se aprecian texturas agmatíticas, efectos metamórficos y metasomáticos. El crecimiento de microclino poiquiloblástico suele alcanzar el 50 % de la moda total. Hay formación de cordierita, andalucita, granate, turmalina, tremolita, biotita, clorita, muscovita y minerales opacos.

El tipo b) se presenta en individuos aislados, de tamaño pequeño que no superan el metro de diámetro. Se localizan en la faja central de granodioritas y también en el granito rapakivi. Texturas porfiroblásticas, seriadas a granudas. El rasgo textural distintivo

es la abundancia de porfiroblastos de feldespato perítico, entre 8 a 12 mm, en una mesostasis microgranuda de 0,5 mm promedio. Composición media: pertita (30-40 %), oligoclasa (25-30 %), biotita + hornblenda (15-20 %), cuarzo (5-10 %), circón, apatita, allanita, minerales opacos. El feldespato potásico se presenta en dos generaciones con típico carácter metasomático en los porfiroblastos. Estos xenolitos pueden interpretarse como restos no asimilados de rocas ígneas saturadas (monzonitas-dioritas) con notables efectos metasomáticos sílico-alcalinos.

El tipo c) aparece en áreas muy restringidas (camino a mina Oriental, zona Llama) en tamaños variables, siempre pequeños y con formas redondeadas o angulosas, a veces en cuerpos tabulares. Texturas microporfíricas hipidiomorfas con notable recristalización. Grano promedio entre 0,1 y 0,05 mm. Composición media: oligoclasa (40-45 %), hornblenda verde (30-35 %), pertita (15-20 %), biotita (5 %), titanita, cuarzo, magnetita, apatita, ilmenita y circón. Otra variedad del tipo c), también melanocrática y afanítica, muestra andesina y augita como minerales esenciales, con magnetita como principal accesorio. La ocurrencia de los enclaves tipo c) sugieren formas filonianas relicticas. Pueden interpretarse como restos parcialmente asimilados de diques melanocráticos anteriores al granito de caja.

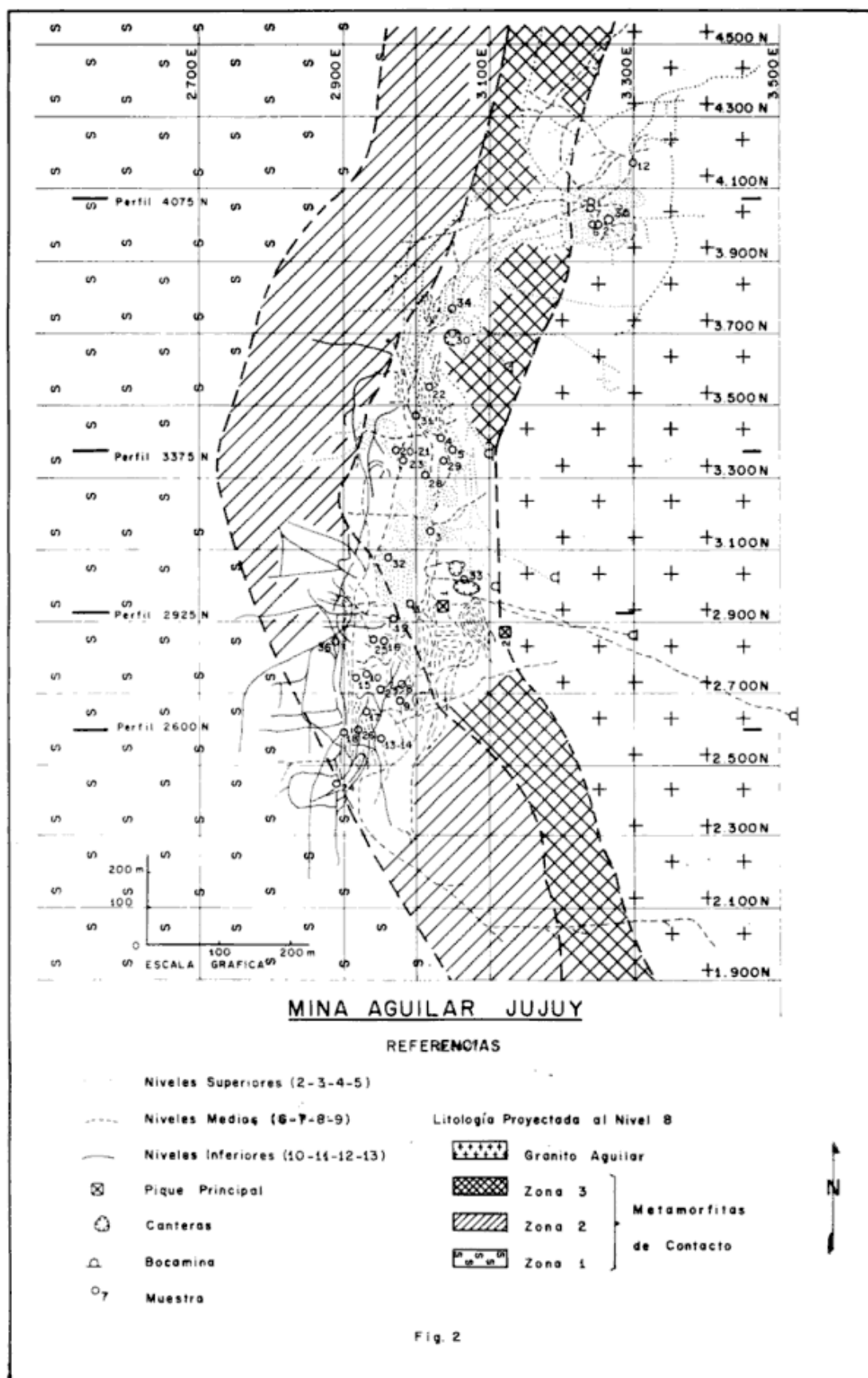


Fig. 2.— Mapa geológico de detalle del área mineralizada.

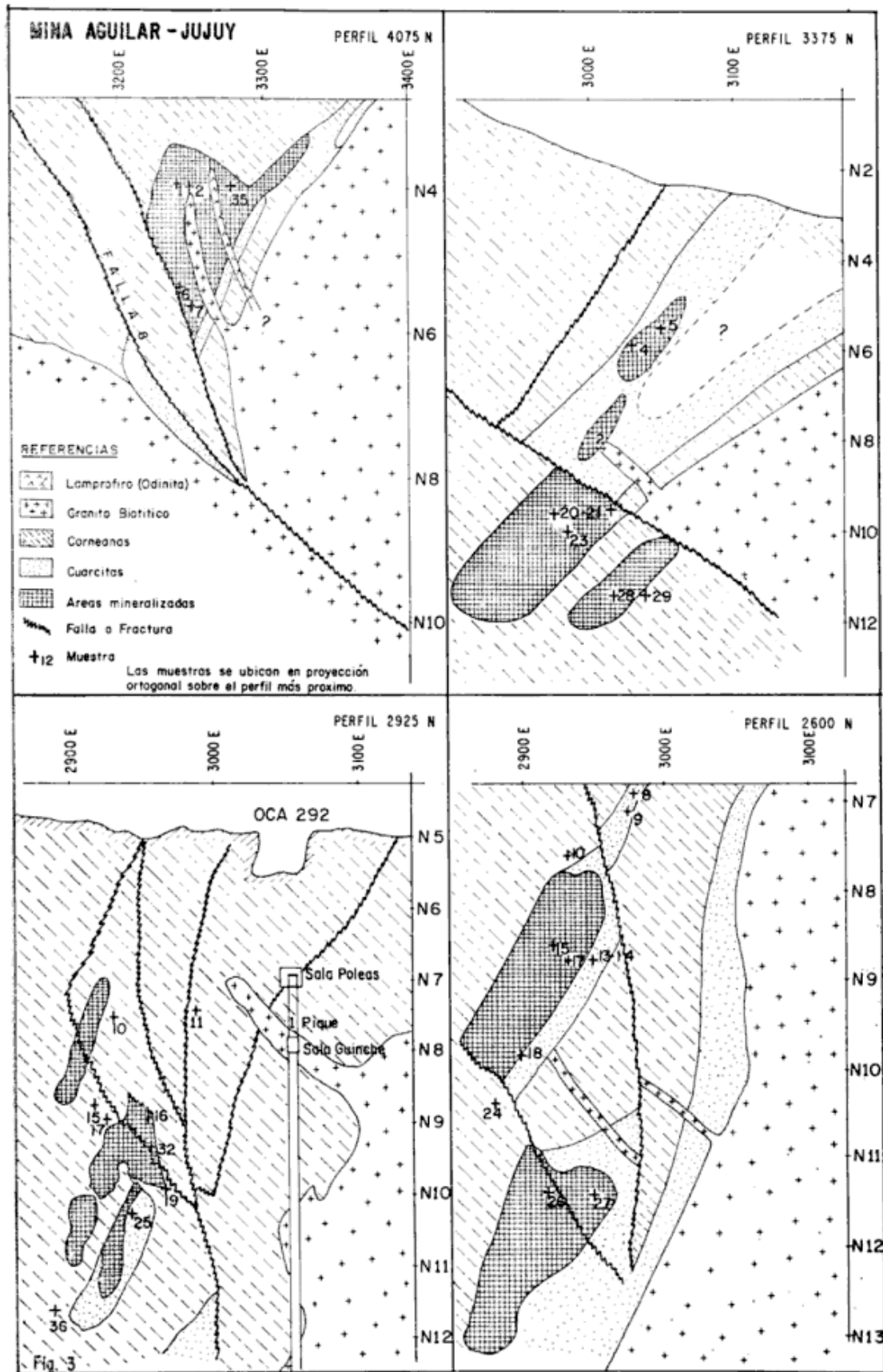


Fig. 3. — Perfiles geológicos del área mineralizada (véase para ubicación fig. 2).

El tipo d) está representado por los xenolitos que muestran mayor grado de asimilación y que invariablemente tienen una composición más básica que las rocas alojantes. Tamaño variable, desde pocos centímetros a bloques de varios metros penetrados por venas graníticas. Textura granular, pocas veces glomeroporfírica. Límites de contacto graduales y difusos. Fuerte metasomatismo alcalino con desarrollo de antiperititas, mesopertitas, pertitas y microclino a expensas de plagioclasa. Yacen en la faja central de granodioritas (camino del Molino a la Mina) y su composición corresponde a tonalitas y monzonitas biotito-hornbléndicas en transición a dioritas y granodioritas hornblendo-biotíticas.

Penetraciones filonianas tardío-magmáticas cruzan el Granito Aguilar y frecuentemente interesan la aureola metamórfica. Son muy características, tanto en interior de mina como en superficie. Es posible distinguir dos grupos:

1. Diques leucocráticos o graníticos.
 - 1.1. Diques aplíticos.
 - 1.2. Diques graníticos.
 - 1.3. Diques pegmatíticos.
2. Diques melanocráticos o lamprófiros.
 - 2.1. Odinitas.
 - 2.2. Kersantitas.
 - 2.3. Spessartitas.

Los filones se emplazan en un arreglo estadísticamente significativo, que obedece a controles estructurales del macizo granítico y sus cajas metamórficas. Se han medido 23 diques leucocráticos de los cuales 22 muestran rumbo N 05° a 50° W y buzamiento 35-70° E y sólo en un caso se ha comprobado rumbo NE y buzamiento W. De 24 diques melanocráticos, el 75 % presenta rumbo N 40-80° E y buzamiento 65-85° E con escasos buzamientos al W y el 25 % muestra rumbo NW con buzamientos subverticales indistintamente al E o al W.

Diques aplíticos y graníticos: Ambos difieren en su presentación textural y en un mayor contenido de mafitos en las variedades de grano grueso. Aparentemente son más abundantes en las cajas metamórficas como apófisis derivadas del intrusivo mayor. Su emplazamiento en el granito corresponde a penetraciones tardías en el macizo ya consolidado; pero aquí es difícil establecer la abundancia relativa en razón de la similitud

mineral, cromática y a veces textural de los diques y las rocas de caja.

Composición media: microclino (35-45 %), cuarzo (35-45 %), oligoclasa media a cálcica (15-20 %), biotita (1-5 %), muscovita, circón, minerales opacos. Accidentalmente fluorita y turmalina.

Son rocas de color blanco a gris verdoso claro. Texturas sacaroides alotrimorfas a porfíricas seriadas en las variedades graníticas.

Pegmatitas: Son rocas manifiestamente escasas en el intrusivo Aguilar. Se hallan en el granito como en las rocas metamórficas bajo la forma de diques que no superan el metro de potencia, de pequeña corrida y grandes variaciones texturales. Las pegmatitas simples están formadas por microclino y/o pertita, cuarzo, oligoclasa y muscovita. Las pegmatitas complejas, sin zonalidad alguna, muestran además: fluorita, molibdenita, piritita, turmalina (chorlita), calcita, clorita y helvina.

Odinitas: Han sido citadas por Sgrosso (1943) en base a determinaciones petrográficas de Hermitte de Nogués. En diques porfíricos melanocráticos dentro del granito y las metamorfitas. Presentan llamativos fenocristales euhedrales de labradorita media (5-10 mm), hornblenda (2 mm) y augita (1 mm), en una pasta afanítica gris verdoso oscuro. Plagioclasa, anfíbol y piroxeno bigeneracionales. El feldespato de la matrix es andesina cálcica. Composición media: hornblenda verde (40-50 %), plagioclasa (30-40 %), ilmenita (~ 5 %), augita (1-5 %), titanita, tremolita, biotita, clorita, calcita y cuarzo.

Kersantitas: Diques en el granito y las metamorfitas de caja, frecuentes en interior mina. Color pardo violáceo y potencias entre 0,20 y 0,50 m. Texturas porfíricas panidiomórficas a hipidiomórficas con fenocristales que no exceden los 6 mm. Moda promedio: labradorita ácida (50-40 %), biotita titanada (40-50 %), titanita (~ 5 %), hornblenda, ilmenita, titanioaugita, cuarzo, apatita, pirrotina, calcita y tremolita.

Spessartitas: Es el grupo de diques más heterogéneo tanto en composición mineralógica como en presentación textural. Potencias muy variables, superan en algunos casos los 5 m. A diferencia de los otros lamprófiros, sólo se han reconocido spessartitas dentro del intrusivo granítico. Texturas

porfíricas de fenocristales no mayores de 5 mm alternan con texturas afaníticas en rocas más oscuras y compactas. Composición modal generalizada: andesina media (20-45 %) a veces en dos generaciones y en otros casos como malla afieltrada de finas tablillas en la pasta, hornblenda (10-60 %), titanogaugita (10-30 %), biotita (1-5 %), ilmenita, titanita, apatita, cuarzo, calcita y clorita.

En líneas generales el emplazamiento del Granito Aguilar puede interpretarse como la intrusión de un cuerpo magmático, en al menos dos etapas, donde la fase final se halla asociada a un metasomatismo alcalino de los cuerpos ígneos preexistentes. Esta situación es bien conocida en la evolución de cuerpos graníticos de dimensiones considerables. Las características de borde del intrusivo revelan contactos netos y discordantes a escala minera, pero con cierta congruencia estructural a escalas menores. El eje mayor de la plutonita es paralelo a la estructura de las rocas de campo. Se observan continuidades estructurales roca de caja-granito (Quebrada Vaca), compatibles con un mecanismo de inyección forzada donde la cuña magmática es consecuente con la estratificación de las cajas ordovícicas. La equigranularidad textural de las zonas de borde y la amplia distribución de enclaves, no dejan duda alguna del origen magmático intrusivo.

El cuerpo granítico de Abra Laite, de mayores dimensiones, acompaña al Granito Aguilar unos 5 km al W, pero aún no ha sido estudiada en detalle. Parece evidente que ambos intrusivos forman parte de un batolito subyacente que integra el núcleo del bloque plegado y fracturado de la Sierra de Aguilar (fig. 1 c). La edad del granito de Aguilar ha sido adelantada por Halpern y Latorre (1973), en base a determinaciones geocronológicas Rb-Sr, obteniendo 110 ± 5 m.a. y 133 ± 8 m.a. que corresponde al Cretácico inferior. Estos datos fueron confirmados recientemente (Linares y Latorre, 1975) por métodos radimétricos K-Ar y Rb-Sr con edades de 118 ± 15 m.a. En la valoración de los datos isotópicos es posible señalar que, conforme a los autores precitados, las determinaciones se efectuaron sobre muestras de interior de mina o próximas al yacimiento (granito biotítico o granito alcalino), cuyas relaciones de campo revelan un emplazamiento tardío en el heterogéneo contexto de la plutonita.

La aureola metamórfica de contacto

La secuencia sedimentaria plegada entre los plutones Abra Laite y Aguilar ha sufrido metamorfismo determinando aureolas características de extensión variable. En el Granito Aguilar, la aureola metamórfica es continua en el contorno N y W, y está ausente en el borde S. En el borde N, el predominio de cuarcitas sobre lutitas y pizarras dificulta la identificación de las facies metamórficas. Como el intrusivo limita al E con depósitos recientes a través del contacto tectónico de falla Aguilar, sólo es posible reconocer la zonación metamórfica en el borde occidental pese a que la superposición de la aureola Abra Laite.

La faja metamórfica del Granito Aguilar en la zona del yacimiento tiene una potencia entre 1.400 y 1.500 m hasta el nuevo aumento del grado metamórfico correspondiente a la influencia del Granito Abra Laite.

La mejor exposición conocida de la aureola pertenece al perfil cerro Overo-cerro Fraile. Se distinguen las siguientes zonas:

Zona 1 Facies de corneanas albita-epidoto.

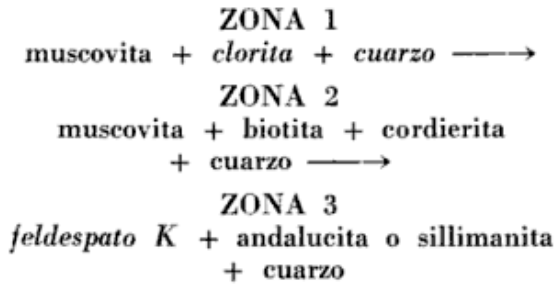
Zona 2 Facies de corneanas hornbléndicas.

Zona 3 Facies de corneanas piroxénicas.

Los hornfels o corneanas son las rocas más extendidas, con presentaciones contrastadas, desde macizas y compactas cerca del contacto, hasta físis y pizarreñas con estructuras sedimentarias relicticas en las áreas alejadas. Hay corneanas mosqueadas con porfidoblastos de cordierita o glomeroblastos de biotita no mayores de 1,5 mm. Colores variados desde negro pardusco a blanco grisáceo, dominando los tonos pardos y grises intermedios.

Estas rocas, derivadas de pelitas aluminosas, son indicadoras sensibles del grado metamórfico y permiten definir las facies existentes. La facies albita-epidoto se halla algo reducida por factores estructurales y la influencia del intrusivo Abra Laite. Su presencia está asegurada por la permanencia de clorita en la paragénesis mineral. Las facies de corneanas hornbléndicas es la más extendida y la que ocupa en general los límites del yacimiento. Se caracteriza por la ausencia de clorita o feldespato potásico y la estabilidad óptima de muscovita y biotita. La facies de corneanas piroxénicas está localizada únicamente en el borde W del granito Aguilar bajo la forma de cuerpos lenticulares irregulares. Aquí el feldespato potásico

aparece a expensas de la muscovita. Las reacciones críticas son:



Las cuarcitas son siempre de estructura maciza y colores claros, blanco, blanco-verdoso o en tonos ocres por teñidos ferruginosos. El afloramiento más extenso se localiza junto al contacto norte. En los otros sectores forman intercalaciones estratiformes menores con ciertas variaciones mineralógicas a nivel de accesorios. En el borde sur del intrusivo las cuarcitas, de afinidades pefíticas, aumentan de granulometría con litoclastos de metacuarcita.

En general son rocas casi monominerales (65-98 % de Qz), granoblásticas y equigranulares, rara vez porfidoblásticas con agre-

gados alotrimorfos de cuarzo o microclino pertítico. Accesorios menores: diopsido, andalucita, granate, feldespato, biotita, muscovita, tremolita-actinolita, titanita, circón, apatita y calcita. Accidentalmente: turmalina, bustamita y fluorita.

A diferencia de corneanas y cuarcitas, las tactitas o skarn no forman bancos o estratos definidos y se presentan en cuerpos lenticulares masivos, alargados paralelamente a la estructura general. Son rocas heterominerales que predominan en las cercanías del contacto y que las reglas empíricas de la explotación minera asocian a la mineralización dentro de los bancos de cuarcita del yacimiento.

La tabla II muestra las principales secuencias petrográficas agrupadas según las facies metamórficas presentes y los tipos litológicos parentales. El ordenamiento dentro de cada zona refleja la abundancia relativa.

La edad ordovícica arenigiana de las rocas de caja del Granito Aguilar parece confirmarse con el hallazgo del graptolítico *Dictyonema yaconensis* (Garavilla, 1975) en las proximidades de Mina Esperanza, unos

TABLA II. — Facies metamórficas de la aureola de contacto

Zonas		Tipos	Pelíticos	Silíceos	Calcáreos
1	Facies de corneanas albita-epidoto		1. muscovita, biotita, clorita. 2. muscovita, clorita. 3. muscovita, clorita, cordierita. 4. biotita, muscovita, clorita, cordierita.	1. metacuarcitas. 2. metacuarcita micáceas. 3. metacuarcitas feldespáticas.	
2	Facies de corneanas hornbléndicas		1. biotita, muscovita, cordierita. 2. muscovita, biotita, cordierita, andalucita. 3. muscovita, biotita, andalucita. 4. muscovita, biotita, (feld. K.).	1. metacuarcitas. 2. metacuarcitas andalucíticas. 3. metacuarcitas actinolíticas. 4. metacuarcitas micáceas. 5. metacuarcitas granatíferas. 6. metacuarcitas feldespáticas.	1. grandita, diópsido, rodonita. 2. wollastonita, diopsido, feldespato. 3. grandita, diopsido, actinolita. 4. actinolita, diopsido, wollastonita. 5. diópsido, wollastonita. 6. grandita, plagioclasa, muscovita. 7. wollastonita, diopsido, muscovita, plagioclasa. 8. grandita, rodonita, bustamita. 9. grandita, vesubiana, rodonita. 10. actinolita, diópsido. 11. grandita, actinolita, ankerita. 12. bustamita, augita. 13. grandita, actinolita fluorita.
3	Facies de corneanas piroxénicas		1. plagioclasa, feldespato K, biotita, andalucita. 2. plagioclasa, feldespato K, biotita. 3. plagioclasa, feldespato K, biotita, andalucita, cordierita. 4. plagioclasa, feldespato K, biotita, andalucita, sillimanita.	1. metacuarcitas. 2. metacuarcitas andalucíticas. 3. metacuarcitas feldespáticas. 4. metacuarcitas diopsídicas. 5. metacuarcitas granatíferas.	

6 km al norte del yacimiento Aguilar. Es muy posible que los 1.700 m de sedimentos ordovícicos de las vecindades de Mina Aguilar sean correlacionables con la Formación Acoite (Arenigiano-Llanvirniano) por consideraciones estratigráficas diversas (Turner y Salfity, 1976). En líneas generales la secuencia muestra estructura homoclinal con rumbo meridiano y buzamiento medio a elevado al oeste.

Conforme a las asociaciones minerales es posible deducir que la penetración del granito y el metamorfismo subsecuente se han producido a profundidades someras, entre 4 y 8 km, correspondientes a un intervalo de 1.000 a 2.000 bars de presión confinante. Las temperaturas se estiman comprendidas entre 350° y 650° C. Se destaca el predominio de andalucita sobre sillimanita. Éste último mineral se halla casi ausente en Aguilar y circunscripto a contados lugares del contacto mismo.

El cuadro geológico del intrusivo Aguilar y su aureola de contacto parece ser bastante frecuente en cuanto a dimensiones, relaciones de campo y posición cronoestratigráfica. Cabe citar la granodiorita cretácica de Tono, Arisu, NE de Japón, de 40 km², que penetra una secuencia de pelitas, areniscas y calizas paleozoicas formando una aureola metamórfica muy semejante (Seki, 1957; Miyashiro, 1973). También el plutón de Onawa, Maine, Canadá, intruye una secuencia paleozoica similar con idénticos efectos (Philbrick, 1936).

Los minerales del skarn

En la tabla III figuran los minerales del skarn, en la que la clasificación en Esenciales, Accesorios y Trazas tiende a reflejar las proporciones cuantitativas de su mineralogía.

TABLA III.— Los minerales del skarn

Esenciales	Accesorios	Trazas
Calcita	Ankerita	Apatita
Diópsido	Augita	Escapolita
Grandita	Bustamita	Helvina
Rodonita	Epidoto	Ludwigita
Tremolita-	Fluorita	Pirosmalita
Actinolita	Turmalina	Rutilo
Vesubiana		Titanita
Wollastonita		Zircón

La identificación de los minerales del skarn ha incluido el empleo de las técnicas de óptica mineral en grano suelto y sección delgada, y difracción de rayos X.

Esenciales

Calcita CaCO₃: Se presenta generalmente en masas espáticas blancas. Ocasionalmente en cristales libres tapizando geodas o miarolas. En esta última presentación se ha observado un delicado agregado acicular en 9-G-257, en donde los cristales individuales muestra la infrecuente combinación {1010} dominante y {0001} subordinada.

Diópsido CaMg [Si₂O₆]: Generalmente de color verde claro, en prismas idiomorfos cortos o bien en agregados anhedrales de grano fino. Las propiedades ópticas pueden variar hacia una augita subcálcica. Se ha citado una ocurrencia de cristales euhedrales incluidos en masas de galena (Gay, 1960).

Grandita Ca₃ (Al, Fe)₂ [SiO₄]₃: Los granates del skarn corresponden aproximadamente a la serie grossularia-andradita. Las constantes físicas obtenidas concuerdan tentativamente con los valores consignados para Gro₉₃-And₀₇ a Gro₅₅-And₄₅ por Winchell, 1958. Faltan análisis químicos de estos granates. Con tendencia idiomórfica característica, rara vez forman agregados anhedrales. Los colores van desde el blanco, a veces casi transparente, al rojo oscuro con variados tonos pardos intermedios. Frecuentemente desarrollan coronas kelifíticas anisótropas.

Rodonita Ca Mn₄ [Si₅O₁₅]: En masas espáticas compactas de excelente clivaje y llamativos colores rosados a rojo fuerte. A veces con pátinas superficiales de color pardo oscuro a negro. Las propiedades ópticas algo variables. Siempre biaxial y generalmente de signo óptico positivo, pero existen dos yacencias que muestran signo óptico negativo. No se ha comprobado la presencia de piroxmangita, mineral de propiedades físicas y químicas muy semejantes que suele mimetizarse notablemente con rodonita y se encuentra en paragénesis similares a las de Mina Aguilar. Sin duda alguna, la ocurrencia más destacada de rodonita corresponde a OCB-306.

Tremolita-Actinolita: Ca₂ (Mg, Fe)₅ [(OH, F) | Si₄O₁₁]₂: En finos prismas de hábito acicular, incoloros a verde oscuro. La variedad rica en hierro forma agregados

prismáticos delgados de hasta 4 cm de longitud. Muy frecuente en intercrecimientos microscópicos y diminutas inclusiones.

Vesubiana $\text{Ca}_{10}(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}_4[(\text{OH})_4 | (\text{SiO}_4)_5 | (\text{Si}_2\text{O}_7)]_2$: Mineral muy distribuido en granos pequeños, de color verde oscuro, que a veces se resuelven en laminillas tabulares. Megascópicamente es casi indistinguible de otros silicatos verdes del skarn (epidoto, augita, diópsido, y actinolita) pero se lo identifica con facilidad en grano suelto.

Wollastonita $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$: Característica en agregados masivos formados por fibras finas, estrechamente radiadas, de color blanco. Con frecuencia forma texturas de oclusión mutua con sulfuros de mena, bustamita, tremolita-actinolita y rodonita. Es el único mineral del skarn que suele yacer en unidades litológicas monominerales de discreto espesor. Con tremolita-actinolita, grandita y blenda forma un banco aflorante en el contacto del asomo granítico del Cerro Fraile.

Accesorios

Ankerita $\text{Ca Fe}[\text{CO}_3]_2$: Yace en agregados espáticos o granos aislados de color pardo amarillento a rosado y de difícil reconocimiento megascópico. Acompaña preferentemente a bustamita, augita, vesubiana y calcita.

Augita $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}'', \text{Fe}''', \text{Ti}, \text{Al})_2[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$: En cristales relativamente grandes de color verde oscuro a verde pardusco. Muy escasa y generalmente asociada a bustamita. Corresponde a una augita subcálcica ($E^\circ: ZAc = 48^\circ$). Las mejores presentaciones observadas pertenecen a OCB-306.

Bustamita $(\text{Mn}, \text{Ca})_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$: Bastante común. En agregados fibrosos semejantes a wollastonita, con tendencia a hábitos radiados, o bien en formas tabulares alargadas. De color pardo, pardo rosado a rosado claro o gris amarillento. En general asociado a rodonita.

Epidoto $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{O}|\text{OH}|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$: Se presenta en cristales subhedrales verde claro a oscuro, no mayores de 3 cm, pocas veces de hábito prismático corto.

Fluorita CaF_2 : Es muy escasa en el skarn. De color blanco a incoloro puede confun-

dirse a primera vista con calcita. Menos común en tonos amarillos. La fluorita violeta es un accesorio de los granitos y no se la encuentra en el skarn. Suele ser abundante en el contacto con el granito biotítico en el área del Cerro Rosado.

Turmalina $\text{Na}_2\text{Fe}_3\text{Al}_6[(\text{OH})_4|(\text{BO}_3)_3| \text{Si}_6\text{O}_{18}]$: Es la variedad negra o chorlita, ampliamente diseminada como accesorio en las rocas de campo, pero comparativamente escasa en el Granito Aguilar.

Trazas

Escapolita (mizzonita) $(\text{Na}, \text{Ca})_8[(\text{Cl}_2, \text{SO}_4, \text{CO}_3) | (\text{AlSi}_3\text{O}_8)_6]$; $(\text{Me}_{48}\text{-Ma}_{52})$: Es poco frecuente. Ocurre en agregados verdosos claros de finas agujas radiadas. Puede confundirse fácilmente con wollastonita, pero se la distingue con seguridad en grano suelto.

Helvina $(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Zn})_8[\text{S}_2|(\text{BeSiO}_4)_6]$: En cristales cúbicos hemidrícos o en granos anhedrales muy semejantes al granate, mineral con el cual se confunde. Color amarillo a pardo rojizo. Los cristales euhedrales corresponden a la hemimorfía $\{111\}$ y alcanzan hasta 3 cm de arista. Aparentemente es un accesorio raro, hasta ahora identificado sólo en dos parajes del yacimiento, OCB-306 y 10-B₂B₃-349.

Ludwigita $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Fe}[\text{O}_2|\text{BO}_3]$: En masas reniformes de individuos fibrosos de color negro azulado. Se lo encuentra asociado con pirrotina en un contacto de corneanas-skarn en 9-G-257.

Pirosmalita $(\text{Mn}, \text{Fe})_8[(\text{OH}, \text{Cl})_{10} | \text{Si}_6\text{O}_{15}]$: Accesorio menor bastante distribuido en el skarn (Gay y Sureda, 1972). Habitualmente en agregados masivos granoblásticos de arreglo poiquilítico y de color pardo rosado. Con menos frecuencia en pequeños cristales idiomorfos transparentes de formas $\{10\bar{1}0\}$ y $\{0001\}$. Los mejores ejemplares conocidos proceden de 10-B₂B₃-343.

Otros accesorios petrográficos muy distribuidos a nivel de trazas en las rocas del skarn están representados por rutilo, apatita, titanita y zircón.

La mineralogía del yacimiento

Los minerales de mena yacen preferentemente en forma diseminada en las cuar-citas y corneanas. Con menos frecuencia

tienden a desarrollar cuerpos masivos de alta ley. Esta última ocurrencia predomina en las cuarcitas y en las cercanías del skarn. Los cuerpos mineralizados son concordantes con la estructura general y la secuencia estratigráfica, y pueden describirse como unidades lentiformes. A escala minera las complicaciones tectónicas y las variaciones laterales en la ley metálica obligan a la Empresa a una labor permanente de control y exploración. El mapeo de los cuerpos mineralizados, con fines prácticos, se define por su contenido crítico en Pb y Zn, pero por regla general las rocas mineralizadas con contenidos menores y/o trazas alcanzan mayor extensión (fig. 3).

En la tabla IV figuran los minerales metalíferos identificados hasta el presente. La clasificación en Comunes, Menores y Raros utilizada en los minerales metalíferos tiene una connotación de frecuencia de distribución que responde a la ocurrencia observada en el cuadro I. Es evidente que la diferencia entre la clasificación de los minerales del skarn y los metalíferos no es muy grande y ambas divisiones pueden considerarse equivalentes. Sin embargo, utilizando el primer criterio, en los minerales metalíferos habría que ubicar pirita y magnetita como esenciales, calcopirita y molibdenita en accesorios, oro y pirargirita como trazas.

Los minerales de mena fueron examinados en 70 cortes pulidos por su paragénesis presentaciones texturales y secuencia relativa de cristalización. La determinación calcográfica fue apoyada con diagramas de polvo de rayos X cuando el tamaño de los minerales lo ha permitido.

TABLA IV. — Los minerales metalíferos

Comunes	Menores	Raros
Blenda	Alabandino	Antimonio nat.
Calcopirita	Arsenopirita	Boulangerita
Galena	Magnetita	Bournonita
Pirrotina	Marcasita	Breithauptita
	Oro	Cubanita
	Pirargirita	Estannita/ isoestannita
	Pirita	Cudmundita
	Tetraedrita	Mackinawita
		Molibdenita
		Plata
		Semseyita
		Wurtzita

Comunes

Blenda ZnS: Se conocen dos variedades definidas. Una ferrífera, oscura (variedad marmatita) y una clara, amarillenta, traslúcida (variedad blenda miel). La más abundante es la blenda ferrífera que presenta ciertas modificaciones y de la cual se efectuaron estudios detallados sobre dos especímenes extremos en aspecto megascópico (Angelelli *et al.*, 1973). El poder reflector es más bajo en la variedad oscura y los reflejos internos disminuyen con el incremento en el contenido de hierro. Son comunes las desmezclas de calcopirita anhedrales a esferiformes y de pirrotina con tendencia al idiomorfismo. Unas veces se presentan desordenadamente, sea diseminadas o concentradas en los bordes de los granos. También son frecuentes los arreglos ordenados paralelos a las inclusiones (fig. 4), en algunos casos concordantes con el clivaje dodecaédrico de la blenda (fig. 5). Los intercrecimientos e inclusiones de alabandino son poco frecuentes (fig. 8) y seguramente asociados a blendas de alto contenido de manganeso. Los granos de blenda son anhedrales a redondeados, formas habitualmente asociada a otros rasgos metamórficos. Es un mineral temprano de la cristalización de la mena.

Calcopirita CuFeS₂: Muy distribuida en las secciones pulidas, pero su contribución porcentual de la mena es mínima. De todas maneras es el principal mineral de cobre de Aguilar. Puede hallarse en granos individuales o más frecuentemente como inclusiones en blenda. Estas son de variadas formas (figs. 4 y 8), con arreglo caótico o paralelo, diseminadas homogéneamente o mostrando una agrupación preferencial hacia los bordes de los cristales de blenda. También forma rosarios intergranulares con este mineral (fig. 11). Es común observar bordes de calcopirita alrededor de minerales de ganga (fig. 10) o de pirrotina. Las desmezclas de blenda en forma de estrellas en calcopirita son escasas (13-380-DN) como así también las de mackinawita y cubanita.

Galena PbS: Junto con blenda son los sulfuros esenciales del yacimiento. Se presenta con pocas inclusiones y ninguna desmezcla. Según Ramdohr (1975), el contenido de plata en galena es sólo de hasta 0,1 % en solución sólida de Ag₂S y los contenidos mayores deben buscarse en los llamados "minerales portadores de plata" que se encuentran generalmente como in-

clusiones y desmezclas en la galena. En consecuencia, los 100-200 gr/tn promedio de plata que produce Mina Aguilar se pueden ubicar dentro de la galena atendiendo la ocurrencia ocasional y la escasa cantidad de pirargirita y plata nativa. Otros minerales acompañantes comparativamente escasos, son calcopirita y tetraedrita. Ocasionalmente gudmundita, bournonita, pirargirita, oro y plata nativa. Texturalmente, tiende más a rellenar espacios que a reemplazar otros minerales. Sin embargo se han observado tablillas de pirrotina mitad en blenda, mitad en galena (fig. 7) lo cual significa que ese ancho de blenda fue selectivamente reemplazado por la galena. En muestras muy metamorfozadas se encuentran granos redondeados de galena cuyos bordes están reemplazados por diversos minerales transparentes en formas redondeadas y permisivas (fig. 5). Su posición como mineral tardío también se manifiesta en la presencia de barbas de sericita (fig. 6).

Pirrotina FeS : Es abundante en todo el yacimiento. Se presenta en granos anhedral es o agregados masivos de dimensiones considerables, como desmezclas xenomorfas o idiomorfas en blenda y como "media lunas" en los bordes blenda-galena o blenda-mineral transparente. Esta última ocurrencia es característico de ciertas menas de sulfuros sometidas a metamorfismo. También como desmezcla con tendencia idiomórfica en alabandino (fig. 9). A veces reemplazada por gudmundita. Solamente algunas pirrotinas de niveles superiores presentan alteración a marcasita.

Menores

Alabandino MnS : Se encuentra en granos individuales o como desmezclas o inclusiones dentro de blenda. En el primer caso son cristales anhedral es que pueden presentar desmezclas de pirrotina con tendencia idiomórfica a secciones hexagonales (fig. 9). También muestran ciertos fenómenos de alteración en forma de finas guías (fig. 9). Dentro de la blenda se la puede observar en inclusiones redondeadas o tabulares alargados preferentemente en arreglos geométricos según lineaciones definidas (fig. 8), alternando con otras inclusiones de pirrotina y calcopirita. Es un mineral de mena poco frecuente y fue descrito para este tipo de paragénesis en el yacimiento de Broken Hill, Australia (Ramdohr, 1975).

Arsenopirita FeAsS : Se presenta en cristales idiomorfos e idioblásticos incluyendo blenda y galena, y en OCB-306 granos de oro nativo. Como mineral removilizado en algunos planos de falla. Se han observado cristales euhedrales de hasta 2 cm en el contacto rodonita-blenda del skarn de OCB-306.

Magnetita Fe_2FeO_4 : Habitualmente en muestras del skarn (OCB-306). Junto a molibdenita en 8-C-268 y en raras ocasiones en corneanas. Por lo general en granos aislados vinculados más a la ganga o a los minerales petrográficos que a las especies metalíferas.

Marcasita FeS_2 : Es poco abundante y se presenta en tablillas asociadas a pirita idioblástica o bien a pirrotina. Es muy posible vincular la asociación póstuma marcasita-pirita idioblástica a los excedentes de $\text{S}^=$ liberados durante el metamorfismo.

Oro, Au: Posiblemente parte sea electrum. Abundante en ritmitas de galena-blenda con tremolita-actinolita, augita subcálcica, fluorita y cuarzo en OCB-306. Dentro de la galena en granos redondeados u oblongos de hasta 30-50 micrones.

Como inclusiones en arsenopirita idioblásticas asociadas a calcopirita.

Pirargirita Ag_3SbS_3 : Incluida en galena o como venillas independientes atravesando cortos trechos de mena. Es mineral de formación tardía.

Pirita FeS_2 : Al menos en dos generaciones. Una pirita temprana, masiva anhedral. Otra posterior en cristales idioblásticos con inclusiones relicticas de galena y blenda. Esta última a veces junto a marcasita.

Tetraedrita Cu_3SbS_3 : En granos anhedral es pequeños asociados a galena o a calcopirita. También formando bordes o media lunas alrededor de granos de blenda. Algunas presentaciones de gudmundita van asociadas a este mineral. En algunos cortes se ha observado incluida una sulfosal con propiedades semejantes a boulangerita. En una muestra cedida por el Ingeniero Angelelli, de las primeras etapas de la explotación del yacimiento, se encuentran interesantes asociaciones que recuerdan las "descomposiciones ascendentes" de tetraedritas descritas por Ramdohr (1969). Es posible apreciar formas cribadas de tetraedrita y bournonita a las que pueden estar asociadas tablillas o granos anhedral es de gudmundita, inclusio-

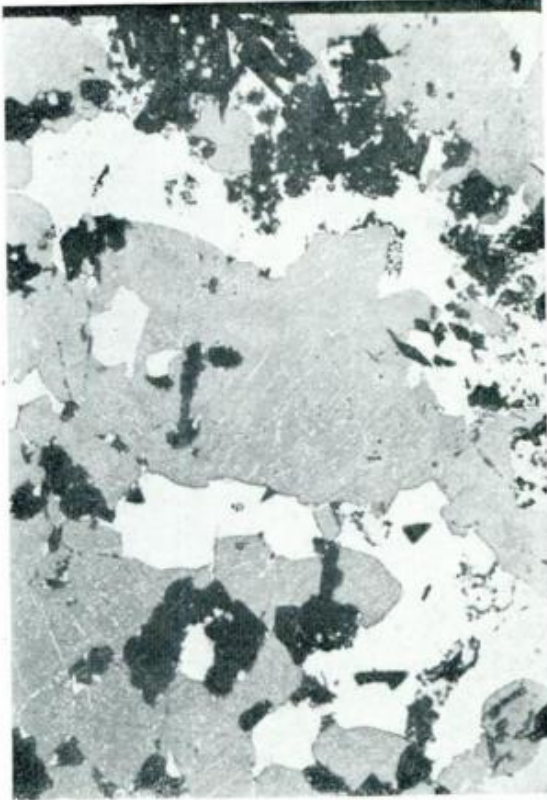


Fig. 4.—OCE-306. Típica presentación de la mena de Aguilar. Galena (g) y blenda (b). Esta última con numerosas inclusiones de calcopirita.



Fig. 5.—6-A-406. Arreglo metamórfico. Blenda (b) con inclusiones de calcopirita (c) y pirrotina (p). Galena (g) reemplazada por minerales de ganga.

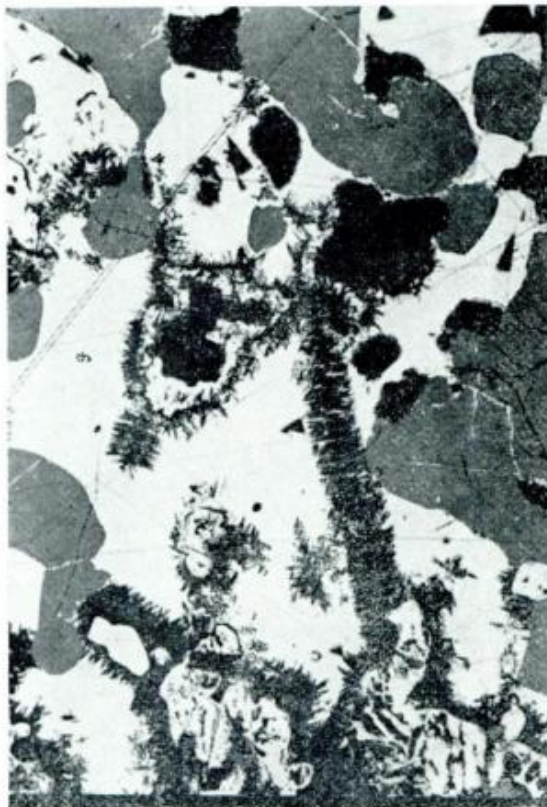


Fig. 6.—OCE-306. Blenda con numerosas medialunas de pirrotina en el contacto con galena (g). Dentro de galena barbas de sericita.



Fig. 7.—6-A-406. Detalle de dos medialunas de pirrotina en el contacto blenda (b) galena (g). Dentro de galena barbas de sericita.



Fig. 8. — 12-G-287-DS. Grano de blenda con inclusiones orientadas de pirrotina (p) y alabandino (a).



Fig. 9. — 12-G-287-DS. Alabandino (a) con desmezclas subidiomorfas de pirrotina (p), mostrando también su típica alteración (alt.).

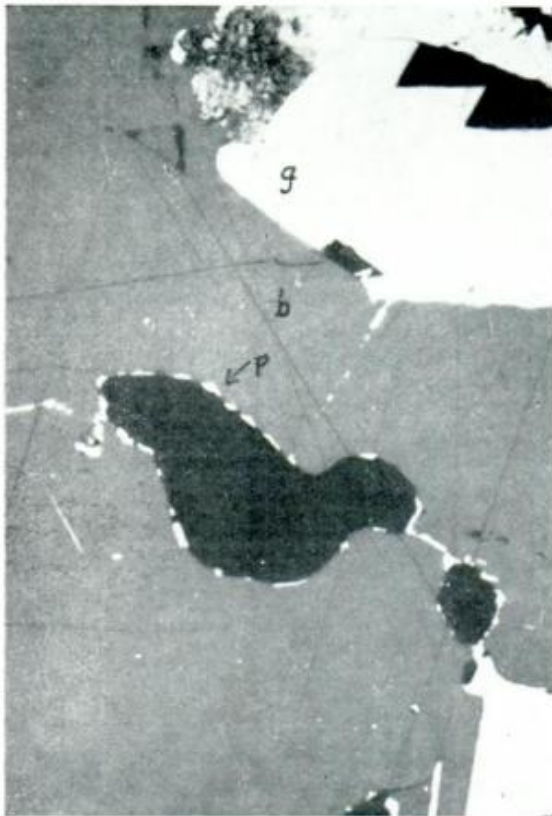


Fig. 10. — 6-A-406. Granos de pirrotina (p) en el contacto blenda (b) - mineral ganga. Galeña (g).

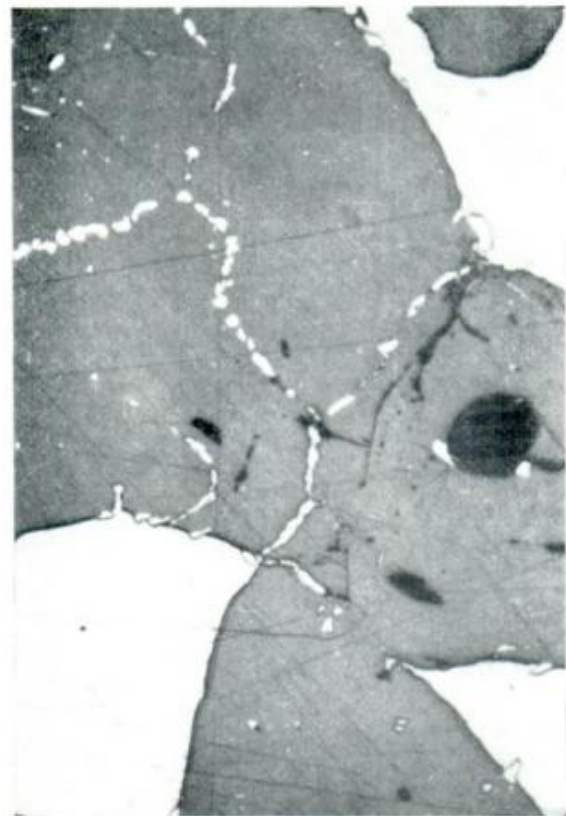


Fig. 11. — OCE-306. Granos de pirrotina y de calcopirita marcando bordes intergranulares de blenda.



Fig. 12. — 6-A-406. Piratas idiomórficas.

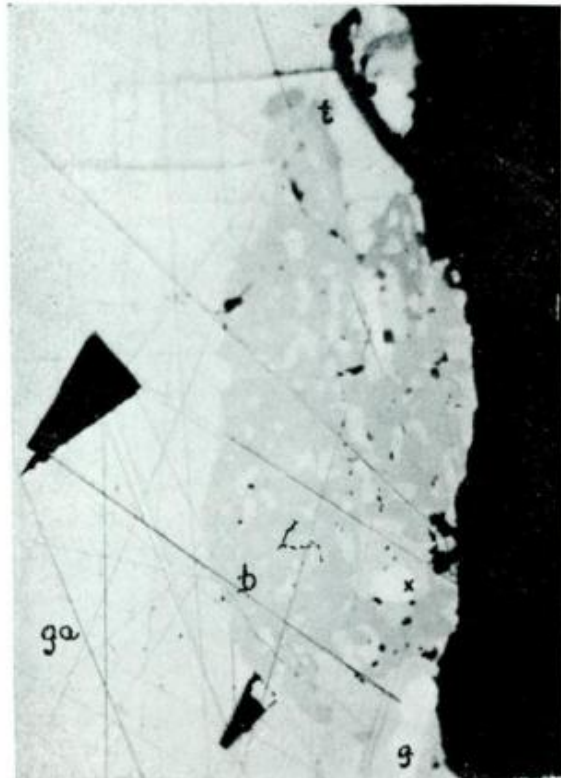


Fig. 13. — Niveles superiores. Asociación cribada de tetraedrita (t), bournonita (b), gudmundita (g), mineral blanco, isotrópico?, (x), con mezcla de Sb nativo, dentro de galena (ga).



Fig. 14. — Nivel 15. Estratificación relictica.



Fig. 15. — Nivel 12. Pliegues en "bedding". Cuar-cita-mena.

nes redondeadas de plata nativa y un mineral blanco, isótropo, de dureza y reflectividad intermedias que muestra inclusiones de antimonio nativo (*allargentum?*) (fig. 13).

Raros

Varias de las especies incluidas en este apartado son las manifestaciones cristalinas de las trazas que resultan de los análisis químicos (Mo, Ni, Sn).

Antimonio nativo o allargentum? (Sb o Ag_3Sb): Presente en la muestra R38 (Col. Angelelli) incluida en un mineral blanco, isótropo, de dureza y reflectividad intermedias, asociados a tetraedrita y bournonita cribadas, y gudmundita.

Boulangerita $5PbS \cdot 2Sb_2S_3$: Probable. Al microscopio en varias muestras siempre incluida en tetraedrita.

Bournonita $2PbS \cdot Cu_2S \cdot Sb_2S_3$: En granos lobulosos asociados con tetraedrita. A veces producto de descomposición de ésta, y vinculada a gudmundita. Otras veces como inclusiones en galena.

Breithauptita NiSb: Hallada en 14-gal N formando pequeños granos anhedrales dentro de pirrotina, preferentemente hacia los bordes con minerales de ganga.

Cubanita $CuFe_2S_3$: Menos frecuente que la mackinawita, fue observada dentro de inclusiones de calcopirita en blendas de 13-305-XLW.

Estannita Cu_2FeSnS_4 : Fácilmente confundible en esta mena con tetraedrita, pero de color más oliva y típica anisotropía. Se presenta en OCB-306 dentro de galera, algunas veces como media lunas entre ésta y blenda. En un grano de estannita de ese paraje ha sido posible observar un fino borde de isoestannita.

Gudmundita FeSbS: A este mineral de alta reflectividad y anisotropía característica se lo encuentra esporádicamente. Es abundante en 13-305-XLW donde reemplaza a pirrotina. En OC-268 aparece en cristales subhedrales con maclas múltiples polisintéticas dentro de galena asociada con blendas, calcopirita, pirrotina y magnetita. Es un mineral tardío, en parte vinculado a la "descomposición" de tetraedrita.

Mackinawita (Fe, Ni, Co)S: Como desmezclas diminutas en algunas calcopiritas

bajo la forma de laminillas fusiformes. Se la reconoce por su birreflectancia fuerte y anisotropía extrema en intensidad. Acompaña a las estrellas de blenda y se la considera un producto de desmezcla de calcopiritas no estequiométricas a temperaturas entre 200-250°C.

Molibdenita MoS_2 : Diseminada en agregados laminares diminutos en algunas cuarcitas o dentro de calcopirita (12-G-287). Las presentaciones de mayor desarrollo corresponden a rocas del skarn, tal como acontece en 10-B₂B₃-349.

Plata nativa Ag: Pequeñas gotas dentro de galena. También acompañando la asociación tetraedrita-bournonita cribadas.

Semseyita $9PbS \cdot 4Sb_2S_3$: Probable. Finas tabillitas, desordenadamente en un mineral de ganga, en 9-G-265, nunca en galena.

Wurtzita ZnS: Este polimorfo del ZnS se lo ha reconocido en secciones hexagonales euhedrales alternando con blenda en 12-C-271. La anisotropía no se aprecia con luz incidente por los reflejos internos que la enmascaran, pero es claramente distintiva en sección delgada. Como también se presenta en granos anhedrales carentes de maclas es posible que sea más abundante. Es mineral de formación tardía.

Quedan otros minerales problemáticos en inclusiones muy pequeñas que sólo podrían determinarse teniendo la fortuna de hallar secciones mayores en nuevos cortes pulidos o bien mediante el empleo de microsonda. Es el caso del mineral blanco, isótropo de la muestra R 38, una estannita "jaune" asociada a gudmundita en 10-A-377 y otras pequeñas inclusiones de dudosa interpretación.

El metamorfismo en las menas de plomo y zinc

Las texturas observadas en los minerales de mena son el resultado del metamorfismo. El examen calcográfico coincide en indicar que el contenido metálico de las menas estuvo presente en el depósito antes de la intrusión del Granito Aguilar. Este contenido metálico formaba parte de los sedimentos ordovícicos, aun a lo mejor bajo la forma de otras asociaciones minerales de diferente potencial redox asociaciones luego sometidas a los efectos del metamorfismo de contacto. Las presentaciones minerales actuales res-

CUADRO I

Distribución de los minerales metalíferos

mue- tra	ubicación	minerales comunes				minerales menores				minerales raros																				
		B L N D	G A L N T	P R R T	C L C P	P R T T	T R R D	A S S P G	M R N C T	M R C S	A L B N	O R O	M L B D T	P L A M N	G D M N	M C K N T	C B N T	W R T Z	B R T H	S T N H	B R N N	B T N N	S R N R							
33	OCE- 806	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
30	OCE- 370	x	x	x	x	x		x																					x	x
R 38	Col. Angelelli	x	x	x	x		x	x	x																					x
35	4-406-H	x		x	x																									
2	4-A-404	x	x	x	x	x																								
1	4-A-408	x	x	x	x	x																								
3	5-B-315	x	x	x	x	x	x	x																						
5	6-A-338	x	x	x	x	x																								
7	6-A-406	x	x	x	x	x																								
11	8-A-295	x	x	x	x	x																								
9	8-C-268			x	x																									
10	8-D-276	x	x	x	x																									
16	9-C-285	x	x	x	x																									
15	9-D-275	x		x	x																									
14	9-G-256	x	x	x	x																									
17	9-G-265	x	x	x	x	x	x																							x
20 y																														
21	10-A-337	x	x	x	x	x	x	x																						
22	10-A-353	x	x	x	x	x	x																							
34	10-A-379	x	x	x	x																									
19	10-C-291	x	x	x	x	x																								
18	10-G-259	x		x	x																									
24	11-G-245	x	x	x	x	x																								
26	12-C-260	x		x	x																									
27	12-C-271	x	x	x	x	x																								
36	12-G-287 DS	x		x	x	x																								
28	12-H-331	x	x	x	x	x																								
29	12-J-335	x	x	x	x	x																								
32	13-ANX	x		x	x																									
	13-305 XLW	x	x	x	x	x	x	x																						
	13-380 DN	x	x		x	x																								
	13-C-272	x	x	x	x	x																								
	13-C-280	x		x	x																									
	14-ASX	x	x	x	x	x																								
	14-306-DN	x		x	x	x																								
	14-galN	x	x	x	x																									
	14-C-270	x	x	x	x	x																								
	14-C-272	x		x	x																									

Los últimos muestreos, correspondientes a los niveles 13 y 14 no han sido ubicados en las fig. 2 y 3.

Las abreviaturas de los minerales responden a las normas sugeridas por Romero et al., 1972

ponden a este esquema. Ciertas especies, como algunas galenas, piritas, y arsenopiritas, pueden considerarse recrystalizadas a partir de removilizaciones vinculadas a los fenómenos térmicos del emplazamiento de las rocas graníticas.

Son notables las recrystalizaciones de minerales de mena conjuntamente con silicatos generando la oclusión mutua de los minerales de ganga y los metalíferos. Se observan granates idiomorfos, calcitas, rodonitas y piroxenos que incluyen granos redondeados u oblongos de blenda, pirrotina y galena. También son numerosas las blendas que incluyen granos redondeados de galena en una típica textura metamórfica que no se presenta en paragénesis hidrotermales (Ramdohr, 1950).

Las texturas metamórficas más destacadas se encuentran en blenda, galena, pirrotina y calcopirita. La blenda se presenta en granos redondeados. En las muestras de mayor metamorfismo son comunes los granos de pirrotina en forma de media luna en el contacto entre blenda y galena o entre blenda y mineral de ganga. Con frecuencia la calcopirita forma láminas o rosarios de gotas intergranulares. En blenda como mineral hospedante, la calcopirita forma finos bordes alrededor de las inclusiones poiquilíticas de ganga, y alrededor de granos de pirrotina. La estannita y a veces la tetraedrita también exhiben media lunas características en el contacto entre blenda y galena. Ramdohr (1950) indica que las presentaciones descritas precedentemente son formas atípicas de desmezclas en condiciones de alta temperatura, con lento enfriamiento, en donde se ha producido una difusión dominante, a veces casi completa, hacia los bordes intergranulares. La difusión preferencial en sentido excéntrico de las inclusiones de calcopirita y pirrotina hacia los contornos de los granos de blenda, es un rasgo textural característico en Mina Aguilar. De esta manera, los minerales que habitualmente forman desmezclas en las blendas de origen magmático, son los que forman las "media lunas" de los bordes cristalinos en las paragénesis metamórficas. En cambio las desmezclas de cubanita y mackinawita se habrían formado a temperaturas más bajas, entre 200 y 300°C.

La galena es el último mineral en la secuencia de recrystalización metamórfica. Muestra gran movilidad y tiende a rellenar

espacios de disolución y microfisuras. Es común observar barbas de sericita dispuestas perimetralmente en los granos de galena. Este es un típico arreglo textural metamórfico citado para el yacimiento de Broken Hill, Australia (Ramdohr, 1950). La textura equigranoblástica de la blenda, galena y calcopirita también es señal de fuerte termometamorfismo.

Es llamativa la similitud mineralógica y especialmente textural, entre la mena de Aguilar y la de Broken Hill, Australia. Los granos redondeados de blenda, la difusión hacia el borde de las inclusiones de calcopirita y pirrotina, las "media lunas" de pirrotina, estannita y tetraedrita y las barbas de sericita son semejantes en los dos depósitos. Broken Hill es un depósito estratoligado ("strata-bound"), sometido al menos a dos procesos precámbricos de metamorfismo regional, pero ninguno de contacto (Lawrence, 1973. Both y Rutland, 1976). La roca portadora de la mineralización es el Willyama Complex que comprende gneises, cuarcitas, anfibolitas y esquistos. Los principales minerales presentes son: blenda, galena, granate, rodonita, piroxmanita, busitamita, manganohedenbergita, calcita y cuarzo, junto a pirrotina, marcasita, calcopirita, arsenopirita, löllingita, fluorita y apatita. Como minerales poco frecuentes se mencionan 42 minerales opacos y 37 transparentes.

También el yacimiento de Anvil, Canadá, presenta ciertas analogías con los depósitos de la Sierra de Aguilar, especialmente en lo que respecta al emplazamiento geológico y a la naturaleza del metamorfismo (Campbell y Ethier, 1974). Se trata de un yacimiento estratoligado de Pb y Zn ubicado en sedimentos cámbricos?, metamorfizados regionalmente. Estos fueron intruidos por el batolito de Anvil de edad Cretácico superior que ha incorporado enclaves de horizontes mineralizados en las proximidades del yacimiento. Los autores mencionados manifiestan que las texturas minerales y las facies presentes ahora en el depósito, obedecen al metamorfismo regional y al metamorfismo térmico sobreimpuesto. Los resultados de los estudios isotópicos sobre el azufre de la galena muestran un valor $\delta^{34}\text{S} = +18,3$ idéntico al obtenido en Mina Aguilar (Linares, 1966). Finalmente, se propone un modelo genético en donde el azufre deriva de sulfatos marinos y los metales han sido introducidos por actividad volcánica-exhalativa en una cuenca marina.

Consideraciones finales

En general el depósito fue considerado hipotermal o de metasomatismo de contacto (Sgrosso, 1943; Spencer, 1950; Ahlfeld, 1955) con algunas diferencias en la edad asignada al granito que algunos autores ubicaban en el Paleozoico superior-Triásico y otros en el Terciario superior. El granito Aguilar siempre ha sido asociado al agente metalogénico.

Posteriormente Angelelli (1971) plantea la posibilidad de un origen sedimentario para las menas de la Sierra de Aguilar. En su reseña geológica de los yacimientos metalíferos argentinos ubica los depósitos de Aguilar como pirometasomáticos. Sin embargo discute la posibilidad de considerar a este yacimiento como "estratiforme", vinculado a hipotéticas fuentes volcánicas submarinas de edad cambro-ordovícica.

La historia metamórfica mesozoica ha oscurecido muchas evidencias críticas necesarias para reconstruir el ambiente de formación de la mena de Aguilar. Es difícil determinar si el metamorfismo ha sido isoquímico o hasta qué punto el quimismo de las rocas puede ser función de metasomatismo e interacción mena-rocas de caja, en donde la mineralización preexistente fuera removilizada con algún aporte de fluidos durante la intrusión.

La mineralización muestra en numerosos puntos rasgos sedimentarios relícticos (fig. 14 y 15), especialmente en los tipos pelíticos. Es posible observar laminación (14-C-272), (12-C-271), ritmitas (OCB-306), estratificación entrecruzada (9-G-275), concreciones y metaconglomerados que llevan a suponer la naturaleza singenética del yacimiento. Las texturas metamórficas de los sulfuros de mena descriptas en apartados precedentes, muestran estrechas analogías con clásicos depósitos sedimentarios metamorfizados. Estas evidencias estarían en concordancia con la relación isotópica S^{34}/S^{32} efectuadas sobre galenas de numerosos lugares de la mina (Linares, 1966), relación establecida en + 18,3 %. Este valor se considera compatible con un fraccionamiento isotópico por procesos exógenos o sedimentarios.

El trabajo de Brown (1962) ya plantea la desvinculación existente entre el granito y la mineralización, señalando que ésta corresponde al Paleozoico inferior. En aquella época el granito era considerado de edad

Terciario superior (Spencer, 1950). Las determinaciones isotópicas efectuadas por Brown (1962) mediante el método de las relaciones isotópicas del Pb fueron calculados por Stipanovic y Linares (1969). El método Holmes-Houtermans proporcionó una edad de 428 ± 25 m.a. y según el modelo Russell-Farquhar-Stanton se obtuvieron 351 ± 20 m.a., edades que estos autores promedian, ubicando la mineralización en el Silúrico (390 ± 20 m.a.). Sin embargo, si se postula una mineralización singenética y un posterior calentamiento por el intrusivo, faltarían nuevos datos geocronológicos para corroborar la edad original de la mena. Recientemente Linares y Latorre (1975) precisaron la edad del Granito de Aguilar en 118 ± 15 m.a. (Cretácico inferior), aportando una prueba más a favor de la desvinculación entre la edad de la primitiva concentración mineral y el emplazamiento del granito.

Si bien surge la necesidad de nuevos estudios geoquímicos, estratigráficos, isotópicos y geocronológicos para esclarecer los mecanismos sedimentarios de preconcentración y la reconstrucción ambiental de la cuenca de depositación y así arribar a una interpretación genética más avanzada, fue posible puntualizar algunos hechos que hacen a una esquematización genética.

Al estado actual de conocimientos, el marco geológico del yacimiento y sus presentaciones minerales sugieren un origen sedimentario-singenético para las menas de plomo y zinc de la sierra de Aguilar, con posterior movilización y reacondicionamiento de la mineralización por el metamorfismo derivado de la penetración del granito Aguilar en la secuencia sedimentaria paleozoica.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer muy especialmente a la Compañía Minera Aguilar S. A. por la autorización acordada para realizar el trabajo y las facilidades concedidas en diversas oportunidades. Al Doctor R. Garavilla por sus valiosos comentarios sobre la geología de Aguilar. Al Profesor J. A. Salfity por las siempre interesantes discusiones sobre aspectos geológicos del Norte Argentino. A los señores J. A. Meregaglia y H. Romano de la Universidad Nacional de Salta por su desinteresada colaboración.

Lista de trabajos citados en el texto

- Aceñolaza, F. G., 1968. *Geología estratigráfica de la región de la Sierra de Cajas, Dpto. Humahuaca, Jujuy*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIII (3): 207-224, Buenos Aires.
- Ahlfeld, F., 1955. *Geologie der Blei-Zinkerzlagerstätte Aguilar, Argentinien*. Zeitsch. für Erzb. und Met., VIII (12): 1-6, Stuttgart.
- Angelelli, V., 1971. *Geología de los yacimientos metalíferos argentinos*. I Simp. Nac. Geol. Econ. Actas, I, 141-150, San Juan.
- Angelelli, V., M. K. de Brodtkorb, H. B. Nicolli e I. B. Schalamuk, 1973. *Estudio sobre blendas argentinas*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII (3): 275-291, Buenos Aires.
- Bonarelli, G., 1921. *Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte (Prov. de Salta y Jujuy)*. Min. Agr. Secc. Geol. Mineral y Minería, An. XV, Buenos Aires.
- Both, R. A. y R. W. R. Rutland, 1976. *The problem of identifying and interpreting stratiform ore bodies in highly metamorphosed terrain: the Broken Hill example*. En: Handbook of stratabound and stratiform ore deposits II: 261-379. Ed. K. H. Wolf. Elsevier.
- Brown, J. S., 1962. *Ore leads and isotopes*. Ec. Geol. LVII (5): 673-720.
- Campbell, F. y V. Ethier, 1974. *Sulfur isotopes, iron content of sphalerites and ore textures in the Ancil ore body*. Ec. Geol. 69 (4): 482-493.
- Fernández, J., P. Bondesio y R. Pascual, 1973. *Restos de Lepidosiren paradoxa, Osteichthyes, Dipnoi de la Formación Lumbreira (Eogeno, Eoceno?) de Jujuy*. Ameghiniana X (2): 152-172, Bs. As.
- Garavilla, R., 1975. *Comunicación personal*.
- Gay, H. D., 1960. *Diopsido en la galena de Mina Aguilar*. Fac. Cs. Ex., Fis. y Nat., Rev. XXI (5-6), Nº 45: 1-10, Univ. Córdoba.
- Gay, H. D. y R. J. Sureda, 1972. *Hallazgo de pirosmalita en Mina Aguilar, Jujuy*. Asoc. Geol. Córdoba, Bol. I (3): 133-134, Córdoba.
- Halpern, M. y C. O. Latorre, 1973. *Estudio geocronológico inicial de rocas del NW de la Rep. Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII (2): 195-205, Buenos Aires.
- Hausen, J., 1925. *Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Puna de Atacama*. Acad. Nac. Cs. Bol. XXVIII: 1-96, Córdoba.
- Lanfranco, J. J., 1972. *Estudio de la intrusión en la falda oriental de la Sierra de Aguilar y metamorfitas del área de contacto*. Tesis doctoral. Univ. Nac. de Córdoba, (inédito).
- Lawrence, L. J., 1973. *Polymetamorphism of the sulphide ores of Broken Hill, NSW Australia*. Min. Deposita, VIII (3): 211-236, Alemania.
- Linares, E., 1966. *Geología isotópica del azufre del yacimiento Aguilar, prov. de Jujuy*. Com. Nac. En. Ac. Informe inédito.
- 1988. *Geología isotópica del Yacimiento Aguilar*. III Jorn. Geol. Arg. Actas, II, 191-199, Bs. As.
- Linares, E. y C. O. Latorre, 1975. *La edad del granito de Aguilar, prov. de Jujuy, Argentina*. II Congr. Ibero Americano de Geol. Ec., I: 91-98, Buenos Aires.
- Méndez, V., 1973. *Geología de la comarca de Mina Aguilar y alrededores, Dpto. de Humahuaca, prov. de Jujuy*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII (4): 319-330, Buenos Aires.
- Miyashiro, A., 1973. *Metamorphism and metamorphic belts*. George Allen and Unwin Ltd. London.
- Philbrick, S. S., 1936. *The contact metamorphisms of the Onawa Pluton, Piscataquis County, Maine*. Am. J. of Science, 31 (1) 1-41.
- Ramdohr, P., 1950. *Die Lagerstätte von Broken Hill in New South Wales*. Heid. Beit. Min. Petr. 2: 291-333.
- Ramdohr, P., 1969. *The ore minerals and their intergrowths*. Pergamon Press, London.
- Ramdohr, P., 1975. *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen*. Akademie Verlag, Berlín.
- Romero, A., A. Herrera y L. T. Galeano, 1972. *Banco de datos geológicos y económicos de los yacimientos argentinos*. Fundación Barrioche, Publ. 8.
- Seki, Y., 1957. *Petrological study of hornfels in the central part of the median zone of Kitakami Mountainland, Iwate Prefecture*. Saitama Univ. Sci. Rep. Ser. B. Vol. 2, Japón.
- Sgrosso, P., 1943. *Contribución al conocimiento de la minería del NW argentino*. Dir. Nac. Geol. Min., Bol. 53, Buenos Aires.
- Spencer, F. N., 1950. *The geology of the Aguilar lead - zinc mine, Argentina*. Ec. Geol. XLV (5): 405-433.
- Stipanovic, P. y E. Linares, 1969. *Edades radiométricas determinadas para la Rep. Argentina y su significado geológico*. Acad. Nac. Cs. Rep. Arg. Bol. XLVII, 1ª entrega: 51-96, Córdoba.
- Turner, J. C. M., 1959. *Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada, Jujuy*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XIII (1): 15-40, Buenos Aires.
- 1959. *Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias*. Ac. Nac. Cs. Bol. XLI (2): 161-196, Córdoba.
- Turner, J. C. M. y J. A. Salfity, 1977. *Perfil geológico Humahuaca - Pueblo Abra Laite, Jujuy, Rep. Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXII (2): 111-121, Buenos Aires.

Recibido, mayo 8, 1978.

LAS VETAS DE PLOMO, PLATA Y ZINC DEL DISTRITO MINERO "EL GUAICO" EN LA PROVINCIA DE CORDOBA, REPUBLICA ARGENTINA

RICARDO JOSE SUREDA *

* Universidad Nacional de Salta.

Resumen

En esta contribución se describen los sistemas de vetas del distrito minero El Guaico en la provincia de Córdoba, Argentina. Se han reconocido sesenta concesiones mineras que incluyen sesenta y seis vetas mesotermales poliascendentes en ganga de cuarzo con mineralización dominante en plomo, plata y zinc. Como elementos menores es posible señalar vanadio, cobre, antimonio, arsénico, cadmio y estaño. Los filones son depósitos de relleno de fracturas que penetran el basamento migmatítico-metamórfico precámbrico de las Sierras Pampeanas con un control estructural que tiende a agruparlos en dos sistemas destacados de rumbo NE-SW y WNW-ESE, respectivamente.

Los minerales primarios identificados en las menas de El Guaico incluyen: blenda, galena, pirita, arsenopirita, magnetita, marcasita, linneita, oro, wurtzita, greenockita, calcopirita, tetraedrita, freibergita, enargita, proustita, pirargirita, stephanita, freieslebenita?, jamesonita, sulfosal B-R, bournonita, estannita, estannoidita, kesterita, sericita, calcita y cuarzo. En las zonas de oxidación y cementación se encuentran además: cerusita, anglesita, wulfenita, argentita, allargentum, plata, calcosina, digenita, covellina, pirita, melnikovita, rodoestannita?, malaquita, azurita, kröhnkita, crisocola, pirolusita, psilomelano, calcofanita, groutita, wad, goethita, hematita, limonitas, yeso, calcita, sericita, caolinita, duftita, piromorfita, vanadinita, brackebuschita, descloizita, cuarzo, calcedonia y ópalo.

El conocimiento de las presentaciones texturales facilita la interpretación de la secuencia paragenética y la naturaleza de los depósitos. Las texturas de transformación son las más destacadas en las menas de los niveles estudiados, especialmente las de oxidación y cementación, en correspondencia con el carácter superficial del laboreo realizado en los yacimientos del distrito. Menos variadas son las texturas de precipitación primaria, continuando en orden decreciente de importancia las estructuras de deformación.

Se han obtenido edades radiométricas de la mineralización y de las unidades litológicas del distrito. Las vetas de El Guaico pertenecen a un ciclo metalogénico del Paleozoico Medio (límite Devónico-Carbónico).

Introducción

Con este trabajo se desea contribuir al conocimiento de la composición mineral y los

Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden die verschiedenen Gangsysteme des Grubenbereiches El Guaico der Provinz Córdoba, Argentinien beschrieben. Es wurden 60 Minenkonzessionen untersucht, die insgesamt 76 mesothermale, polyascendente Gänge einschließen, die hauptsächlich Blei, Silber und Zinkerze in Quarzgangart, führen. Als seltenere Elemente sind Vanadium, Kupfer, Antimon, Arsen, Cadmium und Zinn vorhanden. Die Gänge sind Spaltenfüllungen die den prekambrischen, migmatitisch-metamorphen Sockel der Sierras Pampeanas durchbrechen, einer strukturellen Kontrolle entsprechend die sie in zwei grössere Systeme mit NE-SW und WNW-ESE Streichen gruppiert.

Die primären Minerale die in den Erzen von El Guaico identifiziert wurden, sind: Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Arsenopyrit, Magnetit, Markasit, Linneit, Gold, Wurtzit, Greenockit, Kupferkies, Tetraedrit, Freibergit, Enargit, Proustite, Pyrrargirit, Stephanit, Freieslebenit?, Jamesonit, Sulfosalz B-R, Bournonit, Stannit, Stannoidit?, Kersterit, Sericit, Kalzit, und Quarz. In der Oxydations und Cementationszone findet man ausserdem: Cerussit, Anglesit, Wulfenit, Argentit, Allargentum, Silber, Kupferglanz, Digenit, Covellin, Pyrit, Melnikowit, Rodostannit?, Malachit, Azurit, Kröhnkit, Chryso-koll, Pyrolusit, Psilomelan, Chalkophanit, Groutit, Wad, Goethit, Hämatit, Limonit, Gips, Calzit, Sericit, Caolinit, Duftit, Pyromorphit, Vanadinit, Brackebuschit, Descloizit, Quarz, Calzedon, Opal.

Die Untersuchung der Texturen erleichtert die Auslegung der paragenetischen Sequenz und der Natur der Lagerstätten. Die Umbildungstexturen sind die prominentesten der untersuchten Stollen, hauptsächlich die der Oxydation und Cementation, in Zusammenhang mit der geringen Teufe des Abbaues der Lagerstätten dieses Distriktes. Weniger mannigfaltig sind die Texturen der primären Abfolge und die Deformationsstrukturen sind die unbedeutendsten.

Die Alter der Vererbung und der lithologischen Einheiten wurden untersucht. Die Gänge von El Guaico gehören einem mittelpalaeozoischen (Grenze Devon-Carbon) Metallogenetischem Zyklus an.

aspectos texturales de las menas del distrito El Guaico, como así también plantear algu-

nas observaciones referidas al marco estructural y geológico de una de las áreas mineras clásicas de las Sierras Pampeanas.

Las tareas en el terreno han sumado 116 días de campaña entre los años 1972 a 1974 con algunos viajes cortos de control en 1975 y 1976. Los levantamientos parciales en las concesiones mineras se han llevado a un fotomapa base escala 1:25.000. El examen calcográfico de las menas metalíferas ha sido apoyado con determinaciones de dureza Vickers, reacciones microquímicas y ensayos de corrosión. Durante la investigación se han confeccionado 276 probetas calcográficas utilizando máquinas pulidoras Depiereux-Dürener. Los rasgos texturales mayores de las vetas obligaron a realizar 64 secciones pulidas mesoscópicas, de 50 a 300 cm² de superficie, para facilitar su estudio a escalas intermedias. En lo posible se han determinado los espaciados de los minerales identificados ópticamente utilizando las técnicas de polvo de la difracción de rayos X y usando indistintamente cámara Debye-Scherrer o goniómetro vertical con registrador. Debido al pequeño tamaño de algunas presentaciones minerales se ha recurrido, muy limitadamente, a determinaciones de microsonda (scanning microprobe). Información adicional de las rocas de caja y las entidades litológicas aflorantes ha requerido la confección y el examen de 142 secciones delgadas. Los controles petrográficos y la identificación de los minerales transparentes de las vetas han supuesto el uso corriente de las técnicas de grano suelto.

Seguidamente se resumen los tópicos de mayor interés de un trabajo presentado oportunamente por el autor como Tesis Doctoral en la Universidad Nacional de Córdoba.

Ubicación geográfica

El distrito minero El Guaico ocupa una comarca limítrofe entre los departamentos Cruz del Eje y Minas en la provincia de Córdoba. Sus yacimientos se encuentran distribuidos en un área de 180 km², también denominada Bajo de la Higuera. Limita al oeste con el faldeo oriental de la sierra de Guasapampa, al sur con el camino vecinal La Higuera-Ciénaga del Coro-Guasapampa, al este con las llamadas serranías de La Higuera y el contrafuerte oriental del río Pichanas, al norte con el paralelo 30°48' S. Esta comarca se ubica preferentemente en la Hoja 19 h Cruz del Eje, pro-

vincia de Córdoba de la Carta Geológico-Económica de la República Argentina, cubriendo una pequeña superficie en el marco septentrional de la Hoja 20 h Los Gigantes, provincia de Córdoba.

El centro del distrito minero se sitúa aproximadamente en las coordenadas 30°57' S-65° 11' O junto al antiguo establecimiento de fundición de Dos Pozos, en la margen derecha del arroyo El Guaico. Dista 9 km al NO de la población de La Higuera y 22 km al SO de la estación Villa de Soto del F.N.G.B. El camino de acceso recorre 19 km de carretera pavimentada correspondiente a la ruta provincial N° 15 en el tramo Villa de Soto-La Higuera, más de 11 km desde La Higuera a Dos Pozos por huella o camino secundario de tierra en regular estado. A su vez Villa de Soto se vincula con la ciudad de Córdoba a través de 175 km de carretera asfaltada por las rutas nacionales N° 38 y N° 20.

Investigaciones anteriores

Los yacimientos de Pb, Ag y Zn del noroeste cordobés se conocen desde la época colonial. Han sido trabajados en diferentes oportunidades con éxito variable y a veces con cierta intensidad, tal como aconteciera a mediados del siglo pasado. Estos depósitos configuran dos distritos mayores: el distrito El Guaico que nos ocupa y el distrito La Argentina-Ojo de Agua (Pacce Gigli, E., 1944), ubicado a unos 40 km al SW del primero. Otros cuatro distritos menores: San Carlos, Niño Dios, Agua Blanca y Villa Dolores, relativamente próximos, reúnen el resto de las manifestaciones filonianas de Pb, Ag y Zn del oeste de las sierras de Córdoba.

Existen numerosos antecedentes con referencias al distrito minero El Guaico publicados por Rammelsberg, C., 1880; Stelzner, A., 1873 y 1885; Brackebusch, L. *et al.*, 1883; Webski, M., 1885; Bodenbender, G., 1905; Stappenbeck, R., 1918; Wiedemann, H., 1927; Beder, R., 1927 y 1930; Olsacher, J., 1938 y 1942; Fester, G., 1946; Marticorena, H., 1947; Sgrosso, P., 1949; Lapidus, A. y J. C. Fernández Lima, 1960; Angelelli, V., 1941, 1950, 1962 y 1971. Los informes o trabajos inéditos conocidos por el autor pertenecen a Alberdi M., 1880; Souza, C., 1924; Coll, N., 1944; Zuccarín, A., 1944; Sgrosso, P., 1946; Camardo, A. y J. Oliva Martínez, 1944-1955; D'Aloia, M., 1957; Lema, M., 1958; Olsacher, J., 1964;

Hillar, N. *et al.*, 1974 y Lucero, H. N., 1976.

Entre las investigaciones previas se destaca la clásica monografía de Brackebusch, L. *et al.* (1883), que incluye el estudio detallado de los minerales de vanadio descubiertos por Brackebusch en 1878. En 1905 Bodenbender vincula la génesis de los filones de El Guaico a los intrusivos graníticos de la región, en disidencia con ideas precedentes que tendían a asociar la mineralización a las andesitas cenozoicas del oeste cordobés. El trabajo de Wiedemann (1927) aporta interesante información original sobre las vetas del distrito. Wiedemann admite la posibilidad de una conexión entre la mineralización de vanadio y las vulcanitas andesíticas de la sierra de Pocho. Finalmente Sgrosso (1946, 1949) señala la presencia de minerales de cadmio.

Reseña geológica

La estratigrafía de la región estudiada y sus áreas perimetrales es muy simple. Consiste en un zócalo metamórfico-migmatítico correspondiente al Precámbrico superior, intruido por varios pequeños plutones graníticos epizonales (Formación Serrezuela; Lucero, H. N., 1976-Formación El Pílon; Olsacher, J., 1964), textural y composicionalmente heterogéneos, asignados tentativamente al Paleozoico inferior a medio por analogías con datos geocronológicos procedentes de cuerpos semejantes de similar emplazamiento (Cingolani, C. y R. Varela, 1975). Sobre este basamento cristalino apoya una secuencia sedimentaria que alcanza expresiones mínimas y corresponde a las areniscas y lutitas del Pérmico inferior (Formación Tasa Cuna; Leguizamón, R., 1972) portadoras de una interesante tafloflora fósil. De este ciclo sedimentario paleozoico quedan retazos discontinuos cuyos asomos pertenecen a depresiones tectónicas interserranas (Tasa Cuna, Totorá Huasi) que los han protegido en las etapas erosivas posteriores. Depósitos cenozoicos piroclásticos y químicos vinculados a los volcanes andesíticos de la Pampa de Pocho carecen de representación en el distrito El Guaico. Tampoco se han hallado los sedimentos terciarios continentales conocidos como "loes neógeno" (Olsacher, J., 1960), los cuales en parajes ubicados al sur del área que nos ocupa infrayacen bajo los mantos de tobas y travertinos. Culmina la secuencia con los depósitos pleistocénicos y recientes (Forma-

ciones Pampeana y Postpampeana; Lucero, H. N., 1976) que en el distrito minero forman una efímera cubierta.

En la comarca de los yacimientos aflora esencialmente el basamento cristalino de las sierras de Córdoba cuyas rocas configuran las cajas de las vetas de plomo, plata y zinc. Fisiográficamente es una región deprimida de relieve ondulado, con alturas entre 700 y 850 m.s.n.m., que corresponde al bloque de basamento hundido entre la sierra de Guasapampa y las cumbres de Gaspar. En el cuadro I se comparan los principales tipos litológicos presentes conforme a la caracterización petrográfica delineada por los autores que han trabajado previamente sobre el problema. A los fines prácticos del mapeo en escala 1:25.000 se han diferenciado dos entidades:

Basamento metamórfico I: Esquistos biotíticos + micacitas + cuarcitas micáceas + migmatitas heterogéneas > migmatitas homogéneas o gneis macizo migmatítico + gneis esquitoso inyectado.

Basamento metamórfico II: Migmatitas homogéneas o gneis macizo migmatítico + gneis esquitoso inyectado > esquistos biotíticos + micacitas + cuarcitas micáceas + migmatitas heterogéneas.

Las rocas del Basamento Metamórfico I están representadas mayoritariamente por parametamorfitas, de estructura esquistosa (micacitas) a maciza (cuarcitas micáceas), derivadas de sedimentos pelíticos y psamíticos. Existen intercalaciones menores de anfíbolitas y calizas cristalinas granuladas vinculadas a los términos ricos en calcio y magnesio de las sedimentitas originales. Este paquete de metamorfitas corresponde a la pila sedimentaria de un geosinclinal precámbrico plegado y sobreelevado. El metamorfismo de sus areniscas, pelitas y calizas constituye un acontecimiento que se puede ubicar tentativamente en la base del Ciclo Brasileño conforme a tres dataciones sobre anfíbolitas (Linares y Cordani, 1975; Cingolani y Varela, 1975). Las dos primeras, efectuadas por el método K-Ar en ocurrencias próximas a las localidades de Molinari y Capilla del Monte, arrojaron valores de 1.250 ± 50 m.a. y 810 ± 20 m.a., respectivamente. El dato más interesante, tanto por la proximidad al distrito minero como por el método utilizado, procede de una anfíbolita ubicada a 2 km al sur de la localidad de La Higuera. El análisis geocronológico Rb-Sr sobre roca total corregido (Linares,

E., 1977) ha proporcionado una edad de 970 ± 170 m.a. La invasión anatética del Basamento Metamórfico I con el desarrollo de migmatitas homogéneas, gneises migmatíticos, esquistos inyectados y la penetración final de granitos epizonales, fue un episodio posterior posiblemente vinculado al cierre del Ciclo Brasileño y a la cratonización de vastas áreas del actual basamento de América del Sur (Almeida, F. M. *et al.*, 1976).

El Basamento Metamórfico II muestra migmatitas homogéneas, de aspecto granítico y estructuras homofánicas a nebulíticas dominantes, con proporciones variables de gneises y esquistos biotíticos inyectados. Representa el avance de un frente anatético migmatizante sobre el zócalo metamórfico preexistente. La penetración de los fluidos alcalinos ha sido muy irregular, en dependencia con la composición, texturas y estructuras de las rocas invadidas. La desaparición sensible de los rasgos estratificados relícticos y la esquistosidad metamórfica, el predominio de las fábricas macizas y el desarrollo epigenético de feldespato potásico y muscovita en distintas proporciones, son quizás los aspectos más destacados de estas rocas. Podemos incluir aquí los cuerpos de pegmatitas sincinemáticas graníticas relacionadas con eventos tectónicos que afectaron el basamento y posiblemente asociados al episodio anatético señalado. En el distrito minero el Basamento Metamórfico II ocupa dos áreas principales que representan los asomos septentrionales del llamado Macizo Anatético de San Carlos (Gordillo, C. E., 1976). La roca dominante es el gneis macizo migmatítico o gneis tonalítico inyectado. El carácter gradacional de los contactos entre estas migmatitas homogéneas y los esquistos del Basamento Metamórfico I, a través de la entidad litológica conocida como gneis esquistoso inyectado o esquisto biotítico plagioclásico inyectado, ha impuesto el criterio de carteo adoptado en la figura 1. Este criterio se apoya también en la existencia de numerosas intercalaciones de esquistos dentro de las migmatitas homogéneas, a manera de "enclaves" de variado tamaño, que en el área de Paso Montoya alcanzan dimensiones de 50 a 70 m. Dos dataciones Rb-Sr realizadas sobre migmatitas del Macizo Anatético de San Carlos, sobre la ruta nacional N° 20 entre Las Chaeras y Sagrada Familia, dieron edades de 626 m.a. y 571 m.a. respectivamente (Cingolani y Varela, 1975). Una serie de

dataciones Rb-Sr obtenidas sobre roca total a partir del gneis macizo migmatítico perteneciente a un perfil realizado en el Basamento Metamórfico II entre las minas Eufemia y Rara Fortuna, han posibilitado la confección de dos isocronas diferentes (Informe INGEIS 1386). Las isocronas indicarían que el primer evento significativo en el Basamento Metamórfico II se remonta a 710 ± 50 m.a. Posteriormente, hacia los 315 ± 10 m.a. se produce una reactivación en el sistema isotópico que, como veremos, es posible asociar al emplazamiento de los filones metalíferos del distrito minero.

En apariencia, las paragénesis metamórficas no han superado la facies de anfibolitas en la mayor parte del área estudiada, si bien la falta de rocas parentales adecuadas impide un control detallado del grado metamórfico. Los tipos litológicos dominantes son ricos en SiO_2 , pobres en Al_2O_3 , OCa y OMg y consecuentemente poco sensibles como indicadores de isogradas o portadores de minerales índices. Pese a ello se han identificado en el Basamento Metamórfico II algunas yacencias restringidas de migmatitas con almandino, sillimanita, andalucita y cordierita en calidad de accesorios menores y cuya discontinuidad no permite separarlas en unidades mapeables. Comparativamente las penetraciones de pegmatitas graníticas son muy abundantes. Son cuerpos filonianos de escasa potencia o modestos conolitos de pequeñas dimensiones. Tienen composición simple: cuarzo, microclino y/o pertita, plagioclasa ácida, muscovita y turmalina negra. En su mayoría son de naturaleza sincinemática y se hallan asociados con tectonitas de la faja de cizalla Dos Pozos. Por el contrario, los diques lamprofíricos son más escasos y corresponden a spessartitas que intruyen preferentemente el gneis macizo migmatítico.

Los lineamientos tectónicos mayores son los propios de las sierras Pampeanas, cuya discusión y problemática han ocupado a numerosos autores y fueran reseñados recientemente por Gordillo y Lencinas (1972). El arreglo de las tectolinas de reactivación cenozoica en las áreas de basamento tiene clara dirección meridiana y respondería a esfuerzos compresivos de dirección este-oeste, tal como ha sido reconocido explícita o implícitamente en la mayoría de los trabajos previos que abordan el tema. Sin embargo existiría en el zócalo cristalofílico precámbrico un lineamiento estructural más antiguo, o no reactivado, de grandes fracturas

CUADRO I

Basamento Metamórfico I

		Olsacher J., 1960	Lucero H. N., 1976
		a) esquistos biotíticos (designación genérica para b y c)	a) esquistos biotíticos cuarzo plagioclásicos (incluye b y c)
alta esquis.	bajo Qz	b) micacitas	
↑	↓	c) micacitas cuarzosas	
baja esquis.	alto Qz	d) cuarcitas micaceas (cuarcitas micaceas gneisi- cas)	d) cuarcitas biotíticas plagio- clásicas (macizas) (cuarcitas biot. plag. ban- deadas)
		e) gneis común	e) gneis tonalítico biotítico

Basamento Metamórfico II

Olsacher J., 1960	Lucero H. N., 1976
a) gneis macizo migmatítico gneis granítico (Stelzner Bodenbender) = gneis gra- nitoide (Pastore) = grani- to antiguo o gneis diorí- tico migmatítico (Beder)= gneis migmatítico o gneis macizo (Olsacher)	a) gneis tonalítico biotítico inyectado
b) gneis esquistoso + micaci- ta gneisica (gneis esquistoso inyectado)	b) esquistos biotíticos plagio- clásicos inyectados

regmáticas de orientación general ONO-ESE a NO-SE con un lineamiento complementario NNE-SSW. Este patrón tectónico ha sido descrito en otras regiones del basamento sudamericano y asociado temporalmente a los eventos diastróficos y magmáticos del Ciclo Brasileño. En nuestro país, el trabajo de Figueroa (1971) ha llamado la atención sobre las megafracturas regionales y continentales que responden al patrón tectónico descrito. Sus esquemas en tal sentido concuerdan con algunas observaciones ver-

tidas por Braccacini (1971), Mon y Urdaneta (1972) y Baldis *et al.* (1975). También es evidente que la falta de expresión morfológica destacada de estos lineamientos en Sierras Pampeanas no facilita su caracterización.

En el distrito minero y comarcas aledañas las principales fajas de dislocación de expresión morfogénica concuerdan con las trazas de las fallas inversas, de reactivación cenozoica y rumbo submeridiano, que han configurado el clásico esquema asimétrico

de fosas y pilares. Las fracturas regionales, falla de Guasapampa y falla de La Higuera, delimitan por el oeste el perfil orográfico de la sierra de Guasapampa y de las cumbrecitas de La Higuera, respectivamente. La primera es una falla inversa de alto ángulo, con buzamiento hacia el bloque elevado y rumbo meridiano. La sierra de Guasapampa es un ejemplo característico de bloque serrano sobrelevado con acusadas escarpas occidentales y una pendiente suave hacia el este. La falla de La Higuera es una ancha faja de dislocación representada por numerosas fracturas paralelas que surgen con rumbo N 60° O a partir de los contrafuertes septentrionales de las Cumbres de Gaspar a la altura del Puesto del Carmen. Al poniente de La Higuera se resuelve en dos sistemas. Uno de ellos penetra al distrito El Guaico en la llamada faja de cizalla Dos Pozos, la cual cruza el bloque deprimido del Bajo de La Higuera formando un amplio arco carente de expresión morfológica. El otro ramal condiciona el curso del río Pichanas generando los contrafuertes de las cumbrecitas de La Higuera cuya meneguada orografía se pierde progresivamente en dirección de Tuclame.

En El Guaico las estructuras más antiguas corresponden a la esquistosidad del Basamento Metamórfico I en donde micacitas y esquistos biotíticos yacen con rumbo dominante NNO-SSE. Restos de antiguas estratificaciones sedimentarias se pueden reconocer en el bandeamiento de los términos litológicos macizos de esta entidad. La faja de cizalla Dos Pozos-La Higuera es uno de los rasgos tectónicos más significativos del área estudiada y afecta por igual al Basamento Metamórfico I y II. Consiste en una asociación de tectonitas y fracturas subparalelas de orientación ONO-ESE, penetrada por cuerpos sincinemáticos elongados de pegmatitas graníticas que muestran huellas inequívocas de emplazamiento forzado (espejos de fricción, lineación de prismas de feldespato y turmalina, xenolitos de micaesquistos). La naturaleza cataclástica de las rocas de la faja es difícil de reconocer en el terreno y generalmente surge del examen petrográfico. Se han identificado gneises miloníticos, blastomilonitas y ultramilonitas negras vítreas (pseudotaquilita). Tectonitas incoherentes del tipo jaboncillo y brecha de falla son mucho menos frecuentes y comparativamente de fácil ubicación por su textura contrastada y los ocreos ferruginosos que delatan las superficies de falla. El con-

junto tiene estrechas analogías con ejemplos consignados por Higgins (1971) para cataclitas en zonas de falla en terrenos cristalinos. Tres dataciones radimétricas K-Ar efectuadas sobre muscovita de los pegmatoides graníticos sincinemáticos proporcionaron edades entre 428 ± 15 m.a. y 710 ± 50 m.a. (Inf. INGEIS 1328, 1078 y 1329). El emplazamiento de las vetas de plomo, plata y zinc, controlado por una datación K-Ar sobre sericita hipogénica procedente de Rara Fortuna, acontece hacia los 340 ± 10 m.a. (Inf. INGEIS 1330) en posible correspondencia con fenómenos secundarios en áreas de basamento de la fase diastrófica Cháñica (Turner y Méndez, 1975). En la valoración geológica de las edades radimétricas cabe inferir que las cifras más bajas de 428 ± 15 m.a. y 490 ± 20 m.a., obtenidas para las pegmatitas de la faja de cizalla Dos Pozos, sean valores "rejuvenecidos" por escape de Ar hacia la época de la intrusión de las vetas. En este sentido resulta significativo que el valor más antiguo (710 ± 30 m.a.) corresponda a la datación de un pegmatoides de dimensiones considerables (conolito) visiblemente alejado de vetas potentes. Por contraparte los valores menores pertenecen a pequeños diques de pegmatita próximos a vetas.

En general, los datos radimétricos obtenidos son compatibles con las relaciones de campo y la yacencia observada. De esta manera, la faja de cizalla Dos Pozos resultaría coetánea a la invasión anatética del basamento (Basamento Metamórfico II) y puede ser ubicada tentativamente en la culminación del Ciclo Brasileño. La penetración póstuma de los filones mineralizados de El Guaico, que cortan las corridas de diques pegmatíticos de la faja de cizalla, pueden asignarse provisoriamente al Paleozoico Medio (límite Devónico-Carbónico) hasta obtener nuevos datos que permitan ajustar convenientemente la cronología indicada.

Los yacimientos del Distrito El Guaico

La primitiva explotación en El Guaico estaba orientada a la extracción de la plata metálica, desechándose el plomo, zinc y vanadio. Durante el siglo pasado el mineral del distrito convergía sobre dos establecimientos de fundición, el de Dos Pozos en la margen derecha del arroyo El Guaico y el de Santa Bárbara en la margen derecha del río Pichanas. En este último lugar que-

TABLA "A"

DATOS ANALITICOS SOBRE DATACIONES RADIMETRICAS, PROPORCIONADAS POR EL INGETS

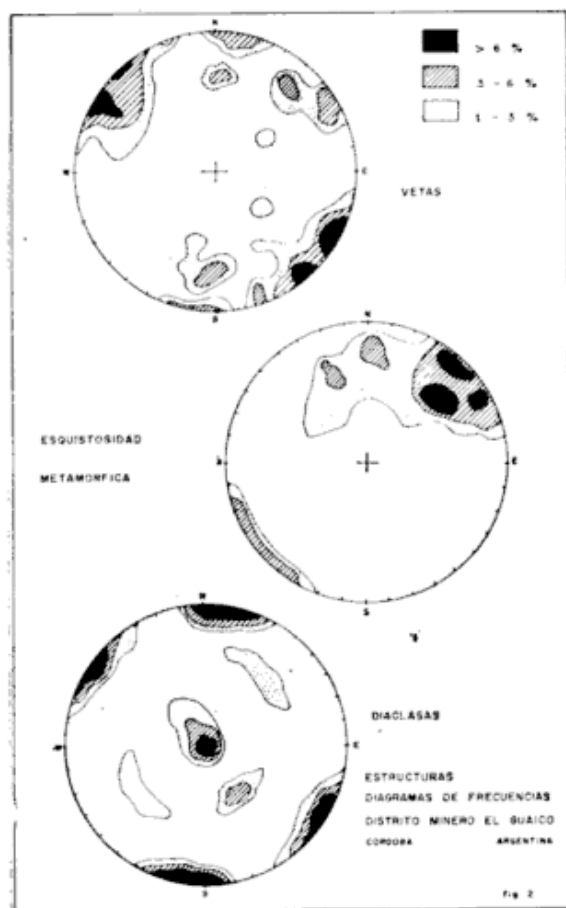
Inf: 1078	Inf: 1328					
K: 7,56 %	K: 8,16 %					
Ar_{RAD}^{40} : $75,078 \times 10^{-10}$ mol/g	K^{40} : $24,538 \times 10^{-8}$ mol/g					
Ar_{ATM}^{40} : 13,6 %	Ar_{RAD}^{40} : $68,450 \times 10^{-10}$ mol/g					
Edad: 490 ± 20 m.a.	Ar_{ATM}^{40} : 2,9 %					
	Edad: 428 ± 15 m.a.					
Inf: 1329	Inf: 1330					
K: 4,84 %	K: 4,09 %					
K^{40} : $14,447 \times 10^{-8}$ mol/g	K^{40} : $12,209 \times 10^{-8}$ mol/g					
Ar_{RAD}^{40} : $71,829 \times 10^{-10}$ mol/g	Ar_{RAD}^{40} : $26,569 \times 10^{-10}$ mol/g					
Ar_{ATM}^{40} : 0,5 %	Ar_{ATM}^{40} : 2,4 %					
Edad: 700 ± 30 m.a.	Edad: 340 ± 10 m.a.					
Inf: 1386						
Muestra	Rb	Sr	Sr^{87}/Sr^{86}	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr_{RAD}^{87} %	Edad en m.a
N°	ppm	ppm				
0456	192,4	250,9	0,7242	2,4138	0,2	413 ± 80
0459	252,2	77,8	0,8046	9,4685	0,9	700 ± 100
0461	170,9	131,3	0,7306	3,7711	3,0	383 ± 80
0468	376,3	81,8	0,7734	13,3924	0,6	333 ± 70
0471	154,4	121,8	0,7515	3,6831	5,7	789 ± 100

Dos isocronas de referencia en 315 ± 10 m.a. y 710 ± 50 m.a.Relación inicial $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,7136$

dan los restos de tres hornos con sus respectivas chimeneas y unas 3.000 tn de escorias. A fines del siglo pasado, en la época de las visitas de A. Stelzner, L. Brackebusch y G. Bodenbender, las operaciones mineras ya eran mínimas y la mayor parte de las vetas mostraban sus labores inundadas e inaccesibles. En la década de 1920 se establecieron empresas con el propósito de beneficiar el vanadio, especialmente a partir de las antiguas escombreras. Diez años después el distrito estaba nuevamente inactivo, situación que persiste hasta el presente con la excepción de esporádicos laboreos en algunos yacimientos. Recientemente, la Cía. Minera El Guaico S.R.L., había reiniciado la explotación de la concesión Ana María y tareas de desagüe y limpieza en Rara Fortuna. Esta circunstancia ha permitido obte-

ner mejores datos de las vetas y de la mineralización en estos lugares, pues en el resto del distrito el largo abandono de las antiguas labores dificulta sensiblemente la obtención de la información deseada. En Rara Fortuna, nivel 2, existe un notable desarrollo de sericita hipogénica incluida en cuarzo que le confiere a la veta un color verde pálido. Este material fue utilizado en una datación radimétrica K-Ar que constituye, por ahora, la única referencia sobre la edad de las vetas. Lamentablemente no ha sido posible asegurar la naturaleza primaria de otras sericitas del distrito con vistas a obtener comprobaciones adicionales.

En la figura 2 se representan los polos estereográficos de los planos de vetas, esquistosidad metamórfica y diaclasas de El Guaico sintetizando la información estructural



obtenida. Los polos se han proyectado sobre red equiareal Lambert-Schmit según haz recíproco y se han trazado las curvas porcentuales de frecuencia. En la confección de los diagramas se han volcado 346 polos de esquistosidad, 143 diaclasas y 76 planos de vetas. Los datos de diaclasas son los menos confiables considerando la naturaleza de las rocas que los han proporcionado y que pertenecen en su totalidad al Basamento Metamórfico II (Gneis macizo migmatítico). De los diagramas se desprende la existencia de dos orientaciones significativas en los planos de fractura y resulta visible el control estructural de las vetas según dos sistemas principales. La geomorfología del distrito proporciona evidencias independientes de este control estructural en el diseño de avenamiento rectangular-dendrítico de la red hidrográfica. El cuadro II agrupa las concesiones mineras conforme a la yacencia de sus filones en estos dos sistemas. El sistema de rumbo NE-SO es el mejor representado y el segundo sistema, de rumbo NO-SE a E-O, se caracteriza por una mayor abundancia relativa de minerales de vanadio en las zonas de oxidación y cementación. El número de orden asignado responde a

su distribución geográfica en dos sectores separados por el eje central de la faja de cizalla Dos Pozos. El Sector Norte del distrito reúne 29 concesiones mineras que pertenecen en su mayoría al departamento Cruz del Eje. En el Sector Sur se han identificado 32 concesiones situadas preferentemente en el departamento Minas.

Los yacimientos tienen dimensiones variables entre las 50.000 tn y simples manifestaciones sin mayores perspectivas. Las vetas muestran una potencia promedio entre 0,20 a 0,30 m y son verticales o subverticales. Excepcionalmente se ha medido 2,40 m en zona de brechas de Rara Fortuna, donde la veta alcanza 0,90 m en algunas secciones. Las corridas de veta son del orden de los 100 m, llegando a los 1.500 m en la sucesión San Miguel, La Ballena, Cola de la Ballena y Overo Muerto o en La Veta Rica. Pocos depósitos se apartan de estas generalidades: en San Fermín la veta buza al oeste entre 35 a 50°, el filón de Agua del Rubio tiene el rumbo inusual N 35° W y la veta de Santo Domingo es manifiestamente atípica, como ya lo señala Wiedemann (1927), pues es el único yacimiento perteneciente al sistema WNW-ESE que carece de mineralización de vanadio en los niveles superiores.

Las vetas de El Guaico representan depósitos mesotermales de relleno de fracturas con ganga de cuarzo, rara vez de calcita (El Espejo). La mineralización dominante es de plomo, plata y zinc a la cual se le suman cantidades menores de vanadio, cobre, antimonio, arsénico, cadmio y estaño. En superficie y en los niveles superiores se destacan coberteras limoníticas en donde las aguas circulantes han generado vanadatos y arseniatos descendentes acompañando una mineralogía supergénica característica. La afinidad del vanadio con los yacimientos hidrotermales de Pb, Ag y Zn en el ciclo exógeno es una circunstancia sobradamente conocida que ha sido citada por numerosos autores en depósitos de muy diferentes lugares geográficos y posiciones geocronológicas. En el curso de la investigación no fue posible comprobar la presencia de sulvanita, mineral primario de vanadio mencionado por Wiedemann para El Guaico (*op. cit.*). Aún cuando sea confirmado en estudios posteriores, parece evidente que el volumen del hipotético mineral primario no podría justificar la cantidad de vanadatos supergénicos presentes.

Los aspectos microtectónicos de la mine-

CUADRO II

SISTEMA NE-SW				SISTEMA NW-SE a E-W				
Yacimiento		Vetas	Yacimiento		Vetas	Yacimiento		Vetas
N 1	Uluvar	1	S 9	Overo Muerto	1	N 6	Tronco del Mogote	1
N 2	Manchester	1	S 12	Dos Amigos	3	N 7	Gallinita de Plata	2
N 3	Santa Teresa	1	S 13	La Peregrina	1	N 11	Agua del Rubio	1
N 4	del Molle	2	S 14	La Eufemia	1	N 12	Doering	3
N 5	El Espejo	1	S 15	Pascualito	1	N 13	El Gringo	1
N 8	La Aguadita	1	S 16	La Golondrina	1	N 14	El Zapallar	1
N 9	Peganzo	1	S 17	Mogote Blanco	1	N 15	Liverpool	1
N 16	Juan Chiquito	1	S 18	San Carlos	1	N 18	Bienvenida	2
N 17	San Fermín	1	S 19	La Veta Rica	2	N 22	Venus	3
N 19	Carmen	1	S 20	Garibaldi	1	N 24	San Ignacio	1
N 20	San José	1	S 21	San Melitón	1	N 25	Cerrito Blanco	4
N 21	Pilar	1	S 22	Santiago	1	N 27	Santo Domingo	1
N 23	del Moro	1	S 23	Bella Tapada	1	S 1	Piedras Coloradas	1
N 26	London	1	S 24	Rara Fortuna	1	S 10	San Agustín	1
S 2	La Escopeta	1	S 25	Garibaldi Chica	1	S 11	La Víbora	1
S 3	Asunción	3	S 26	La Casualidad	1	S 30	Merceditas	1
S 4	Ana María	3	S 27	Algarrobitos	1			
S 5	María Ana	1	S 28	San Jorge	1			
S 6	San Miguel	1	S 29	Buenaventura	1			
S 7	La Ballena	2	S 31	La Ciento Veinte	1			
S 8	Cola de la Ballena	1	S 32	Tronco Negro	1			

realización, asociados al ascenso de al menos tres pulsaciones de fluidos hipogénicos, se grafican en el cuadro III. En algunos lugares ha sido posible comprobar la reactiva-

ción de los sistemas de vetas y la penetración diferida de nuevas mineralizaciones. Las estructuras de deformaciones son muy características con formación de brechas de vetas,

CUADRO III MICROTTECTÓNICA DE LA MINERALIZACIÓN

SUCESIÓN	TIEMPO		
Quarzo hipogénico, blenda, galena, pirita I y II, arsenopirita, sericita, greenockita, wurtzita, linneita, calcopirita, tetraedrita, enargita, sulfosales de Ag, Pb, Sb, y Sn	Fracturación I: con brechamiento dominante		
Quarzo hipogénico, blenda, galena, pirita I y II, arsenopirita, calcopirita, tetraedrita, sulfosales de Pb, Sb, y Sn	Fracturación II		
Quarzo hipogénico, blenda, galena, pirita I y II, calcopirita, tetraedrita, sulfosales de Ag, Pb, y Sb	Fracturación III: oxidación y cementación		
Cerusita, anglesita, piromorfita, argentita, calcosina, covellina, minerales de vanadio, carbonatos de Cu, óxidos de manganeso, limonitas, ópalo.	3era ETAPA: oxidación y cementación		

crustificaciones superpuestas y cocardas. La falta de una apertura adecuada de los yacimientos en profundidad no permite esclarecer en detalle estos procesos y menos aún determinar una eventual zonación vertical, frecuente en este tipo de depósitos. Sin embargo, las observaciones realizadas concuerdan con un origen poliascendente para las vetas de El Guaico, en el sentido de Kutina (1957 y 1963). La alteración hidrotermal de las rocas de caja, derivada del emplazamiento de las vetas, es mínima y se reduce a fenómenos localizados en las salbandas que en raras oportunidades se extienden hasta unos 0,60 m del contacto. Comprende procesos de silicificación, sericitización y argillitización.

Los minerales de las vetas

El cuadro IV muestra la composición mineral hallada en 57 concesiones mineras y en las escombreras acumuladas en el establecimiento Dos Pozos, señalando la abundancia relativa y su naturaleza hipogénica o supergénica. El número de orden de los yacimientos corresponde al asignado en el cuadro II y la abreviatura codificada de los minerales es la propuesta por Romero *et al.* (1972) en su ensayo de sistematización de los yacimientos argentinos. Se han identificado 24 especies primarias o hipogénicas y 32 supergénicas asociadas a soluciones descendentes que totalizan 56 minerales, de los cuales 14 corresponden a nuevas citas para El Guaico.

La distribución de minerales por yacimientos del cuadro IV refleja, en primer lugar, las limitaciones del muestreo en el estado de apertura actual de los depósitos. Un muestreo sistemático que pueda servir de base comparativa equivalente entre los diferentes yacimientos exige trabajos mineros previos de desagüe, limpieza y exploración en la mayoría de ellos. En consecuencia cabe advertir que, con la sola excepción de Ana María y Rara Fortuna, la información contenida en este cuadro es mínima, de carácter orientativo y responde a muestreos selectivos en laboreos accesibles y escombreras. Pese a ello, la presencia de sulfosales de Pb, Ag, Sb y Sn, alojadas como diminutas inclusiones en la galena, tiene una distribución lo bastante amplia como para configurar un rasgo propio de las menas del distrito. Otra característica común es la yacencia de vanadatos de plomo, argentita

(acantita) y covellina acompañando la mineralogía supergénica usual en vetas plumíferas.

Blenda ZnS:

Es uno de los principales sulfuros de mena, tanto por su volumen como por la amplia distribución en todos los depósitos conocidos. Las blendas de El Guaico tienen contenidos de hierro entre 8 y 17 % con colores pardo rojizo claro a oscuro, casi negro. Menos comunes son las blendas amarillentas. Sin embargo no hay una relación directa entre el color y el tenor de hierro según se desprende de los análisis realizados. Ópticamente se reconocen maclas polisintéticas (111) y fenómenos de zonación que pueden reflejarse en el arreglo de inclusiones como sucede en Mina Garibaldi. Estas características constituyen la excepción. La mayoría de las blendas del distrito carecen de estructuras internas y son muy pobres en inclusiones que a menudo faltan completamente. Es uno de los primeros sulfuros hipogénicos en la secuencia paragenética.

Galena PbS:

Conjuntamente con la blenda son los sulfuros primarios más característicos y abundantes. Es un mineral tardío y el vehículo portador de numerosas sulfosales de Pb, Ag, Sb y Sn. Habitualmente de grano grueso a medio, salvo en los ejemplares sometidos a esfuerzos en donde aparecen estructuras de deformación de grano fino y maclado lamelar secundario. Presente en los tres pulsos de mineralización identificados en El Guaico.

Pirita FeS₂:

Componente accesorio destacado que juega un papel muy importante en la evolución de los procesos de oxidación y cementación. Se han reconocido dos tipos diferentes de pirita en el examen calcográfico. Una pirita blanca, generalmente euhedral y temprana (Pirita I), la cual puede confundirse con arsenopirita al mostrar hábitos no isométricos en muchas ocurrencias. La pirita más abundante es amarilla y tardía (Pirita II). De carácter xenoblástico o idioblástico, en este último caso con hábito cúbico característico. Se desarrolla a expensas de otros sulfuros primarios (galena, blenda, tetraedrita) que suelen quedar como parches

relicícticos dentro de la pirita. El depósito deutérico de melnickovita tapizando oquedades es una rareza que ha sido observada en las pertenencias Ana María y Asunción.

Arsenopirita FeAsS:

Accesorio frecuente junto a la pirita. Se desarrolla en cristales idiomorfos de contornos rómbicos o rectangulares incluidos indistintamente en cuarzo, blenda o galena. Poco común en agregados subhedrales masivos. Bajo el microscopio muestra reflectividad muy alta y color blanco puro o blanco con un ligero tinte crema al lado de galena. La dureza es alta y el pleocroísmo ausente. La anisotropía de color es débil a distintiva, rara vez fuerte, lo cual puede llevar a confusión con las piritas blancas, muy semejantes. El ensayo de microdureza Vickers en muestras de Rara Fortuna $VHN_{200} = 810$.

Magnetita Fe₂O₄Fe:

Es un mineral muy raro y escaso en las vetas. Se presenta en granos anhedrales isótropos color gris neutro, de dureza y reflectividad menores en relación a pirita, dentro de la cual forma diminutas inclusiones en Mina Garibaldi.

Marcasita FeS₂:

Muy escasa y posiblemente ascendente aunque su posición paragenética es dudosa. En pequeñas inclusiones intercrecidas dentro de pirita idioblástica (Pirita II) y ocasionalmente arsenopirita, en Bienvenida, La Casualidad y Rara Fortuna. Son granos subhedrales muy pleocroicos (amarillo-amarillo claro o amarillo verdoso). Reflectividad mayor que pirita y dureza de pulido ligeramente inferior. Anisotropía de color muy fuerte (gris rosado-gris celeste).

Linneita Co₃S₄:

Es un mineral accesorio muy raro y escaso en El Guaico. Forma inclusiones menores de 20 micrones en blendas procedentes de Garibaldi y Rara Fortuna. Se destaca por su color rosado claro, isotropía y elevada dureza de pulido en relación a blenda y calcopirita. El tamaño de las presentaciones ha excluido la posibilidad de otras determinaciones analíticas.

Oro nativo Au:

Muy escaso en las menas del distrito. Siempre como inclusiones de pocos micrones,

pero de inconfundibles propiedades ópticas bajo luz refleja. Se lo ha encontrado en Overo Muerto, San Agustín, La Veta Rica y en las escombreras de Dos Pozos.

Wurtzita ZnS:

El polimorfo hexagonal de la blenda es, en apariencia, muy escaso. Posiblemente tenga una distribución mayor dada la facilidad con que se puede mimetizar con blenda en el examen microscópico. Por regla general se sospecha su existencia ante la falta de maclas (111) en la "blenda" o por la presencia casual de texturas de inversión blenda-wurtzita. La anisotropía de la wurtzita no se aprecia con luz incidente y en este sentido el grano suelto por transparencia da mejores resultados. Con seguridad solamente se lo ha identificado en mina Garibaldi.

Greenockita CdS:

Es un mineral accesorio portador de cadmio que ha sido citado por primera vez por Sgross (1949) como procedente del yacimiento Santo Domingo. Ópticamente no es un mineral muy distintivo y resulta fácil confundirlo con blenda o wurtzita. Tiene bajo poder reflector y tiende a depositarse en forma intersticial alrededor de los granos de blenda, con preferente desarrollo idiomorfo. Por fortuna, al lado de blenda muestra un tono más claro, ligeramente azulado, menor dureza de pulido y reflejos internos amarillo-verdoso algo más intensos. En este trabajo se lo ha hallado también en Agua del Rubio, Doering, Venus, San Agustín, San Carlos, Garibaldi, San Melitón y Buenaventura.

Calcopirita CuFeS₂:

Luego del cobre gris es el mineral cuprífero primario más abundante, siempre distribuido en pequeñas cantidades en casi todos los depósitos de El Guaico. La mayor parte de la calcopirita se encuentra ligada a la blenda en venillas discordantes o en desmezclas. En la galena de Rara Fortuna, El Zapallar, del Moro, Venus y La Ciento Veinte, yace en diminutas gotas esferiformes de 2 a 5 micrones de diámetro. Rara vez en granos mayores independientes. También con tetraedrita en varias presentaciones texturales diferentes.

Tetraedrita Cu₃SbS₃:

Es un accesorio muy común en las vetas. Casi siempre de pequeño tamaño, entre 2 y

500 micrones, dentro de galena o menos frecuentemente en blenda. Granos mayores, de 3 a 4 mm, proceden del yacimiento La Ciento Veinte. En las secciones pulidas se lo identifica con facilidad por su color gris verdoso, relieve positivo al lado de galena e isotropía característica. El ensayo de microdureza Vickers en ejemplares de Rara Fortuna $VHN_{100} = 317$ y en ejemplares de La Ciento Veinte $VHN_{100} = 297$. La variedad argentífera, freibergita, tiene una tonalidad parda amarillenta, mayor reflectividad y da reacción positiva en el ataque de corrosión con NO_3H formando un depósito superficial oscuro. Es un importante portador de plata en las menas.

Enargita Cu_3AsS_4 :

Mineral muy raro en El Guaico. Se lo ha encontrado como diminutas inclusiones en blendas de Mina Garibaldi. En el contacto blenda-galena, junto a tetraedrita, alcanza dimensiones del milímetro en muestras procedentes del yacimiento Pascualita. En ambos casos se trata de granos allotriomorfos de color gris rosado y débil birreflectancia. Típica anisotropía de color (gris violeta oscuro-gris rosado verdoso claro) y dureza intermedia entre galena y blenda. También en asociaciones de cementación en Venus y San Melitón.

Proustita Ag_3AsS_3 :

El rosieler claro es escaso, especialmente en comparación con pirargirita que está algo mejor distribuida. Casi invariablemente en granos allotriomorfos muy pequeños en galena. Ópticamente exhibe poder reflector medio y pleocroismo fuerte (gris acero claro-gris azulado). Dureza de pulido menor que galena. Anisotropía muy fuerte con intensos reflejos internos rojo carmín. En las presentaciones observadas carece de maclas, zonaciones, hábito cristalino o arreglos texturales distintivos.

Pirargirita Ag_3SbS_3 :

El rosieler oscuro yace en inclusiones dentro de las galenas de El Guaico acompañando a otras sulfosales. Casi siempre es de escaso tamaño, pero está mejor representado que proustita con la cual puede coexistir como ocurre en Rara Fortuna. Muestra reflectividad mediana y pleocroismo débil a distintivo en tonos azulados. Anisotropía de intensidad fuerte con reflejos

internos rojos visibles en granos relativamente grandes. Las pirargiritas observadas carecen de maclas. De Rara Fortuna proceden arreglos mirmequíticos pirargirita-freibergita en galena.

Stephanita Ag_5SbS_2 :

A este mineral se lo ha encontrado únicamente en muestras de la veta San Agustín. Yace en inclusiones pequeñas dentro de galena y asociada a otras sulfosales de Ag, Sb y Cu. Sus propiedades ópticas se caracterizan por un poder reflector medio y un color gris amarillento o gris crema. Pleocroismo muy débil, imperceptible. Dureza de pulido semejante a galena o ligeramente inferior. Anisotropía de color distintiva (azul oscuro-rojo magenta claro). Los granos mayores tienden a desarrollar aureolas marginales de alteración. También suelen presentar diminutas inclusiones de freieslebenita?, u otra sulfosal de plata semejante.

Freieslebenita? $PbAgSbS_3$:

Se describe como freieslebenita, de manera tentativa, una sulfosal de plata cuyas propiedades ópticas se encuentran muy próximas a este mineral. El escaso tamaño de sus presentaciones no ha facilitado la obtención de otros datos diagnósticos que permitan descartar los minerales afines owyheita y diaforita. Ocurre como inclusiones en galena o stephanita, siempre con dimensiones inferiores a los 10 micrones en las secciones examinadas. Estas muestran un mineral muy blando en relación a galena y de poder reflector medio a medianamente alto. El color es gris amarillento claro (oscuro al lado de galena) sin birreflectancia aparente. La anisotropía es muy débil dentro de los matices del gris oscuro. También acompaña a la tetraedrita argentífera y los rosielers en algunas vetas.

Jamesonita $Pb_4Sb_2FeS_8$:

Es una de las sulfosales más comunes que yace en inclusiones pequeñas dentro de la galena, pero siempre en cantidades poco significativas. En general son granos allotriomorfos menores de 50 micrones. Las tablillas o agujas euhedrales de hasta 3 mm de largo no son infrecuentes. La observación microscópica revela un poder reflector alto a medianamente alto, próximo a galena. Birreflectancia fuerte en secciones favorables, de manera que en la posición clara se

CUADRO V

Propiedades ópticas comparativas de las sulfosales de Sb-Pb del distrito El Guaico

	Jamesonita	Sulfosal B-R	Bournonita
Reflectividad	Alta a medianamente alta	Medianamente alta (menor que jamesonita)	Medianamente alta (menor que Sulfosal B-R)
Dureza de pulido	Menor que galena	Semejante a galena, quizás un poco mayor	Mayor que galena
Color y Birreflectancia	Birreflectancia fuerte: (blanco grisáceo = galena, a gris celeste verdoso)	Birreflectancia distintiva en secciones favorables: (Claro: blanco grisáceo algo más oscuro que galena. Oscuro: gris verdoso)	Color gris neutro con birreflectancia muy débil, casi siempre imperceptible.
Anisotropía	Anisotropía muy fuerte de intensidad: (gris azulado claro-oscuro)	Anisotropía fuerte de color, a veces de intensidad: (gris celeste claro - gris morado oscuro)	Anisotropía débil, rara vez distintiva (solo se aprecia en cristales maclados)
Microdureza Vickers	VHN ₂₅₋₅₀ : 76,2 a 299	VHN ₂₅ : 140	Sin datos
Otras Características	En granos anhedrales, a veces como espigas o cristales aciculares largos. Las maclas son raras, simples	Maclas simples frecuentes, rara vez lamelares	Tiende a formar bordes, rims o anillos. Rara vez con maclas simples

mimetiza con galena y en la oscura adquiere un color gris verdoso claro. Anisotropía muy fuerte de intensidad (gris azulado claro-oscuro). Dureza de pulido menor que galena y microdureza Vickers VHN₂₅ = 76,2. En pocas oportunidades interviene en arreglos texturales más complejos. Estos se reducen al desarrollo de bordes o coronas periféricas de la sulfosal B-R en Bella Tapada o de bournonita en Rara Fortuna. Ocasionalmente muestra maclas simples de dos individuos (Mina Garibaldi).

Sulfosal B-R Pb_xSb_x S_x?:

Existe una sulfosal de Sb y Pb con propiedades próximas a boulangerita y robinsonita sobre la cual no se ha podido llegar

a una determinación precisa. Es un accesorio bastante común en las galenas de El Guaico aunque nunca en cantidades considerables. Por lo general se presenta en inclusiones anhedrales simples muy pequeñas. Tiene reflectividad medianamente alta (intermedia entre jamesonita y bournonita). Pleocroísmo débil a distintivo (gris verdoso claro-oscuro), pero incluso en la posición más clara resulta oscuro al lado de galena. Anisotropía de color distintiva a fuerte (gris celeste claro-gris morado oscuro). Dureza de pulido ligeramente mayor que galena. El ensayo Vickers en especímenes de Rara Fortuna VHN₂₅ = 140. Las maclas simples son relativamente frecuentes (Bella Tapada). En Rara Fortuna se ha observado un ejem-

plar con maclas múltiples lamelares. A veces muestra coronas de estannoidita (San Carlos, San Agustín), o de bournonita (Ana María). Se le ha visto formando "rims" alrededor de jamesonita en Bella Tapada.

Bournonita $PbSbCuS_3$

Es una de las sulfosales de Sb-Pb presentes en el distrito minero, si bien no la más distribuida ni la más abundante. Habitualmente en diminutas inclusiones en galena o formando coronas y bordes alrededor de varios minerales. El poder reflector es medianamente alto, ligeramente mayor que tetraedrita. Color gris neutro o gris pardusco, oscuro al lado de galena. Birreflectancia muy débil, prácticamente ausente y anisotropía débil a distintiva. Dureza de pulido mayor que galena. Carece del característico maclado lamelar en dos sistemas complementarios y en contadas ocasiones muestra maclas simples de dos individuos. Sólo en San Agustín, La Víbora y Buenaventura se ha visto la bournonita en granos anhedrales de mayor tamaño.

Estannita Cu_2SnFeS_4 :

Junto con estannoidita constituyen los principales accesorios estaníferos de las menas de El Guaico. Es un mineral de color pardo oliva a violáceo. La birreflectancia es inapreciable, aún en aceite, pero la anisotropía de color es distintiva (gris amarillento-pardo violáceo oscuro). Las cantidades presentes son invariablemente muy reducidas, aunque su distribución en los distintos yacimientos pueda ser bastante amplia. Los granos individuales no parecen superar los 150 micrones y los arreglos texturales son bastante variados. Casi siempre yace en galena, sólo en Mina Venus se han observado inclusiones de estannita en blenda.

En una sección pulida procedente del yacimiento La Peregrina existe un mineral muy peculiar que yace como inclusión de 10 micrones de diámetro en un borde de estannita próximo a tetraedrita. Se lo describe tentativamente como rodoestannita $Cu_2Sn_3FeS_8$, en el sentido de Springer (1968) y en apariencia es un producto de alteración derivado de estannita. Esta única

TABLA "B".—Diagramas de Rayos X de algunos minerales de difícil determinación

1		2		3		4		5	
Acanthita		Stephanita		Jamesonita		Sulfosal B-R		Bournonita	
Mina Ana María		Mina San Agustín		Mina Rara Fortuna		Rara Fortuna		Mina La Víbora	
Rad Cu/Ni - D.S.		Rad Cu/Ni - Gon.		Rad Cu/Ni - Gon.		Rad. Cu/Ni - D.S.		Rad Cu/Ni - Gon.	
d	I/Iv	d	I/I°	d	I/I°	d	I/Iv	d	I/I°
3,93	1	6,16	10	9,40	5	3,88	1	6,05	4
3,44	8	5,19	10	8,20	12	3,71	9	5,90	4
3,08	7	4,24	10	6,03	9	3,44	1	5,76	10
2,97	1	3,57	25	5,90	10	3,30	1	5,68	5
2,84	7	3,50	40	5,03	10	3,21	2	5,06	6
2,675	2	3,34	14	4,55	12	3,02	6	4,72	5
2,601	10	3,06	80	4,35	10	2,788	10	4,31	16
2,453	9B	2,90	40	4,055	39	2,707	1	4,04	32
2,386	4	2,86	46	3,910	23	2,578	1	3,90	33
2,216	5	2,765	25	3,82	40	2,411	1	3,81	50
2,091	8	2,580	100	3,71	19	2,344	4B	3,66	21
2,049	1	2,500	25	3,59	17	2,243	1	3,33	5
2,001	1	2,433	20	3,49	19	2,146	2	3,25	14
1,961	2	2,335	15	3,428	100	2,001	5	2,94	32
1,914	2	2,178	25	3,33	19	1,922	3	2,89	18
1,873	2	2,125	25	3,20	12	1,865	9	2,805	24
1,791	1	2,100	20	3,14	12	1,768	8	2,764	13
1,722	4	2,006	8	3,11	14	1,683	1	2,730	100
1,695	1	1,941	7	3,08	30	1,593	1	2,672	44
1,585	2	1,868	16	2,940	16	1,540	1	2,579	36
1,546	1	1,839	25	2,813	35	1,465	2	2,405	3
1,517	1	1,790	15	2,714	35	1,406	2	2,352	10
1,484	1			2,675	16			2,294	5
1,461	1			2,656	12			2,229	6
1,420	1			2,561	8			2,158	5
1,377	1			2,290	12			2,052	17
1,346	1			2,236	12			1,980	22
1,332	1			2,109	6			1,950	20
1,304	1			2,047	12			1,845	18
1,291	1			2,026	12			1,765	30
1,271	1			1,942	8			1,719	10
1,222	1			1,909	25			1,661	10
				1,894	10			1,555	10
				1,857	10				
				1,826	12				
				1,756	8				
				1,716	10				
				1,516	6				
				1,452	6				

yacencia no ha posibilitado obtener otras comprobaciones que aseguren su determinación precisa.

Estannoidita $\text{Cu}_5\text{Sn}(\text{Fe},\text{Zn})_2\text{S}_8$:

El mineral definido como estannoidita por Kato (1969), ha sido objeto de muchas discusiones por lo variable de sus prestaciones tanto en composición, propiedades ópticas y roentgenográficas. En el sentido dado por este autor, el término incluye la estannita I (Ramdohr, 1944) o hexaestannita (Ramdohr, 1960) y en parte a la llamada "estannita jaune" (Levy, 1956 y 1967). Las estannoiditas de El Guaico tienen coloración variable entre pardo rojizo, pardo rosado claro y ocasionalmente amarillentas (estannita jaune?). La birreflectancia es distintiva a fuerte (gris pardo rojizo-pardo rosado claro) y la anisotropía de color es fuerte a muy fuerte (violeta azulado oscuro-amarillo rojizo claro). La dureza de pulido es mayor que galena pero menor que estannita. La cantidad y el tamaño del mineral son siempre tan limitados que no han permitido obtener un difractograma distintivo. Las presentaciones texturales son variadas y en todos los casos el vehículo portador o mineral hospedante es la galena. Por gentileza del Profesor Doctor G. C. Amstutz se ha efectuado una determinación de microsonda en el Instituto de Mineralogía y Petrografía de la Universidad de Heidelberg, sobre mineral procedente del yacimiento La Gallinita de Plata.

Kästerita $\text{Cu}_2\text{SnZnS}_4$:

La kästerita (Fleischer, 1966) también conocida como isoestannita (Claringbull and Hey, 1955), es referida asimismo a la estannita II de Ramdohr (1944) por Levy (1967). En El Guaico la kästerita ha sido ubicada en cantidades ínfimas asociada siempre a estannita y estannoidita como diminutas inclusiones e intercrecimientos. Su caracterización ha sido realizada por vía óptica, pues ninguna de las presentaciones observadas supera los 50 micrones de diámetro. Sin embargo es un mineral inconfundible por su yacencia, isotropía y color gris oscuro al lado de estannita y estannoidita.

Cuarzo SiO_2 :

El cuarzo blanco macizo, denominado "cuarzo macho" en la jerga minera de la región, es sin duda el mineral esencial de las vetas. Las geodas o drusas de cristales

libres, implantados por su base, son frecuentes y muestran la combinación característica de prisma hexagonal de 1ra. posición, dos romboedros de 1ra. posición y un trapezoedro trigonal muy subordinado. Este cuarzo común, de baja temperatura, constituye la ganga dominante en todos los pulsos de mineralización del distrito minero.

MINERALES SUPERGÉNICOS:

Cerusita PbCO_3 :

Mineral muy abundante y distribuido en la zona superior de las vetas como principal producto de oxidación de la galena. Generalmente forma agregados terrosos o macizos de color blanco, blanco amarillento, gris de tiza o negro. En raras ocasiones forma cristales de facetas definidas o pseudomorfos cúbicos según galena. La variedad negra es siempre cuprífera, como ya lo señalara Bodenbender (1905). En sección pulida revela su contenido de covellina, también a menudo de argentita, bajo la forma de un fino agregado de hojuelas uniformemente distribuidas.

Anglesita PbSO_4 :

Menos común que cerusita como producto de oxidación de la galena. También en costras o masas informes, rara vez en cristales facetados de hábito tabular. Los ensayos de grano suelto facilitan la diagnóstico diferencial rápida anglesita-cerusita. Se ha observado que los vanadatos, posteriores en la secuencia paragenética, tienden a reemplazar con preferencia anglesita antes que cerusita. Los pseudomorfos de descloizita son bastante frecuentes.

Wulfenita PbMoO_4 :

Es un producto infrecuente de la alteración de galena en superficie y siempre en pequeñas cantidades. Generalmente en costras de brillo resinoso a vitreo y color amarillo anaranjado. También en geodas de pequeños cristales tabulares con la asociación de pinacoide basal dominante y pirámides tetragonales subordinadas.

Argentita Ag_2S :

Es el mineral de plata más importante en el distrito minero y pertenece a la paragénesis descendente o de cementación. En masas criptocristalinas, tiende a formar bordes de reemplazo sobre galena. La observación

microscópica lo identifica por su baja reflectividad, color gris verdoso sucio, casi siempre isotrópico y con un distintivo aspecto superficial rugoso. Se lo encuentra asociado a cerusita, covellina, limonitas y plata nativa. En ciertas ocasiones junto a calcosina y digenita. Roentgenográficamente se ha podido comprobar que, al menos en Ana María, corresponde al polimorfo de baja temperatura, rómbico, acantita.

Allargentum Ag₃Sb:

Es un producto de descomposición que aparece asociado a tetraedritas de plata (freibergita), sea como inclusiones o bien en granos marginales en el contacto tetraedrita-galena. Son granos allotrimorfos invariablemente pequeños (menos de 20 micrones) de color blanco puro, dureza mayor que galena y reflectividad muy alta (mayor que galena, pero inferior a plata nativa). Carecen de pleocroísmo y la anisotropía débil muestra relación inversa con la reflectividad. En Buenaventura las inclusiones son casi isotropas y la reflectividad es muy alta. En Venus la reflectividad es más baja y la anisotropía distintiva. Tal comportamiento se supone ligado a la relación Ag:Sb. Las reducidas dimensiones de estas ocurrencias no han posibilitado su control roentgenográfico.

Plata nativa Ag:

Se la encuentra de manera fortuita en las monteras de las vetas bajo la forma de hojuelas o chapitas, rara vez como alambres. Acompaña a cerusita, anglesita, piromorfita, argentita, limonitas y otros minerales oxidados. En las secciones pulidas de las zonas supergénicas se la ve con frecuencia distribuida en gránulos pequeños dentro de los productos de oxidación de la galena.

Calcosina Cu₂S:

Es un mineral muy escaso y de naturaleza descendente. La mayor parte de las ocurrencias pertenecen a una calcosina blanca, "isótropa" por su grano fino (tipo c de Ramdohr) o bien ligeramente anisótropa cuando la granulometría es algo mayor. Siempre está acompañada de covellina secundaria. En San Melitón presenta núcleos de enargita gris rosada y en Santo Domingo se asocia como precipitado alrededor de tetraedrita. Muestras procedentes de las escombreras de Dos Pozos son las que exhiben

las calcosinas de mayor tamaño halladas por el autor. Aquí se observan texturas de tipo mirmequítico calcosina-covellina-digenita, posiblemente debidas a descomposición. Además de calcosina, en las determinaciones roentgenográficas ha sido posible identificar djurleíta que, conjuntamente con anilita y calcosina, integran el grupo de polimorfos estructurales próximos a Cu₂S. Estas fases no son ópticamente diferenciables y en la práctica calcográfica corriente se describen genéricamente como calcosina.

Digenita Cu₉S₅:

La "calcosina azul" es rara. Se la ubica en asociaciones de cementación procedentes de Juan Chiquito y Venus. Sin embargo los mejores ejemplares proceden de las escombreras de Dos Pozos y en consecuencia quedamos sin saber su ubicación exacta. En los pulidos aparece en los límites intergranulares galena-cerusita o galena-blenda en frisos o bandas de granos anhedrales azules, isotrópicos, muy característicos.

Covellina CuS:

El sulfuro cúprico es un accesorio común y muy distribuido que acompaña casi invariablemente los depósitos de las zonas de oxidación y cementación. En escamas diminutas está siempre incluido en las cerusitas negras cupríferas. Acostumbra a formar frentes de reemplazo alrededor de sulfuros primarios, pero sólo una vez se han visto pseudomorfos completos según tetraedrita (Mina del Moro).

Malaquita Cu₂[(OH)₂(CO₃)]:

Es el principal producto de oxidación de los minerales primarios de cobre, luego de la covellina. Se presenta en pátinas o costras delgadas, terrosas e informes de característico color verde. Con frecuencia en agregados esferisiformes fibrorradiados dentro de los "boxworks" limoníticos de los niveles superiores. Si bien es un mineral bastante distribuido nunca ocurren en cantidades considerables.

Azurita Cu₃[(OH)₂(CO₃)₂]:

Notablemente más escasa e infrecuente que malaquita, también es un producto de oxidación de los minerales primarios de cobre. Se la ha hallado en delgadas pátinas o costras criptocristalinas de típico color azul en Carmen, San José, Venus, Piedras

Coloradas, La Eufemia, San Carlos y las escombreras de Dos Pozos.

Kröhnkita $\text{CuNa}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:

Mineral ubicado en una escombrera del establecimiento de fundición de Dos Pozos, por lo cual se desconoce su procedencia exacta. En paragénesis de oxidación con cerusita y malaquita forma costras azul celeste que rompen con buen clivaje basal. Tiene carácter biaxial negativo y ligero pleocroismo del celeste claro al incoloro.

Crisocolla $\text{CuSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$:

En las zonas de oxidación y cementación se lo encuentra en costras duras, isotropas y de fractura concoide. Presenta color verde, verde manzana o verde azulado. No es muy abundante.

Pirolusita MnO_2 :

Los óxidos de manganeso, en sentido amplio, son accesorios comunes en la zona de oxidación y cementación si bien en pequeñas cantidades. La yacencia característica es el relleno descendente de grietas o fracturas en las vetas y las salbandas. Hermosos ejemplares de pirolusita proceden del nivel 2, galería sur de Ana María, en agregados fibrorradiados de cristales que alcanzan 3 cm de largo. Es más abundante como precipitados colloformes en capas concéntricas uniminerales o alternantes con otros óxidos (psilomelano, calcofanita, hematita, wad). En secciones pulidas, la pirolusita muestra color blanco crema, reflectividad media y dureza elevada, especialmente al lado de calcofanita y hematita. El pleocroismo es poco perceptible, pero la anisotropía de color es distintiva a fuerte y permite separarla fácilmente de otros manganomelanos colloformes asociados, duros e isotropos. El psilomelano también tiene birreflectancia y anisotropía distintivas, pero menor poder reflector al lado de pirolusita y un color blanco que tiende al gris azulino. Ambos minerales proporcionaron buenos roentgenogramas. No obstante, ha sido imposible identificar otros óxidos criptocristalinos duros que les acompañan y cuyas propiedades son poco definidas como para ubicarlos con razonable certeza en el nutrido y complejo grupo de los manganomelanos. El wad se describe aquí como una variedad hollinosa, blanda y de bajo peso específico de óxidos de manganeso en sentido genérico que puede incluir di-

versos manganomelanos y pirolusita criptocristalina (Ramdohr, 1960). En El Guaico este material es escaso y suele tapizar superficies u oquedades de un terciopelo negro muy friable al tacto.

Goethita FeOOH :

Es un producto no muy frecuente en la zona de cementación como venillas de típicos haces cristalinos fibrorradiados de color pardo. Abunda sólo en estado criptocristalino formando parte de los materiales limoníticos. En la primera presentación, la goethita se extiende en costras o venillas formando agregados radiados de cristales pardos o pardo amarillentos y raya amarilla característica. También en el relleno deutérico central de unas cavidades alveolares en vetas de los yacimientos Asunción y Ana María junto a pirita II y melnikovita.

Groutita MnOOH :

De una geoda de la veta principal de Asunción proceden pequeñas tablillas cristalinas o escamas negras de hábito micáceo y raya pardo oscura. El diagrama de polvo indica que el material corresponde a groutita con algunas impurezas.

Calcofanita $\text{Mn}_3\text{O}_7\text{Zn} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$:

La única yacencia conocida de este mineral se ubica en la zona superior de la veta de La Cola de la Ballena, labor VI. Acompaña la precipitación colloforme en capas concéntricas de psilomelano y wad formando bandas delgadas de 0,5 a 1 mm de espesor. Se destaca por su fuerte birreflectancia (blanco agrisado-gris oscuro) reflectividad menor que psilomelano, baja dureza, anisotropía extrema de intensidad (blanco-negro), extinción recta en los cristales individuales y escasos reflejos internos rojos débiles.

Hematita Fe_2O_3 :

Relativamente común como producto de oxidación de piritas, pero mucho menos abundante que las limonitas. Generalmente como hematita roja. El oligisto o hierro especular es una rareza.

Limonitas (mezclas variables de óxidos e hidróxidos de hierro):

Muy abundantes en las monteras de las vetas de El Guaico bajo la forma de limonita indígena, forma texturas claves que

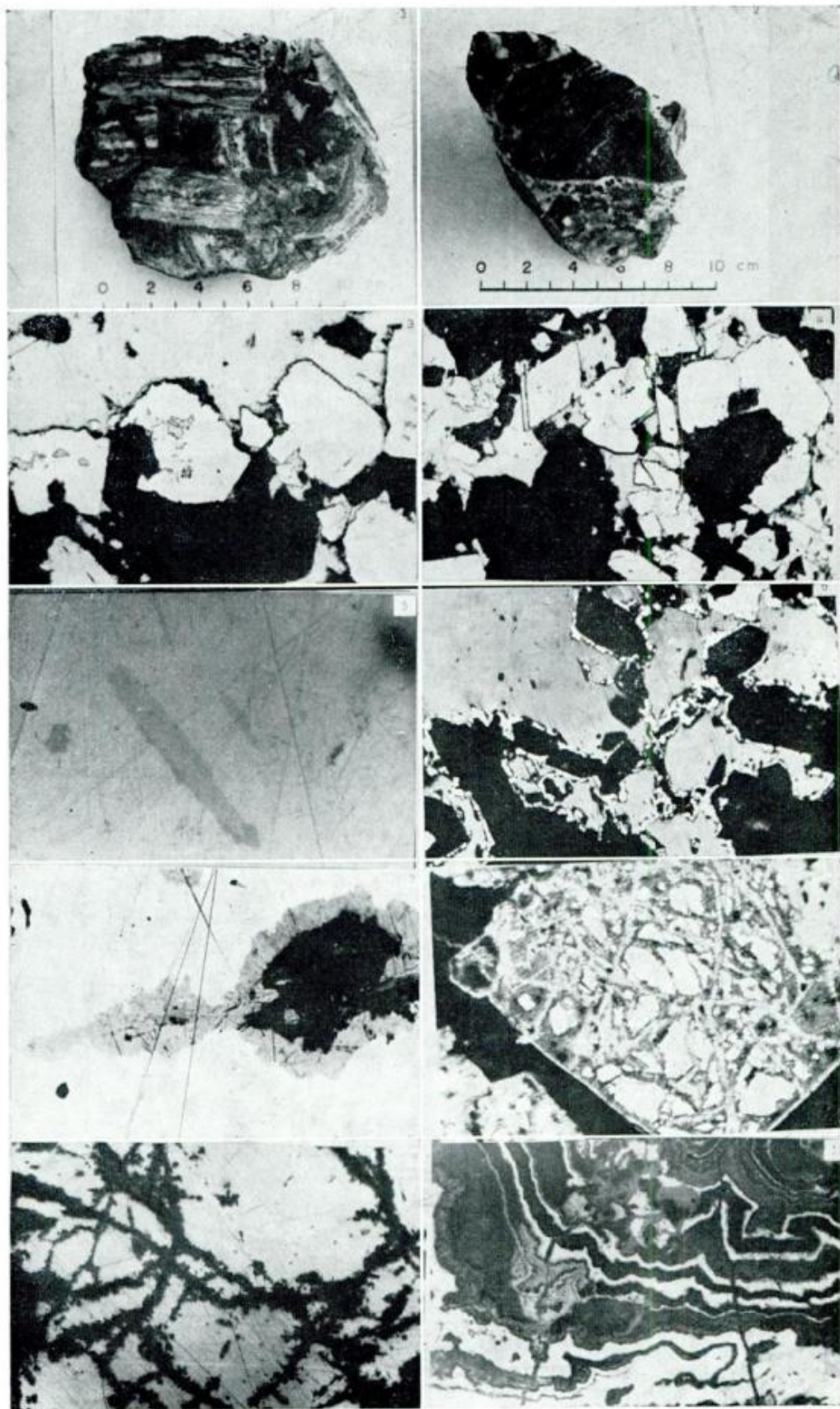


Fig. 3. — 1) Estructura de brecha en la veta La Eufemia. 2) Mineralización poliascendente en San Agustín. 3) Desarrollo de pirita idioblástica a expensas de galena. Mina Rara Fortuna. Luz reflejada, x 100. 4) Arsenopirita, enargita, blenda, galena y cuarzo. Mina Garibaldi. Luz reflejada, x 100. 5) Tablillas de jamesonita con borde de bournomita en la galena de Rara Fortuna. Luz reflejada, x 600. 6) Depósito perimetral de plata nativa alrededor de blenda. Mina La Vibora. Luz reflejada, x 100. 7) Depósito supergénico de acantita sobre la galena de Ana María. Luz reflejada, x 100. 8) Pseudomorfosis de limonitas y calcosina según pirita. Mina Venus. Luz reflejada, x 100. 9) Textura dendrítica de oxidación calcopirita-covelina. Dos Pozos. Luz reflejada, x 100. 10) Textura colloforme descendente. Descloizita, calcedonia, opalo. Mina Doering. Luz refractada, x 80.

orientan la identificación del mineral primario lixiviado. Las más comunes corresponden a las esponjas celulares de pirita, arsenopirita y calcopirita, con celdillas pequeñas ortogonales o pseudorrómbicas. Es interesante señalar que material limonítico derivado de arsenopirita ha dado un difractograma con líneas distintivas de escorodita (Mina Eufemia), pero el mineral es irreconocible en la mezcla de óxidos. "Boxworks" gruesamente septados, de gran tamaño, con trabéculas en un enrejado anguloso, son típicas de blenda. La galena rara vez genera limonita indígena, en cambio suele receptor limonitas circundantes, derivadas de los minerales primarios de hierro, en sus oxidados cerusita y anglesita. Las limonitas transportadas ocurren en pátinas o cortezas de distinta consistencia conforme a la proporción de jaspe asociado. Depósito de limonitas en agregados columnares de coagulación conjunta gel de sílice-óxido de hierro no faltan en las salbandas.

Yeso $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:

En pequeñas cantidades y circunscripto a la zona superficial de las vetas. Casi siempre en agregados opacos de grano fino, pero también en laminillas transparentes de selenita.

Calcita CaCO_3 :

Habitualmente de origen secundario o descendente se la encuentra muy distribuida en los filones del distrito. La calcita parda compacta en bandas gruesas de crustificación de El Espejo y los nódulos de calcita espática blanca de Rara Fortuna configuran excepciones de gangas carbonáticas de aparente origen ascendente.

Duftita $\text{CuPb}[(\text{OH})|\text{AsO}_4]$:

Se presenta en delgadas drusas superficiales de cristales deformados, de hábito prismático, color gris verdoso oscuro y raya blanca. En grano suelto muestra refringencia muy alta, carácter biaxial y signo óptico negativo. Es un accesorio poco común en la zona de oxidación de Agua del Rubio, Venus y Ana María.

Piromorfita $\text{Pb}_5[\text{Cl}|(\text{PO}_4)_3]$:

Se presenta en costras o masas informes de brillo graso a vítreo, color blanco verdoso, amarillento o gris ceniza. En ocasiones forma cristales de hábito acicular engrosados en su parte media que se agrupan en

frisos o rosetas (Juan Chiquito, Ana María). En los cristales se reconocen las formas $\{10\bar{1}0\}$ y $\{0001\}$. En Juan Chiquito se asocia con vanadinita que lo reemplaza epigenéticamente.

Vanadinita $\text{Pb}_5[\text{Cl}|(\text{VO}_4)_3]$:

Luego de la descloizita es el vanadato más abundante en las monteras de los filones de El Guaico. Conforman agujas prismáticas hexagonales y más frecuentemente masas cristalinas pseudomórficas de otros minerales tempranos primarios o descendentes. En colores pardo rojizo, pardo amarillento o bien amarillo claro, casi transparente. Por lo general, en donde coexiste descloizita con vanadinita esta última tiene tonos más claros que la primera y la distinción segura requiere un grano suelto, pues las pseudomorfosis desorientan la diagnosis cristalográfica. De mina Venus proceden hermosos soles radiados de cristales aciculares amarillo claro dispuestos paralelamente a fracturas o superficies planas de las vetas.

Brackebuschita

$\text{Pb}_2(\text{Mn,Fe,Zn})(\text{VO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$:

Es el vanadato menos frecuente en la paragénesis del distrito, pero sin duda el más inconfundible con su hábito de prismas alargados según el eje cristalográfico *b* y aplastados por el desarrollo dominante del Primer Pinacoide (100). En drusas y geodas de cristales de no más de 3 mm de largo, de color negro, brillo acerado a vítreo y translucencia rojiza en las aristas delgadas. Las propiedades ópticas y los espaciados obtenidos concuerdan con los publicados para esta especie.

Descloizita $\text{Pb}(\text{Zn,Cu}[\text{OH}|\text{VO}_4])$:

Muy común y mejor distribuido en las menas vanadiníferas. Forma cristales pseudorrómbicos cuneiformes y achatados por el desarrollo preferencial de prismas y pinacoides paralelos al eje cristalográfico *a* en la primitiva orientación de Descloizeau. Predominan los agregados costriformes irregulares. El mineral es de color oscuro, pardo, pardo rojizo y con menor frecuencia pardo claro a amarillo. El tamaño individual de los cristales hallados casi siempre supera al de los otros vanadatos. En Mina Doering se aprecia la naturaleza póstuma de la descloizita que rellena las últimas oque-

CUADRO VI
DIAGRAMA PARAGENETICO

ZONA	MINERAL	FASES HIPOGENICAS			FASE DE ALTERACION HIDROTHERMAL	FASES SUPERGENICAS	
		I	II	III		OXIDACION	CEMENTACION
HIPOGENICA	ARSP	—	—				
	PIRT	—	—	—			—?
	MGNT	—	—				
	BLND	—	—	—			
	GALN	—	—	—			
	TTRD	—	—	—			
	FRBR	—	—	—			
	CLCP	—	—	—			
	ENRG	—	—				
	LKNT	—	—				
	SL-BR	—	—	—			
	JMSN	—	—	—			
	BRNN	—	—				
	PRST	—	—				
	PRRG	—	—	—			
	STPH	—	—	—			
	FRSL	—	—				
	ESTN	—	—				
	ESTD	—	—				
	KSTR	—	—				
	RDST	—	—				—?
	ORO	—	—				
	WRTZ	—	—				
GRNC	—	—					
CURZ	—	—	—	—	—	—	
SRCT	—	—	—	—	—	—	
CALN	—	—	—	—	—	—	
CLCT	—	—	—	—	—	—	
SUPERGENICA	YESO				—	—	—
	CRST				—	—	—
	ANGL				—	—	—
	WLFT				—	—	—
	PRMR				—	—	—
	VNDT				—	—	—
	DSCL				—	—	—
	BRCK				—	—	—
	DFTT				—	—	—
	KRIN				—	—	—
	MLQT				—	—	—?
	AZRT				—	—	—
	CRSC				—	—	—
	HMTT				—	—	—
	GHTT		—?		—	—	—
	IMNT				—	—	—
	PRLS				—	—	—
	PSLM				—	—	—
	CLCF				—	—	—
	WAD				—	—	—
	MRC5				—	—	—
	CVLL				—	—	—
	DGNT				—	—	—
CLCS				—	—	—	
ARGN				—	—	—	
PLAT				—	—	—	
ALLR				—	—	—	
CLCD				—	—	—	
OPAL			—	—	—	—	

dades de la veta dejando un residuo central de un vanadato isótropo colloforme. En donde descloizita coexiste con vanadinita la reemplaza o se deposita en forma tardía. Descloizita, vanadinita y brackebuschita han sido descubiertos por L. Brackebusch en 1878 y luego descritos en una clásica monografía publicada en 1883 en colaboración con Rammelsberg, Doering y Webski.

Los efectos termales de las vetas incluyen el crecimiento de sericita y caolinita, preferentemente a expensas de los feldespatos de las rocas de caja. Sericita primaria ocluida en cuarzo hipogénico procede de Rara Fortuna. Depósitos de sílice bajo la forma de calcedonia y ópalo son muy frecuentes. El ópalo es uno de los últimos minerales de la secuencia paragenética, inclusive posterior a los vanadatos sobre los cuales puede formar una delgada película córnea. En la tabla "B" figuran los espaciados de algunos de los minerales identificados en este estudio.

Sucesión paragenética

El cuadro VI muestra el diagrama paragenético generalizado que surge del examen de las menas utilizando los criterios texturales de mayor aceptación.

Agradecimientos

El autor desea expresar su reconocimiento a la Doctora M. K. Brodtkorb por el valioso asesoramiento prestado durante la ejecución del trabajo. A la Doctora H. D. Gay las generosas facilidades brindadas en la Cátedra de Mineralogía de la Universidad Nacional de Córdoba. Al Doctor N. A. Hillar, el haber posibilitado en gran medida las tareas de campo y la eficaz ayuda en el terreno del colega M. A. Galliski junto a varios amigos. A los Doctores G. Bossi, M. E. Teruggi, M. A. Iñíguez y S. Ametrano, el acceso a sus equipos de difracción de rayos X. Al Doctor G. C. Amstutz, las determinaciones de microsonda electrónica. A los señores R. Romano, J. A. Meregaglia y R. Domínguez, de la Universidad Nacional de Salta, su desinteresada colaboración.

Lista de trabajos citados en el texto

- Alberdi, M., 1880. *Informe sobre la minería y los principales criaderos metalíferos de la Provincia de Córdoba*. (Inédito), Buenos Aires.
- Almeida, F. F. M. de, 1976. *The Upper Precambrian of South America*. Bol. I. G. Inst. Geocs., Vol. 7, pp. 45-80, São Paulo.
- Angelelli, V., 1941. *Los yacimientos minerales y rocas de aplicación de la República Argentina. Su geología y relaciones genéticas*. Dir. Nac. Geol. Min., Bol. 50, Buenos Aires.
- 1950. *Recursos minerales de la República Argentina. I Yacimientos Metalíferos*. Inst. Nac. Inv. Cien. Nat., Mus. Arg. Cien. Nat. Bernardino Rivadavia, Rev. II, Buenos Aires.
- 1971. *Geología de los yacimientos metalíferos argentinos*. I Simp. Nac. de Geol. Ec. I: 141-150. San Juan.
- Angelelli, V. y T. Ezcurra, 1962. *Recursos minerales*. Cons. Fed. Inv. Serie: Evaluación de los Rec. Nat. de la Arg. VI. Buenos Aires.
- Baldis, B. A., J. Viramonte y J. Salfity, 1975. *Geotectónica de la comarca comprendida entre el Cratógeno Central Argentino y el borde austral de la Puna*. II Congr. Ibero-Am. Geol. Ec. IV: 25-44, Buenos Aires.
- Beder, R., 1927. *Los yacimientos minerales de la República Argentina relacionados con las rocas ígneas de las diferentes épocas geológicas*. Univ. Nac. Cba., Rev. XIV: 3-28, Córdoba.
- 1930. *La minería de la Sierra de Córdoba. Las minas de tungsteno, vanadio y bismuto*. Rev. Riel y Fomento, IX, Buenos Aires.
- Bodenbender, G., 1905. *La Sierra de Córdoba, constitución geológica y productos minerales de aplicación*. I. *Las especies minerales*. II. *Yacimientos Metalíferos*. Min. Agr. Se. Geol. Mineral. y Min., Anal. I (2), Buenos Aires.
- Bracaccini, I. O., 1971. *El factor estructural en la búsqueda mineral*. 1er. Sim. Nac. de Geol. Econ., I: 165-178, San Juan.
- Brackebusch, L., C. Rammelsberg, A. Doering y M. Websky, 1883. *Sobre los vanadatos naturales de las provincias de Córdoba y San Luis, República Argentina*. Acad. Nac. Cien. Bol. V: 439-524, Córdoba.
- Camardo, A. y J. Oliva Martínez, 1955-1955. *Informe general correspondiente a la Comisión Reacondicionamiento-Reordenamiento Catastral de las minas de vanadio, plomo y plata de la zona de Dos Pozos*. Dirección de Minas Geología y sus Industrias. (Inédito), Buenos Aires.
- Cingolani, C. A. y R. Varela, 1975. *Geocronología Rb-Rr de las rocas ígneas y metamórficas de las Sierras Chica y Grande de Córdoba, República Argentina*. II Con. Ibero-Am. Geol. Econ., (1): 9-35, Buenos Aires.
- Claringbull, G. F. y M. E. Hey, 1955. *Isostannite*. Priv. Commn. Min. Soc. London Nº 91, London.
- Coll, N., 1944. *Informe relacionado con la inspección efectuada al grupo de minas Dos Pozos, Córdoba*. Dir. Gral. Fab. Mil., Dpto. Minería, Cpta. Nº 30, (inédito), Buenos Aires.

- D'Aloia, M., 1957. *Informe referente a los yacimientos de vanadio de la Provincia de Córdoba*. Dir. Prov. Min., Bol. 53, Córdoba.
- Fester, G., 1946. *La geoquímica de los filones vanadiníferos*. Fac. Qui. Ind. Agr., Rev. XIV: 169-174, Santa Fe.
- Figueroa, L. A., 1971. *Fotolineamientos y mineralización en el NOA*. 1er. Sim. Nac. de Geol. Econ., 1: 107-124, San Juan.
- Fleischer, M., 1966. *Index of new mineral names, discredited minerals and changes of mineralogical nomenclature in Volumes 1-50 of the American Mineralogist*. Am. Min., 51: 1248-1357.
- Gordillo, C. E. y A. N. Lencinas, 1972. *Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis*. En *Geología Regional Argentina*. Ed. A. F. Leanza. Acad. Nac. Cien., Córdoba.
- Gordillo, C. E., 1976. *Relatorio del II Simposio de Geología Regional Argentina*. (Inédito), Córdoba.
- Higgins, M. W., 1971. *Cataclastic Rocks*. Geol. Surv. Prof. paper 687, Washington.
- Hillar, N. H. y Asociados, 1974. *Informe sobre planta de beneficio de minerales en cuatro distritos mineros, Provincia de Córdoba*. Cons. Fed. Inv. (inédito), Buenos Aires.
- Kato, A., 1969. *Stannoidite, $Cu_3(Fe, Zn)_2SnS_8$, a new stannite-like mineral from the Konjo Mine, Okayama Prefecture, Japan*. Nat. Sci. Mus. Bull. 12, (1): 165-172, Tokyo.
- Kutina, J., 1957. *A contribution to the classification of zoning in ore veins*. Univ. Carol. (Geol.) Acta, 3: 197-225, Praga.
- 1963. *The distinguishing of the monoascendent and polyascendent origin of associated minerals in the study of the zoning of the Pribram ore veins*. Prob. Postmagm. Dep., 1: 200-206.
- Lapicous, A. y J. C. Fernández Lima, 1960. *Yacimientos de plomo, plata y zinc de las provincias de Córdoba y San Luis*. Dir. Nac. Geol. M., Inf. Téc. 12, Buenos Aires.
- Leguizamón, R., 1972. *Estudio paleobotánico de la Formación Tasa Cuna, Pérmico Inferior de la Provincia de Córdoba*. Ameghiniana 9, (4): 305-342, Buenos Aires.
- Lema, M., 1958. *Informe de trabajos de prospección realizados en la campaña Marzo-Abril por la Comisión N° 4*. Com. Nac. En. At. (inédito), Buenos Aires.
- Levy, C., 1956. *La stannite jaune du gisement de Vaulry, Haute Vienne*. Soc. Franc. Miner. Crist., Bull. 79: 383-391.
- 1967. *Contribution a la mineralogie des sulfures de cuivre du type Cu_3XS_4* . Bureau Rech. Geol. Min. Mem. 54: 1-179, Paris.
- Linares, E. y U. Cordani, 1975. *Edades potasio-argón de anfíbolitas de la Provincia de Córdoba, República Argentina*. VI Cong. Geol. Arg., (en prensa), Bahía Blanca.
- Linares, E., 1977. *Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Serie B, 4: 1-38, Buenos Aires.
- Lucero, H. N., 1976. *Descripción de la Hoja Geológica 19 h - Cruz del Eje, Provincia de Córdoba*. (En prensa).
- Martcorena, H., 1947. *Contribución al estudio de la presencia de cadmio en los minerales de plomo de la mina Santo Domingo de la provincia de Córdoba*. Univ. Nac. La Plata. Fac. Cien. Quím., Rev. II: 249-253, La Plata.
- Mon, R. y A. Urdaneta, 1972. *Introducción a la geología de Tucumán, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVII (3): 309-329, Buenos Aires.
- Olsacher, J., 1938. *Los minerales de la Sierra de Córdoba*. Univ. Nac. Cba., Fac. Cien. Exac. Fis. Nat., Bol., 1: 85-146, Córdoba.
- 1942. *La geología de los yacimientos de la Sierra de Córdoba. Historia de su explotación*. Univ. Nac. Cba., Fac. Cienc. Exac. Fis. y Nat., Bol., V, (1 y 2): 145-225, Córdoba.
- 1964. *Descripción geológica de la Hoja 19 h - Cruz del Eje, Provincia de Córdoba*. (Manuscritos parciales inéditos), Córdoba.
- Pace Gigli, E., 1944. *Yacimientos de minerales de plomo, plata y zinc de los departamentos Minas y Cruz del Eje, Provincia de Córdoba*. Tesis Univ. Nac. Cba. (inédita).
- Ramdohr, P., 1944. *Zum Zinnkiesproblem*. Preuss. Akad. Wiss. Math. Nat. Kl., Abh. 4: 1-30, Berlin.
- 1960. *Die Erzminerale und ihre Vermachsungen*. 3 Auflage, Akademie Verlag, Berlín.
- Rammelsberg, C., 1888. *Ueber die Vanadinerze aus dem Staate Córdoba in Argentinien*. Zeit. der Deutsch. Geol. Gesell., XXXII: 708-713.
- Romero, A. J. B., A. Herrera y L. T. Galeano, 1972. *Banco de datos geológicos y económicos de los yacimientos argentinos*. Fund. Bariloche, Publ. 8, San Carlos de Bariloche.
- Sgrosso, P., 1946. *Las minas de Pb, Ag, Zn y Cd del departamento Minas, Provincia de Córdoba*. Dir. Nac. Geol. Min., Carpeta N° 48, Buenos Aires.
- 1949. *Nota sobre la presencia del cadmio en los minerales de plomo de la mina Santo Domingo de la Provincia de Córdoba*. Mus. La Plata, Sec. Geol., Rev. IV: 203-299, La Plata.
- Souza, C., 1924. *Informe interno de producción para la Cía. Unión Minera del Plata*. (Inédito), Córdoba.
- Springer, G., 1968. *Electronprobe analysis of stannite and related tin minerals*. Min. Mag., 36: 1045-1051, London.

- Stappenbeck, R., 1918. *Los yacimientos minerales y rocas de aplicación de la República Argentina*. Dir. Gral. Min. Geol. Hidr., Serie B, Bol. 19, Buenos Aires.
- Stelzner, A., 1873. *Mineralogische Beobachtungen im Gebiete der Argentinischen Republik*. Tschermak Min. Mitt., Viena.
- 1885. *Beitrage zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik*. Cassel und Berlin.
- Turner, J. C. M. y V. Méndez, 1975. *Geología del sector oriental de los departamentos de Santa Victoria e Iruya, Provincia de Salta, Argentina*. Acad. Nac. Cienc., Bol. LI, Ent. 1 y 2, Córdoba.
- Webski, M., 1885. *Ueber die Vanadinsäure enthaltenden Bleierze aus der Provinz Córdoba in Argentinien*. Sitzug. der Preuss. Akad. Wiss. p. 95.
- Wiedemann, H., 1927. *Geologische und Bergmännische Untersuchungen der Vanadinlagerstätten in der Sierra de Córdoba, Argentinien*. Mitt. aus dem Roemer-Museum, N° 28, 30 págs., Hildesheim.
- Zuccarin, A., 1944. *Referencias geológicas técnico-económicas con respecto a las minas Santo Domingo, La Vibora y Agua del Rubio*. Dir. Gen. Fab. Mil., Dpto. Minería Cpta. N° 30, (inédito), Buenos Aires.

Recibido: setiembre 21, 1978.

LOS YACIMIENTOS MINERALES UBICADOS AL OESTE DE LA MINA "GONZALITO", DEPARTAMENTO SAN ANTONIO Y VALCHETA, RIO NEGRO

JORGE M. VALLES *

* Instituto Tecnológico de Minería y Aguas Subterráneas "Los Alamos", prov. de Río Negro.

Resumen

Se describen las características geológicas y estructurales de un área de 150 km², situada al oeste de la mina "Gonzalito", provincia de Río Negro, y sus relaciones con la mineralogénesis de una serie de depósitos hidrotermales de Pb, W, Mn y F₂Ca localizados en dicha área.

Se concluye que corresponden a un ciclo metalogénico que afectó al sector oriental del Macizo Norpatagónico, estrechamente relacionado con la actividad magmática que se inició con un plutonismo granítico variscico, continuó en el Triásico con la localización de diques de pórfiros dioríticos y finalizó en el Jurásico inferior a medio, con un vulcanismo subsecuente de naturaleza ácida a mesosilícica. Dentro de la amplitud del ciclo metalogénico permo-jurásico, pudieron acotarse ciertas etapas de formación de yacimientos de plomo y otras de wolframio y fluorita, conclusiones que surgen del análisis estructural, mineralógico y de localización.

1. Introducción

1.1. Objetivos y metodología

Este trabajo fue presentado por el autor en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Buenos Aires, con carácter de Tesis, para optar al Doctorado en la especialidad de Ciencias Geológicas.

La realización del presente estudio se originó en la existencia de una serie de depósitos y pequeñas manifestaciones de minerales metalíferos y de fluorita, concentrados en un área situada al SE de la provincia de Río Negro, de los cuales se tenían escasas o ninguna referencia geológica. Por consiguiente, se justificaba la realización de un estudio de conjunto, alentado por la existencia a sólo 10 km de distancia, de la mina "Gonzalito", cuya producción de Pb, Ag y Zn la ubica en segundo lugar en el país.

El objetivo del trabajo fue, entonces, arribar a un conocimiento geológico integral del distrito y particular de los yacimientos

Abstract

Geological and structural features of a 150 km² área, placed at the west of Gonzalito Mine, Río Negro Province, and their relations with a Pb, W, Mn and F₂Ca hydrothermal ore deposits serie situated in that area, are described.

It is concluded that they belong to a metallogenic cycle affecting the eastern portion of Nordpatagonian Massif, closely related to magmatic activity that began with a Variscian granitic plutonism, continued with the Triassic dioritic porphyry dikes localization and finished with a subsequent Low to Middle Jurassic vulcanism, of acid to mesosilic nature. In the course of Permo-Triassic metallogenic cycle could be denoted certain Pb and W - F₂Ca deposition periods that were inferred from structural, mineralogical and localization analysis.

involucrados, a fin de permitir a posteriori efectuar una evaluación económica de conjunto, así como conocer las condiciones de localización que sirvieran como guías para la prospección de depósitos ocultos.

Para tal fin se realizó un levantamiento geológico del distrito a escala 1:12.500 abarcando una superficie aproximada de 150 km². En sectores específicos, correspondientes a los yacimientos minerales, se efectuaron levantamientos topográfico-geológicos según los casos en escalas 1:500 y 1:1.000 mediante plancheta y teodolito, consistiendo el trabajo original en 16 planos.

El equipamiento, instrumental y medios económicos fueron aportados íntegramente por el Instituto Tecnológico de Minería y Aguas Subterráneas "Los Alamos", de la provincia de Río Negro.

1.2. Agradecimientos

Se agradece profundamente al Doctor Juan Carlos Fernández Lima, quien actuó como director de Tesis doctoral. Se queda reco-



Fig. 1. — Mapa geológico del área con ubicación de las manifestaciones minerales.

nocido a la Doctora Lidia Malvicini y a la Licenciada Nilda Urbina por la revisión de las determinaciones calcográficas. Al Doctor Eduardo Llambías y a la Licenciada Elena B. de Greco por su asesoramiento en petrografía. Al Ingeniero Químico Carlos Oliva por la realización de los análisis químicos.

1.3. Ubicación del área

El área está ubicada en la provincia de Río Negro y abarca parte de los departamentos San Antonio y Valcheta. Se llega a la misma desde la mina "Gonzalito", tomando la ruta N° 405 que conduce a Sierra Pailemán. Recorridos 11 km, se desvía por una huella a la izquierda que penetra en el área estudiada por el ángulo NE.

La mina "Gonzalito", a su vez, se ubica a 120 km de distancia de San Antonio Oeste, por caminos carreteros, en dirección SO.

II. Geología general del área

II.1. Estratigrafía - Relaciones generales

La composición geológica del área en estudio es bastante compleja, debido a la presencia superpuesta de numerosos eventos.

Esquematisando, se indica que las rocas más antiguas, que dominan ampliamente la mitad oriental del área (fig. 1) constituyen un basamento complejo metamórfico, con aporte ígneo granítico, atribuido al Precámbrico. Filitas y esquistos de bajo grado posiblemente del Paleozoico inferior, afloran en sectores alargados, controlada su presencia por fallas regionales de rumbo NO. Luego sobrevienen las intrusiones graníticas correspondientes al ciclo Variscico que afloran entre la zona de falla mencionada y el borde de la meseta basáltica. En el Triásico nuevas pulsaciones de actividad ígnea, determinaron la formación de una sucesión de diques de lamprófiros y pórfiros dioríticos alojados con exclusividad en el basamento precámbrico. Más tarde, posiblemente durante el Jurásico medio, logra su mayor desarrollo una serie efusiva que cubre parcialmente el granito dentro del área estudiada. Consiste en vulcanitas ácidas y pequeños cuerpos hipabisales intruidos en los terrenos precámbricos y paleozoicos, así como andesitas presentes en el norte del área mapeada.

Superponiéndose a las unidades mencionadas, constituye el límite occidental del área el basalto de mesada, de edad terciaria,

ocultando también, posibles manifestaciones minerales que formarían parte del distrito en estudio. El área es cubierta parcialmente por depósitos cuaternarios aluviales, por ciertas acumulaciones conglomerádicas modernas, mapeadas como cuaternario indiferenciado y por el coluvio de granitos, rocas precámbricas y vulcanitas mesozoicas, según las áreas en que predomina cada una.

Debido a los restringido del área estudiada y por la necesidad de tener una visión más amplia del problema geológico, resultó de fundamental importancia la consulta de los trabajos realizados en la zona por Núñez *et al.* (1975), Ramos (1975) y la recopilación efectuada por Stipanovic y Methol (1972).

G. A. B. R. G. N° 1

CUADRO ESTRATIGRAFICO

Depósitos aluviales (arenas y rodados)	Cuaternario	T. T. C.
Depósitos coluviales (clastos angulosos)		
Conglomerados		
Basaltos de meseta	Terciario (Plioceno)	T. T. C.
----- Discordanza -----		
Vulcanitas efusivas ácidas e mesocliticas riolitas y andesitas estratificadas, diaclas y cuerpos hipabisales riolíticos.	Jurásico inferior a medio.	M. Z. C. I.
----- Discordanza -----		
Vulcanitas pórfiros dioríticos y espuseríticos	Triásico	M. Z. C. I.
----- Discordanza -----		
Migmatitas graníticas. Granitos rosados.	México	P. Z. C. I.
----- Discordanza -----		
Filitas, esquistos cuarzo-ticóceos, esquistos silíceos (metamorfismo regional de bajo grado)	Paleozoico inferior?	P. Z. C. I.
----- Discordanza -----		
Gneiss migmatíticos. Migmatitas, gneiss de inyección, micacitas diaclásicas anisométricas y melanocráticas (metamorfismo regional de alto grado).	Precámbrico	P. Z. C. I.

II.2. Descripción de las unidades geológicas

a) PRECÁMBRICO

Comprende principalmente rocas foliadas, producto de un metamorfismo regional de alto grado, intensamente inyectadas por un aporte ígneo de composición granítica. En la región predominan gneiss, micacitas, esquistos anfibólicos, típicas migmatitas y rocas diasquísticas aplopegmatíticas y melanocráticas. El neosoma granítico, además de inyectar profusamente en estructura "capa a capa" a las rocas foliadas, constituye cuerpos leucocráticos elongados.

En el ángulo SE de la zona mapeada se distingue un cuerpo granítico de unos 5 x 2 km, cuyos contactos con las rocas

esquistosas son difusas debido al pasaje transicional de unas a otras, en una extensión de cientos de metros. Se diferencia del resto del basamento por el predominio casi total de un granito anatóctico de colores rosados y blancos, composicionalmente normal pero con marcada foliación en determinados sectores. Si bien todos los terrenos precámbricos de la región están profusamente intruidos por rocas graníticas, en este sector en particular, se ha conformado un cuerpo de dimensiones considerables, indicando quizá el lugar donde la granitización fue más intensa.

Todo este complejo pertenece al denominado Grupo Valcheta por Núñez *et al.* (1975), al que algunos autores atribuyen edad precámbrica con dudas (Zöllner, 1951; Arnolds, 1952; De Alba, 1964 y Stipanovic *et al.*, 1968) y otros paleozoica inferior (Wichmann, 1919, 1927 b, 1934, quien cita antecedentes de Keidel y Rovereto; Braccini, 1968).

b) ECTINITAS DE PALEOZOICO INFERIOR

Se agrupan con este nombre a ciertas rocas de bajo grado de metamorfismo, carentes de aporte ígneo, de coloración gris oscura, que afloran en las inmediaciones del puesto Rincón Verde y como una franja a lo largo de una de las fallas principales del rumbo NO. Corresponden a las ectinitas El Jagüelito, denominación propuesta por Ramos (1975). Consisten en filitas y esquistos cuarzo-micáceos de grano fino y tonalidades grises oscuras a negras. En general, se encuentran intensamente microplegadas.

No muestran contacto, sino de falla, con las rocas del basamento antiguo y son intruidas por granitos pérmicos y por cuerpos hipabisales del vulcanismo mesozoico. Wichmann (1927 a), cita estas rocas en un itinerario que cruzó el área entre Aguada Capitán y Laguna Grande, pero no les atribuye edad. Stipanovic *et al.* (1968) define como metamorfitas copaleozoicas a aquellas "filitas, esquistos cuarcíticos, etc., que acusan poco grado de metamorfismo y aporte ígneo reducido o nulo". Recientemente, Rosenman (1972) acepta esta edad en la columna estratigráfica que elabora en la zona de arroyo Los Berros. Por el contrario, Ramos (1975), las ubica tentativamente en el Precámbrico, aunque no descarta la posibilidad de que puedan ser copaleozoicas pre-silúricas.

c) PLUTONITAS PÉRMICAS

Afloran en gran superficie del área mapeada al SO de las fallas principales y hasta el pie de las mesadas de basalto. Intruyen a las ectinitas del Paleozoico inferior y son cubiertas discordantemente por mantos de vulcanitas ácidas mesozoicas, así como intruidas por pequeños cuerpos hipabisales y diques riolíticos del mismo complejo. No se observa la relación con el basamento antiguo, siendo los contactos solamente estructurales originados en fallamiento.

Según Stipanovic y Methol (1972), por dataciones absolutas, se confirmó enteramente la edad pérmica de la mayoría de los cuerpos plutónicos del macizo Norpatagónico, que con anterioridad se ubicaban casi sin excepción en el Precámbrico, pese a las primeras opiniones de Stappenbeck (1913) y Wichman (1919, 1927 b, 1934) quienes consignaban un magmatismo paleozoico en el macizo. En especial, para el granito Sierra Pailemán (Núñez *et al.*, 1975), al que pertenece el que aquí se considera, se determinó 270 ± 10 m.a. (Pérmico inferior), aunque en las determinaciones para otras localidades, predomina la edad pérmica superior. Stipanovic ha agrupado a estas plutonitas bajo la denominación de Formación Michihuau (Stipanovic *et al.*, 1968). En general, predominan los granitos leucocráticos rosados con textura granular hipidiomorfa compuestos por ortosa peritítica y microclino, cuarzo xenomorfo, tablillas de andesina y escasa biotita como único mafito presente.

También son muy frecuentes los granitos cuyo tamaño de grano en general no mayor de 1,5 mm, de textura aplítica panolotriomorfa.

d) ROCAS MILONITIZADAS

Se incluye bajo esta denominación a una faja rocosa alineada en dirección NO-SE, a lo largo de la zona de fallamiento principal que cruza el área mapeada. Logra su máxima expresión superficial en el extremo SE, extendiéndose en abanico para llegar a la ruta mina "Gonzalito"-Los Berros.

Se han originado durante un proceso tectónico acaecido con posterioridad a la consolidación de los granitos pérmicos y con anterioridad al emplazamiento de los diques dioríticos en el Triásico.

Se trata en general de rocas de difícil identificación macroscópica, de tonalidades pardo-rojizas oscuras y que, debido al

tono también oscuro en las fotos aéreas, son fácilmente confundibles con las ectinitas paleozoicas, requiriendo para su delimitación un estrecho control de campo. Son rocas compactas, de textura mayormente afanítica e intensamente silicificadas.

De acuerdo con la localización geológica del área milonitizada y la composición mineralógica de estas rocas, se suponen originadas en la transformación cataclástica de rocas pérmicas y/o pre-pérmicas de composición granítica. No obstante, en las inmediaciones de la mina "Guillermito" se ha determinado la presencia de filitas milonitizadas, que conservan algunas de las características originales.

e) DIQUES TRIÁSICOS

Localizados en las rocas precámbricas, se encuentra una serie de diques de longitud y espesor variado. Algunos alcanzan hasta 10 km de extensión y 30 m de ancho y otros no superan de 1 m de potencia y pocos metros de longitud. Son de colores generalmente oscuros, rojo ladrillo, gris verdoso y negro grisáceo, porfíricos y de composición diorítica cuarcífera y espessartítica, estos últimos de emplazamiento posterior a los primeros.

Con relación a su posición geológica, estos diques adquieren singular importancia para el fechado de los eventos metalogénéticos, debido a su vinculación espacial con los depósitos minerales. Atraviesan discordantemente todo el complejo ígneo-metamórfico precámbrico. Por la posición estratigráfica, relación estructural y datado absoluto¹ de una muestra obtenida por el autor en un dique emplazado entre las minas "María Teresa" y "Tres Marías", se les asigna edad triásica.

f) COMPLEJO EFUSIVO JURÁSICO

Corresponde a una serie volcánica que logra gran difusión en el ámbito del Macizo Norpatagónico y que comprende rocas efusivas lávicas, principalmente ácidas y en menor proporción mesosilícicas, con sus asociadas tobas, ignimbritas y brechas, así como diques y cuerpos hipabisales de igual composición.

Ya Wichmann (1919, 1927 a y b, 1934)

describe para la región los "pórfidos cuarcíferos y sus tobas" y les atribuye edad triásica superior citando como antecedente a Delhaes¹, quien les adjudicó edad rética, por lo menos supratriásica.

Más recientemente y referido a distintas zonas de la patagonia extraandina septentrional, gran parte de ellos son atribuidos al Triásico inferior (asimilables al Grupo Choiyoi, Stipanitic y Methol, 1972), aunque se consignan eventos magmáticos liásicos (Sañicolitense del norte del Macizo).

En el área que nos ocupa, porción oriental del Macizo Norpatagónico, se le asignó la denominación de Formación Marifil (Malvicini y Llambías, 1974) correspondiéndole edad jurásica inferior a media (Núñez *et al.*, 1975) en base a dataciones bioestratigráficas y radimétricas. Una riolita recolectada por Ravazzoli (1975), en el extremo oriental de la sierra de Pailemán, acusó mediante el método K-Ar una edad de 160 ± 10 m.a.

Si bien en un sector pequeño en el NO del área hallaron andesitas, las rocas ácidas predominan en la zona SO del área relevada. Son riolitas y pórfiros riolíticos de colores predominantemente rojizos, algunos gris oscuro, color conferido por la tonalidad negruzca de la pasta y otros pardo blancuzcos. Presentan fenocristales de cuarzo, ortosa y láminas de biotita. La pasta es microfelsítica, en casos esferulítica.

No se observan en el campo ni en los fotogramas, características que permitan determinar con exactitud las relaciones de yacencia de estas rocas dentro de la zona en estudio. No obstante, en ciertos lugares se definen mantos depositados sobre los granitos y en otros, evidentes cuerpos hipabisales. En el centro del área, domina como máxima elevación topográfica, un cuerpo subvolcánico, intruido en el basamento precámbrico y actualmente expuesto por la erosión.

g) BASALTOS PLIOCENOS

En las cercanías, se encuentran las elevaciones mesetiformes de basaltos olivínicos que constituyen el borde oriental de la Meseta de Somuncurá. Pertenecen a la Formación Coyocho (Núñez *et al.*, 1975) y se les asigna edad pliocena (Wichmann, 1927 a y b; Cortelezzi, 1969).

¹ Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (1976), método K-Ar.

¹ No indica año del trabajo.

h) CUARTARIO

Depósitos aluviales —arenas, gravas, cantos rodados y materiales limmicos— y coluviales, debido al relieve suave de la región cubren grandes extensiones, dificultando las observaciones mineras.

II.3. Estructura

Dentro de las limitaciones que impone la observación en un área restringida, se considera que las estructuras presentes se deben, generalizando, a tres etapas principales de actividad tectónica, a saber: movimientos correspondientes a la fase Tacónica del ciclo Caledónico, efectos póstumos del ciclo Variscico y movimientos localizados entre el Triásico y Jurásico medio.

Las rocas foliadas del basamento precámbrico así como las de menor grado de metamorfismo atribuidas al Paleozoico, presentan esquistosidad e intensos microplegamientos, originados los últimos en esfuerzos compresionales relacionados posiblemente con la fase Tacónica del ciclo Caledónico de orogénesis. Se ubican tentativamente en esta fase ya que los sedimentos epimetamorfizados de la Formación Ferrífera silúrica de Sierra Grande, no están afectados por este tipo de plegamiento de corta longitud de onda, sino que lo hacen en grandes anticlinales y sinclinales. Los últimos estarían referidos a la orogenia Hercínica (Núñez *et al.*, 1975).

Con posterioridad a la intrusión de las plutonitas graníticas pérmicas, se sucede un proceso de fracturación que puede ser relacionado con los últimos efectos de la orogenia Variscica, localizado entre el Pérmico y el Triásico. Es el causante de fallas de carácter regional de rumbo N 40°50' O, que atraviesan el área en esa dirección y afectan notoriamente a las ectinitas del Paleozoico inferior y a los granitos pérmicos, no así a las efusivas jurásicas. A su vez, en el ámbito del basamento precámbrico, determinaron líneas de debilidad donde se localizaron los diques dioríticos y lamprofíricos de edad triásica. Han originado una extensa zona de milonitización que en lugares supera los 2 km de ancho, verificándose intenso brechamiento y silicificación en las líneas centrales de las fallas. Si bien no existen suficientes evidencias, se supone que son fallas de desplazamiento de rumbo, bastante verticales ya que sus trazas son rectas y sin

desviaciones de importancia ante variaciones topográficas. Elementos a favor de esta hipótesis, serían los efectos de cizallamiento de las rocas afectadas, la ramificación en varios planos de falla en la zona centro-sur del área, y la disposición escalonada y alternando con planos de falla, de varios afloramientos de filitas hacia el sud de nuestra zona (Ramos, 1975).

Un nuevo ciclo diastrófico, localizado entre el Triásico y el Jurásico medio, da lugar a la formación de un sistema de fallas de menor magnitud, orientadas en el cuadrante NE, variando de rumbo entre N 20° E y N 80° E pero en forma más conspicua N 35° a 45° E. Cortan notablemente a los diques triásicos, determinando resaltos en su continuidad que ponen en evidencia desplazamientos de rumbo que, según la magnitud de las fallas, oscilan entre uno y 400 metros. Este sistema de fracturación no afecta en forma notable a las vulcanitas jurásicas, circunstancia que se observa especialmente en el cerro ubicado a 1.000 m al O de El Jagüelito, donde la intrusión del cuerpo riolítico interrumpe la continuidad de las fallas. Varias de las fisuras de este sistema están mineralizadas, constituyendo por ejemplo, las vetas de plomo "María Teresa", "Tres Marias", "Gonzalito" y "Polito".

Con posterioridad a los diastrofismos mencionados, y a la localización de las vulcanitas jurásicas, se observan efectos de reactivación leve de las fracturas más antiguas evidenciados en brechamiento de minerales de relleno de las brechas. Asimismo se formaron fisuras menores, algunas de las cuales llegan a afectar hasta las riolitas. Entre ellas se encuentran las que luego fueron mineralizadas con fluorita y hübnerrita. Podrían estar originados en movimientos del ciclo Larámico, que, según Núñez *et al.* (1975) afectaron a las rocas de la Formación Marifil produciendo estructura homoclinal, diaclasas, fallas y un suave plegamiento apenas esbozado.

III. Los yacimientos minerales

III.1. Localización

Dentro del área mapeada (fig. 1), los yacimientos minerales pueden agruparse en dos zonas principales:

- a) En una faja N-S de aproximadamente 8 km de longitud, que se extiende

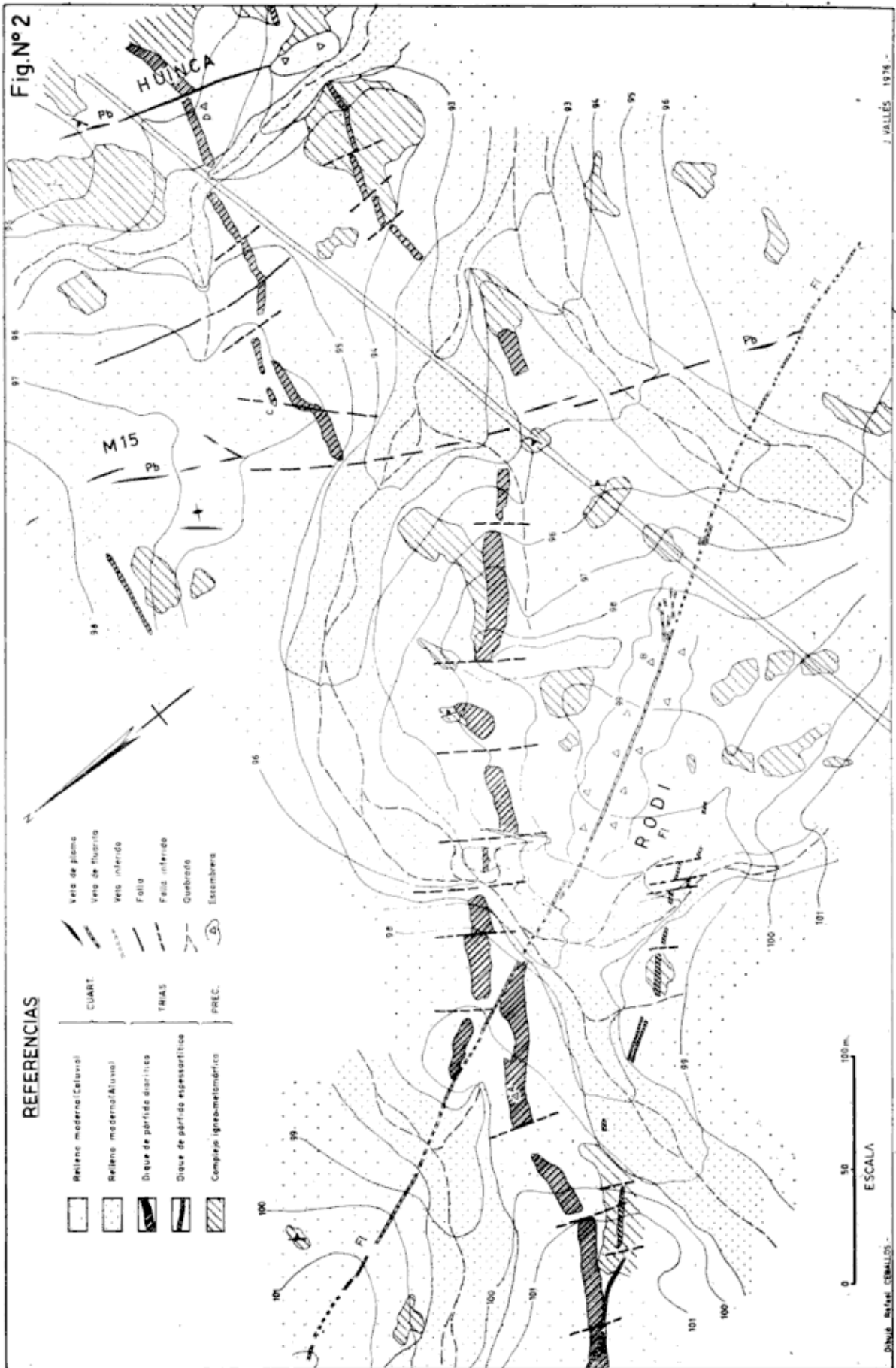


Fig. 2. — Se observan los diferentes sistemas de fracturación mineralizados con Pb (Huinca y M 15) y fluorita (Rodi). Los diques de pórfiros son afectados por ambos sistemas.

C U A D R O N° 2

Yacimiento	Mineral o elem.pred.	Roca de caja	Vinculación genética	Clasificación genética	Ciclo metalo-genético	Edad
"María Teresa"	Pb, F ₂ Ca	Rocas precámbricas y diques triásicos	Granito pérmico ? diques triásicos ?	Epitermal	Permo-jurásico	Triásico-Jurásico
"Tres Marías"	Pb, F ₂ Ca	" "	" "	" "	" "	" "
"Huínca"	Pb, F ₂ Ca	" "	" "	" "	" "	" "
"M 13"	Pb, F ₂ Ca	" "	" "	" "	" "	" "
"M 15"	Pb, F ₂ Ca	" "	" "	" "	" "	" "
"Don Lalo"	Pb.	Granito pérmico	" "	" "	" "	" "
"M 12"	Pb.	" "	" "	" "	" "	" "
"M 3"	Pb.	Milonitas	" "	" "	" "	" "
"Guillermito"	W, F ₂ Ca	Milonita-riolita jurásica	Vulcanitas jurásicas	Hipoterma c/ recurrencia epitermal	" "	Pos-Jurásico medio
"M 5"	W	Granito pérmico	" "	" (?)	" "	" "
"Tina"	F ₂ Ca, W	" "	" "	Epitermal	" "	" "
"M 1"	F ₂ Ca	Riolita jurásica	" "	" "	" "	" "
"Rodi"	F ₂ Ca	Rocas precámbricas y diques triásicos	" "	" "	" "	" "
"San Octavio"	F ₂ Ca	Rocas precámbricas	" "	" "	" "	" "
"M 14"	F ₂ Ca	Milonitas	" "	" "	" "	" "

desde la mina "San Octavio" al N hasta el puesto El Dragón, al S, en la que se localizan, de N a S los siguientes depósitos o manifestaciones: "San Octavio" (fluorita), "Rodi" (fluorita), "M 15" (Pb), "Huinca" (Pb), "María Teresa" (Pb), "M 13" (Pb), "Tres Marías" (Pb) y "M 14" (fluorita).

- b) En un área de 7 km², a 7 km al W de la anterior, lindera al puesto El Jagüelito, ubicada sobre la faja de fallamiento regional de rumbo NO-SE. La mayoría de las manifestaciones se encuentran entre los dos planos de falla principales (fig. 1). Los depósitos del área son: "Don Lalo" (Pb), "Guillermite" (W), "M 1" (fluorita), "M 3" (Pb), "Tina" (fluorita), "M 12" (Pb), "M 5" (W) y otras manifestaciones sin importancia (M 2, M 4, M 7, M 8, M 9, M 10), con óxidos de Mn, carbonatos de Cu y *boxworks* limoníticos.

III.2. Rocas de caja

En el cuadro 2, se indica la localización geológica de las manifestaciones hidrotermales del área, independientemente de su importancia.

En el cuadro 3, se agregan cinco yacimientos cercanos que están fuera del área estudiada, pero que se utilizarán como evidencias adicionales.

CUADRO N° 3

YACIMIENTO	MINERAL O ELEMENTO PREDOMINANTE	ROCA DE CAJA
"Gonzalito"	Pb, Zn, Ag	Rocas precámbricas y raras triásicas.
"La Querencia"	Pb	Rocas precámbricas y raras triásicas.
"Polito"	Pb	Rocas precámbricas y raras triásicas.
2.000 m al N de "Gonzalito"	W, Fyja	Rocas precámbricas.
"La Verónica"	W	Rocas precámbricas.

Como puede observarse un grupo de depósitos en los que predomina galena y fluorita, se localizan en rocas del basamento precámbrico: gneis, micacitas, migmatitas y cuerpos leucograníticos. La mayoría de ellos se alojan en fracturas que cortan a los diques triásicos intermedios, los desplazan

y brechan parcialmente en la intersección. Los fluidos hidrotermales que ascendieron posteriormente, mineralizaron también a los diques en las mencionadas intersecciones. Estos fenómenos se registran en las minas "María Teresa", "Tres Marías" y "Huinca". Fuera del área mapeada, se repiten en la veta "Gonzalito" y aledaños ("La Querencia", "Polito", etc.).

Las plutonitas graníticas pérmicas, constituyen la caja de vetas como "Don Lalo", mineralizadas con galena y óxidos de Mn y "Tina", esta última de fluorita pero con presencia aislada de hübnerita.

Rocas milonitizadas por el fallamiento de rumbo NO-SE, atribuida a edad permo-triásica, constituyen la caja de manifestaciones reducidas de fluorita, plomo y wolframio. En el caso de la veta "Guillermite", donde existe una concentración interesante de hübnerita en ganga de fluorita y sílice, parte se encuentra en las milonitas citadas pero su extremo norte pasa a una riolita perteneciente al vulcanismo jurásico.

En forma exclusiva encajadas en pórfiros riolíticos jurásicos, se encuentran pequeñas mineralizaciones de fluorita, wolframita, óxidos de manganeso y piritita.

III.3. Relación con eventos magmáticos

Como se desprende de lo expresado en el punto III.2., la mineralización de plomo-zinc llega a afectar hasta los diques triásicos. Si bien la circunstancia no es totalmente excluyente, no se han observado manifestaciones de estos elementos en rocas de la serie efusiva jurásica. En cambio, sí ocurre con el wolframio que, junto con fluorita, se localizan en pórfiros riolíticos de dicha serie.

En síntesis:

- no se han hallado manifestaciones hidrotermales anteriores al emplazamiento de los diques triásicos;
- existen manifestaciones que contienen minerales de plomo que se localizan en las rocas más antiguas que las vulcanitas jurásicas y no en éstas;
- manifestaciones de minerales de wolframio y fluorita pero sin presencia de plomo, se alojan en pórfiros riolíticos jurásicos y en rocas más antiguas.

Concluyendo:

La mineralización de plomo, se considera anterior a las etapas principales del vulca-

nismo jurásico, mientras que la de wolframio-fluorita, estaría originada en los efectos póstumos de dicho vulcanismo.

III.4. Relación con eventos tectónicos

Analizando los diseños estructurales, se ha elaborado el cuadro 4.

CUADRO N.º 4

Veta	Rumbo	Inclinación	Contiene Pb	Contiene S	F ₂ Ca
"María Teresa"	N-S	70° N a vertic.	x		
"Tres Varías"	N 20°E	subvertical	x		
"M 10"	N 20°E	?	x		
"Hudoca"	N 20°E	75° a 80° NW	x		
"M 15"	N 20°E	?	x		
"Gonzalito"	N-S a N10°E	70° a 75° S	x		
"Polito"	N-S a N10°E	75° a 80° S	x		
"La Querencia"	N 30°-40° E	40° SE			
"Don Lalo"	N 70°E	65° SW			
"M 12"	N 10°E	81°-10° E	x		
"San Octavio"	N 20°E	75°-10° SE			x
"Nodi"	N 20°E	70° N a 40°E			x
"Tina"	N 17°E	70° E a vertic.		x	
"Guillermito"	N-S	60° a 70° E		x	
"M 1"	N 50°E	60° a 75° NE			x
3.500 m N. de "Gonzalito"	N 50°E	?		x	
"Los Morros"	N 30°E	?		x	
"M 5"	N 80°E	?		x	

Del mismo se extraen las siguientes observaciones:

- El control estructural de la mayor parte de las vetas está ejercido por el sistema de fallamiento ocurrido entre el Triásico y Jurásico, no así por las grandes fisuras tardío-variscas;
- Comparando aquellas vetas que contienen Pb con las que no lo contienen (mineralizadas sólo con fluorita o con fluorita-wolframita-óxidos de Mn), surge que las primeras responden a una orientación estructural diferente de las segundas: la mayoría de las primeras tienen un arrumbamiento que se ubica en el cuadrante NE (a excepción de "Don Lalo" y "La Querencia") mientras que las segundas, preferentemente lo hacen en el cuadrante NO (a excepción de "M 5").

III.5. Ciclos metalogenéticos

En el sector oriental del Macizo Norpatagónico, y particularmente en el área que nos ocupa, se inicia un ciclo de actividad magmática con el plutonismo granítico variscico acaecido durante el Pérmico; continúa en el Triásico con la localización de los diques de pórfiros dioríticos y finaliza en el Jurásico medio con un vulcanismo subsecuente causante de la formación de

rocas volcánicas e hipabisales ácidas y mesosilíceas.

Es por ello que en toda la región, se encuentran manifestaciones hidrotermales de filiación magmática afín con el tipo de rocas descriptas y vinculadas estrechamente a la evolución del proceso eruptivo. Sin embargo, no puede establecerse con exactitud una relación absoluta entre determinada expresión rocosa y cierto tipo de yacimientos. Más bien, se supone que durante todo el período permo-jurásico, pudo haberse mantenido la actividad hidrotermal, aún en etapas en que no se formaron rocas.

No obstante, dentro de la amplitud del ciclo metalogenético, pueden acotarse ciertas etapas de formación de yacimientos.

En virtud de las observaciones expresadas en III.3. y III.4., y suponiendo argumentos de tres tipos, a saber: estructurales, de localización y mineralógicos, se propone la siguiente teoría sobre las épocas de actividad hidrotermal que actuaron en el área estudiada.

Después de la formación de los diques en el Triásico, sobreviene un proceso tectónico que origina las fallas del sistema cuyo rumbo principal es NE-SO. Si bien su edad no puede precisarse con exactitud, son anteriores el vulcanismo del Jurásico inferior a medio. Un escape de fluidos que aprovechó las fisuras recientemente abiertas, generó la formación de los yacimientos de galena y fluorita que en el cuadro 4 están indicados como aquellos que "contienen plomo". Como ya se dijo, no se han encontrado aquí rocas jurásicas mineralizadas con esta asociación.

Continuando con el proceso, sobrevino el vulcanismo con la efusión de lavas y formación de cuerpos subvolcánicos, a lo que sucedió una nueva etapa diastrófica con diferente orientación de esfuerzos, causante de fracturas menores de rumbo predominante NO-SE. Los efectos póstumos de la actividad ígnea, en pulsaciones hidrotermales sucesivas, fueron los responsables de la depositación de wolframita y cuarzo y posteriormente, fluorita y minerales de manganeso. Ya Valvano (1956) observó para la mina "Gonzalito" que "las venas portadoras de óxidos de Mn son distintas que las portadoras de galena" y que "vetas manganesíferas desplazan a la veta plumbífera". También Kittl (1967) agrupa a los depósitos de la región en tres grupos: a) con fluorita y cuarzo, b) con galena predomi-

nante y c) con wolframita, aunque opina que no tendrían diferencias de edad relativa entre sí.

Malvicini (1975), coincide con el autor en relacionar la mineralización wolframífera del Macizo Norpatagónico con el "plutonismo permotriásico granítico-granodiorítico de epizona y el vulcanismo triásico-jurásico asociado, principalmente ignimbrítico".

No habiendo evidencias de actividad magmática pos-jurásica afín a este tipo de mineralización en el sector oriental del Macizo Norpatagónico, se establece el techo del período metalogenético en el Jurásico medio, modificando ligeramente lo expresado por el autor (Vallés, 1974) que lo acotaba en el Jurásico inferior, en base a los conocimientos de la estratigrafía en aquel momento.

La ubicación de esta edad mínima no puede ser demostrada mediante evidencias más concretas. De todas maneras, aún suponiendo modificaciones posteriores en la edad de la Formación Marifil por parte de los estratígrafos, la edad de los depósitos no puede ir más allá del Cretácico superior debido a que en la zona oriental del Macizo Norpatagónico, no existen absolutamente evidencias de mineralización de filiación magmática en sedimentos de los grupos Neuquén y Chubut, de dicha edad y con amplia distribución areal en la región. Se limita por lo tanto la postulación de Kittl (1967) que extiende el ciclo hasta el Terciario.

Se modifica también la propuesta de Ramos (1975) en el sentido de que la mineralización de mina "Gonzalito" sería precarbónica superior. La mineralización plumbífera de la región es, sin lugar a dudas, posterior a la formación de las plutonitas graníticas y de los diques triásicos.

Además queda develada la duda planteada por del Mónaco (1971), referida a si existió una simultaneidad de acontecimientos: metamorfismo, pegmatización y mineralización, o bien que esta última sea un acontecimiento posterior al metamorfismo y pegmatización. Se demuestra que las estructuras captantes de la metalización y la metalización misma, son eventos pos-diques dioríticos y éstos no se encuentran en absoluto afectados por la migmatización regional y menos aún por la localización de los cuerpos pegmatíticos.

También, referido a la edad mínima del ciclo metalogenético, Malvicini y Llambías (1974) engloban al manganeso, objeto principal de su trabajo, con Pb-Zn-Cu-F y Ba

en un mismo ciclo posterior al Paleoceno y anterior al Oligoceno, debido a la localización en sedimentos de esa edad en la mina "Arroyo Verde". No obstante, los autores citados indican un origen epitermal, por manantiales calientes que extrajeron al Mn de las rocas. Se considera entonces que este tipo de depósito no es diagnóstico de hidrotermalismo de origen magmático, por lo que no se contradice con la propuesta presente de edad mínima Jurásico medio. Se reservaría para esta época y origen la depositación de otros minerales hipogénicos de Mn, tal es el caso de la rodocrosita y la hübnerita.

III.6. Características de los cuerpos mineralizados

En el cuadro de la página siguiente se resumen las dimensiones de los cuerpos mineralizados que constituyen los depósitos más importantes.

III.7. Mineralización y génesis de los yacimientos de plomo

Los depósitos de plomo fueron tratados con mayor intensidad en una publicación anterior del autor (Vallés, 1977) por lo que aquí se considerarán sucintamente.

a) ASOCIACIONES MINERALÓGICAS

Los depósitos estudiados han sido reconocidos solamente en los sectores cercanos a la superficie actual, hasta la profundidad que permitieron los trabajos mineros existentes. Solamente en "Tres Marías" se pudo reconocer la veta a 20 m de profundidad, en "María Teresa" a 14 m y en los restantes, en laboreos superficiales a cielo abierto. Es por eso que las asociaciones mineralógicas reconocidas, corresponden a la zona de oxidación de las vetas, donde solamente subsisten algunos de los minerales hipogénicos.

Existe evidente similitud mineralógica entre las minas "Tres Marías", "María Teresa", "Huinca", "M 15" y "M 13", tanto en la mineralización hipogénica como en la supergénica. Algo diferente es "Don Lalo" donde las labores superficiales exponen una zona de avanzada oxidación, donde solamente persisten relictos de galena y blenda, constituyendo la cerusita la principal mena plumbífera.

Mina	Dimensiones
"Tres Marias" (Pb)	Veta "A" - Longitud: 700 m. Profundidad reconocida: 20 m. Potencia media de sectores aflorantes; sector NE: - Longitud 83 m, 1,28 m. Sector SW: long. 441 m, 1,70 m.
"María Teresa" (Pb)	Veta "A" - Longitud: 250 m. Potencia media: 0,22 m. Profundidad reconocida: 14 m.
"Don Lalo" (Pb)	Longitud afloramiento: 50 m con posibilidades de extensión máxima 75-80 m. Potencia máxima 2,20 m. Laboreo superficial.
"Huinca" (Pb)	Longitud comprobada: 135 m. Posible extensión hasta 255 m. Potencias observadas: 0,20-0,25 m. Laboreo superficial.
"M 15" (Pb)	Longitud comprobada: 100 m. Posible extensión hasta 350 m. Potencias sin comprobar. Sin laboreo.
"Guillermito" (W)	Longitud aflorante: 115 m. Potencia máxima 2,10 m midiéndose también 1,80 y 1,10 m. Laboreo superficial.
"Rodi" (F ₂ Ca)	Longitud: 560 m. Potencia media sector laboreado de 370 m: 1,00 m. Profundidad reconocida: 13 m.
"Tina" (F ₂ Ca)	Sector Norte, longitud 65 m; potencia media 0,76 m. Sector Sur, longitud 200 m (posibles 300 m), potencia media 0,66 m. Profundidad reconocida: 16 m.
"San Octavio" (F ₂ Ca)	Longitud: 360 m. Potencias oscilantes entre 0,44 y 1,40 m. Laboreo superficial.

Minerales hipogénicos

La galena es el único sulfuro primario que ha permanecido en la zona de oxidación en cantidades apreciables. El zinc, fue detectado en análisis químicos (0.65 % de Zn promedio en "María Teresa") correspondiente a la presencia de blenda observada al microscopio en cantidades reducidas. También escasas aparecen calcopirita, solamente visible en cortes calcográficos, y pirita. Como minerales primarios de ganga se formaron fluorita, cuarzo y calcedonia en diferentes etapas y en menor proporción, siderita.

Minerales supergénicos

Como minerales secundarios, invariablemente se encuentran cerusita y anglesita reemplazando a la galena, vanadinita, wulfenita, un mineral de la serie mottramita-descloizita¹, hematita, tenorita (?)², limonita, óxidos de manganeso en cantidades

subordinadas y una muy reducida aparición de eflorescencias de malaquita y azurita. Como sulfuros supergénicos, aparecen neodigenita, covelina, calcosina y bornita.

b) TEXTURAS Y PARAGÉNESIS

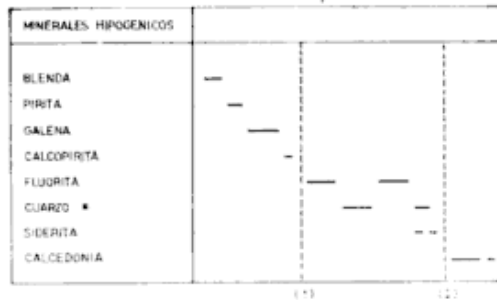
Entre los sulfuros primarios se observan texturas indicadoras de fenómenos de reemplazo, de los más antiguos por los más nuevos. Lo mismo ocurre con el cuarzo que sustituye a algunos de los sulfuros preexistentes. Es así que se observan contactos de caries, reemplazos automórficos, venillas y relictos de minerales sustituidos. En cambio la depositación de fluorita, calcedonia y siderita, ha consistido en el relleno de espacios abiertos, como lo indican los contactos interminerales y las texturas características: bandeamientos, costrificaciones, escarapelas y brechas de relleno.

En la mina "María Teresa", se han hallado brechas de galena y fluorita cementadas por calcedonia, indicadoras de un colapso de escasa intensidad posterior a la cristalización de la fluorita. También, indicando deformación mecánica, se encuentra galena de grano fino, bandeada, cuyos granos pequeños, al microscopio muestran contornos poligonales indicadores de stress y recristalización.

¹ Fue reconocido mediante comparación a la lupa y microscopio con un mineral descrito en la región por Urbina (1975) hallado en la mina "La Querencia".

² Determinado por la Doctora Lidia Malvicini a solicitud del autor.

CUADRO N° 2
DIAGRAMA PARAGENÉTICO



(1) y (2) Celapsos -

* La precipitación de sílice es un tanto ubicua por lo tanto solamente se han colocado las depositaciones más conspicuas que han podido diferenciar.

c) HIPÓTESIS SOBRE LA HISTORIA GENÉTICA DE LOS DEPÓSITOS DE PLOMO

Debido a que los depósitos solamente han sido reconocidos en zonas superficiales, es dificultoso arribar a conclusiones sobre la naturaleza de las soluciones hidrotermales y la temperatura de depositación de los minerales de mena. No obstante, nos basaremos en las siguientes observaciones y elementos de juicio, que también se utilizarán para deducir la posible composición de la mena en profundidad:

1. La asociación mineralógica hipogénica observada consiste en: blenda-pirita-galena-calcopirita-fluorita-cuarzo-siderita-calcedonia.
2. En la mina "Gonzalito", hasta el nivel — 30 m aparece sólo galena y escasa pirita (Valvano, 1956), pero en los niveles — 110 y — 140 predomina la blenda y la pirita (del Mónaco, 1971) poniendo en evidencia una zonación hipogénica vertical quizá extrapolable a los depósitos en estudio. En consecuencia se podría suponer un aumento de la blenda en profundidad.
3. La aparición de sulfuros de cobre en zona primaria, en mayor proporción que en superficie, se deduce por la presencia en zona de oxidación de calcopirita relictica primaria y de minerales oxidados de cobre.
4. La presencia de pirita en zona primaria en cantidades considerables, es deducida por la existencia de relictos de este sulfuro en zona de oxidación y la formación de celdas de galena en los *boxworks*. Para solubilizar este mine-

ral, ha sido necesario un ambiente netamente ácido, originado en la oxidación de pirita.

5. La presencia de óxidos de Mn supergénicos en "Don Lalo" principalmente y en menor cantidad en otras vetas de Pb, presupone la existencia a mayor profundidad de minerales de manganeso primarios, posiblemente rodocrosita. Se asume que los óxidos hallados son secundarios, debido: a) a su estrecha asociación con limonitas. Según Krauskopf (1967), en las zonas supergénicas de depósitos de Mn, la redepositación se produce en la misma zona vertical que el hierro. En cambio en las hipogénicas, hay marcada separación entre Mn y Fe ya que el último precipita a mayor profundidad; b) a las texturas esponjosas, cavernosas, con abundantes celdas de minerales lixiviados, típicas de zona de oxidación; c) a la intensidad de la oxidación que solamente ha respetado parcialmente a la galena, afectando a todos los demás sulfuros, lo que presupone que los minerales primarios manganésíferos también fueron alterados; d) el hallazgo de rodocrosita cálcica efectuado por Malvicini y Llam-bías (1974) como mineral primario de Mn en labores profundas de la mina "Gonzalito".

6. Del Mónaco (1971) en su estudio de la mina "Gonzalito" basado en la composición mineralógica propone una clasificación del depósito como mesotermal con un período inicial de alta temperatura.
7. Manera (1972) estudió la temperatura de formación de fluorita de yacimientos de los distritos Los Menucos, Valcheta y Sierra Grande, ubicados como los presentes en el ámbito del Macizo Norpatagónico y la mayoría relacionados con el vulcanismo ácido mesozoico. Llegó a la conclusión que la fluorita cristalizó de soluciones epitermales a temperaturas comprendidas entre 100° y 200°C.
8. Las texturas deposicionales descritas en III.7. b) indican predominio de procesos de reemplazo en las etapas iniciales, y de relleno en las posteriores.

Con las evidencias expuestas, se propone la siguiente génesis de los depósitos:

- Entre el Triásico y el Jurásico inferior, un proceso tectónico originó las fisuras que permitieron el ascenso de soluciones hidrotermales vinculadas con el ciclo magmático permo-jurásico.
- Inicialmente, ocurrió la depositación de asociaciones minerales de temperatura intermedia, probablemente dentro del rango de las mesotermales: blenda, pirita, galena y subsidiaria calcopirita.
- Cuando la temperatura bajó a aproximadamente 200°C, comenzó la depositación de fluorita y posteriormente cuarzo y calcedonia, con alternancia y repeticiones, desarrollando texturas típicas de baja temperatura: relleno de brechas, bandeamientos y texturas costiformes y pseudocoloformes con espacios abiertos. Se supone para esta etapa una temperatura máxima de 200°C basándonos en el ya citado trabajo de Manera (1972), debido a que los depósitos estudiados por dicha autora tienen similitud con los presentes en cuanto a relación genética, edad, unidad morfoestructural en la que se hallan emplazados y texturas deposicionales similares. La mayoría de los yacimientos en los que se ha hecho termometría, son conocidos por el autor.
- Se estima que la profundidad a que se formaron los depósitos fue relativamente somera debido a las características del relleno de las fisuras, así como a la composición mineralógica observada.
- Durante la formación de los minerales, hubo por lo menos dos períodos de colapso. Luego de consolidados los depósitos, no hubo una acción tectónica de consideración, que causara distorsiones o desplazamientos en las vetas ya formadas.
- El proceso de oxidación que afectó a los depósitos fue bastante intenso y profundo, en condiciones de aridez, con una capa freática también profunda y bajo una topografía suave, posiblemente madura o senil. Parte del plomo ha sido lixiviado, aunque la mayor proporción permanece en la zona de oxidación en forma de carbonato o aún como galena. Si bien es de suponer que había escasa blenda en superficie debido a zonación hipogénica, ésta fue casi totalmente removida de la zona por encima de la capa freática,

debido a la alta solubilidad del SO_4Zn en aguas meteóricas. Lo mismo ocurre con el CO_3Zn si se hubiese formado por acción del CO_2 contenido en dichas aguas. También los sulfuros de Cu y Fe fueron eliminados de la zona de alteración supergénica.

En cuanto a los minerales primarios de manganeso, habrían sido sustituidos en su totalidad por los óxidos secundarios, los que precipitaron in situ, o fueron removilizados dentro de la zona de oxidación, sin ser lixiviados.

Concluyendo, los depósitos se clasifican como epitermales, con una etapa inicial de formación bajo condiciones mesotermales próximas al límite con las epitermales.

III.8. Mineralización y génesis de las vetas de wolframio

a) ASOCIACIONES MINERALÓGICAS

La mineralogía es notablemente sencilla. Los únicos minerales metalíferos primarios presentes son hübnerita y scheelita, acompañados por cuarzo, fluorita, calcedonia, calcita, carbonato de calcio y manganeso y escasos óxidos de manganeso. En uno solo de los yacimientos del área —“Guillermito”—, la hübnerita constituye el mineral de mena principal. Al margen de este caso, sólo aparece hübnerita como ocurrencia aisladas en vetas de fluorita, por ejemplo “Tina”.

Minerales hipogénicos

Hübnerita: Se presenta en cristales color negro, con intenso brillo metálico, tabulares y aciculares, de pocos milímetros hasta 5 cm de largo, dispuestos en agregados fibrosos radiados tipo “sol” y en venillas. Análisis químicos de cristales de este mineral, han dado la siguiente composición:

Mina	% WO	% MnO	% FeO	% CaO
“Guillermito”	70.8	16.5	3.9	1.8
3.000 m N “Gonzalito”	68.3	18.7	5.5	2.0

En ambos yacimientos, la relación MnO/FeO corresponde a hübnerita: “Guillermito”, 81 %/19 %; 3.000 m al N de “Gonzalito”,

77,2 %/22,8 %. El contenido de CaO, corresponde a la presencia de scheelita como producto de alteración de la hübnerita. Microscópicamente, se observan tablillas y agujas bien desarrolladas, algunas de tamaños grandes y con crecimientos de cristales pequeños bordeándolos. Están ligeramente fracturados. Mucho de los cristales muestran alteración parcial a scheelita en venillas y con reemplazo centrífugo. En estos casos, la scheelita es secundaria, tomando el OCa necesario para su formación de la descomposición de carbonatos y fluorita presentes en la mena. En ciertos individuos el reemplazo pseudomórfico es casi total. También hay alteración a goethita a partir de fisuras y bordes.

Scheelita: Se encuentra en mucho menor proporción que la hübnerita y aparece o bien rellenando espacios entre cristales de aquel mineral, o bien reemplazándolo pseudomórficamente. Presenta un color amarillento claro y en corte calcográfico, gris amarillento. Su relación con la hübnerita sugiere la existencia de dos orígenes para la scheelita: uno hipogénico, de formación posterior a la hübnerita y otro por alteración supergénica de la primera.

Cuarzo: Una generación de cuarzo posterior a la hübnerita, está siempre asociada con ésta. Desarrolla cristales prismáticos idiomorfos, hialinos y blancos, en venas simétricas o agregados radiados. Rellena todos los intersticios dejados por los cristales de hübnerita, con contactos netos, sin ningún tipo de corrosión sobre ésta. Sin embargo, se observan cristales prismáticos de cuarzo desarrollando automorfismo a expensas de scheelita a la cual reemplaza selectivamente, ya que, como se dijo, no ataca a la hübnerita.

Fluorita: De colores variados, texturas bandeadas y diferentes grados de cristalización. Es un mineral predominante en "Tina" y otras vetas que contienen escasa hübnerita y accesorios en "Guillermite".

Calcedonia: Blanca, gris y amarillenta, sacaroidea, conforma texturas bandeadas y rellena intersticios. Se depositó en dos etapas como mínimo.

Carbonatos: Fueron los últimos minerales hipogénicos en formarse. Desarrollan texturas coliformes en las que alternan bandas de calcita y manganocalcita superpuestas a otras bandas de cuarzo, calcedonia y fluorita. La calcita desarrolla cristales, o bien romboédricos de hasta 5 mm, incoloros y traslúci-

dos, o bien blanco amarillentos y de hábito escalenoédrico. La manganocalcita, forma cristales pequeños, en general menores de 1 mm, de color negro y pardo oscuro. Se encuentra con frecuencia parcialmente oxidada a óxidos de manganeso.

Minerales supergénicos

En estos depósitos los efectos de alteración meteórica han sido muy leves. Solamente, como ya se ha consignado la hübnerita, presenta alteración a scheelita, determinable al microscopio, y a limonita. En superficies expuestas, la manganocalcita, presenta relieves cavernosos con *boxworks* de los propios carbonatos y redepositación de óxidos de manganeso. Como producto de alteración de los cristales de hübnerita, un óxido de manganeso perteneciente al grupo psiomelano-criptomelano¹, constituye venillas y afecta los bordes de dichos cristales.

b) TEXTURAS Y PARAGÉNESIS

En los depósitos con hübnerita, especialmente en "Guillermite" predominan las texturas de relleno de fisuras sobre aquellas de reemplazo. El cuerpo principal de la veta consiste en una microbrecha compuesta por relictos de roca de caja que han sido cementados e intensamente reemplazados por sílice microcristalina y alterados a sericita. Esta masa está además surcada por numerosas venillas delgadas de sílice, la mayoría microscópicas. Todo ello conforma una estructura compacta, que a su vez, se encuentra atravesada por venillas más gruesas de cuarzo, asociado con hübnerita, scheelita, fluorita y carbonatos diversos, en general de no más de 5 cm de espesor. La hübnerita fue el primer mineral en formarse y se depositó sobre clastos de roca de caja brechada, silicificada y sericitizada, reemplazándolos centripetamente. También relleno fisuras en la roca, reemplazándola parcialmente en las superficies.

A continuación, lo hizo la scheelita, que precipitó en mucho menor proporción y está invariablemente asociada espacialmente a la hübnerita.

Prácticamente en secuencia normal, es decir, sin mediar reapertura de las fisuras, se depositó cuarzo, rellenando los intersticios

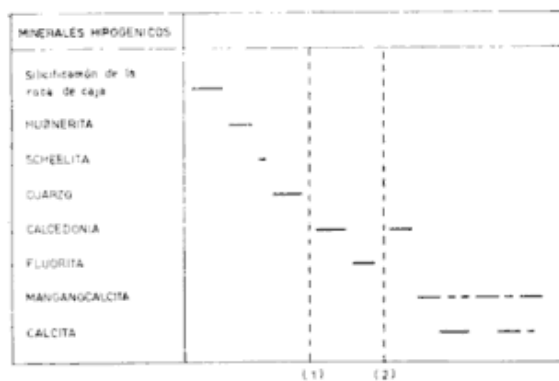
¹ Determinado por la Doctora Lidia Malvicini a solicitud del autor.

entre cristales de hübnerita, en contactos netos, sin reaccionar con este mineral pero reemplazando parcialmente a la scheelita. Desarrolla típicas texturas de relleno, peines formados por prismas largos, semi-esca-peladas, etc.

Luego, se evidencian reacomodamientos y reapertura de las fisuras que originaron rotación y movimientos leves en los minerales ya formados, para comenzar a depositarse una secuencia de minerales de menor temperatura, en primer lugar, calcedonia y fluorita y posteriormente, carbonatos de calcio y manganeso.

Concluyendo, la hübnerita se depositó con texturas indicadoras de fenómenos de sustitución metasomática de la roca de caja. En menor grado ocurrió así con el cuarzo, que sólo reemplaza parcialmente a la scheelita. El resto de los minerales hipogénicos (calcedonia-fluorita-manganocalcita-calcita) conforman texturas bandeadas y coloriformes, típicas de relleno de fisuras a baja temperatura. De la observación de minerales brechados, cementados por fluorita y calcedonia, y componiendo secuencias de bandeamiento, se deduce el cuadro 6.

CUADRO N° 6
DIAGRAMA PARAGENÉTICO



(1) Cataplo leve -

(2) Brechamiento -

c) HIPÓTESIS SOBRE LA HISTORIA GENÉTICA DE LOS DEPÓSITOS

En base a la mineralogía presente y al tipo de texturas observadas, se considera que los depósitos con hübnerita y particularmente "Guillermite" tienen un origen hipotermal en una primera etapa, con recurrencia de la mineralización bajo condiciones epitermales.

La formación de hübnerita mostrando fenómenos de reemplazo parcial sobre una brecha intensamente alterada, sugiere una primera etapa en que ascendieron soluciones a elevada temperatura y precipitaron los tungstos en condiciones de baja presión. Debido a la cercanía con la superficie, la temperatura disminuyó en forma rápida, depositándose cuarzo en sucesión normal con la hübnerita y scheelita pero ya evidenciando texturas de relleno, bandeadas e inclusive dejando algunos espacios abiertos. Luego se suceden reaperturas periódicas en las fisuras, con brechamiento de los minerales preexistentes y recurrencia de la mineralización depositándose en la misma zona de los anteriores, fluorita, calcedonia y carbonatos de calcio y manganeso, minerales de progresivamente más baja temperatura, probablemente formados por debajo de los 200°C. En ellos las texturas son típicas de baja temperatura y presión.

III.9. Mineralización y génesis de las vetas fluorita

Se hace referencia aquí a aquellas vetas que solamente contienen fluorita como mineral de interés económico. Como ya se expresó, estas vetas están exentas de sulfuros metálicos y solamente algunas de ellas contienen cantidades reducidas de hübnerita.

Los depósitos aquí considerados son: "Rodi", "Tina", "San Octavio" y "M 1".

a) ASOCIACIONES MINERALÓGICAS

La mineralogía de estas vetas es sumamente sencilla: consiste esencialmente en fluorita en sus distintos tipos y sílice en diferentes hábitos de cristalización.

Los colores y características de la fluorita, así como su relación con los otros minerales, son a su vez, muy variados en cada depósito.

Fluorita: Hay fluorita blanca, violácea en sus distintas tonalidades hasta el violeta oscuro, gris rosada, gris y verde. Frecuentemente, la de color verde, cambia transicionalmente a violeta oscuro hacia las caras libres de los cristales. Esta variedad del mineral, es de las primeras en formarse y su hábito es octaédrico.

Calcedonia: Blanca, gris, pardusca y "té con leche", se asocia invariablemente a la fluorita en el relleno de las fisuras.

Cuarzo: Por lo menos se han formado dos generaciones de cuarzo, hipogénico y una de origen supergénico. Las primeras originaron bandas de cristales hialinos alternantes con fluorita y calcedonia y la segunda, tapizó las superficies de drusas y constituyó tabiques jasperoides.

Hübnerita: En cantidades muy escasas, fue hallada en la mina "Tina". Se depositó en las etapas iniciales de formación de las vetas, sucediéndose la cristalización de fluorita y calcedonia.

Pirita: Fue encontrada como caso excepcional en un lugar de la veta "San Octavio", implantada en masas de cuarzo y fluorita, formando cubos y piritoedros sustituidos integralmente por goethita.

Yeso: En masas de rosetas, es muy frecuente en la mina "San Octavio", en cercanías de la superficie y está originado en procesos supergénicos.

b) TEXTURAS Y PARAGÉNESIS

Las texturas más conspicuas son las bandeadas, dominando el proceso de relleno de fisuras, particularmente de espacios abiertos en brechas de falla. Son frecuentes las escarapelas, con un núcleo constituido por un clasto de roca de caja, rodeado por bandas superpuestas de fluorita de colores cambiantes, calcedonia y cuarzo.

También abundan los bandeados, simétricos o no, constituidos por bandas de los minerales citados de espesores variables entre 2 mm y 6 cm la mayoría. Es común que el cuarzo forme las bandas externas, es decir, las que están en contacto con los espacios abiertos de la veta, con textura en "diente de perro".

En las distintas vetas, se han sucedido reactivaciones de la fractura y nuevas pulsaciones mineralizantes, dando por resultado brechas con clastos de determinado mineral, por ejemplo fluorita, cementados por un mineral de formación posterior, generalmente calcedonia. Estos procesos son particulares para cada yacimiento.

c) GÉNESIS Y CLASIFICACIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE FLUORITA

De acuerdo a la mineralogía y a las texturas observadas, se deduce que estos yacimientos son típicamente epitermales, formados en zonas de brecha de falla cercanas a superficie. Como ya se expresó al referirse

a la génesis de los depósitos de plomo, y por analogías con los yacimientos de fluorita en los que Manera (1972) ha hecho geotermometría, se supone que la fluorita de las vetas estudiadas también se ha formado entre 100° y 200°C de temperatura.

Durante las sucesivas etapas de mineralización, hubo períodos de reactivación leve de las fisuras que originaron las texturas de brecha descriptas.

Las soluciones hidrotermales corresponden a los efectos póstumos del vulcanismo ju-rásico.

IV. Conclusiones generales y recomendaciones

Si bien el objetivo del presente trabajo es el de arribar al conocimiento de las características geológicas de los depósitos y sus relaciones con los eventos geológicos regionales, se indican a continuación ciertas conclusiones y recomendaciones cualitativas de carácter económico, que pueden ser introductorias de una etapa posterior de estudio del área, cuyo enfoque tenga concretamente dicha óptica.

Para arribar a estas conclusiones, se han realizado estudios más detallados de cada depósito, incluyendo muestreos orientativos y en casos, sistemáticos, pero por razones de espacio, no se incluyen en el presente.

IV.1. Fluorita

- a) Se trata de yacimientos de modestas dimensiones que ni individualmente, ni en conjunto, permiten desarrollar una actividad minera tendiente a la explotación racional de los mismos.
- b) En consecuencia, de acuerdo al conocimiento actual del grupo, no se puede pensar en un negocio minero de cierta magnitud, ni en la instalación de una planta de concentración regional para el beneficio de los minerales a obtenerse.
- c) No obstante, prácticamente la mayor parte de estas menas, debido al tipo de asociación con la sílice, exigiría su concentración por método de flotación para lograr grados comerciales.
- d) Por lo expuesto, los depósitos estudiados podrían ser satélites de una planta de tratamiento ubicada en una zona más favorable, basada o bien en un yacimiento de magnitud o bien en un

grupo de depósitos cercanos que la justifiquen.

- e) Existen dos plantas de flotación instaladas por sendas empresas en las localidades de Valcheta, a 80 km del área estudiada, y de San Antonio Oeste a 120 km, en las que eventualmente podría tratarse el mineral.

Como requisito previo indispensable para considerar una o ambas alternativas es necesario realizar un análisis de prefactibilidad que contemple los siguientes aspectos:

- Estudio de recuperación y costos del tratamiento en planta de las menas de la región.
- Evaluación de costos de explotación, transporte por camión a 80 y 120 km del mineral y tratamiento en relación a los precios de mercado.
- Compatibilización de intereses de los distintos propietarios de los yacimientos y de las plantas de concentración.

IV.2. Wolframio

- a) El único depósito que puede ser tenido en cuenta, es la mina "Guillermi- to" que, no obstante, es de reservas reducidas.
- b) Dada la magnitud del yacimiento, no permitiría de por sí desarrollar una explotación racional y menos aún, la instalación de una planta de concentración.
- c) A 110 km de este depósito y ubicada a 30 km al N de Valcheta, se encuentra la mina de wolframio "San Martín" que posee una planta de beneficio con capacidad de tratamiento de 120 tn diarias de mineral de cabeza. Las actividades mineras en "San Martín", están por reiniciarse en breve plazo, por lo que podría analizarse la factibilidad de extraer y transportar el mineral para ser beneficiado en esta planta, teniendo en cuenta que, pese a las limitadas reservas de "Guillermi- to", posee sectores con una ley de WO_3 elevada.
- d) Al igual que en el caso de la fluorita, es indispensable efectuar un estudio de prefactibilidad considerando cuidadosamente los costos de fletes hasta Valcheta (110 km).
- e) También es condición previa investigar si el método de tratamiento de la mena de "Guillermi- to" es similar a

la de "San Martín" o requiere un proceso especial. Como referencia ilustrativa en ambos yacimientos el mineral principal es hübnerrita y subsidiario scheelita, pero la mineralogía de "San Martín" es más compleja, puesto que están asociados a sulfuros y sulfosales de Cu, Pb, Zn, Bi, Fe y Sn (Brodt- korb y Brodtkorb, 1969). En "Guil- lermi- to" no se han encontrado sul- furos ni otros minerales pesados y la ganga está constituida por cuarzo, calcedonia, fluorita y carbonatos de calcio y manganeso.

IV.3. Plomo

- a) De los depósitos de plomo del distrito estudiado, solamente "Tres Marías" podría *a priori*, reunir los requisitos que permitan desarrollar una explo- tación racional ya que se trata de un yacimiento con perspectivas alentado- ras, dentro del concierto de la peque- ña minería, afirmación avalada por la longitud de la estructura mineralizada y las potencias y leyes que muestran ciertos sectores de la veta principal.
- b) Sin embargo, de mantenerse las ca- racterísticas generales observadas al nivel de conocimiento actual, se esti- ma que no justificaría de por sí la inversión en una planta de concen- tración.
- c) La mina "Gonzalito", distante 10 km de "Tres Marías", pertenece a la mis- ma empresa que esta última y dispo- ne de una planta de concentración en funcionamiento. De comprobarse la factibilidad de explotación de "Tres Marías", el mineral podría ser benefi- ciado en dicha planta, previo realizar los ensayos metalúrgicos correspon- dientes.
- d) El enfoque del problema podría variar de acuerdo a los resultados que se obtengan de los estudios de la zona de falla que alberga a "Tres Marías"- "María Teresa" y de los alrededores, de acuerdo a las expectativas que se exponen en el punto siguiente.
- e) *Yacimientos potenciales:* Existen con- diciones geológicas favorables para el hallazgo de depósito metalíferos de cierta magnitud no aflorante y que mediante una prospección de detalle, puedan ser puestos en evidencia. A

continuación, se establecen algunas guías orientativas para la prospección:

- Los depósitos de plomo se localizan en rocas del complejo ígneo-metamórfico precámbrico y en rocas graníticas pérmicas, pudiendo hacerlo también en las ectinitas de bajo grado del Paleozoico inferior.
- El control estructural de las vetas está ejercido principalmente por el sistema de fallamiento cuyo rumbo predominante se encuentra en el cuadrante NE. Aunque hay excepciones, es recomendable hacer hincapié en prospectar todas las fallas cuya orientación se ubique en el entorno citado y que muchas de ellas puedan observarse en la figura 1. Estas fisuras, pueden ser detectadas mediante: 1) la observación de fotogramas; 2) la desviaciones abruptas en el diseño de drenaje; 3) los resaltos provocados en la traza de los diques triásicos por el rechazo horizontal de las fallas. La última de las evidencias es quizás la más diagnóstica y surge de la fotointerpretación y del estrecho seguimiento en el terreno de los afloramientos de cada dique.

— De especial interés se considera una zona de falla que en uno de sus extremos está mineralizada y constituye las vetas "Huinca" y "M 15". En el plano N° 1, se ha trazado con dudas la prolongación SO de "Huinca", que se vincularía con una fractura expuesta parcialmente, de rumbo NE-SO. Se recomienda prospectar detalladamente esta fractura que se extendería a lo largo de 4 km como mínimo. Debería también investigarse una posible prolongación hacia el NE de "Huinca".

— La falla que da lugar a las vetas "Tres Marías" y "María Teresa", constituye en toda su extensión un objetivo de interés para la explotación. No obstante, el sector correspondiente a la posible prolongación N de "María Teresa", debe ser investigado con mayor detenimiento, puesto que se observan aflorando venas angostas pero muy ricas en galena y fluorita e importantes evidencias de fallamiento, acompañadas por alteración de la roca, principalmente silicificación.

Lista de trabajos citados en el texto

- Arnolds, A., 1952. *Aspectos generales de la geología y geomorfología del distrito Sierra Grande (Territorio de Río Negro)*. Asoc. Geol. Arg., Rev. VII (2): 131-142, Buenos Aires.
- Braccacini, O., 1968. *Panorama general de la geología patagónica*. III Jorn. Geol. Arg. Actas, I: XVII, Buenos Aires.
- Brodtkorb, M. y A. Brodtkorb, 1969. *Reseña mineralógica del yacimiento "San Martín", Valcheta, Prov. de Río Negro*. Asoc. Geol. Arg. Rev. XXIV (1): 15-20, Buenos Aires.
- Cortelezzi, C. R. y M. Dirac, 1969. *Edad de los basaltos de Neuquén y La Pampa*. IV Jorn. Geol. Arg., Actas (II): 95-100, Buenos Aires.
- De Alba, E., 1964. *Descripción geológica de la hoja 41 j, Sierra Grande, Provincia de Río Negro*. Dir. Nac. Geol. y Min., Boletín n° 97, Buenos Aires.
- Del Mónaco, A. N., 1971. *Geología económica de los niveles 110 y 140 de la mina "Gonzalito", Prov. de Río Negro, Rep. Arg.* Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVI (1): 57-66, Buenos Aires.
- Kittel, E., 1967. *Característica y formación de los yacimientos metalíferos entre Valcheta y Sierra Grande, Prov. de Río Negro*. Museo Arg. Cs. Nat. "B. Rivadavia", Comun. II (2), Geología: 15-30, Buenos Aires.
- Krauskopf, K. B., 1967. *Introduction to geochemistry*. New York, Mc Graw Hill Book Company.
- Malvicini, L., 1975. *La continuación del cinturón occidental de estaño y wolframio de América del Sur en Argentina*. II. Congr. Iberoamericano Geol. Econ., (II): 385-404, Buenos Aires.
- Malvicini, L. y E. Llambias, 1974. *Metalogénesis del manganeso en el macizo nord-patagónico*. V Congr. Geol. Arg., Actas (II): 203-222, Buenos Aires.
- Manera, T., 1972. *La mineralización de yacimientos de fluorita de la Provincia de Río Negro*. Tesis doctoral, Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca. Inédito.
- Núñez, E., E. de Bachmann, I. Ravazzoli, A. Britos, M. Franchi, A. Lizuain y E. Sepúlveda, 1975. *Rasgos geológicos del sector oriental del macizo Somuncurá, Provincia de Río Negro, Rep. Arg.* II. Congr. Iberoamer. Geol. Econ., (IV): 247-266, Buenos Aires.
- Ramos, V., 1975. *Geología del sector oriental del Macizo nordpatagónico entre Aguada Capitán y Mina "Gonzalito", Prov. de Río Negro*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXX (3): 274-287, Buenos Aires.

- Ravazzoli, J. A., 1975. *Informe preliminar de la hoja 40 i, Sierra Pailemán, Prov. de Río Negro*. Serv. Nac. Min. Geol., Buenos Aires. Inédito.
- Rosenman, H. L., 1972. *Geología de la región de Arroyo Los Berros (vertiente oriental de la Meseta de Somuncurá), Río Negro, Rep. Arg.* Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVII (1): 117-137, Buenos Aires.
- Stappenbeck, R., 1913. *Investigaciones hidrogeológicas de los valles de Chapalcó y Quehué y sus alrededores*. Dir. Gral. Min. Geol. e Hidr., Boletín 4, Serie B, Buenos Aires.
- Stipančić, P., F. Rodrigo, O. Baulies y C. Martínez, 1968. *Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Norpatagónico y regiones adyacentes*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIII (2): 67-99, Buenos Aires.
- Stipančić, P. y E. Methol, 1972. *Macizo Somuncurá*. En: *Geología Regional Argentina*, Academ. Nac. de Cs., 581-599, Córdoba.
- Urbina, N., 1975. *Estudio e interpretación de la zona de oxidación de la mina "La Querencia", Prov. de Río Negro*. VI Congr. Geol. Arg., Bahía Blanca (en prensa).
- Vallés, J. M., 1975. *Contribución a la metalogénesis de la Provincia de Río Negro*. Actas VI Congr. Geol. Arg., Bahía Blanca (en prensa).
- 1977. *Los yacimientos de plomo "María Teresa" y "Tres Marías" ejemplos de metalogénesis mesozoica en el macizo norpatagónico, Prov. de Río Negro*. VII Congr. Geol. Arg., Neuquén (en prensa).
- Valvano, J., 1956. *La mina de plomo "Gonzalito", Dpto. San Antonio, Río Negro*. Dir. Nac. Geol. y Min., Informe inédito, Buenos Aires.
- Wichmann, R., 1919. *Contribución a la geología de la región comprendida entre el Río Negro y Arroyo Valcheta*. Min. Agric. de la Nac., Secc. Geol. Miner. y Min., Anales, XIII (4), Buenos Aires.
- 1927 a. *Observaciones geológicas en la parte central y oriental del territorio del Río Negro*. Dir. Gral. Min. Geol. e Hidrog., Informe inédito, Buenos Aires.
- 1927 b. *Resultado de un viaje de estudios geológicos en los territorios del Río Negro y del Chubut, efectuados durante los meses de enero hasta junio del año 1923*. Dir. Gral. Min. Geol. e Hidrog., Publ. n° 33, Buenos Aires.
- 1934. *Contribución al conocimiento geológico de los territorios del Neuquén y del Río Negro*. Dir. Min. y Geol., Boletín n° 39, Buenos Aires.
- Zöllner, W., 1951. *Informe geológico-económico del yacimiento ferrífero de Sierra Grande, Territorio de Río Negro*. Dir. Nac. Geol. y Min., Informe inédito, Buenos Aires.

Recibido: octubre 16, 1978.

CONTROL TECTONICO DE LA MINERALIZACION DE MANGANESO EN LA SIERRA DE AMBARGASTA, SANTIAGO DEL ESTERO,

GUSTAVO JULIO ICHAZO

Servicio Minero Nacional

Resumen

Se analiza la evolución tectónica del sector septentrional de las sierras de Córdoba-Santiago del Estero, pertenecientes al ambiente geológico de Sierras Pampeanas. Se interpreta la mecánica de deformación en base a datos obtenidos durante levantamientos de campo co:ejados con imágenes LANDSAT, fotografías aéreas y control aéreo directo del área mineralizada.

Se determina la existencia de dos sistemas regmáticos conjugados, uno de rumbo N 10-20° E y otro N 40-70° O, denominados Sistema Oncán y Sistema El Bosque, respectivamente. Este último concentró el alivio tensional durante el Precámbrico-Paleozoico inferior y orogénias más jóvenes.

El Sistema El Bosque permitió a lo largo de su historia geológica, el principal emplazamiento de mineralización de óxido de manganeso de la zona. Las exploraciones y labores mineros actuales se han concentrado en un pequeño tramo de la Falla El Bosque, lo cual genera una interesante expectativa para el resto de sus 25 km de recorrido.

Introducción

El presente trabajo fue desarrollado como parte de la prospección minera de la provincia de Santiago del Estero, llevada a cabo por el Servicio Minero Nacional (Plan NOA I Geológico Minero) hasta el año 1976.

Durante la ejecución de los trabajos de campaña, se observó una interesante y notable coincidencia entre las estructuras mineralizadas con manganeso del Distrito Minero Ancoches, y el rumbo de fallas de gran desarrollo. Se realizó un análisis estructural, que muestra un claro control tectónico y permite obtener criterios para la búsqueda de nuevas manifestaciones manganíferas.

La información básica se obtuvo a partir de observaciones de imágenes de satélite y de fotografías aéreas en distintas escalas. En el trabajo de campo, aparte de los mé-

Abstract

It was analysed the tectonic evolution of the northern sector of Sierras de Córdoba-Santiago del Estero, belonging to the Sierras Pampeanas geologic province. The strain analysis was based on field work data complemented with LANDSAT images, aerial photos and airborne reconnaissance of the mineralized area.

Two conjugate systems, Oncán System (N 10-20° E) and El Bosque System (N 40-70° O), were recognized. The last one controlled the tensional release during the Precambrian-Lower Paleozoic times and younger orogenies.

The main mineralization of manganese ores were emplaced along the El Bosque System. As the previous exploration and mining work were concentrated in a small segment of the El Bosque Fault, this analysis points out the interesting potential of this 25 km long fault for future prospecting.

todos convencionales, se recorrió la zona con apoyo aéreo.

La interpretación tectónica se realizó siguiendo los conceptos de la nueva tectónica de basamento, apoyados en los trabajos de Sonder (1947), Moody y Hill (1956), Coira *et al.* (1975), Ramos (1976, 1977) y Katz (1977).

Ubicación de la zona

La zona de interés se sitúa en el departamento de Ojo de Agua, provincia de Santiago del Estero, en las inmediaciones de la localidad de Lomitas Blancas, y es conocida en la literatura con la denominación de Distrito Minero Ancoches (Minera Tea, 1968). Al realizar el análisis regional se

analizó también la totalidad de la sierra de Ambargasta y parte de la de Sumampa y de las serranías de Ramírez de Velazco.

Estas sierras configuran la culminación norte de las sierras de Córdoba y están limitadas al poniente por la gran fosa tectónica de las Salinas Grandes-Salinas de Ambargasta, y al norte y este por las grandes acumulaciones cuartarias controladas por la Falla del Río Saladillo. Se caracterizan por no tener fuertes desniveles y por la existencia de extensas áreas pedemontadas adyacentes.

El acceso se realiza por la Ruta Nacional N° 9 hasta la localidad de Ojo de Agua; luego, por un camino consolidado de 25 km, se une esta última localidad con la de Lomitas Blancas, desde donde se accede a las minas de manganeso del distrito, en trayectos inferiores a los 10 km.

Geología

El conjunto está caracterizado por elementos litológicos comunes a las Sierras Pampeanas, aunque presentan variaciones de interés. Por medio de dataciones radiométricas, se ha comprobado la existencia de eventos paleozoicos. Las rocas preexistentes se ven afectadas por rocas intrusivas subvolcánicas, sobre las que se han depositado en discordancia sedimentitas cuya edad varía de cámbrica o silúrica a paleozoica superior, según las opiniones de los trabajos precedentes.

En síntesis, Quartino (1967) establece para la zona de Ambargasta las siguientes unidades, en orden cronológico decreciente:

- 1) *Formación La Clemira*. Constituida por hornfels pelíticos y psamíticos, intensamente plegada (plegamientos intrincados y disarmónicos). Constituye la caja de las plutonitas.
- 2) *Formación El Escondido*. Compuesta por areniscas cuarcíticas y conglomerados. Al igual que la Formación La Clemira, está intensamente plegada y constituye la caja de las plutonitas.
- 3) *Granito de Ambargasta*.
- 4) *Tonalita de Quebracho Colorado*.
- 5) *Pórfidos graníticos* (l.s.) y otras rocas hipabisales graníticas y dacíticas (Pórfidos de Oncán). Son característicos del ambiente de Ambargasta y gradan de pórfidos normales a híbridos.

6) *Basalto de Pozo Grande*.

7) *Formación La Puerta*. Areniscas y conglomerados que se encuentran en discordancia regional sobre los Complejos del Basamento Cristalino y del Complejo La Clemira-El Escondido.

En zonas como Punta del Agua y en las inmediaciones del Puesto Aranda, se observan afloramientos de cuarcitas metamórficas que corresponden a la roca de caja que fue intruída por el granito (Peralta, 1972). Asimismo se observan relictos de esquistos cuarzosos con elevado grado de deformación, como también xenolitos dentro del granito. Estas rocas tendrían una edad pre-paleozoica. En regiones adyacentes al área en estudio, de acuerdo a lo manifestado por Methol (1958) y Lucero (1969), las metamorfitas aparecen configurando franjas de regular extensión compuestas por gneisses, esquistos de diferente grado y anfibolitas.

Los granitos constituyen la litología predominante y presentan sensibles variaciones en cuanto a su contenido petrográfico; un rasgo notable es la escasez de mica y la abundancia de sílice, esta última quizá originada por aportes posteriores, durante procesos de alteración hidrotermal regional. En las adyacencias del área en análisis se han determinado edades radiométricas de rocas graníticas que oscilan entre 500 y 517 millones de años (Stipanovic y Linares, 1975) con lo cual se asignaría a estas rocas una edad mínima cámbrica.

Los granitos están intruídos por pórfidos; en la zona limítrofe de Córdoba con Santiago del Estero, los afloramientos alcanzan magnitudes poco frecuentes para este tipo de rocas subvolcánicas; tienen grandes dimensiones, ya que están en el orden de los 100 km², constituyendo un área de características petrográficas y petrológicas muy complejas. Se observan variaciones en composición y en color, en el porcentaje de biotita, en el grado de alteración y en el contenido de minerales máficos y hematita.

Los granitos constituyen en las proximidades del Puesto Las Talas notables relieves positivos orientados según rumbo NE-SW; aparecen como afloramientos discontinuos alineados a lo largo de cuatro kilómetros y presentan un ancho medio de 500 m; corresponden a diques de pórfidos que no presentan bordes de contacto bien definidos sino transicionales; solamente cuando los diques tienen pequeñas dimensiones muestran bordes bien conspicuos.

En los contactos se aprecian zonas de mezcla, en las cuales es fácil observar las variaciones transicionales en el terreno. Por el contrario, hace muy difícil la determinación de muestras aisladas de su contorno.

Dentro de este ciclo magmático general se diferencian dos etapas principales en la intrusión de los pórfidos. La clasificación petrográfica determina la existencia de una variación composicional que va desde pórfidos riolíticos hasta dacíticos (Godeas *et al.*, 1970, 1976). Hasta la fecha no se dispone de información referente a la edad radimétrica de los pórfidos.

A pesar de existir una frecuencia de afloramientos de pegmatita relativamente alta en la parte norte de las sierras de Córdoba-Santiago del Estero (Lucero, 1969; Methol, 1958), en la zona de interés solamente se verificó la existencia de una pegmatita de composición silícea en el arroyo Savira, en las inmediaciones del Puesto La Palmita, presentando pequeñas dimensiones. Se la asocia con los eventos finales de cristalización.

Sobre el conjunto descrito precedentemente y apoyándose en discordancia erosiva, se observa una formación sedimentaria continental, constituida por areniscas cuarzosas de color blanco a rosado (por efecto de tinción del óxido de hierro) y con muy buena cohesión debido a la composición silícea del cemento correspondiente a la Formación La Puerta. Existe además intercalación de lentes de conglomerados de composición similar (calcedonia y ópalo), y clastos de muy buen redondeamiento. Los bancos están poco disturbados y solamente presentan suaves buzamientos, producto de movimientos que afectaron los bloques tectónicos de manera débil.

La edad de estas areniscas es incierta debido a la ausencia de material fosilífero. A pesar de ello, por comparación litológica con áreas cercanas se les asignó edad cámbrica o silúrica (Bodenbender, 1905); autores más recientes las asignan al paleozoico superior (Methol; Lucero, *op. cit.*).

Durante los relevamientos de campo se han observado en los lentes conglomerádicos de los afloramientos de Cerro La Puerta, muy escasos rodados de óxido de manganeso y un sólo ejemplar de rodado de pórfido que incluía una vetilla de 1,5 cm de potencia de igual mineralización. Esto permitiría, una vez determinada con precisión la edad de las areniscas, ubicar el entorno temporal

correspondiente al origen de las manifestaciones manganíferas.

Mineralización y génesis

En la zona del Distrito Minero Ancoches las manifestaciones de manganeso son de tipo vetiforme, siendo característica la presencia de minerales de relativa pureza y de tipo brechoso, asociado con las cajas. Este distrito se incluye en los depósitos de la zona central del país, que se hallan distribuidos en una superficie de unos 70 km de largo en el sentido NNE-SSO, por 22 km de ancho, que comprende los departamentos de Ojo de Agua (Santiago del Estero) por el Norte, y de Sobremonte (Córdoba) por el Sur. De acuerdo con lo manifestado por Angelelli y Ezeurra (1962), existen en el área de La Escondida, al sudeste de Mendoza, en las proximidades del límite con La Pampa, depósitos vetiformes similares en cierto modo con los de la zona central, si bien estos últimos registran, en general, mejores leyes de manganeso. Los yacimientos de Córdoba-Santiago del Estero presentan leyes generales que oscilan entre 20-40 % de manganeso, mientras que los de Mendoza se ubican en el orden de 30-35 % de este mineral.

En el ambiente de Sierras Pampeanas se determinan dos ciclos metalogénicos (Angelelli y Fernández Lima, 1966); el primero comprende la mineralización relacionada con procesos de diferenciación de rocas ígneas de edad precámbrica y paleozoica; y el segundo, incluye depósitos relacionados con magmatismo terciario y otros productos de formación y concentración de minerales, y se le atribuye edad cenozoica.

El segundo ciclo ha motivado la formación de yacimientos de menas simples o monometálicas asociadas, según dichos autores, con intrusiones subvolcánicas. En el distrito manganífero del centro del país los depósitos se hallan encajados en pórfidos ácidos, granitos y granodioritas.

Ante la carencia de datos litoestratigráficos se les asigna edad cenozoica hasta cretácica superior, en base al relleno de fracturas supuestamente de esa edad (Angelelli *et al.*, 1970), sin que exista relación aparente con las rocas ígneas de la región. Se deduce que su origen es teletermal, de escasa profundidad y en ambiente de baja temperatura.

Arcidiácono (1973) determina en base a la asociación de minerales de manganeso que los yacimientos del Distrito Minero Ancoches, pertenecen al tipo de yacimiento cuyo génesis puede ser considerado como de origen supergénico en algunos casos, y en otros como de naturaleza hipogénica, de acuerdo a los criterios adoptados por Hewett y Flisher (1960) y Roy (1968). Finalmente, con análisis químicos de los elementos presentes en menor proporción, concluye sobre el origen hipogénico del yacimiento y el ambiente de tipo oxidante imperante durante la deposición, apoyándose en la presencia de óxidos superiores de manganeso. Asimismo, la gran similitud de los pulsos mineralizantes (en composición y asociación) no concuerda con el criterio de soluciones residuales, las que sufrirían constantes cambios debido a los procesos de diferenciación, sino que sugieren una fuente constante y cíclica (Arcidiácono, *op. cit.*).

Quartino (1967) postula el aporte por efecto de aguas termales no juveniles que habrían producido la migración y concentración de manganeso, relacionándolo con la existencia de condiciones marinas de formación, y el posterior depósito en fracturas.

Este tipo de depósitos del departamento Ojo de Agua no se encuadran dentro de la clasificación de depósitos hidromercales de manganeso efectuada por Parck (1956), ni por Routhier (1963), pero en la clasificación de este último autor encontramos algunas características comunes con los depósitos de reducidas dimensiones relacionados en general con eventos volcánicos o subvolcánicos (Routhier, *op. cit.*, pág. 937-991).

En el entorno mundial existe una gran cantidad de yacimientos de manganeso de edad terciaria (Paleoceno), que contribuye con el 80 % del total de reservas conocidas, que ha ayudado a formar un criterio sobre una época de formación mundial de manganeso. Así lo hacen notar Hewett (1964), Varentsov (1964), Menoyo y Padula (1972) y Arcidiácono (1973).

Las dimensiones de los yacimientos en cuestión hacen que Lannerfors (1930) resalte que no son comparables con las grandes minas de la Unión Soviética, India, Africa o Brasil.

Los minerales de mena más frecuentes son psilomelano, pirolusita, ramsdellita, hollandita, criptomelano y coronadita (Arcidiácono, 1973 y Segal, 1977); las gangas características son calcita, baritina, ópalo,

caolín y fluorita (Arcidiácono, 1973; Godeas *et al.*, 1970-76).

El diseño de las vetas es en rosario, detectándose bolsones definidos y zonas en que la estructura está cerrada y sólo se observa la falla que canalizó la mineralización hacia otros sectores. El desarrollo vertical es también característico del tipo de vetas alojadas en zonas de tensión. Las cajas están compuestas por granito y están bien definidas. Presentan muy buenas propiedades desde el punto de vista de la resistencia física, lo que ha permitido el desarrollo de labores a cielo abierto en profundidades relativamente grandes (40-50 m), siguiendo el emplazamiento de la veta.

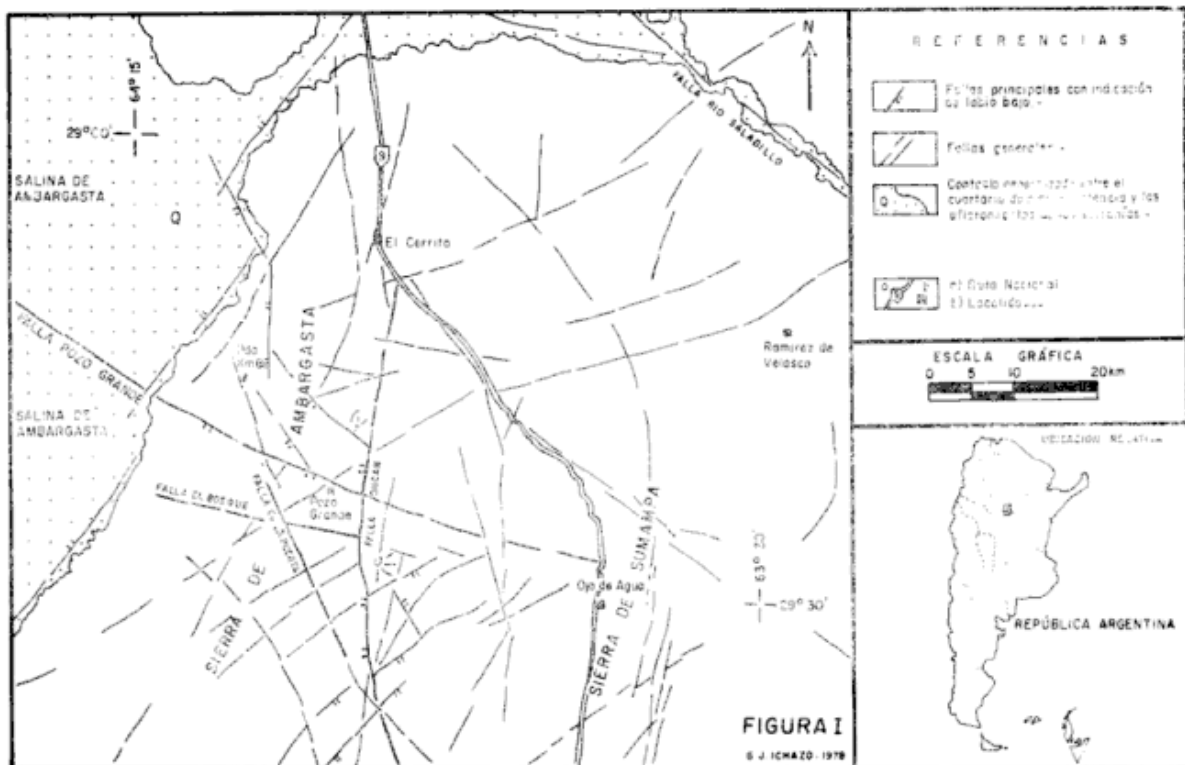
En la zona existe otro tipo de mineralización, de tipo diseminado, que afecta principalmente a los pórfidos y subsidiariamente a los granitos ubicados en los contactos con los primeros. Los minerales presentes son oro, pirita, calcopirita y magnetita; estas manifestaciones se caracterizan por presentar una gran dispersión areal, pero no se ha ubicado ningún sector con interés económico inmediato. La mineralización está genéticamente relacionada con alteración hidrotermal de características regionales y se la considera como primaria (Peralta, 1972; Godeas *et al.*, 1970-76).

Estructura regional

Sobre la base de la interpretación de las imágenes del satélite LANDSAT se confeccionó el mapa que se ilustra en la figura 1.

Se utilizó la ampliación en escala 1:500.000 de la imagen LANDSAT 8104113381500, tomada el 2/9/72 en banda 7, cuya cobertura abarca la zona de interés y sus alrededores. La primera estimación se realizó separando las grandes acumulaciones de depósitos cuaternarios y el basamento de las serranías aflorantes. Se puede apreciar hacia el oeste y noroeste las salinas de Ambargasta, y hacia el noreste el cauce del río Saladillo, que coincide con el trazado de una fractura de rumbo general noroeste. El límite de las serranías con las salinas responde a bordes bien definidos, estimándose la existencia de fracturas con labio bajo hacia el noroeste, que serían las generadoras del bajo tectónico que en la actualidad está ocupado por los sedimentos evaporíticos.

El mapa comprende el sector que incluye



a las sierras de Ambargasta, Sumampa y Ramírez de Velasco.

Se aprecia la existencia de fracturas regmáticas de diseño curvo; una de ellas se ubica al este de la localidad de Ojo de Agua y su recorrido es subparalelo al de la Ruta Nacional N° 9. Se la puede reconocer a lo largo de 100 km y su convexidad apunta al este.

Restringiendo las observaciones al Distrito Minero Ancoches y sus alrededores, se observa la existencia de cuatro fracturas principales determinadas en base a la imagen utilizada.

1) *Falla Oncán*. Esta estructura ya fue parcialmente reconocida en trabajos regionales anteriores (Minera TEA, 1968) y presenta un recorrido aproximado de 60 kilómetros. Se la ubica al este del meridiano $64^{\circ} 00'$ y su rumbo es aproximadamente meridiano, con su convexidad hacia el oeste. En la zona del trabajo, el labio bajo de la falla está situado hacia el poniente.

2) *Falla Pozo Grande*. Posee rumbo general oeste-noroeste y su recorrido apreciado es de 75 kilómetros. Se origina hacia el este, en las proximidades de la Ruta Nacional N° 9, al norte de Ojo de Agua y hacia el oeste se la infiere hasta unos 20 kilómetros dentro de las salinas, donde se pierden

rastros de su existencia. Su labio bajo está situado hacia el sudoeste.

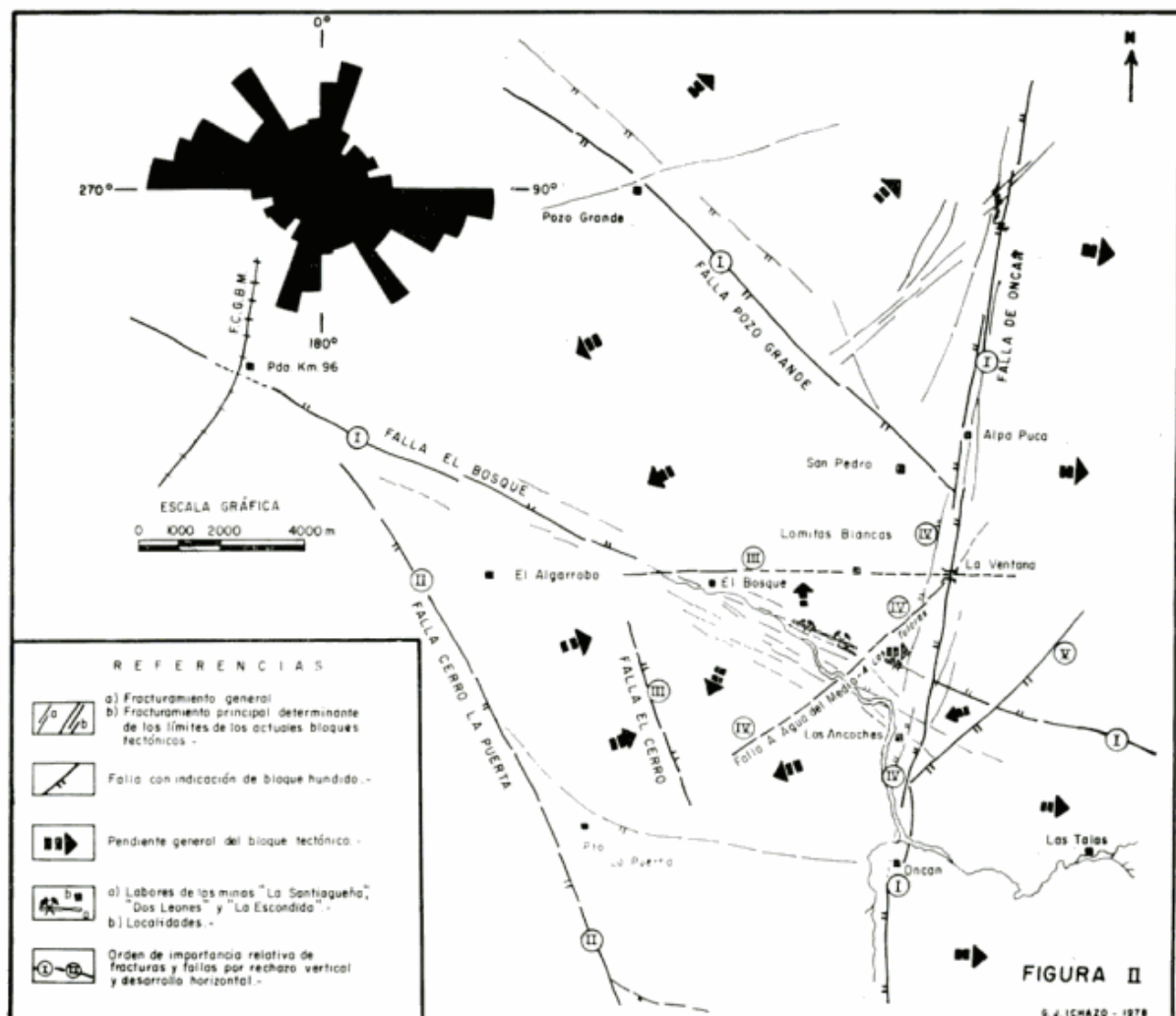
3) *Falla cerro La Puerta*. Se localiza al oeste del cerro homónimo, tiene rumbo norte-noroeste, con un recorrido de 25 km, y su labio bajo está ubicado al sudoeste.

4) *Falla El Bosque*. Gran parte de su recorrido coincide con el trazado del arroyo Oncán y tiene rumbo oeste-noroeste; su recorrido observado es de 25 km. Se aprecia su origen hacia el este, en las proximidades de la Falla Oncán, y hacia el oeste se pierde antes del borde de las salinas. Esta estructura tiene la particularidad de presentar un notable interés de carácter minero-económico. En efecto, en observaciones realizadas en el terreno se aprecia una continuidad entre las vetas de manganeso de las minas La Escondida, La Santiagueña y Dos Leones; y éstas a su vez se alinean con la falla que se describe.

Presenta un rumbo paralelo a la "Falla de Pozo Grande" y se observan en sus proximidades fallas secundarias asociadas.

Estructura de la zona mineralizada

Para su interpretación se utilizaron las fotografías aéreas en escala 1:50.000 corres-



pondientes a los mosaicos 35-B4 y 36-B1 del Plan NOA I. Se trató de obtener la mayor cantidad de datos estructurales y geomorfológicos para determinar la importancia relativa de las fracturas del distrito minero y datos sobre el movimiento relativo de bloques, además de la pendiente regional de los bloques tectónicos, compilándose el mapa de la figura II.

Estos datos son sin duda de gran interés, ya que permitirán con este esquema estructural interpretar procesos y situaciones geológicas correspondientes a la tectónica y mineralización de cada sector en particular. Además, este mapa estructural puede facilitar la búsqueda de lugares favorables para la localización de vetas o manifestaciones metalíferas desconocidas hasta el presente.

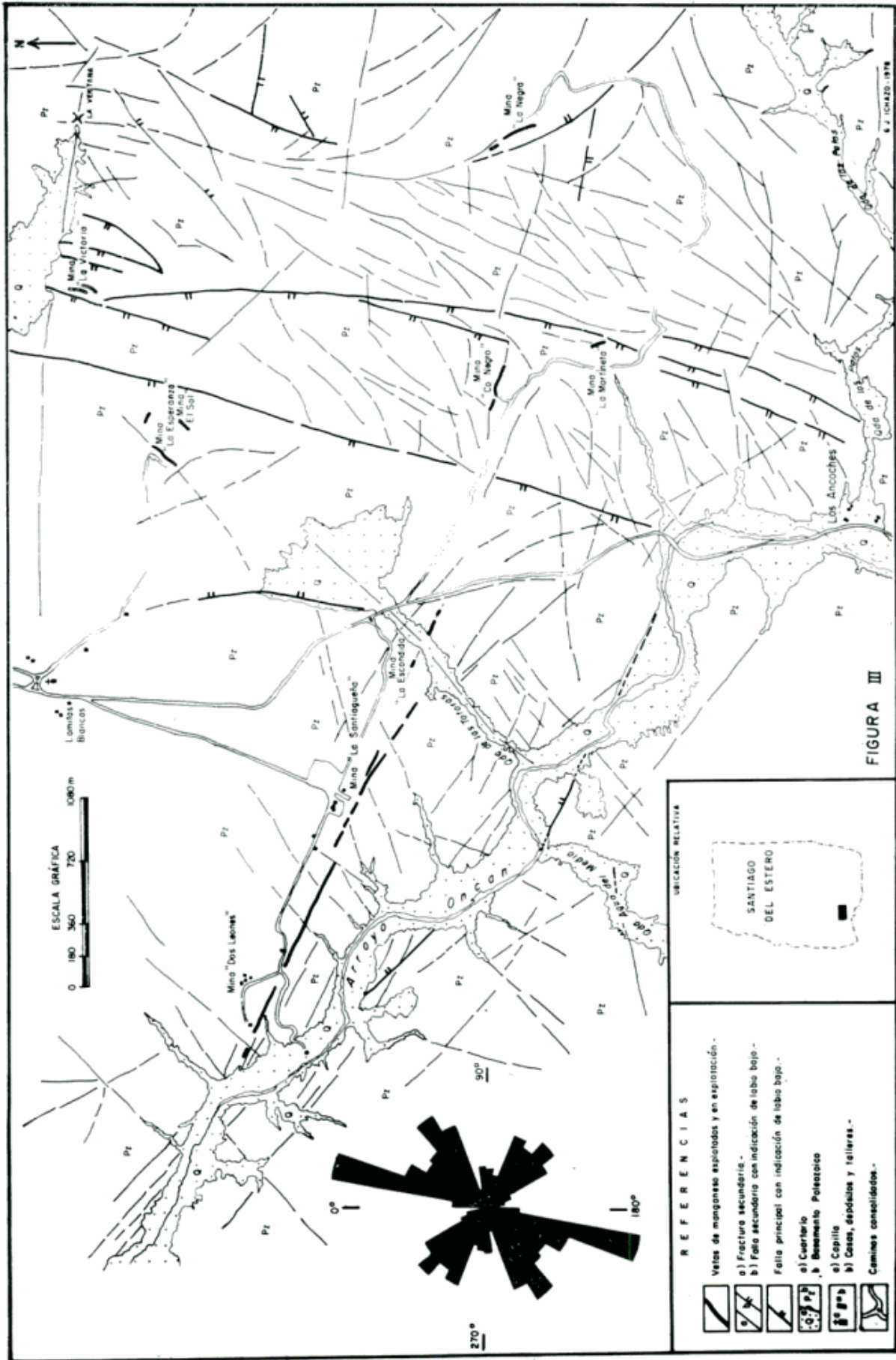
El diagrama de frecuencia de fracturación ponderado por metros de longitud, permite identificar un sistema de fracturación regmático conjugado, para la zona en par-

ticular. El primer sistema se ubica con rumbo N 10-20° E y su conjugado con rumbo N 70-90° O; además se interpreta la existencia de un tercer sistema con rumbo N 30-40° O que no está relacionado en la zona con otros, pero sería necesario un estudio más amplio de los sistemas de las Sierras Pampeanas para concluir sobre éste.

Se deduce que los esfuerzos que generaron este sistema regmático conjugado se ubicaron con rumbo general N 42-43° O y estarían relacionados con eventos orogénicos de edad precámbrica o paleozoica inferior.

Estructura detallada del grupo minero Ancoches

El análisis que se ilustra en la figura 3 se realizó sobre el fotograma N° H2965-404-9, correspondiente al mosaico 35-B4 mencionado anteriormente, ampliado a esca-



la 1:9.000. En el mismo se detallaron las áreas cubiertas por el cuartario aluvial y las áreas de basamento paleozoico; en éstas si bien el aluvio está presente, por ser de escaso espesor se lo descartó por motivos de practicidad en la interpretación.

Se ubican además las manifestaciones de manganeso que han sido explotadas o que, en el presente, continúan en explotación. Además se trazaron los recorridos de las fracturas observadas, detallando el orden de importancia de acuerdo al resalto vertical, recorrido regional y magnitud de los bloques tectónicos definidos.

Se tomó especial cuidado en tratar de definir en el plano el recorrido de las estructuras mineralizadas conocidas, más allá de las cuales se infirió su posible trazado. Este dato, evidentemente, debe ser considerado cualitativamente y no cuantitativamente.

Como resultado del análisis del diagrama de frecuencia de fracturación ponderado por metros de longitud, se interpreta la existencia de un sistema de fracturación regmática conjugado, que ya había sido observado en el análisis efectuado a menor escala; estos sistemas, denominados *Sistema Oncán* y *Sistema El Bosque*, tienen rumbos generales N 10-20° E y N 40-70° O respectivamente. Como probable consecuencia de la Orogenia Variscica o Andina estos sistemas habrían sido reactivados. El Sistema Oncán presenta gran número de fracturas de tensión orientadas según rumbo N 50-60° E, algunas de las cuales tienen típicas flexiones de tipo cimoide o sigmoide^o, las que serían evidencias de un desplazamiento de tipo dextrógiro. Sin embargo, los desplazamientos principales habrían tenido una importante componente vertical. El Sistema El Bosque habría actuado como un sistema tensional con fracturas gravitacionales.

Durante la reactivación, el sistema regmático conjugado ha sido afectado por leves desplazamientos horizontales ante un esfuerzo compresional. De acuerdo a Moody y Hill

^o Al respecto cabe citar que McKinstry (1948) utiliza el término "cimoide" (en la versión original inglesa "cymoid"), sugerido por el Doctor Kirk Byran, a partir de los términos latinos "cima recta" y "cima reversa", utilizados en arquitectura para describir molduras con forma de "S".

Otros autores, como Alberts (1967) y Katz (1977), se refieren a este tipo de diseño como "sygmoideal buckling", que sería traducido como "deformación por efecto de fuerzas laterales, con forma de la letra griega *sigma*". En consecuencia, y por analogía ambos conceptos se deben considerar sinónimos (cimoide = sigmoide).

(1956), Thomas (1972) y Ramos (1976), el ángulo de aplicación del esfuerzo se ubica al norte de la bisectriz del ángulo mayor del sistema regmático original. Surge entonces que la dirección del esfuerzo durante las orogenias mencionadas fue de un rumbo general N 95° O. El comportamiento tensional del Sistema El Bosque sería el responsable del emplazamiento de la mineralización en la falla homónima.

Análisis de la estructura - conclusiones

En la imagen LANDSAT se verifica la existencia de una fractura de rumbo aproximado oeste-noroeste, denominada "Falla El Bosque". Esta estructura controla las manifestaciones vetiformes de manganeso (Mina Dos Leones, La Santiagueña, La Escondida y aproximadamente la Mina Cerro Negro). Las estructuras mineralizadas se continúan como lineamientos, proporcionando guías de interés para la prospección.

De acuerdo con las observaciones realizadas, la Mina La Escondida se corresponde con la corrida norte de la Mina La Santiagueña. La corrida principal Dos Leones-La Santiagueña se continúa de acuerdo con los lineamientos observados, al sur y sureste de las pertenencias de La Escondida. En este sector se registraron anomalías geofísicas con el método de polarización inducida (P. I., Roqué, 1977), lo cual nos proporciona una coincidencia de datos en este sector.

La zona de fractura de la "Falla Oncán" posee un desarrollo de aproximadamente 1 km de ancho en planta. La observación detallada de la misma permite inferir la existencia de desplazamientos horizontales de poca importancia dado que, presenta un diseño de fracturas de tipo cimoide (McKinstry, *op. cit.*). Este diseño de fracturas se asocia con áreas de alivio tensional en zonas deformadas por cuplas dextrógiras (Katz, 1977).

Asimismo se observaron dos zonas con estructuras anulares, una al sudoeste de la localidad de Oncán y la otra al noreste de Pozo Grande. En un primer momento se les asignó una gran expectativa desde el punto de vista económico, pero no se observaron posteriormente elementos significativos durante los relevamientos de campo, ni durante las interpretaciones a escala de mayor detalle.

Del análisis de los diagramas de frecuencia de fracturación se puede inferir que los

sistemas estructurales más antiguos de probable edad precámbrica o paleozoica inferior, se encuentran representados por un sistema de fracturación regmática, según rumbos N 10-20° E y N 40-70° O respectivamente. Posteriormente, al variar la dirección del esfuerzo principal, ya sea por rotación de la placa o del esfuerzo, ambos sistemas no tuvieron igual comportamiento, como lo postularon inicialmente Moody y Hill (1956), sino que el sistema más reactivado fue el transversal a los esfuerzos (véase Thomas, 1972; Coira *et al.*, 1975; Ramos, 1976). El otro sistema conjugado estuvo más pobremente desarrollado y se expresó como un sistema tensional (Coira *et al.*, *op. cit.*).

Del estudio detallado de los yacimientos en cuestión, se dedujo la existencia de un ciclo de mineralización inicial, al cual se le sobrepone diversos eventos de fracturación con la consiguiente reactivación de las fallas y el aporte de nuevos minerales de ganga y minerales de manganeso. Si se correlaciona lo expuesto con los sistemas de fracturas asociados, se puede deducir que el "Sistema El Bosque" fue reactivado tensionalmente en varias oportunidades a lo largo de su historia geológica. La dirección de los esfuerzos que produjeron dicha reactivación se orienta según un rumbo general N 95° O. De acuerdo con ello podrían haber sido ge-

nerados en las fases compresivas de las orogénias Variscicas o Andinas.

La iniciación de los pulsos metalogénicos debe haber comenzado en un entorno temporal comprendido entre el Precámbrico-Paleozoico inferior o el Carbónico-Pérmico, ya que se hallaron registros de la presencia de mineralización de manganeso en bancos conglomerádicos, incluidos en las areniscas cuarzosas, consignadas ya sea a uno o a otro período (Bodenbender; Methol; Lucero; *op. cit.*).

Finalmente, el emplazamiento actual se debe a una probable reactivación durante la orogénia Andina por reciclaje de los minerales existentes, sin descartar el aporte de nuevo material.

Agradecimientos

Se desea dejar constancia del agradecimiento al Servicio Minero Nacional, y especialmente al Plan NOA I de Tucumán, por la utilización de los materiales necesarios para la realización de este trabajo.

Igualmente, al Servicio Geológico Nacional por la colaboración prestada, especialmente al Doctor Víctor Ramos y al Licenciado Miguel Haller por la lectura crítica de los originales.

Lista de trabajos citados en el texto

- Alberts, J. P., 1967. *Belt of sigmoidal bending and right faulting in the Western Great Basin*. Geol. Soc. Amer. Bull. 78: 143-156.
- Angelelli, V. y T. Ezcurra, 1962. *Evaluación de los Recursos Naturales de la República Argentina*. C.F.I. Recursos Minerales: 51-58.
- Angelelli, V. y J. C. Fernández Lima, 1966. *Metalogenia de las Sierras Pampeanas*. Actas de las Terceras Jornadas Geológicas Argentinas: 135-150.
- Angelelli, V., J. C. Fernández Lima, A. Herrera y L. Aristarain, 1970. *Descripción del Mapa Metalogénico de la Rep. Argentina*. Direc. Nac. de Geol. y Min. Anales XV: 93-102.
- Arcidiácono, E., 1973. *Génesis de yacimientos de óxido de manganeso de Ojo de Agua, Sgo del Estero*. Rep. Argentina. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII (2): 165-194.
- Bodenbender, G., 1905. *La Sierra de Córdoba. Constitución Geológica y productos minerales de aplicación*. Anales del Min de Agric. de la Nación. Sec. Geol. (2), Buenos Aires.
- Coira, B., F. Nullo, C. Proserpio y V. Ramos, 1975. *Tectónica de basamento de la Región Occidental del Macizo Nordpatagónico. Prov. de Río Negro y Chubut*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXX (3): 361-383.
- Gay, S. P., 1972. *Fundamental characteristics of aeromagnetic lineaments, their geological significance and their significance to geology*. Amer. Stereo Map. Co. Technical Pub. 1, Salt Lake City.
- 1973. *Pervasive orthogonal fracturing in Earth's Continental Crust*. Amer. Stereo Map. Co., Salt Lake City.
- Godeas, M., S. Segal, M. Valoy y R. Zagalsky, 1970-76. *Informes petro-calcográficos del Área de Reserva nº 57 "Las Mangas"*. NOA I. Ser. Min. Nacional. Informes inéditos.
- Hewett, D. y M. Flisher, 1960. *Deposits of the manganese oxide*. Ec. Geology. 55 (1).
- Hewett, D., 1964. *Veins of hypogene manganese oxide minerals in the Southwestern United States*. Ec. Geol. 59 (8).

- Katz, M. B., 1977. *Lineament analysis of LANDSAT imagery applied to mineral exploration* A.G.I.D. Caracas. Background Document n° 15.
- Lannerfors, N. A., 1930. *Las minas de manganeso de Ojo de Agua (Sgo. del Estero)*. Min. de Agr., Direc. Gral. de Minas, Geol. e Hidrogeol. Public. 87.
- Lucero, H., 1959. *Descripción de las Hojas Geológicas 16 h "Pozo Grande" y 17 h "Chuña Huasi"*. Prov. de Sgo. del Estero y Córdoba. Direc. Nac. de Minería. Bol. 107.
- McKinstry, H. E., 1948. *Mining Geology*. Prentice-Hall Inc. USA.
- 1962. *Geología de Minas*. Ed. Omega, Barcelona, España.
- Menoyo, E. y V. Padula, 1972. *Manganeso*. Serv. Nac. Minero-Geológico. Revista, 35: 23-69.
- Methol, E., 1958. *Descripción de la Hoja Geológica 18 i "Deán Funes"*. Tulumba (Cba.) Direc. Nac. de Min. Boletín 88.
- Minera TEA, 1968. *Geología y Recursos Minerales de las Sierras de Ambargasta y Sumampa. Dto. Ojo de Agua y Quebrachos. Sgo del Estero*. V-B. Gpo. Minero Ancoches. In. inéd.
- Moody, J. D. y M. J. Hill, 1956. *Wrench fault tectonic*. Geol. Soc. Am. Bull., 67 (9): 1207-1246.
- Moody, J. D., 1973. *Petroleum aspects of wrench fault tectonics*. Am. Assoc. Petr. Geol. Bull. 57 (3): 449-476.
- Parck, Ch., F., 1956. *On the origin of manganese*. Symposium of manganese. XX Congr. Internac. El manganeso en general. México. I: 75-98.
- Peralta, E., 1972. *Informe operativo de los mosaicos 35-B4 y 35-B1. Determinación del Area de Reserva n° 57. "Las Mangas"*. NOA I. Serv. Min. Nacional. Inf. inédito.
- Quartino, B., 1967. *Contribución a la interpretación y descripción geológica y petrográfica del Distrito Ojo de Agua. Sgo del Estero*. F.C.E.N.-U.N.B.A. Trab. inédito
- Ramos, V., 1976. *Evolución tectónica del basamento Precámbrico de Río Grande*. Río Grande do Sul. Brasil. Actas VI Congr. Geol. Arg. I. Buenos Aires.
- 1977. *Basement tectonics from LANDSAT imagery in mining exploration*. Geologie en Mijnbouw, (3): 243-252.
- Roqué, C., 1977. *Prospección geofísica en el Distrito Minero Ancoches con el método de polarización inducida (P.I.)*. NOA I. Serv. Min. Nacional. Inf. inédito.
- Routhier, P., 1967. *Les gisements métallifères*. Ed. Masson et Cie. Paris. II: 991-937.
- Roy, B., 1968. *Classification of manganese deposits*. Acta mineralógica-petrographica. XIX. Szeged. Hungría.
- Sales, J. K., 1968. *Crustalmechanics of Cordilleran Foreland deformation: a regional and scale model approach*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 52 (10): 2016-2044.
- Segal, S., 1977. *Informe calcográfico del Plan de Perforaciones en Sgo. del Estero por convenio con la S.E.M.* NOA I. Serv. Min. Nacional. Inf. inédito.
- Sonder, R. A., 1947. *Discussions of "The Shear Pattern of the Earth's Crust"*. Trans. Amer. Geoph. Unión, 28 (6): 936-946.
- Stipanivic, P. y Linares, E., 1975. *Catálogo de edades radiométricas determinadas para la Rep. Argentina*. 1ª parte. Años 1960-1974. Asoc. Geol. Arg., Publ. Esp. Serie B, N° 3.
- Thomas, G. E., 1971. *Continental plate tectonics: Southwest Wyoming*, en Wyo. Geol. Assoc. 23rd. Field Conf. Guide Book: 103-123.
- Thomas, G. E., 1972. *Continental plate tectonics: Williston Blood Creek Basin*, en Rocky Mount. Assoc.
- Varentsov, I., 1964. *Sedimentary manganese ores*. Elsevier Publishing Co. New York.

Recibido: julio 4, 1978.

METALOGENESIS DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT

JUAN CARLOS FERNANDEZ LIMA¹ y CARLOS LATORRE²

¹ Secretaría de Estado de Minería, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA).

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). INGEIS

Resumen

El presente trabajo es una síntesis de la descripción del Mapa Metalogénico de la provincia del Chubut, que forma parte de un convenio celebrado entre la Secretaría de Minería de la Nación y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). Los depósitos incluidos en el citado Mapa, corresponde a los siguientes elementos: Al, Ba, Cu, F, P, Mn, Ag, Au, Pb, U y Zn. Se ubican en las siguientes unidades morfoestructurales: Cordillera Patagónica Septentrional, Macizo Norpatagónico y Patagonia Extraandina Septentrional. Se emplazan preferentemente en rocas volcánicas de las Formaciones Pampa de Agnia y Marifil (Jurásico medio) o rocas del basamento paleozoico o sedimentitas del grupo Chubut (Mesozoico). Se distinguen 2 ciclos metalogénicos: 1. Mesozoico y 2. Cenozoico, y 3 unidades metalogénicas: 1. Departamento Los Manantiales, 2. Distrito Alejandrito y 3. Subprovincia "El Gualicho".

Introducción

El presente trabajo es una síntesis de la descripción del Mapa Metalogénico de la provincia del Chubut, realizado por los autores como parte del contrato celebrado entre la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) y la Secretaría de Estado de Minería, el que comprendía además otros trabajos de investigación.

Esta apretada síntesis no tiene otro objeto que dar una idea general de las condiciones de yacencia de los depósitos minerales, correspondientes a los elementos o minerales que se citan en el texto; como asimismo establecer un ordenamiento tentativo, tanto desde el punto de vista genético como cronológico.

Cabe señalar que se han introducido algunos ajustes al texto original, en especial en lo que hace al Ciclo Metalogénico Mesozoico el que primitivamente se asignó al Jurásico superior, prefiriéndose en cambio considerar como edad máxima del mismo el Jurásico medio, ya que lo único que podemos afirmar con seguridad es que es post Batoniano, pero no tenemos suficiente elementos como para asegurar en qué momen-

Abstract

The present work is a synthesis of description of Metalogenic Map of Province Chubut, integrating an agreement signed between the Secretary of Mining of the Nation and the Faculty of Exact and Natural Sciences (UBA). The deposits involved in above mentioned map correspond to following elements: Al, Ba, Cu, F, P, Mn, Ag, Au, Pb, U and Zn. They are situated into the following morphostructural units: Northern Cordillera Patagónica, Macizo Norpatagónico and Northern Patagonia Extraandina. They set preferably in volcanic rocks the Pampa de Agnia and Marifil Formations (Middle Jurassic) or paleozoic basement or sedimentites of Group Chubut (Mesozoic). Two metalogenic cycles are distinguished: 1. Mesozoic and 2. Cenozoic, and 3 metalogenic units: 1. Dto. Los Manantiales, 2. Distrito Alejandrito and 3. Sub-Province "El Gualicho".

to se produce el emplazamiento de la mineralización, dentro de la fase diastrófica Riográndica, pudiendo además corresponder a más de una pulsación.

Se acompaña un mapa de la provincia del Chubut, en el que se señalan los yacimientos con un símbolo y un número y asimismo la roca encajante. Este mapa sólo tiene fin ilustrativo.

Síntesis general

Los depósitos minerales que conforman el Mapa Metalogénico del Chubut, se pueden dividir en tres grandes grupos:

- 1) Los situados en la Cordillera Patagónica Septentrional y que se ubican al poniente del meridiano 70°;
- 2) Los del Macizo Norpatagónico; y
- 3) Los situados en la Patagonia Extraandina Septentrional.

Cabe señalar que los dos últimos grupos aparecen ubicados al naciente del meridiano 70°, correspondiendo el límite entre ambos a la línea que pasa por Gastre-Gan Gan, aproximadamente.

En la primera de las provincias geológi-

cas citadas se ubican yacimientos metalíferos a saber: Grupo Lago Fontana y Doña Isabel, de minerales de plomo, en su porción austral, y Condorcanqui y manifestación Lastra, de minerales de cobre, en su sector septentrional. A su vez, en la región sur, al NE de Lago Fontana se sitúan dos yacimientos de alunita asociada a caolín (Gato y Estrella Gaucha) y en posición intermedia entre ambos grupos, aparecen las acumulaciones auríferas Tecka, Corcovados y Corintos.

En la segunda (Macizo Norpatagónico) se hallan dos mineralizaciones bien definidas y que se vinculan a la actividad volcánica, los depósitos minerales de plomo, plata y zinc de Los Manantiales y el grupo de yacimientos fluoríticos situados en el ángulo nororiental de la provincia, los que a su vez constituyen dos unidades metalogénicas claramente definidas.

Por último, en la tercera unidad geológica señalada más arriba, se ubican toda una gama de acumulaciones minerales que van desde aquéllas vinculadas a la actividad volcánica hasta las de carácter sedimentario, como asimismo los originados por la acción de aguas circulantes. Además presentan toda una variedad en cuanto a los minerales que constituyen estos depósitos, los hay de cobre; plomo, plata y zinc; uranio; manganeso; baritina y alunita.

En cuanto al emplazamiento geológico de las acumulaciones minerales mencionadas hasta aquí, el carácter dominante lo da su ubicación en las vulcanitas mesosilíceas de la Formación Pampa de Agnia, facies Cañadón Puelman, del Jurásico medio, en las que se encuentran mineralizaciones tales como las de plomo, plata, zinc de Lago Fontana, Los Manantiales, Calafate, Santa Máxima, Cañadón Bagual y las de baritina del Grupo Alejandrito, o bien en las vulcanitas ácidas de la Formación Marifil, en que lo hacen las acumulaciones fluoríticas situadas al NE de Puerto Madryn y próximas al límite con Río Negro y por último los depósitos manganesíferos, excepto San Javier.

Le siguen en orden de frecuencia las sedimentitas del Grupo Chubut en las que se emplazan mineralizaciones tales como las de alunita (Gato y Estrella Gaucha); baritina (Cacique Yanquetruz) y de uranio.

Luego podemos mencionar las vultanitas de la Serie Andesítica en las que aparecen depósitos de oro y cobre como ser Tecka y Condorcanqui, respectivamente.

Por último, señalamos la baritina que yace en el contacto esquistos inyectados-migmatitas (?) (Piedras Blancas I y II) y la alunita de Camarones que aparece en las bentonitas de la Formación Río Chico.

Con referencia al arrumbamiento de los yacimientos vetiformes, corresponde predominantemente al cuadrante noroeste, oscilando por lo general de NNO a ONO, dominando ligeramente los de dirección NO-SE; le sigue en orden de frecuencia las del cuadrante noroeste que varían de NNE a ENE y luego podemos mencionar las que lo hacen en dirección E-O y por último OSO y N-S en ese orden.

En cuanto a la inclinación, ésta es fuerte, predominantemente superior a los 50° y en especial de posición subvertical a vertical, en dirección preponderante hacia el SSO y SO, o bien al NO en menor proporción.

Estructuralmente los cuerpos mineralizados vetiformes responden a un control ejercido por fracturas de tensión o ciza, mostrando predominantemente estructuras de relleno (brecha, escarpela, granosas, bandeadas, etc.) y texturas deposicionales de carácter, en algunos casos, coloidales (coliformes, botrioidales, arriñonadas, etc.). En otros casos son la respuesta a las condiciones de deposición, tales como los sulfuros diseminados (Condorcanqui y Los Manantiales) o bien las de impregnación (uranio). En estos casos el control no ha sido sólo de carácter secundario (fracturas) sino también primario (porosidad y permeabilidad).

En cuanto a la génesis, los podemos clasificar en dos grupos: endógenos y exógenos. Los primeros son de naturaleza hidrotermal, en especial epitermales, siguiéndoles luego los mesotermiales. Se pueden mencionar como ejemplo de los primeros, los yacimientos de fluorita, baritina, manganeso, los de plomo, plata y zinc. El oro de Tecka sería mesotermal. Además existe un caso en que el depósito ha sido clasificado como xenotermal (manganeso del Valle de las Plumas). Por último corresponde mencionar las minas El Gato y Estrella Gaucha (alunita) a las que se les consideran originadas por alteración hidrotermal de una arenisca posiblemente tobácea.

El grupo de los exógenos comprende: los detríticos de oro, los sedimentarios químicos de carácter lagunar de manganeso (San Javier), los de fosforita de ambiente marino y los originados por aguas circulantes (uranio y alunita).

La gran mayoría de los depósitos endógenos se vinculan al vulcanismo de la Formación Pampa de Agnia o de la Formación Marifil Jurásico medio (fluorita, manganeso, los de plomo, plata y zinc lago Fontana y los de cobre). Los menos se relacionan con el vulcanismo terciario (Serie Andesítica) se pueden mencionar entre otros: los de baritina; el Distrito plumbífero Los Manantiales o bien con una diorita del Terciario (Condorcanqui).

De acuerdo a lo señalado hasta aquí podemos distinguir 2 ciclos Metalogénicos:

- I) Mesozoico (Jurásico medio-post-Batoniense) correspondiente a la Fase Diastrófica Riográndica (los de fluorita y Lago Fontana de plomo, plata y zinc, etc.).
- II) Cenozoico correspondiente al Terciario inferior, Fase Diastrófica Incaica (M.I.) (Los Manantiales, de plomo, plata y zinc; baritina, etc.); los fosforita que se asignan al Paleoceno superior y luego los del Cuartario (detriticos de oro, Tecka, Corcovados y Corintos).

Para mayores datos, se adjunta en la página siguiente un cuadro donde los depósitos han sido agrupados por la provincia geológica y dentro de ella por los Ciclos Metalogénicos.

Es conveniente señalar que las edades de los yacimientos corresponden a la edad máxima que puede tener el depósito en relación con su vinculación petrológica-genética y la edad de la roca madre. Eso significa que en el futuro con más elementos de juicio podamos ajustar esas edades de tal manera que la ubicación cronológica sea más exacta, en especial, como se desprende de lo expresado, en lo que hace a las acumulaciones endógenas.

En cuanto a la posibilidad de distinguir unidades metalogénicas hay que tener en cuenta que los yacimientos del Chubut, integran las unidades mayores que Angelelli y Fernández Lima (1976) distinguieron para todo el país.

Partiendo en consecuencia de esta premisa y teniendo en cuenta que no existe uniformidad de criterio en lo referente al concepto de las distintas unidades metalogénicas, en especial el de provincia, nos hemos de basar en esta ocasión en la idea de Routhier (1963).

Por lo tanto podemos distinguir 3 unidades metalogénicas:

1. El Distrito "Los Manantiales".
2. El Distrito "Alejandrito".
3. La Subprovincia "El Gualicho".

1. *Distrito "Los Manantiales"*. Está situado al noreste de Gastre y se caracteriza por estar integrado por acumulaciones de plomo, plata, zinc, cobre y oro, estar situado en un cratógeno, el Macizo Norpatagónico, vincularse al vulcanismo andesítico Terciario. Se trataría, por lo tanto, de un Distrito Metalogénico poliminerale, pero con un solo Ciclo Metalogénico, Cenozoico.

2. *Distrito "Alejandrito"*. Está ubicado al sur de Gastre y sus características son las siguientes: está constituido por yacimientos de baritina, se emplaza en un área cratónica, la Patagonia Extraandina Septentrional, se vincula genéticamente a las vulcanitas del Terciario inferior (Serie Andesítica). Constituye, en consecuencia, un Distrito monomineral y monocíclico, Cenozoico.

3. *Subprovincia "El Gualicho"*. Está constituida predominantemente por un conjunto de yacimientos de fluorita y en mucha menor magnitud por acumulaciones de manganeso (hasta ahora dos), se ubica en un cratógeno, el Macizo Norpatagónico, se vincula al vulcanismo ácido de la Formación Marifil del Jurásico medio, asignándosele a las acumulaciones fluoríticas y a la mina Belcha de manganeso, dicha edad; mientras que para Arroyo Verde (Mn) se admite que corresponde al Terciario o quizás al Cuartario, asociándose al vulcanismo de la misma edad. Se trata, en consecuencia, de una subprovincia poliminerale y bicíclica, Mesozoico y Cenozoico.

De las unidades mencionadas, el Distrito "Los Manantiales" y la Subprovincia "El Gualicho", forman parte de la provincia del "Macizo Norpatagónico" conjuntamente con los yacimientos pertenecientes a la provincia de Río Negro que se caracteriza por ser poliminerale (plomo, plata, zinc, cobre, oro, fluorita y wolframio) y bicíclica, con un ciclo perteneciente al Mesozoico y otro al Terciario.

Para finalizar hay que tener en cuenta la

Ciclo Metalogénico	Yacimiento, Mina o Distrito	Litología o Emplazamiento
1. CORDILLERA PATAGONICA SEPTENTRIONAL		
Mesozoico	Lago Fontana	Andesitas (Fm. Pampa de Agnia)
	Doña Isabel	Arenisca (Formación Apeleg)
	Tecka	Andesitas (Terciario)
Cenozoico	Tecka	Aluvión
	Corintos	Aluvión
	Corcovados	Aluvión
2. MACIZO NORPATAGONICO		
Mesozoico	Sebastián	Pórfiro Cuarcif. (Fm. Pampa de Agnia)
	Pablo	" " " " " "
	Guanacote	" " " " " "
	Guaquito	" " " " " "
	Primera Esperanza	" " " " " "
	Nueva Esperanza	" " " " " "
	Don Alejandro	" " " " " "
	Oscar	" " " " " "
	Grupo Carmen-Pichi	" " " " " "
	Gordo	" " " " " "
	Gumersindo	" " " " " "
	Flamenco	" " " " " "
	Arroyo Verde	" " " " " "
	Belcha	" " " " " "
Cenozoico	"Los Manantiales" (Angela, S. Beatriz, C. Natividad, etc.)	Andesitas (Fm. Pampa de Agnia)
3. PATAGONIA EXTRAANDINA SEPTENTRIONAL		
Mesozoico	Cañadón Bagual	Andesitas (Fm. Pampa de Agnia)
	Santa Máxima	Andesitas (Fm. Pampa de Agnia)
	Olte	Andesitas (Fm. Pampa de Agnia)
	Eva Perón	Pórfiro Cuarcif. (Fm. Pampa de Agnia)
	Valle de las Plumas	" " " " " "
	F. Ameghino	" " " " " "
	San Javier	Tufitas, Formación Río Chico y Tobas Formación Sarmiento
	Calafate o Stella	Andesitas (Fm. Pampa de Agnia)
	Maris	
Cenozoico	Piedras Blancas I, II	Contactos: esp. inyec. gran. mig.
	Grupo Alejandrito	Vulcanitas Andesíticas (Fm. P. d/Agnia)
	Cacique Yanquetruz	Tobas (Grupo Chubut)
	Condorcanqui	Serie Andesítica
	Lastra	Serie Andesítica
	Los Adobes	Areniscas, conglomerados y arcillas (Grupo Chubut)
	Cerro Cóndor	" " "
	Cañadón Gato	" " "
	Sierra Cuadrada	" " "
	Camarones	Bentonita (Formación Río Chico)
	Estrella Gaucha	Areniscas tobáceas y conglomerados
	El Gato	Areniscas tobáceas

Tipo de Yacimiento)	Relación Genética	Elemento o Mineral
Hidrotermal (epitermal) Hidrotermal Hidrotermal (mesotermal?) Detrítico Detrítico Detrítico	Andesitas (Fm. P. d/Agnia) Dacita (Formación El Gato) Serie Andesítica	Pb, Ag, Zn Pb, Ag, Zn Au Au Au Au
Hidrotermal (epitermal) "	V. Acidas Fm. Marifil "	Fluorita " " " " " " " " " " " " " " " " " " Mn Mn
Hidrotermal (epitermal)	Andesitas del Terciario	Pb, Ag, Zn, Cu, Au
Hidrotermal (mesotermal?) Hidrotermal (epitermal?) Hidrotermal (epitermal) Hidrotermal (epitermal) " " " " Sedimentario	Andesitas Fm. Pamp. d/Agnia V. Acidas Fm. Marifil " " " " " " " " " " " " " " " "	Pb, Ag, Zn Pb, Ag, Zn Cu Mn Mn Mn Mn
Hidrotermal (mesotermal?) Hidrotermal (epitermal) " " " " Hidrotermal Hidrotermal Aguas circulantes	Andesitas Fm. Pamp. d/Agnia Serie Andesítica? Andesitas Fm. Pamp. d/Agnia Serie Andesítica Tonalita Serie Andesítica Lixiviación de tobas y granitos	Pb, Ag, Zn Baritina Baritina Baritina y Pb Cu Cu U
" " " " " " Aguas circulantes sulfurosas Hidrotermal (alteración) Hidrotermal (alteración)	" " " " " " " " " " " " " " " Vulcanismo Terciario " " " "	U U U Alunita Alunita Alunita

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃
"Mina Gato"	12,45	36,74	25,49	4,08	1,34	0,27
"Estrella Gaucha"	—	36,27	36,51	7,00	1,74	Vestigios
"Camarones"	4,95	31,69	34,82	7,05	1,37	1,82

posibilidad de que "Lago Fontana", en el futuro, constituya un Distrito Metalogénico, con el mejor conocimiento geológico del mismo y sobre todo con el avance de los trabajos de prospección que ha de realizar la Secretaría de Estado de Minería.

Síntesis de las condiciones de yacencia de los yacimientos de cada elemento o mineral

Aluminio

Los depósitos aluniticos conocidos en la provincia del Chubut se ubican en dos regiones que se sitúan: la primera en la zona cordillerana próxima al límite con Chile al NE del Lago Fontana, en el ángulo NO del departamento Río Senguer y la segunda próxima a la costa atlántica, al poniente de la localidad de Camarones, departamento Florentino Ameghino. (Oliveri y Terrero, 1952; Sister y Klein, 1952; Sister, 1953; Anselmino, 1967; Camacho, 1971 a y b; Hayase *et al.*, 1971; y Angelelli *et al.*, 1976).

Además de estas acumulaciones aluniticas, se conocen otras de las cuales no se tiene información geológica; son ellas las de Bahía Vera, Bahía Cruz y Punta Tombo, al norte de Camarones. Asimismo se habría observado la existencia de alunita en el departamento Gastre.

Geológicamente los yacimientos se emplazan en la Cordillera Patagónica Septentrional (minas Gato y Estrella Gaucha antes conocida como Cerro Bayo) y Patagonia Extraandina Septentrional (la serie de minas de Camarones).

Los primeros se presentan como horizontes de alteración de una arenisca tobácea perteneciente al Grupo Chubut, donde la faja alunitizada aparece en medio de una zona silicificada en el techo y otra propitilizada o sericitizada y cloritizada en el piso. Su espesor alcanza hasta 15 m (Estrella Gaucha). La mineralización en este caso consiste en dickita, alunita, cuarzo secundario, baritina y pirofilita.

En la zona de Camarones en cambio, la

alunita se presenta en "bochones" de distintos tamaños, que varían de 0,10 hasta 1,50 m de diámetro con una "moda" de 0,30 x 0,40 x 0,50 m, dentro de una masa de bentonita verde grisácea, correspondiente a la Formación Sarmiento (Eoceno-Oligoceno). La distribución vertical de estos "bochones" es irregular pudiendo alcanzar hasta 6 m de profundidad.

Se han hallado 18 cuerpos que contienen bochones de tamaño variable. La mineralización consiste en alunita, ópalo, cristobalita, halita y caolinita.

La alunita dominante en los depósitos conocidos hasta ahora es potásica; los ensayos químicos arrojaron los siguientes resultados en valores por ciento:

Con referencia al origen de estos depósitos se considera que son hidrotermales o que se han formado por la acción de aguas termales fuertemente ácidas, ricas en ácido sulfúrico, las que produjeron la alteración de la roca huésped (minas Gato y Estrella Gaucha). En el caso de Camarones se supone originado por la acción de aguas con ácido sulfúrico sobre rocas preexistentes.

Se asigna a estos yacimientos, tentativamente, edad terciaria vinculándoselos al vulcanismo de la misma edad.

CUADRO I

	Alunita	Opalo	Cristobalita	Caolinita	Dickita	Cuarzo
Camarones	x	x	x	x		
Gato	x				x	
Estrella Gaucha	x				x	x

Baritina

Los depósitos de baritina conocidos en la provincia del Chubut no son muy numerosos. La mayoría de ellos se ubican en el departamento Gastre en el sector norte del

CUADRO II

	Baritina	Fluorita	Cuarzo	Sílice jasperoidal	Calcita	Oxido de hierro	Oxido de manganeso	Densidad	Clastos de roca de caja
Alejandrito	x	+	+			•	•	4.2	
Alejandrito 1	x	+	+			•	•	4.2	
Alejandrito 2	x	+	+			•	•	4.2	
Alejandrito 3	x			+				3	
Alejandrito 4	x							3.8	+
Alejandrito 6	x		+		+			3.2	+
Ceferino Namuncurá	x					•	•	4.1	
Don Bosco	x					•	•	4.1	
Cacique Yanquetruz	x		+		+			-	
Piedras Blancas I y II	x		+			•		-	+

x Mineral de Mena.
 + Ganga.
 • Secundario.

mismo, hacia el S y SE de la localidad homónima, entre los paralelos 42° 28' y 52° 52' y los meridianos 68° 30' y 69° 49', aproximadamente. (Angelelli *et al.*, 1976; Carillo, 1978; Hurtado, 1978 y observaciones de los autores).

ra de estos límites (Piedras Blancas I y II); está situado al naciente del Río Chubut al NNE de Paso de Indios, departamento homónimo.

Geológicamente se ubican todos en la Patagonia Extraandina Septentrional, diferenciándose no obstante, por el ambiente geológico en que se hallan encajados los yacimientos.

Así en los correspondientes al departamento Gastre podemos distinguir dos emplazamientos diferentes:

- I) Aquellos que lo hacen en rocas andesíticas de la Formación Cañadón Puelman, Fm. Pampa de Agnia (Jurásico medio) y comprenden el conjunto de los Alejandritos, Ceferino Namuncurá y Don Bosco.
- II) Cacique Yanquetruz cuya roca encajante es una toba del Grupo Chubut (Cretácico).

Piedras Blancas I y II se halla encajado en rocas del basamento, en el contacto entre esquistos inyectados y migmatitas (?) graníticas.

Los yacimientos son vetiformes, originados por relleno de fisura con rumbo domi-

nante NO-SE, inclinando preferentemente entre 44° y 81° SO (Alejandrito, Alejandrito 1, 2, etc.) haciéndolo en un caso a 84° NE. Siguen en orden de frecuencia los que se disponen en dirección ONO-ESE, inclinando 66°-73° SSO. En este último caso se producen variaciones de tal manera que los cuerpos se orientan E-O (Piedras Blancas I y II) o al ENE-OSO, inclinando 82° SSE (Alejandrito 4).

Las corridas observadas oscilan entre 1.200 m (Alejandrito) como máximo y 24 m como mínimo (Ceferino Namuncurá) debiéndose tener en cuenta que en la mayoría de los casos las corridas se limitan a lo que las labores superficiales ponen de manifiesto, dado que los cuerpos se hallan en su mayor parte encapados.

Existen otros dos depósitos en los que las corridas alcanzan a 400 y 450 m (Cacique Yanquetruz y Piedras Blancas I y II).

Las potencias por lo común, varían entre 0,60 y 1 m, pudiendo llegar a un máximo de 2 m (Cacique Yanquetruz, Piedras Blancas I y II, etc.) y a un mínimo de 0,10 m (Alejandrito). En algunos casos hay venillas de 0,02 a 0,08 m de espesor.

La mineralización es sencilla en general, estando compuesta por baritina, en ganga de cuarzo, sílice jasperoidal, calcita, fluorita y clastos de roca de caja, además de óxidos de hierro y manganeso.

Los caracteres estructurales corresponden a un relleno de fractura como lo evidencian

las estructuras observadas: granosa gruesa, brecha constituida por clastos de roca de caja y cementados por baritina, a veces algo silificada, con menor frecuencia masiva o bandeada (Alejandrito 6).

La alteración que presenta la caja en su contacto con las vetas es silicificación.

Se trata de yacimientos de carácter hidrotermal, epitermales de poca profundidad, formados por rellenos de fisura.

Si partimos del supuesto que todos los depósitos de baritina corresponden a un mismo ciclo y considerando que el yacimiento cacique Yanquetruz se halla emplazado en las tobas del Grupo Chubut (Cretácico), todos ellos podrían asignarse al Terciario, vinculándose al vulcanismo de la misma edad. Cabría la posibilidad de que su edad correspondiese al Cretácico superior.

Cobre

Son pocos los yacimientos cupríferos cuya existencia se conoce en la provincia del Chubut y menos aún de los cuales se dispone de información. Ellos son: Condorcanqui, Cateo Olte y Manifestación Lastra. (Tabacchi, 1953; Aspilcueta, 1961; Valania, 1972 y Ametrano *et al.*, 1977). El Cateo mencionado en segundo término quizá corresponda a la mina Adriana?, lo que surge de comparar la ubicación de los mismos.

Condorcanqui se ubica en la zona cordillerana, al poniente de la ruta nacional N° 40 y al este del lago Epuén en el ángulo NO de la provincia, en el departamento Cushamen. En la misma comarca que el anterior se ubica la Manifestación Lastra, sobre el cerro Gladys, inmediatamente al sur de la localidad de Epuén. El Cateo Olte se sitúa en el centro de la provincia, al poniente del río Chubut en el departamento Paso de Indios.

Geológicamente se ubican en la Cordillera Patagónica Septentrional y en Patagonia Extraandina Septentrional, respectivamente. Se trata preferentemente de depósitos diseminados (Condorcanqui y Manifestación Lastra) y otro constituido por guías y vetas, Cateo Olte, emplazados en rocas de naturaleza andesítica pertenecientes a la Serie Andesítica (Condorcanqui y Lastra), y Fm. Pampa de Agnia (Olte). Las fajas de mineral diseminado, que se presentan alteradas, tienen un ancho que varía de 4 hasta 7,50 m no siendo de gran magnitud.

Las guías tienen rumbo E-O, con inclinación vertical, una corrida de 133 m y un espesor que oscila entre 1-2 cm a 5-15 cm.

La mineralización comprende los siguientes minerales: hipogénicos: calcopirita, bornita, pirita, en ganga de cuarzo, epidoto, clorita y calcita; supergénicos: calcosina, covelina, malaquita, azurita, crisocola, cuprita, cobre nativo y limonita.

La alteración de la roca de caja consiste en epidoto, caolín, clorita, calcita, zoisita, sílice y óxidos de hierro.

La mineralización es de dos tipos: diseminada y de relleno de fisura, siendo de naturaleza hidrotermal y posiblemente mesotermal.

En el caso de Condorcanqui y Lastra se vincularía al intrusivo diorítico de la Formación Mercedes, Oligoceno superior, siendo por lo tanto la mineralización Terciaria.

En lo concerniente a Olte, se considera que se vincularía a las andesitas de la Fm. Pampa de Agnia y su edad sería jurásica media.

Fluorita

Los yacimientos fluoríticos se hallan ubicados geográficamente en el sector oriental del departamento Telsen (la gran mayoría) y en el norte del de Biedma los restantes, en el sector nororiental de la provincia del Chubut. (Llambías, 1971 a; Angelelli *et al.*, 1976; y observaciones de los autores).

Los depósitos incluidos en la presente memoria no comprende la totalidad de los existentes en la provincia del Chubut sino sólo a aquéllos de los cuales se poseen información y que, a los efectos de una mejor descripción hemos dividido en tres grupos: 1) entre los meridianos 65° 24' y 65° 30' y los paralelos 42° y 42° 04' (Carmen y Pichi Gordo); 2) entre los meridianos 65° 43' y 66° 13' y los paralelos 42° y 42° 12' (Sebastián, Pablo, Guanacote, Guanaquito, Primera Esperanza y Nueva Esperanza) y 3) entre los meridianos 66° y 66° 16' y los paralelos 42° 30' y 42° 40' (Don Alejandro y Cerro Negro). Cabe señalar, por último, que los depósitos se extienden hasta el límite con la provincia de Río Negro.

Geológicamente se sitúan en el Macizo Norpatagónico constituyendo vetas o fajas mineralizadas emplazadas en las vulcanitas ácidas de la Formación Marifil, del Jurásico medio.

CUADRO III

	Fluorita	Silice jasperoidal	Calcedonia	Opalo	Arcilla	Yeso	Clastos de roca de caja	Calcita
Don Alejandro (El Moro)	x	+					+	
Oscar? (Cerro Negro)	x	+			+		+	
Sebastián	x	+					+	
Pablo	x	+					+	
Guaquito	x	+					+	
Guanacote	x	+					+	
Nueva Esperanza	x	+				-	+	
Carmen	x	+					+	
Pichi Gordo	x	+					+	
Primera Esperanza	x		+	+		-	+	-

x Mineral de Mena.
+ Ganga.
- Secundarios.

Se aclara, que aquí se emplea la denominación vulcanitas ácidas en sentido amplio, abacando con la misma el complejo igneo tobáceo-volcánico-hipabisal con alternancia de rocas sedimentarias. Estas rocas comprenden dacitas, riolitas leucorriolitas y principalmente ignimbritas, incluyendo además, rocas pelíticas, así como tobas, brechas y tobas brechosas. Este complejo volcánico fue denominado genéricamente "Porfidos cuarcíferos" por Feruglio, 1949 (en Malvicini y Llambías, 1974).

Según su arribamiento podemos distinguir dos sistemas de vetas: 1) varía de ONO a OSO con inclinaciones predominantes de 70° a 87° al N o S y 2) varía de NNO a NO, con inclinaciones variables y predominantes de 56-70° a 83° al O y E, hasta la vertical en algunos casos.

Las corridas más comunes oscilan entre 100-150 m hasta 400 m (Cerro Negro, Sebastián, Primera Esperanza, etc.) y 800 a 1000 m (Don Alejandro, Carmen, Pichi Gordo, etc.).

Las potencias varían desde guías de 0,10 a 0,15 m hasta vetas de 0,50, 1,50, 2 y hasta 3 m. En algunos casos la zona mineralizada con caja interpuesta, alcanza hasta 6.60 m (Guaquito) y en otros la zona de falla mineralizada posee un ancho de hasta 18 m (Guanacote).

La mineralización consiste en fluorita de color violeta (dominante) y en menor proporción ámbar o verde (escasa); la ganga

está constituida por cuarzo, calcedonia y silice jasperoidal, algo de arcilla y clastos de roca de caja.

La fluorita es de grano fino o fibrosa, constituyendo bandas perfectamente definidas de tipo coliforme.

Las estructuras son típicas de relleno, sean brechosas, en escarapela (en cuyo caso los clastos son de roca de caja y el cemento es la fluorita) o bien ésta constituye guías, venas o vetas de estructura granosa fina hasta gruesa o bandeada, dentro de la faja brechada.

Los depósitos son de origen hidrotermal, epitermales pocos profundos, habiendo producido al parecer como principal alteración de la caja, la silicificación de la misma. Se vincularían al vulcanismo que originó a la Formación Marifil y se le asignaría edad Jurásica media.

Manganeso

Comprenden unos pocos depósitos de características modestas, los cuales por su ubicación geográfica se agrupan en dos sectores: uno el nororiental en los departamentos Telsen y Biedma (Belcha y Arroyo Verde) y los restantes en el Valle del río Chubut, unos sobre su margen norte (Manifestación Valle de las Plumas) y los otros al sur (Florentino Ameghino y Eva Perón). (Angelelli, 1950; Angelelli *et al.*, 1970; Val-

vano, 1956; Malvicini y Llambías, 1972 y 1974; y Candiani, 1976).

Geológicamente están situados en el Macizo Norpatagónico (Belcha y Arroyo Verde) y en la Patagonia Extraandina Septentrional las restantes y se emplazan en relación a las ignimbritas leucorriolíticas de la Formación Marifil como por ejemplo Eva Perón, Belcha, etc., o bien en relación con el contacto de la Formación Marifil-Formación Arroyo Verde, esta última de carácter sedimentario, o bien en las tufitas de la Formación Río Chico o en las tobas de Sarmiento (San Javier).

La mineralización se presenta en mantos subhorizontales a veces lenticulares o bien en venillas o guías de escaso espesor de rumbo E-O, NO-SE o NE-SO, inclinando en forma subvertical. Las corridas no son importantes alcanzando unos 100 m. Los mantos como en el caso de Florentino Ameghino alcanzan a 6.000 y 1.300 m² con un espesor variable entre 0,47 y 0,71 m.

La mineralización en general es compleja por la cantidad de óxidos de manganeso presentes: Se pueden distinguir los siguientes minerales:

- 1) Hipogénicos: rodocrosita - criptomelano - hollandita - litioforita - psilomelano - α vredenburgita - jacobsita - hausmanita - braunita - bixbyita - especularita pirita - calcopirita - galena y tetraedrita. La ganga es cuarzo.
- 2) Supergénicos: manganita - criptomelano - todorokita - litioforita - nsutita? pirolusita - psilomelano - hollandita - goethita - hematita - cuarzo - yeso calcita y ópalo (hialita).

Las alteraciones de la roca de caja son: cuarzo, montmorillonita, sericita, calcita y pirita; a veces no es muy intensa. En cuanto al origen de estas acumulaciones manganesíferas se las considera hidrotermales correspondientes al techo de los epitermales, salvo el caso de San Javier, que es sedimentario. En el caso de la manifestación Valle de las Plumas se la considera xenotermal o subvolcánica.

Las estructuras predominantes son, según los casos, de relleno, o bien de reemplazo; siendo las de deposición, colloforme y bandeadas, además de botrioidales, etc.

Dadas las características del mecanismo que dio origen a las ignimbritas leucorriolíticas, muy ricas en volátiles, se considera que la formación de estos depósitos mine-

rales correspondería a una fase póstuma de esta actividad volcánica, por lo cual su edad estaría comprendida entre el Jurásico medio y el Cenozoico medio.

Oro

Los yacimientos auríferos existentes en la provincia del Chubut, hasta hoy conocidos, han sido trabajados esporádicamente, salvo a fines del siglo pasado en que incluso, hubo un intento de explotación por parte de una compañía inglesa.

Estos depósitos están situados en la región cordillerana al oeste del territorio provincial, al sur de Esquel en el departamento Futaleufú y se distribuyen en tres distritos mineros: Tecka, Corcovado y Corintos. (Cobos, 1895; Angelelli, 1950; Valvano, 1956, y Angelelli *et al.*, 1970).

Geológicamente se ubican en la Cordillera Patagónica Septentrional y comprenden acumulaciones de carácter predominantemente aluvional, además de una veta emplazada en andesitas con rumbo N 65° O, inclinando hacia el SO. Su potencia oscila entre 0,50 y 2 m.

La mineralización vetiforme comprende: pirita, calcopirita, galena, blenda, en ganga de cuarzo como minerales hipogénicos y limonita, cerusita, silicatos y carbonatos de cobre como supergénicos.

Los depósitos aluvionales se sitúan en los arroyos Coquel y Cucho (Tecka); Margarita y Gran Fortuna (Corcovado); Corintos, Western Creek y Golden Stream (Corintos). El espesor del llampo varía, alcanzando según los casos hasta 4 m. La ley en algunos depósitos es de 0,5 g/m³. El oro se presenta preferentemente como pajuelas.

Genéticamente hay dos tipos de yacimientos: hidrotermal, quizá mesotermal, por relleno de fractura y los aluviones de origen fluvial y en parte de procedencia glacial.

El primero se vincularía a las efusiones terciarias, asignándosele la misma edad, mientras los segundos son cuaternarios.

Plomo, plata y zinc

Los depósitos de minerales de plomo, plata y zinc se ubican geográficamente en dos sectores, uno situado al este del meridiano 70° y el otro al oeste de la misma coordenada. (Angelelli, 1950; Sister y Stoll, 1950; Dessanti, 1956; Lapidus, 1957; Valvano, 1957; Rossi, 1964, Angelelli *et al.*, 1970; Llambías, 1971 b; Saulnier, 1976;

Latorre *et al.*, 1977; Proserpio, 1977; y Ramos, 1977).

Dentro del primer sector se pueden distinguir dos grupos: El Distrito Minero "Los Manantiales" (minas Angela, Susana Beatriz, Clara Natividad, San Pedro, etc.) ubicado en la región norcentral de la provincia, cerca del límite con la provincia de Río Negro, entre los paralelos 42° y 42° 08' y los meridianos 68° 55' y 69° 05', departamento Gastre, y el otro situado al sur del anterior entre los paralelos 43° 14' y 43° 32' y los meridianos 69° 05' y 69° 28' (minas Santa Máxima, Calafate y Cañadón Bagual), departamento Gastre y Paso de Indios.

En el segundo sector, se ubican los yacimientos de la región cordillerana, los cuales se van escalonando de norte a sur, siendo los más importantes los que aparecen en la comarca de Lago Fontana. Son los más australes de todo el grupo, situándose al sur del lago antes citado entre los paralelos 44° 56' y 45° y los meridianos 71° 26' y 71° 39', departamento Río Senguer.

Geológicamente se hallan situados en el Macizo Norpatagónico y en la Patagonia Extraandina Septentrional, los ubicados al este del meridiano 70° y en la Cordillera Patagónica Septentrional los que están al poniente del meridiano citado.

Los primeros se hallan emplazados en la Fm. Pampa de Agnia, en rocas de naturaleza andesítica, en parte brechas volcánicas (Angela, sector El Chileno). La mineralización se presenta constituyendo vetas o bien diseminada en la roca de caja, sea dentro de fajas de alteración hidrotermal o bien sin presentar la caja (aparentemente) alteraciones intensas. En el primer caso se puede citar como ejemplo las minas Santa Máxima y Calafate y en el segundo Angela, sector El Chileno, San Juan, San Pedro, etc., pertenecientes al Distrito Minero "Los Manantiales". En algunos casos (Angela) se dan los dos tipos de mineralización.

El rumbo de las vetas o de las fajas con mineral diseminado es preponderantemente NNE a NE con inclinaciones dominantes de 64° a 80° NO y en otros casos al SE o bien son verticales, y en un solo caso conocido N-S (Cañadón Bagual) con inclinación vertical, mientras que en Calafate los cuerpos mineralizados se orientan en sentido NO a OSO, inclinando 60° SO y SSO hasta la vertical, respectivamente.

Las corridas son variables entre 100 y 500 m, hasta 1.000-1.500 m pero con inter-

mitencias y a veces muy separados entre sí los afloramientos (La Josefina).

Los espesores más frecuentes oscilan entre 0,30 a 1,40 m, alcanzando a veces hasta 2 y 3 m. Las zonas de alteración llegan a tener hasta 4 m de ancho y la diseminación puede constituir una faja delgada de unos 0,20 a 0,30 m de potencia (San Juan) o llegar hasta los 3 m a ambos lados del cuerpo vetiforme (El Chileno).

La mineralización está constituida por: galena, blenda, pirita y calcopirita como minerales hipogénicos más frecuentes a los que se puede agregar bornita. La ganga más común es cuarzo acompañado en el caso de la mina Calafate por baritina y calcita (Cañadón Bagual).

Los minerales supergénicos son: calcosina, malaquita, azurita, anglesita, hematita y limonita.

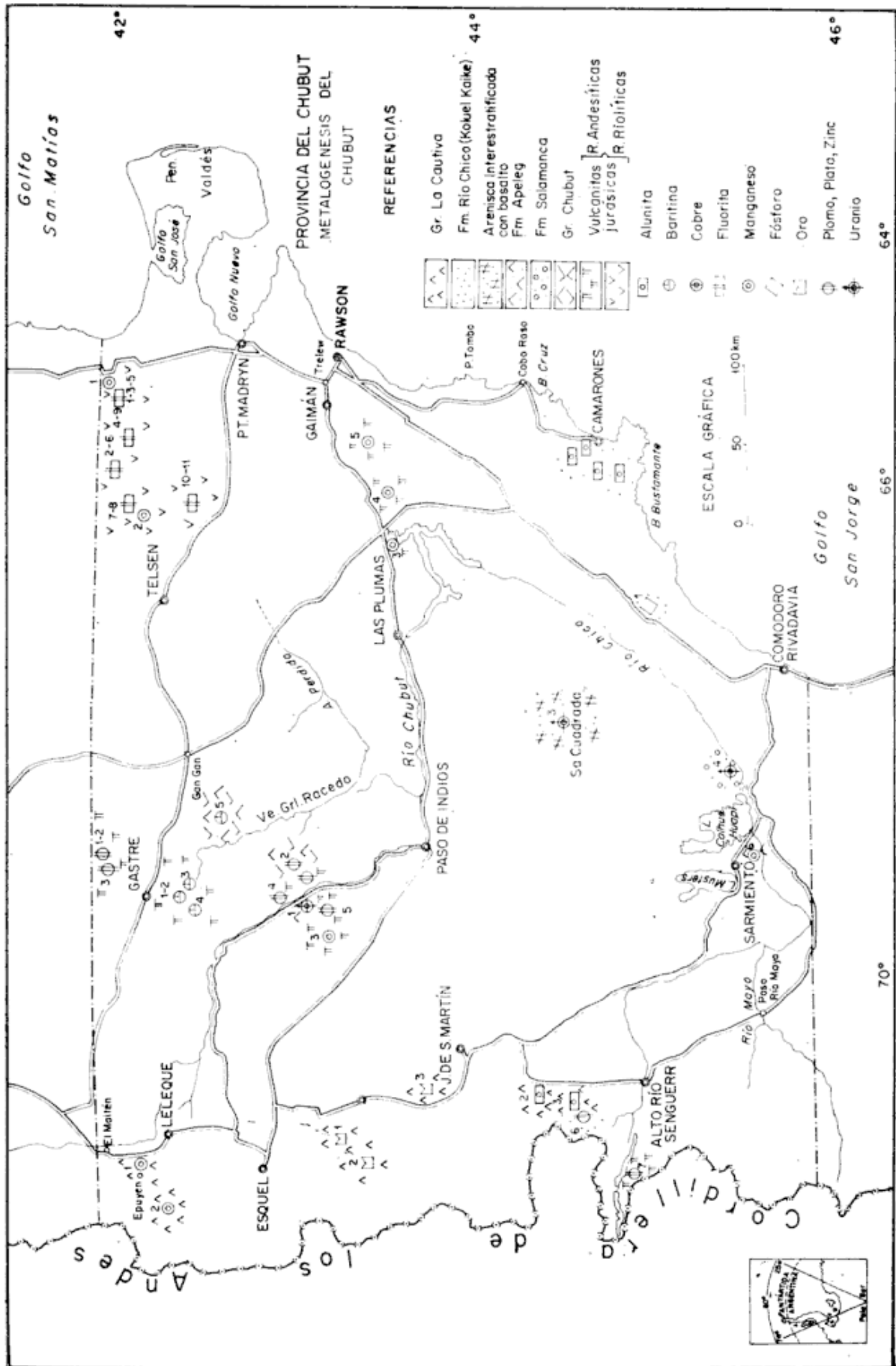
Las alteraciones más comunes en la roca de caja son: silicificación, caolinización, sericitización y piritización.

Las estructuras son de relleno de fisura o de reemplazo, son brechosas cuyos clastos son de roca de caja o bien bandeada menos frecuentemente. Las fracturas que han controlado el emplazamiento de los cuerpos corresponderían a un sistema de ciza o en otros casos de alivio.

Por su génesis se los clasifica en hidrotermales de carácter epitermal. En cuanto a la edad se pueden distinguir dos ciclos metalogénicos: uno perteneciente posiblemente al Jurásico superior (Lago Fontana y Doña Isabel, entre otros) y el segundo al Terciario (Distrito Los Manantiales).

Uranio

Los depósitos uraníferos se ubican: en el departamento Paso de Indios, dos de ellos en el sector norte y el restante en el sur, en la Sierra Cuadrada ("Los Adobes", "Cerro Cóndor" y "Sierra Cuadrada"). El cuarto yacimiento del cual se dispone información se sitúa en la región centro-sur de la provincia, próximo al límite con Santa Cruz, sobre la margen izquierda del río Chico, en el departamento Escalante, y se trata de "Cañadón Gato". (Olsen, 1958, 1962, 1964 y 1965; Etchart *et al.*, 1960; Anzulovich, 1968; Belcastro, 1968; Angelelli *et al.*, 1970; Beluco *et al.*, 1970; Muset, 1970; Martínez y Marinkeff, 1971; Anzulovich, 1972; Rodríguez, 1972; Andreis y Dalla Salda, 1973; Sanguinetti, 1976).



Si bien, en el Mapa Minero de Chubut, se citan otras manifestaciones, no se posee información referente a las mismas.

Geológicamente se emplazan en la Patagonia Extraandina Septentrional, constituyendo impregnaciones en areniscas, conglomerados friables y en arcillas en menor proporción, sedimentitas todas pertenecientes al Grupo Chubut. En algunos casos se ha podido determinar la existencia de cuerpos lenticulares de 140 m de largo por 70 m de ancho y 9 a 14 de espesor ("Los Adobes"). A veces constituyen hasta 2 horizontes mineralizados.

La mineralización consiste en: uranofano, pechblenda, coffinita? - schroeckingerita, fosfuranilita, carnotita, autunita, meta-autunita,

sulfuros, yeso y óxido de hierro, que por lo general cementa al conglomerado.

El control está ejercido por la estratificación al parecer y la distribución de los minerales está regida por la presencia de restos orgánicos, o de arcilla y lateralmente por las características texturales del conglomerado (los más gruesos y friables mejor mineralizados).

El origen de las acumulaciones uraníferas se atribuye a las aguas circulantes subterráneas que han depositado los compuestos radiactivos lixiviados de granitos y tobas, especialmente esta últimas. Correspondería a los depósitos de "infiltración" de los autores rusos (Tatarinov, 1955). Se les asigna edad Terciaria.

DISTRITOS, YACIMIENTOS Y MANIFESTACIONES SEÑALADAS EN EL MAPA ADJUNTO

Aluminio

1. Camarones
2. Estrella Gaucha
3. Gato

Bario

1. Alejandrino 3
1. Alejandrino 4
1. Alejandrino 6
2. Alejandrino
2. Alejandrino 1
2. Alejandrino 2
3. Ceferino Namuncurá
4. Don Bosco
5. Cacique Yanquetruz
6. Piedras Blancas I y II

Cobre

1. Condorcanqui
2. Manifestación Lastra
3. Cateo Olte

Flúor

1. Gumersindo
2. Sebastián
3. Grupo Carmen (comprende los denuncios Carmen y Pichi Gordo)
4. Guanacote
5. Flamenco
6. Pablo
7. Nueva Esperanza (Bichito?)
8. Primera Esperanza
9. Guanaquito
10. Don Alejandro ("El Moro")
11. Oscar? (Cerro Negro)

Fósforo

1. Estancia Las Violetas

Manganeso

1. Arroyo Verde
2. Belcha
3. Manifestación Valle de las Plumas
4. Eva Perón
5. Florentino Ameghino
6. San Javier

Oro

1. Tecka
2. y 3. Corintos y Corcovado

Plomo, Plata y Zinc

1. y 2. María Adela y La Josefina (Distrito Los Manantiales)
2. Angela, Susana Beatriz y Clara Natividad (Distrito Los Manantiales).
3. San Pedro (Distrito Los Manantiales)
4. Santa Máxima
5. Calafate o Stella Maris
5. Cañadón Bagual
6. Doña Isabel
7. Lago Fontana minas: Amstad, Fortuna, Cruz del Sur, Aguila, Bella Vista, Esperanza, etc.

Uranio

1. Cerro Cóndor
2. Los Adobes
3. Sierra Cuadrada
4. Cañadón Gato

CUADRO IV

	Pechblendita	Uranofano	Coffinita?	Schroëckingerita	Fosfuranilita	Autunita	Meta-autunita	Torbernita	Sulfuros	Yeso	Oxido de hierro	Materia orgánica
Cerro Cóndor	x	x	x						x		x	x
Los Adobes		x		x	x						x	
Sierra Cuadrada				x		x					x	
Cañadón Gato							x	x		x		

Lista de trabajos citados en el texto

- Ametrano, S., B. Coira, E. Donnari y N. Pezzuti, 1977. *Mineralización de cobre asociada al plutonismo terciario de la zona de Mina Condorcanqui*, Serv. Min. Nac., Inf. In., Buenos Aires.
- Andreis, R. y L. H. Dalla Salda, 1973. *Paleocorrientes en el Cretácico inferior de las manifestaciones uraníferas Pichiñán y Los Adobes (Sierra Pichiñanes, provincia de Chubut)*. Asoc. Min. Pet. Sed. Rev. 4 (1-2) 33-48, Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1950. *Recursos minerales de la República Argentina, (Parte I, yacimientos metalíferos)*. Inst. Nac. Inv. Cs. Nat., Museo Bernardino Rivadavia, Cs. Geológicas, II, Buenos Aires.
- Angelelli, V., J. C. Fernández Lima, A. Herrera, y L. Aristarain, 1970. *Descripción del mapa metalogénico de la República Argentina. Minerales metalíferos*. Dir. Nac. Geól. Min., Anales XV, Buenos Aires.
- Angelelli, V., I. B. Schalamuk y A. Arrospide, 1976. *Los yacimientos no metalíferos y rocas de aplicación de la Región Patagonia-Comahue*. Secr. Est. Min., Anales XVII, Buenos Aires.
- Angelelli, V. y J. C. Fernández Lima, 1976. *Reseña acerca de los Ciclos metalogénicos de la Argentina. II Provincias Metalogénicas*. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Acad. Nac. de Cs., Córdoba. En prensa.
- Anselmino, A. M., 1967. *Reconocimiento de la zona de Tobas de Koluhel Kayke, en horizonte de arcilla bentonítica portadora de alunita, Camarones, departamento Florentino Ameghino, provincia del Chubut*. Inst. Nac. Geól. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- Anzulovich, J. C., 1968. *La prospección detallada y general de las anomalías del área "Los Adobes"*. Com. Nac. En. Atom., Informática Ger. Expl., Inf. In., Buenos Aires.
- 1972. *Informe preliminar complementario de los estudios realizados en la vertiente occidental de la Sierra de Pichiñán, provincia del Chubut, departamento Paso de Indios*. Com. Nac. En. Atóm., Informática Ger. Expl., Inf. In., Buenos Aires.
- Aspilcueta, J., 1961. *Informe de la mina de cobre Cateo Olte, provincia del Chubut*. Dir. Nac. Geól. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- Belcastró, H., 1968. *Levantamiento aéreo-radimétrico del área de influencia del yacimiento Los Adobes, departamento Paso de Indios, provincia del Chubut*. Com. Nac. En. Atom., Ger. Expl., Inf. In., Buenos Aires.
- Camacho, H., 1971 a. *Descripción de las Hojas 47 h y 48 g - Bahía Camarones*. Dir. Nac. Geól. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- 1971 b. *Geología y génesis del yacimiento de alunita de la Bahía Camarones, provincia del Chubut*. Primer Simposio Nac. de Geol. Económica, I: 179-194, San Juan.
- Candiani, J., 1976. *Informe sobre el mineral de manganeso de la mina San Javier*. Banco Nac. Des., Inf. In., Buenos Aires.
- Carillo, R., 1978. *Estudio geológico-económico de los yacimientos de baritina Alejandrito, Alejandrito I, y Alejandrito II, distrito de lagunita Salada, departamento Gastre, provincia del Chubut*. Univ. Bs. As., Fac. Cs. Ex. y Nat., Trabajo final de licenciatura, Inédito.
- Cobos, N. F., 1895. *Expedición minera al Territorio Nacional del Chubut*. Dpto. Nac. Min. y Geol., Mem., Buenos Aires.
- Dessanti, R., 1956. *Vetas metalíferas y fracturas en la mina "Angela", Departamento Gastre, Chubut*. Asoc. Geol. Arg., Rev XI (2): 116-141, Buenos Aires.
- Etchart, L. M., H. Olsen, E. R. Saccone y E. Schiano, 1960. *Sierra Cuadrada, su geología y aspectos de la mineralización uranífera*. Ias. Jorn. Geol. Arg. (III), 113-124, Buenos Aires.
- Hayase, K., O. Schincariol y P. J. Maiza, 1971. *Ocurrencia de alunita en cinco yacimientos de caolín en Patagonia: Mina Equivocada, Mina Loma Blanca, Mina Estrella Gaucha, Mina Gato y Camarones, República Argentina*. Asoc. Min. Pet. Sed., Rev. 2 (3 y 4): 49-72, Buenos Aires.
- Hurtado, A. E., 1978. *Estudio geológico-económico de los yacimientos de baritina Don Bosco y Ceferino Namuncurá, Distrito Lagunita Salada, departamento Gastre, provincia del Chubut*. Univ. Buenos Aires, Fac. Cs. Ex. Nat., Trabajo final de Licenciatura. Inédito.

- Latorre, C. O., J. C. Fernández Lima y R. Llorente, 1977. *Estudio expeditivo de los yacimientos plumbíferos del Distrito Minero "Los Manantiales", departamento Gastre, provincia del Chubut, carentes de información geológica*. Univ. Buenos Aires, Fac. Cs. Ex. y Nat., Inf. In., Buenos Aires.
- Lapidus, A., 1957. *Las minas de plomo Susana Beatriz y Clara Natividad, departamento Gastre provincia del Chubut*. Dir. Nac. Geol. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- Llambías, E., 1971 a. *Reconocimiento geológico al SE del departamento Telsen, provincia del Chubut*. Univ. Nac. del Sur, Inf. In., Bahía Blanca.
- 1971 b. *Informe correspondiente a la mina Cañadón Bagual*. Dir. Prov. Min. y Geol. Provincia del Chubut.
- Malvicini, L. y E. J. Llambías, 1972. *Mina Belcha, una manifestación manganésifera hipogénica, departamento Telsen, provincia del Chubut*. Asoc. Min. Pet. Sed. Rev. 3 (1-2): 11-20, Buenos Aires.
- 1974. *Geología y génesis del depósito de manganeso Arroyo Verde, provincia del Chubut*. V. Cong. Geol. Arg. Actas (2) 185-202, Buenos Aires.
- 1974. *Metalogénesis del manganeso en el Macizo Norpatagónico*. V Cong. Geol. Arg., (2) 203-222, Buenos Aires.
- Belluco, A. E., C. G. Martínez y E. J. Rodríguez, 1970. *Revisión, resultados proyecto continuidad exploración distrito "Los Adobes", provincia del Chubut*. Com. Nac. En. Atóm., Ger. Expl. Inf. In., Buenos Aires.
- Martínez, C. G. y K. Marinkeff, 1971. *Proyecto continuidad de exploración por sondeos en el Distrito "Los Adobes", provincia del Chubut*. Com. Nac. En. Atóm., Ger. Expl., In., Buenos Aires.
- Muset, J. A., 1970. *Resultado de la prospección uranífera en áreas vecinas al yacimiento "Los Adobes", provincia del Chubut, departamento Paso de Indios*. Com. Nac. En. Atóm., Ger. Expl., Inf. In., Buenos Aires.
- Oliveri, J. y J. M. Terrero, 1952. *Informe sobre el yacimiento de alunita de Camarones, provincia del Chubut*. Dir. Nac. Geol. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- Olsen, H., 1958. *Yacimiento Nuclear "Cañadón Gato", departamento Pico Salamanca, Chubut*. Com. Nac. En. Atóm., Inf. In., Buenos Aires.
- 1962. *Informe y cubicación parcial del yacimiento "Los Adobes" (al 30 de abril de 1962), departamento Paso de Indios, provincia del Chubut*. Com. Nac. En. Atóm., Ger. Expl., Inf. In., Buenos Aires.
- 1964. *Prospección del área "Los Adobes" departamento Paso de Indios, provincia del Chubut*. Com. Nac. En. Atóm., Ger. Expl., Inf. In., Buenos Aires.
- 1965. *Yacimiento Los Adobes, Paso de Indios, provincia del Chubut*. II. Journ. Geol. Arg. (1): 127-138, Tucumán.
- Proserpio, C. A., 1977. *Descripción Geológica de la Hoja 44 e, Valle General Rasado, provincia del Chubut*. Serv. Geol. Nac., Inf. In., Buenos Aires.
- Ramos, V. A., 1977. *Descripción Geológica de la Hoja 47 a, b, Lago Fontana, provincia del Chubut*. Serv. Geol. Nac., Inf. In., Buenos Aires.
- Rodríguez, E., 1972. *Análisis de resultados de la exploración por sondeos en el área de "Los Adobes", departamento Paso de Indios, provincia del Chubut, hasta 1977*. Com. Nac. En. Atóm., Ger. Expl., Inf. In., Buenos Aires.
- Rossi, N., 1964. *Información complementaria sobre el yacimiento de plomo Calafate*. Dir. Nac. Geol. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- Routhier, P., 1963. *Les Gisements Métallifères, I, II*. Masson et Cie. París, Francia.
- Sanguinetti, J. A., 1976. *Relevamiento fotogeológico del Distrito Uranífero "Pichiñán, departamento Paso de Indios, provincia del Chubut. Escala 1:60.000*. Com. Nac. En. Atóm., Ger. Expl., Inf. In., Buenos Aires.
- Saulnier, M. E., 1975. *Consideraciones mineralógicas, geoquímicas y termométricas sobre la mina de plomo y cinc "Cañadón Bagual", provincia del Chubut*. Asoc. Min. Pet. Sed. Rev. VI (1-2): 11-22, Buenos Aires.
- Sister, R., 1953. *Informe sobre el yacimiento de caolinita de cerro Bayo, Gobernación Militar de Comodoro Rivadavia, provincia del Chubut*. Dir. Nac. Geol. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- Sister, R. y M. Klein, 1952. *Informe sobre el yacimiento de alunita de la zona de Camarones, Gobernación Militar de Comodoro Rivadavia, provincia del Chubut*. Dir. Nac. Geol. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- Sister, R. y C. Stoll, 1950. *Reconocimientos efectuados en la Gobernación Militar de Comodoro Rivadavia y Gobernación Marítima de Tierra del Fuego*. Dir. Gen. Ind. y Min., Inf. In., Buenos Aires.
- Tatarinov, P. M., 1955. *Conditions de Formation de Gisements de Minerais (Metalliques et non Metalliques)*. B. R. G. M., An. Ser. Inf. Geol., 38, París, Francia.
- Tabacchi, M. H., 1953. *Estudio geológico minero del yacimiento cuprífero "Condorcanqui", departamento Gushmen, Territorio Nacional del Chubut*. Dir. Gen. Fab. Mil., Inf. In., Buenos Aires.
- Valania, J., 1972. *Manifestación cuprífera Lastra, provincia del Chubut*. Dir. Nac. Geol. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- Valvano, J. A., 1949. *Información sobre los yacimientos auríferos de Tecka, Territorio del Chubut*. Direc. Gral. Ind. Minera., Inf. In., Buenos Aires.
- 1956. *El yacimiento manganífero de Arroyo Verde, Chubut*. Dir. Nac. Geol. Min., Inf. In., Buenos Aires.
- 1957. *La mina de plomo Angela, departamento Gastre, provincia del Chubut*. Dir. Nac. Geol. Min., Inf. In., Buenos Aires.

Recibido: octubre 6, 1978.

COMPOSICION DE ERRORES ALEATORIOS Y SISTEMATICOS EN UNA ETAPA DE EVALUACION ESTADISTICA DE UNA MENA CUPRIFERA HIPOTETICA

Corrección de una deriva sistemática mediante relaciones de correlación logarítmica

HUGO NESTOR LUCERO MICHAUT¹

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Resumen

La primera parte del trabajo trata de la obtención del error subglobal acumulado en el desarrollo de una de las primeras etapas de un proceso total de evaluación yacimientológica. El mismo puede expresarse bajo la forma de varianzas, que adicionadas a las de extensión y de estimación completarian la gama de los parámetros relativos a errores estadísticos calculables.

Se analizan con algún detenimiento los aspectos estadísticos de un caso de operación de cuarteo con reducciones granométricas y tamizados sucesivos para la obtención de leyes de muestras tomadas en masas relativamente voluminosas; en la operación, delineada según las metodologías de Pierre Gy, se ha introducido un matiz apriorístico que descansa en la optimización de la relación existente entre la precisión con la que se desea operar y el grado de las sucesivas reducciones de masa concomitantes a cada escalón operacional, calculándose en cada uno de ellos, los Parámetros de Liberación, las Constantes de Muestreo y las leyes de las fracciones rechazadas por cada malla.

Este primer ciclo de determinaciones de errores se cierra con la consecución del desvío subglobal correspondiente al brindado por la suma de las varianzas de muestreo (cuarteo) y de análisis químico de carácter aleatorio; en cuanto al error analítico sistemático —que en caso de presentarse consiste en una deriva monoorientada— se considera que puede ser convenientemente paliada mediante el empleo de una ligazón basada en correlaciones logarítmica, que brindará resultados correctos si bien afectados a un error moderado y perfectamente cifrable.

Introducción

La presente contribución fue concebida entre diciembre de 1976 y febrero de 1977 en oportunidad en que el autor hubo de enfrentarse a interesantes problemas de tratamiento estadístico de menas cupríferas —que de ninguna manera se identifica con los expuestos en este trabajo— durante un breve período de asesoramiento que en este sentido se prestó a Y.M.A.D.

Abstract

The first section of this paper deals with the obtention of the half-total error which has been accumulated during the development of one of the first stages of a complete process of evaluation of a deposit. These errors can be expressed as variances, which added to the extension and estimation ones complete the series of parameters related to the statistical errors able to be calculated.

In the same section we develop the statistical features of a complete case of sampling and quartering of a heap of Cu-ore by means of successive crushing-milling and sifting operations in order to obtain the grade, according to the theory of Pierre Gy. In these operations an aprioristic element is introduced in order to try to find the best possible relations between the accuracies and the quartering in each step. In every stage it is also calculated the parameters of liberation and the constant of sampling as well as the grade of refused material of sifting. This first cycle of determinations of errors finish with the obtention of the half-total standard deviation concerning the addition of the variances of quartering and chemical analysis of random character.

Concerning a possible systematical error of chemical analysis causing a drift in a definite sense, we consider it is possible to palliate it with the aid of a correlation line. In the author's opinion, the application of these criteria of statistics founded on confidence ranges to the solution of the problem, will enable us to get good results although affected to a tolerable error.

El caso de tratamiento estadístico que se desarrollará parcialmente a continuación se identifica con el de un yacimiento cuprífero de tipo diseminado, que ha sido atacado en etapas exploratorias mediante laboreo subterráneo; a los efectos de obtener un conocimiento especial (tenores, para futuros tratamientos, etc.) de un determinado sector del depósito, las galerías a nivel no han sido muestreadas en el mismo según el sistema de canaletas, sino según masas uni-

ERROR DE CUARTEO

Programa de reducciones granométricas, tamizado y cuarteo de un lote de mineral cuprífero extraído de galería, destinado a análisis, ensayos de tratamiento, etc.

Reducciones granométricas y tamizado	Cuardeos	Masa (P)
80 mm	-----	148 t de mena (lote inicial)
-----	1º) 80 mm y cuatero = P/10	148 t
30 mm	-----	→ 15 t
-----	2º) 30 mm y cuarteo = P/10	15 t
10 mm	-----	→ 1,5 t
-----	3º) 10 mm y cuarteo = 1/15	1,5 t
3 mm	-----	→ 100 kg
-----	4º) 3 mm y cuarteo = 1/20	100 kg
1 mm	-----	→ 5 kg
	-----	5 kg
	5º) 1 mm y cuarteo = 1/20	→ 250 gr
		{ 125 grs. a Laboratorio p/análisis { 125 grs. duplicado p/control

tarias de varias toneladas que representan un determinado metraje dentro de aquéllas. En este caso, para calcular la varianza de muestreo —que particularmente se identifica con una de sus variantes llamada varianza de cuarteo— es necesario recurrir a las metodologías expuestas en la teoría de Pierre Gy (1954, 56 y 60) que se ejemplificarán más adelante. La carencia de practicidad de transformar por trituración y molienda la totalidad de un lote original de varias toneladas, en muestra de laboratorio, sugiere la conveniencia de atacar el problema mediante sucesivos pasos de reducción granométrica, tamizado y cuarteo hasta arribar a la obtención de una muestra suficientemente reducida y bien representativa del lote primitivo, la que quedará naturalmente afectada a un error global de cuarteo, incrementado por el manipuleo de referencia.

Este particular error de muestreo significa, muy en general, el que se comete al asignar a una galería, la ley del lote de mena de ella extraído. En la práctica se efectúa una serie de extracciones en forma equidistante de numerosos lotes sobre galería, caso en que el error global de cuarteo estará dado por la relación siguiente:

$$2 \sigma c_g = \sqrt{\frac{\sum \sigma^2 c}{n}}$$

El resto de las galerías que exploran el depósito, en cambio, ha sido investigado mediante muestreos en canaleta —que proporciona muestras pequeñas, susceptibles de ser

molidas totalmente en una sola etapa— por lo que la varianza global de muestreo de todo el depósito será igual a la suma de $\sigma c_g^2 + \sigma u^2$, que es la varianza de muestreo

$$\text{en canaleta: } \sigma^2 u = \frac{\sigma^2}{n} + \frac{\sigma^4}{2n}$$

En este trabajo sólo se tomará en consideración el error de cuarteo.

La obtención del error random analítico de Laboratorio puede efectuarse tratando estadísticamente los resultados de una dilatada repetición del análisis de una misma muestra, y de la composición del cuarteo, con éste surgirá (por intermedio de sus varianzas) el error global general acumulado hasta este punto del tratamiento estadístico que se describe.

Finalmente se ejemplifica la forma en que puede llegarse a recuperar la totalidad de un numeroso grupo de muestras (tomadas en canaleta s/galería, que se identifica con el presente caso, o bien de testigos de perforaciones) de dudosa confiabilidad por hecho de haberse comprobado mediante "chequeos" que se encontraban afectadas a una deriva de tipo sistemático.

Para ello es necesario en primer lugar, hacer reanalizar (preferentemente por otro método) por lo menos una centena de las muestras dudosas a los efectos de poder contar con un nuevo numeral que ofrezca garantías de alto grado en cuanto a confiabilidad.

Mediante ciertos controles de evaluación estadística gráfica se verifica seguidamente

la ley de distribución que rige a ambas poblaciones, a los efectos de justificar plenamente el formulismo que deberá ser empleado (Lucero, H. N. y Hillar, N., 1971).

Una vez elaborada la Recta, se certifica numéricamente el carácter de la deriva, efectuándose a la vez una detallada interpretación del fenómeno. Por último se ejemplifica el "modus operandi" de la transformación de análisis dudosos en análisis estadísticamente confiable a los que se aplican los valores de "Precisión" de la Recta, tomados al nivel de certidumbre del 95 %, que traducen los nuevos errores introducidos por este instrumento evaluativo, que como se verá, pueden considerarse como muy tolerable (3 %).

Integración de errores

Características y parámetros de base

Ley media aproximada del lote 5,8 ‰ Cu (a)
 Mineral cuprífero dominante: calcopirita
 ‰ en Cu del min. dominan.: 32 ‰ Cu (b)
 Densidad del mineral dominante: 4

El análisis por Cu de las fracciones granulométricas más gruesas que componen del 5 al 10 % de lo rechazado por las respectivas mallas, brindó a través de todo el proceso de reducción, tamizado y cuarteo sucesivos los siguientes valores que el parámetro "a" ¹.

p/malla	80 mm,	a' ₁ = 12 ‰ Cu
" "	30 mm,	a' ₂ = 20 ‰ "
" "	10 mm,	a' ₃ = 35 ‰ "
" "	3 mm,	a' ₄ = 56 ‰ "
" "	1 mm,	a' ₅ = 80 ‰ "

I)

I-a) Cálculo de L₁ (parámetro de liberación).

$$L_1 = \frac{a'_1 - a}{b - a} = 0,0197$$

I-b) Cálculo de C₁ (Constante de muestreo).

Se lo calcula mediante el ábaco de P. Gy (fig. 1) para mineral homogéneo (L = 0,1) al que se entra s/abscisa mediante la relación: $A = \frac{a}{b'}$, que en este caso es igual a

¹ Esta operación comporta la introducción de una "alea" selectiva de carácter personal, que eventualmente puede adquirir cierta significación, como lo señala P. Gy.

1,8 ‰, valor que para la densidad "δ" = 4, brinda sobre ordenada, 2,4; conforme a la relación que liga "L" y "C", se tiene entonces que:

$$C_1 = 2,4 \times 10 \times L_1 = 0,473.$$

I-c) Cálculo de la varianza de cuarteo $\sigma^2 c_1$; se emplea la fórmula de Gy: $\sigma^2 c = (1/P' - 1/P) Cd^3$ ⁽²⁾ en la que:

P = masa del lote afectado a los sucesivos cuarteos;

P' = " obtenida de los sucesivos cuarteos;

C = constante de muestreo; y

d = diámetro de la malla capaz de rechazar del 5 al 10 % de lo tamizado a la granometría de P.

$$\sigma^2 c_1 = (1/15 - 1/148) 0,473 (0,008)^3 = 0,145 \cdot 10^{-4}$$

II)

II-a) Cálculo de L₂

$$L_2 = \frac{a'_2 - a}{b - a} = 0,0452$$

II-b) Cálculo de C₂

$$C_2 = 2,4 \times 10 \times L_2 = 1,085$$

II-c) Cálculo de $\sigma^2 c_2$

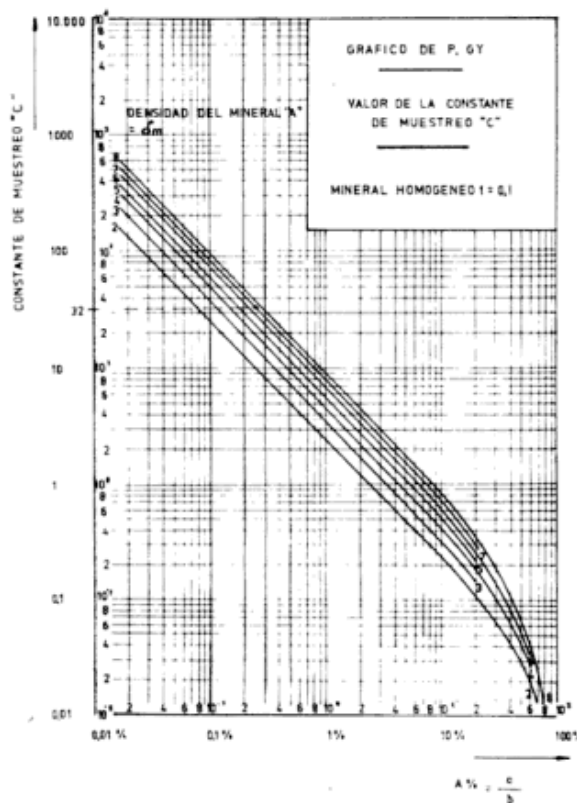
$$\sigma^2 c_2 = (1/1,5 - 1/15) 1,085 (0,03)^3 = 0,175 \cdot 10^{-4} \quad (1)$$

² Consecuentemente, puede despejarse cada uno de los restantes parámetros que integran la fórmula, a los efectos de proceder por "tanteos":

$$P' = \frac{1}{\frac{\sigma^2 c}{Cd^3} - \frac{1}{P}} ;$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{\sigma^2 c}{C \left(\frac{1}{P'} - \frac{1}{P} \right)}} ;$$

$$C = \frac{1}{\frac{\sigma^2 c}{1/P' - 1/P} d^3}$$



III)

III-a) Cálculo de L_3

$$L_3 = \frac{a'_3 - a}{b - a} = 0,0929$$

III-b) Cálculo de C_3

$$C_3 = 2,4 \times 10 \times L_3 = 2,23$$

III-c) Cálculo de $\sigma^2 c_3$

$$\sigma^2 c_3 = (1/0,1 - 1/1,5) 2,23 (0,01)^3 = 0,208 \cdot 10^{-4}$$

IV)

IV-a) Cálculo de L_4

$$L_4 = \frac{a'_4 - a}{b - a} = 0,1597$$

¹ A efectos de evitar disimilitudes muy acentuadas en los valores de "precisión" a obtener en las diferentes etapas del proceso, se hace necesario en general, incrementar progresivamente el fraccionamiento por cuarteo; estos ajustes pueden ser objeto de aproximaciones por operaciones de "tanteo" a efectuarse mediante el concurso del formulismo correspondiente.

IV-b) Cálculo de C_4

$$C_4 = 2,4 \times 10 \times L_4 = 3,835$$

IV-c) Cálculo de $\sigma^2 c_4$

$$\sigma^2 c_4 = (1/0,005 - 1/0,1) 3,835 (0,003)^3 = 0,197 \cdot 10^{-4}$$

V)

V-a) Cálculo de L_5

$$L_5 = \frac{a'_5 - a}{b - a} = 0,2361$$

V-b) Cálculo de C_5

$$C_5 = 2,4 \times 10 \times L_5 = 5,666$$

V-c) Cálculo de $\sigma^2 c_5$

$$\sigma^2 c_5 = (1/0,00025 - 1/0,005) 5,666 (0,001)^3 = 0,215 \cdot 10^{-4}$$

De esta manera, el error global de cuarteo, al nivel de certidumbre del 95 %, estará dado por la fórmula:

$$2 \sigma c_g = 2 \sqrt{\sigma^2 c_1 + \sigma^2 c_2 + \sigma^2 c_3 + \sigma^2 c_4 + \sigma^2 c_5} = 2 \sqrt{0,94 \cdot 10^{-4}} = 0,0193 \cong 2 \%$$

Suponiendo que esta operación conjunta de reducción, tamizado y cuarteo correspondiera a un día de actividad, se tendría que el error de referencia, al cabo de un año operacional ($\cong 300$ días) se reduciría conforme al siguiente cálculo:

$$2 \sigma c_g = \frac{2}{\sqrt{300}} = 0,12 \%$$

Al respecto cabe mencionar que conforme a la experiencia acumulada sobre campos metalogénicos muy similares en los que se han empleado con rigorismo criterios estadísticos y geoestadísticos (Carlier, 1964), un valor anual de hasta $2 \sigma c_g = 1 \%$ puede considerarse como perfectamente tolerable; de la misma forma, un error anual de entre 1 y 10 % significaría la existencia de una precisión más bien ilusoria, aunque paralelamente involucrados de un excelente reconocimiento geométrico del depósito en exploración y/o explotación.

Error analítico aleatorio

El mismo puede calcularse (siempre al nivel de certidumbre del duplo del desvío tipo) mediante la siguiente fórmula:

$$2 \sigma x_q = 2 \sqrt{\frac{\sum nx^2 - \bar{x}^2}{n}} \cdot \frac{1}{\bar{x}}$$

La dilucidación del monto del error se basa en una acentuada reiteración del análisis químico de una misma muestra escogida *at random*; en el ejemplo tomado en consideración se habría analizado 40 veces una misma muestra cuya media aritmética \bar{x} fue de $1,46 \frac{\%}{100}$ y $\sum nx^2 = 85,372$.

El valor así obtenido para $2 \sigma x_q$ fue de 7 %, vale decir que los resultados analíticos —afectados por falencia del modus operandi— podrían fluctuar entre los extremos obtenibles de la operación de multiplicarlos por $e^{+(0,07)} = 1,07$ y por $e^{-(0,07)} = 0,93$. De la misma manera que el error de cuarteo, el analítico aleatorio debido a las mismas causas generales, tiende a disminuir conforme a la multiplicación de medidas. Así, el error “disminuido” por este hecho estará dado por la siguiente relación:

$$\sigma q_d = \frac{\sigma q \%}{\sqrt{n}}$$

La composición de errores, hasta esta etapa del proceso evaluativo de una expresión yacimientoológica del tipo de la descripta, podría formularse de la siguiente manera:

$$2 \sigma c + q = 2 \sqrt{\sigma^2 c + \sigma^2 q} = (\text{para el caso}) \\ 2 \sqrt{0,94 \cdot 10^{-4} + 12,10^{-4}} = 7,2 \%$$

siempre al nivel de certidumbre del 95 % de probabilidades.

Error analítico de tipo sistemático

Este tipo de error, no muy frecuente —y que puede también encontrarse en cualquiera de los escalones operacionales anteriores, tales como muestreo, cuarteo, etc.— estaría ligado en caso de presentarse, a la incorrección del método empleado y se caracteriza por la existencia de una deriva o desvío sistemáticamente orientado en un sentido.

Contrariamente a los errores aleatorios, los sistemáticos no pueden reducirse por reiteración de medidas; en consecuencia el error sistemático global de dos o tres operaciones sucesivas será el resultado de sumar directamente los respectivos desvíos: $\sigma_G = \sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n$.

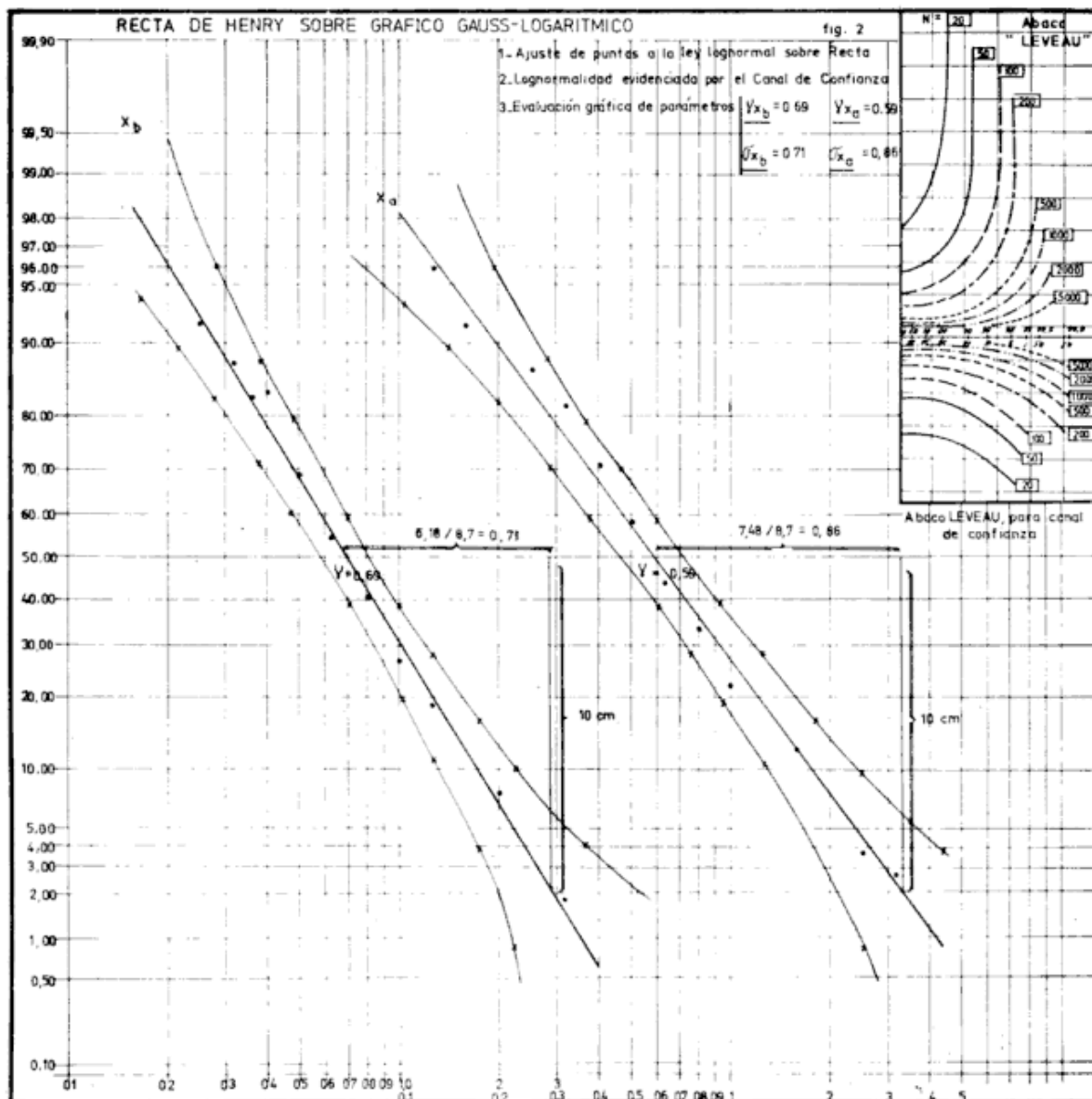
Suponiendo hallarse concretamente en el caso, se recordará que siempre se ha considerado como la única actitud viable, proceder a investigar cuidadosamente las raíces del equívoco con el objeto de que en adelante pueda seguirse trabajando sobre bases de mayor confiabilidad; en cuanto al cúmulo de datos en existencia que quedó contaminado por los efectos de la deriva —puesta en evidencia por un oportuno “chequeo”— debía ser inexorablemente eliminado con la consiguiente pérdida de esfuerzo, erogaciones, etc.

Con respecto al último punto, el autor propone como un medio viable de lograr una recuperación total de tales datos, extender hacia este campo la aplicación de relaciones de correlación logarítmica de tan amplio uso en otros dominios.

Supóngase la existencia de 5000 datos analíticos afectados a un error, que como lo muestran la planilla de interpretación logarítmica y la misma Recta de Correlación, es muy considerable en los valores bajos y tendiente a anularse en los altos; este numeral se denominará “x %_a”.

El primer paso deberá ser la investigación del sentido y grado de la deriva existente, lo que se logra haciendo reanalizar (preferentemente por otro método) un determinado número de los duplicados de aquellas muestras (en este caso se han escogido 104) tratando de que en el grupo haya algunos valores bajos y elevados y una buena predominancia de valores medianos que cubran la gama intermedia; este numeral se denominará “x %_b”.

Previa elaboración de algunos instrumentos de evaluación gráfica para control e investigación del tipo de distribución al que podrían pertenecer x_a y x_b —a los fines de justificar el formulismo a emplear, ver figuras 2 y 3— se construye la Recta que aparte de cifrar las características de la deriva, permitirá efectuar la corrección del resto del numeral no confiable.



Interpretación de la deriva en base a la recta de correlación

a) Datos brindados por el gráfico de la figura 4

Tomando at random algunos valores sobre abscisa y sus correspondientes sobre ordenada, se tendrá:

x_a s/abscisa	x_b s/ordenada	log. Y (distancia s/abscisa hasta bisectriz, en dm)	Y factor de corrección
1) 0,025	0,056	0,35	2,24
2) 0,05	0,098	0,29	1,96
3) 0,1	0,17	0,23	1,7
4) 0,2	0,3	0,18	1,5
5) 0,4	0,523	0,12	1,31
6) 0,8	0,93	0,06	1,15
7) 1,6	1,6	0,00	1,0
8) 3,2	2,7	0,07	1,18
9) 6,4	4,75	0,13	1,34

b) Interpretación del fenómeno

(x_b)	(x_a)	Y	Observaciones
1) 0,056	- 0,025	x 2,24 ;	x_a subestima en un 124 % c/resp. a x_b
2) 0,098	- 0,05	x 1,96 ;	" " " " 96 % " " " "
3) 0,17	- 0,1	x 1,7 ;	" " " " 70 % " " " "
4) 0,3	- 0,2	x 1,5 ;	" " " " 50 % " " " "
5) 0,523	- 0,4	x 1,31 ;	" " " " 31 % " " " "
6) 0,93	- 0,8	x 1,15 ;	" " " " 15 % " " " "
7) 1,6	- 1,6	x 1 ;	coincidencia de ambos numerales
8) 2,7	- 3,2	x 1,18 ;	x_a sobreestima en un 18 % c/resp. a x_b
9) 4,75	- 6,4	x 1,34 ;	" " " " 34 % " " " "

Empleo de la recta de correlación logarítmica como factor de corrección.

Para muestras en canaleta o en testigos

1º Caso:

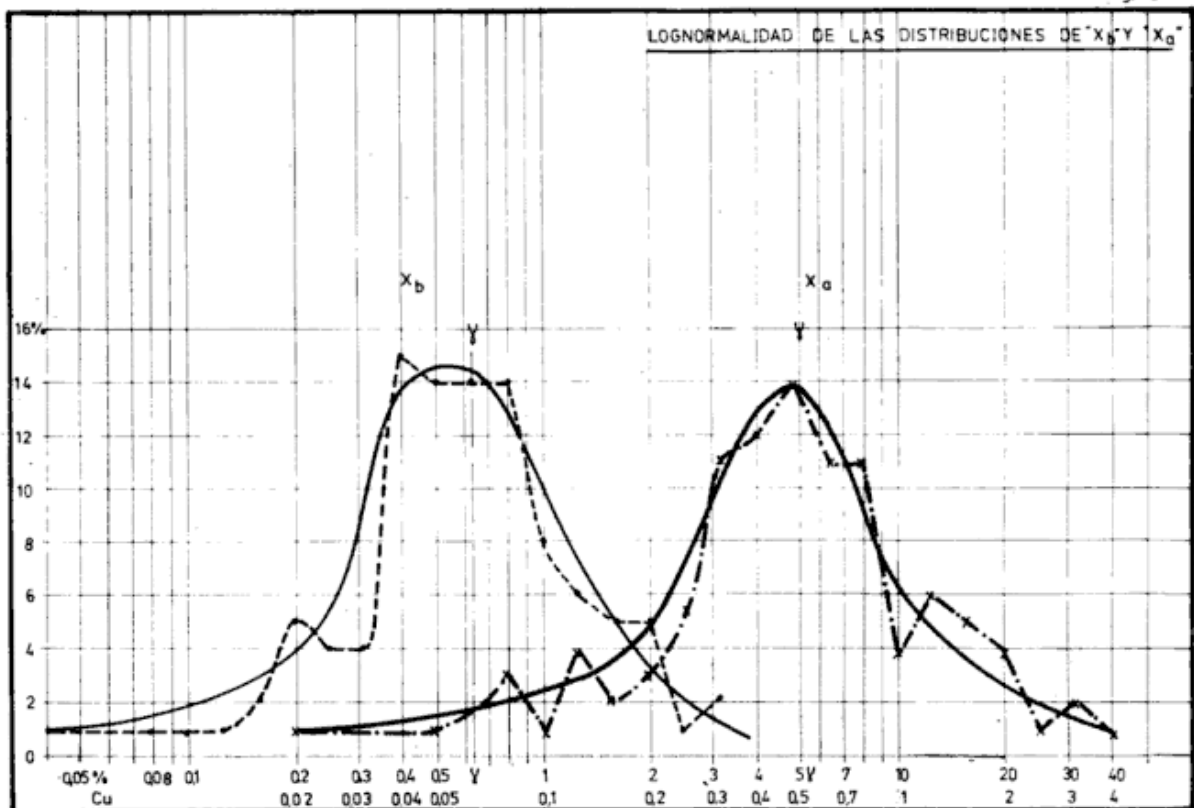
Llevando cualquier tenor aislado del numeral dudoso sobre abscisas, por ejemplo un valor de 0,2 % Cu, se tendrá sobre ordenadas, 0,3 % Cu, que se identifica con el tenor ya corregido.

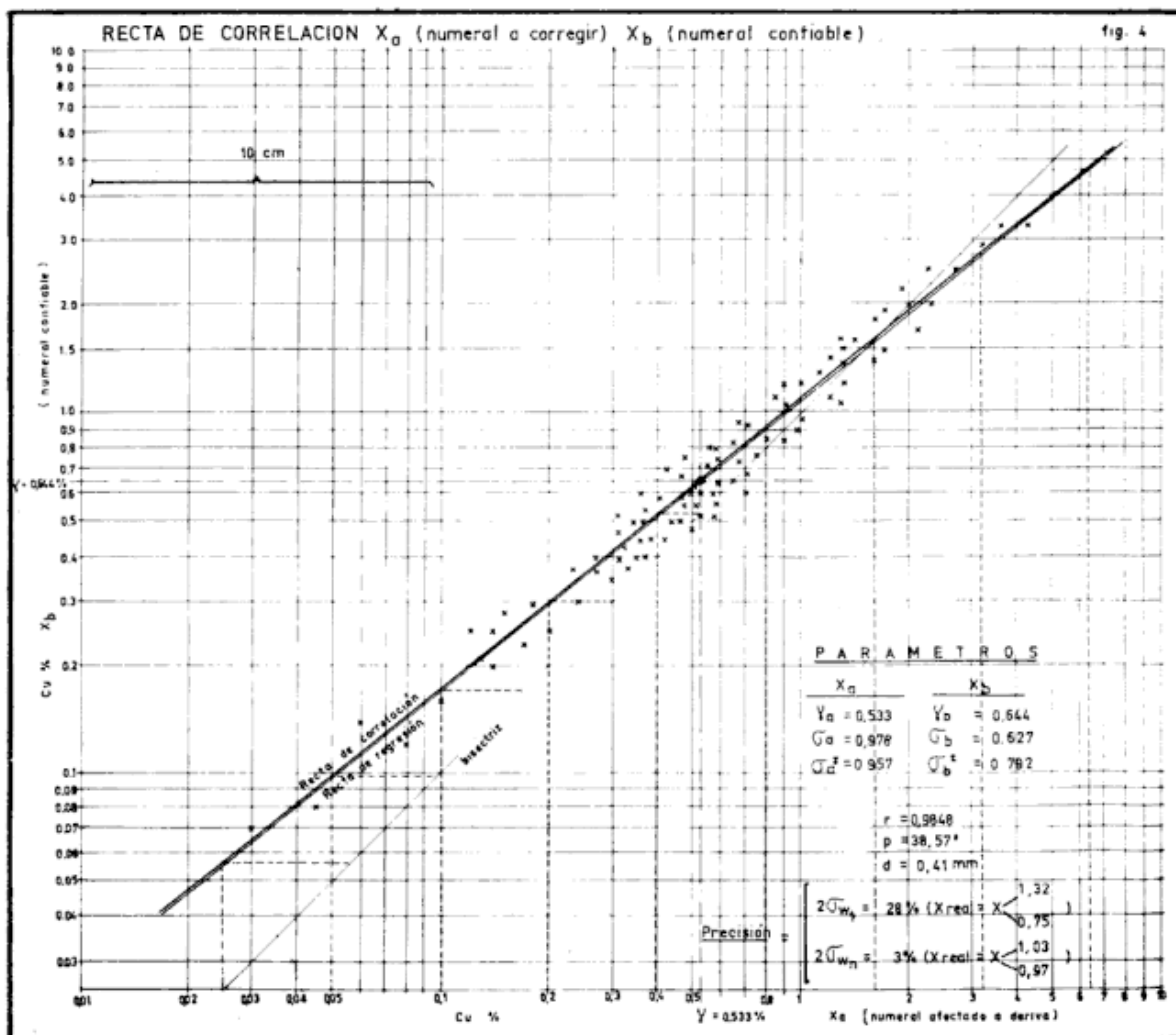
Habiéndose calculado la precisión de la Recta, 1) para el caso de tratar muestras aisladas, que dio un valor de 28 % para el nivel de certidumbre del 95 % y 2) para el de tener que efectuar determinaciones de

grupos numerosos de muestras, que es de sólo 3 % al mismo nivel de dos sigmas, debe señalarse que aquel valor de 0,3 % Cu brindado por la misma Recta estará sujeto a una fluctuación determinada; es así que el tenor verdadero de esa medición estará comprendido entre el efecto de multiplicar 0,3 % por 1,32 y por 0,75, es decir entre 0,4 % Cu como máximo y 0,22 % Cu como mínimo, existiendo sólo un 5 % de probabilidades de que la ley esté fuera de esos límites.

Como puede apreciarse, la aplicación de este instrumento no es aconsejable para el caso de determinaciones aisladas.

fig. 3





2º Caso

Si se necesitara conocer —con fines evaluativos de algún sector del depósito, o de su totalidad— los tenores de un gran número de muestras del numeral dudoso, una vez corregidos todos los valores mediante la Recta y obtenido su tenor medio, deberán aplicarse a éste los efectos derivados del monto de la precisión calculada para “n” medidas, que es de $2\sigma w_n = 3\%$. Supóngase que ese tenor medio corregido fuese de 0,8 % Cu; el intervalo comprendido entre los bornes superior e inferior

estará entonces dado de la siguiente manera:

$$0,8 \% \text{ Cu} \left\langle \begin{matrix} e^{+(0,03)} (1,03) = 0,82 \% \text{ Cu} \\ e^{-(0,03)} (0,97) = 0,78 \% \text{ Cu} \end{matrix} \right.$$

Puede apreciarse que las diferencias entre el tenor medio y los máximos y mínimos (siempre para el nivel de dos sigmas) no son significativas.

Cabe señalar finalmente que estos valores de precisión se comportan como errores sistemáticos, de manera que no pueden ser reducidos por efecto de multiplicación de medidas.

Lista de trabajos citados en el texto

Carrier, Aime, 1964. *Contribution aux méthodes d'estimation des gisements d'Uranium*. Rapport du Commissariat à l'Energie Atomique. France.

Gy, Pierre, 1954. *L'échantillonnage des minerais-Erreur commise dans le prélèvement d'un échantillon sur un lot de minerai*. Revue de l'Industrie Minière. Saint Etienne. France.

— 1956. *Poids a donner à un échantillon-Abaques d'échantillonnage*. Revue de l'Industrie Minière, Saint Etienne-France.

— 1960. *Facteurs ayant une influence dans l'échantillonnage des minerais*. Annales des Mines. Paris. France.

Lucero, H. N. y N. Hillar, 1971. *Comportamiento geoestadístico de una distribución cuprífera diseminada*. Bol. Asoc. Geológica de Córdoba. Tomo I, N° 2. Córdoba, Argentina.

Recibido: diciembre 20, 1977.

CRONICA DE LA ASOCIACION

MONUMENTO A LA OBRA PATRIOTICA DEL DR. JUAN JOSE NAGERA

"Su rica trayectoria ha sido ahora rescatada contrariando una inexplicable tendencia al olvido".

Del editorial "El Monumento a Nágera", Clarín, 5 de abril de 1979.

Bajo el auspicio de la Asociación Geológica Argentina se está construyendo en la ciudad de Gualeguaychú (provincia de Entre Ríos) el monumento destinado a evocar la obra patriótica del Doctor Juan José Nágera.

La Asociación Geológica Argentina desea recordar de esta forma a quien fuera uno de los primeros geólogos graduados en una universidad argentina y al autor del cuerpo doctrinario que hoy lleva su nombre y por el cual se extendió la soberanía nacional sobre el mar epicontinental. La Comisión Directiva, al decidir este auspicio, se fundamentó en la necesidad de poner de ma-

nifiesto la importancia de la geología como ciencia básica en los intereses territoriales de la Nación, y consideró que el homenaje a Nágera lleva en sí —tácita pero insoslayablemente— el justo reconocimiento a la sacrificada labor de los cultores de la geología.

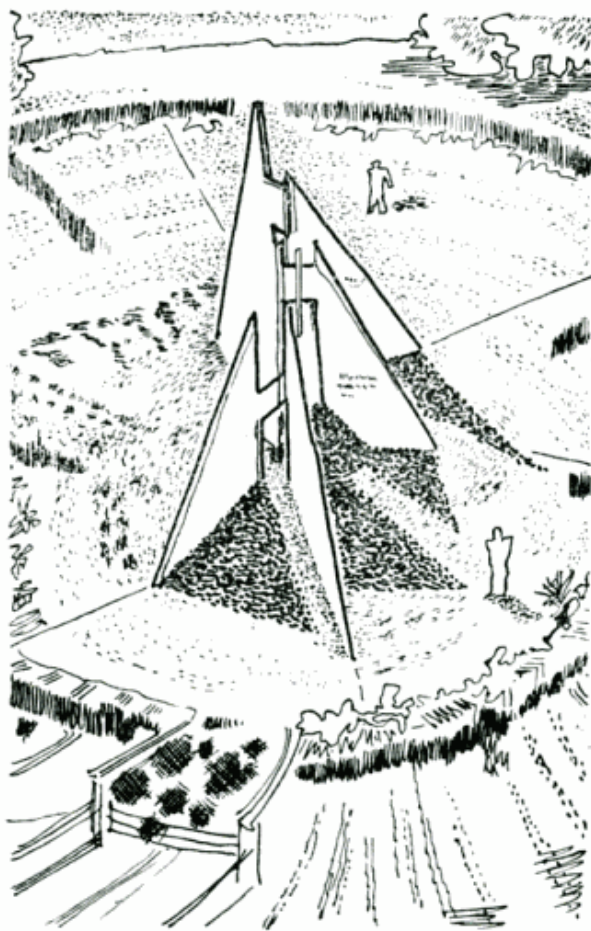
Con el fin de seleccionar un proyecto de obra se realizó un llamado a concurso, abierto a los residentes de Gualeguaychú, mediante la colaboración de la Municipalidad de esa ciudad. El jurado, formado por el Intendente de Gualeguaychú, Ing. Isidoro B. Etchebarne; los doctores Norberto Malumián y Carlos Azcuy, en representación de la Asociación Geológica Argentina, el Lic. Alberto J. M. Flejas, por la Dirección de Turismo y el Dr. J. D. Lapalma por la Comisión Municipal de Cultura, en dictamen anónimo seleccionaron el proyecto presentado bajo el pseudónimo de "Trépano".

El premio otorgado a los ganadores: Prof. Mirta Griselda Harispe de Rivas y arquitectos Raúl D. Melchori y Hugo E. Harispe, consistió en la suma de \$ 2000.000, el que fue solventado por el Consejo Superior Profesional de Geología, en calidad de expresa y manifiesta adhesión al auspicio que lleva a cabo nuestra Asociación.

El monumento, en esencia, se trata de un monolito formado por cinco planos triangulares de hormigón, que en posición vertical han sido planteados en un arreglo ascendente, alrededor y envolviendo un eje central de radiación. El mayor de los planos se elevará a 7 m de altura.

El lugar de emplazamiento se encuentra ubicado en un recodo del río Gualeguaychú, dentro del Parque Unzué.

Los proyectistas realizaron un prolijo estudio de la personalidad de Nágera, con el objeto de plasmarla dentro del diseño del monumento y su emplazamiento logrando que ambos sean de intenso contenido simbó-





lico. Entre los aspectos considerados se destacan: el efecto visual de emergencia de la tierra, proyectado de esta manera como expresión de la vocación y méritos de la labor geológica. El emplazamiento en la margen del río Guauguaychú, por ser este el paisaje inspirador de la "Doctrina Mar Libre", a la vez que en ese lugar se destacará como un hito para la navegación. Cada uno de los paneles triangulares representa un estadio de la vida de Nágera, y lleva una inscripción en bajorrelieve, reflejándose en las mismas el amor de Nágera por lo local, su carácter de ferviente federalista y su interés patriótico como defensor de la Soberanía Nacional.

La integración con el paisaje circundante ha sido cuidadosamente considerada, siendo el entorno del monolito objeto de especial consideración; en su arreglo, que comprende diferentes niveles aterrazados, está previsto mantener un parque botánico con especies vegetales autóctonas y clasificadas sistemáticamente.

La obra ha requerido el movimiento de 900 m³ de tierra, el que ha sido llevado a

cabo por la Municipalidad de Guauguaychú. El costo de la construcción y materiales empleados, de los que se hace cargo esta Asociación, se estima en \$ 5.000.000, con el fin de reunir estos fondos se han emitido bonos de contribución con un precio unitario de \$ 5.000; en ellos se reproduce una de las tarjetas postales editadas por Nágera con el propósito de difundir la Geología y promover la "concientización territorial" del mar epicontinental.

Finalmente, cabe destacar que esta gestión ha requerido en sus diferentes trámites el traslado de miembros de la Comisión Directiva a la ciudad de Guauguaychú; en diversas oportunidades, tanto el Presidente y Vicepresidente, como los Vocales Dr. Víctor Ramos y Lic. Juan V. Ploszkiewicz, han debido hacerse presentes en Guauguaychú a fin de coordinar las tareas con la Municipalidad, de la que se ha recibido el más amplio apoyo. Finalmente, se desea agradecer las múltiples adhesiones tanto de instituciones como de diferentes medios periodísticos que alientan y colaboran en la concreción de la meta impuesta.

CORRECCION

En el trabajo titulado *Erosión y sedimentación en un tramo del cauce del río Paraná medio (República Argentina)*, del cual es autor E. C. Drago, publicado en el N° 4 del tomo XXXII de esta Revista, deberán tenerse en cuenta las correcciones que se indican a continuación:

1. Pág. 280, columna izquierda: la fórmula correcta es

$$V = 1/3 (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2}) h$$

2. Pág. 282, fig. 7: la escala es idéntica a la del eje ordenado de la figura 6.
3. Pág. 283; en el último párrafo previo al título *Migración de bancos e islas de cauce*, debe leerse lo siguiente: "Así, estos elementos morfológicos se convierten en buenos indicadores de las variaciones en la dirección de flujo de las corrientes y, tal vez, de las posibles variaciones que puedan producirse en la erosión y sedimentación del cauce y en los desplazamientos del talweg".
4. Págs. 283 y 284: las leyendas de las figuras 9 y 10 están invertidas.
5. En la sección titulada *Sedimentación en el cauce*, pág. 287, segundo párrafo, línea 17, donde dice 5 km³ debe leerse 5 hm³.

LA DIRECCIÓN

4° CONGRESO GEOLOGICO LATINOAMERICANO

7 al 15 de julio de 1979

PUERTO ESPAÑA

República de Trinidad y Tobago

Informaciones:

Mrs. Liliás Milne, P.O. Box 771,
Trinidad y Tobago

PUBLICACIONES ESPECIALES DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Serie A

Monografía N° 1

ESTUDIO Y EXPLORACION GEOLOGICA DE LA REGION BARREAL-GALINGASTA.
Provincia de San Juan, República Argentina.
B. J. Quartino, R. A. Zardini y A. J. Amos.

Serie B (Didáctica y Complementaria)

- N° 1. DICCIONARIO GEOLOGICO INGLES-ESPAÑOL, ESPAÑOL-INGLES, J. C. M. Turner.
- N° 2. CODIGO DE NOMENCLATURA ESTRATIGRAFICA DEL COMITE ARGENTINO DE NOMENCLATURA ESTRATIGRAFICA.
- N° 3. CATALOGO DE EDADES RADIMETRICAS DETERMINADAS PARA LA REPUBLICA ARGENTINA. I. Años 1960-1974. P. N. Stipanovic y E. Linares.
- N° 4. CATALOGO DE EDADES RADIMETRICAS DETERMINADAS PARA LA REPUBLICA ARGENTINA. II. Años 1974-1976 y CATALOGO DE EDADES RADIMETRICAS REALIZADAS POR INGEIS SIN PUBLICAR. E. Linares.
- N° 5. ROCAS PIROCLASTICAS, INTERPRETACION Y SISTEMATICA, M. Terruggi, M. M. Mazzoni, L. A. Spalletti y R. R. Andreis.

En Preparación:

ORDOVICICO ARGENTINO, G. Furque y A. Cuerda.

La SERIE B, DIDACTICA Y COMPLEMENTARIA tiene por objeto la publicación de trabajos de síntesis, compilaciones, catálogos y artículos de divulgación, que por sus características sean considerados de interés didáctico. La venta de estas publicaciones se encuentra a disposición de los socios en la Asociación Geológica Argentina y en todas las Delegaciones del país.

**Toda correspondencia para la Asociación Geológica Argentina,
deberá ser dirigida a:**

MAIPU 645, piso 1º, 1006 Buenos Aires, República Argentina

La correspondencia referente a suscripciones, colecciones o números sueltos de esta Revista, deberá dirigirse a **LIBRART S.R.L., Corrientes 127, Buenos Aires, República Argentina, representantes y distribuidores para toda la República Argentina y el exterior.**

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Maipú 645 - Piso 1º - Buenos Aires - Argentina

COMISION DIRECTIVA

(1977-1979)

<i>Presidente</i>	DR. NORBERTO MALUMIÁN
<i>Vicepresidente</i>	DR. CARLOS L. AZCUY
<i>Secretaria</i>	DRA. M. K. DE BRODTKORB
<i>Tesorero</i>	DR. VICENTE MÉNDEZ
<i>Vocales</i>	DR. VÍCTOR A. RAMOS
	DR. RICARDO VARELA
	LIC. G. E. TURAZZINI
<i>Vocales suplentes</i>	LIC. MATEO A. TURIC
	LIC. J. V. PLOSKIEWICZ
	LIC. R. M. SARUDIANSKY

REVISTAS Y PUBLICACIONES

Director: DR. ROBERTO CAMINOS

Coordinador: LIC. FRANCISCO E. NULLO

COMITE DE REDACCION

ING. VICTORIO ANGELELLI
DR. HORACIO H. CAMACHO
DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO
DR. CARLOS GORDILLO

DR. NORBERTO MALUMIÁN
DR. MARIO TERUGGI
DR. JUAN CARLOS M. TURNER
DR. MARCELO R. YRIGOYEN

Miembros Honorarios

Prof. DR. PABLO GROEBER †
Prof. DR. JUAN KEIDEL †
Prof. DR. JOAQUÍN FRENGUELLI †
Prof. DR. FRANCO PASTORE †
Prof. DR. ANGEL V. BORELLO †
Prof. DRA. EDELMIRA MÓRTOLA †
Prof. DR. ARMANDO F. LEANZA
Prof. DR. HORACIO J. HARRINGTON †
Prof. DR. JORGE POLANSKI †

DR. CARLOS D. STORNI †
Prof. DR. RICHARD FOSTER FLINT †
Prof. DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO
Prof. DR. OSVALDO I. BRACACCINI
Prof. ING. VICTORIO ANGELELLI
Prof. DR. PERCY QUENSEL
Prof. DR. HORACIO H. CAMACHO
Prof. DR. JUAN C. M. TURNER

Miembros Correspondientes

Prof. DR. ARNOLDO HEIM †
Prof. DR. LUCIANO JACQUES DE MORAES †
Prof. DR. ABEL HERRERO DUCLOUX †
Prof. ING. JORGE MUÑOZ CRISTI †
Prof. DR. ENRIQUE GERTH †

Prof. DR. GUILLERMO ZULOAGA
Prof. ING. HÉCTOR FLORES WILLIAMS
Prof. ING. CARLOS RUIZ FULLER
Prof. DR. RODOLFO MÉNDEZ ALZOLA

Miembros Benefactores

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
DIRECCIÓN GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES
QUITRAL-Co S.A.I.C.
SECRETARÍA DE ESTADO DE MINERÍA
YACIMIENTOS PETROLÍFEROS FISCALES

Miembros Protectores

AMOCO ARGENTINA OIL CO
ARGENTINA CITIES SERVICE EXPLORATION, INC.
ASTRA CÍA. ARGENTINA DE PETRÓLEO S. A.
BOROQUÍMICA S.A.M.I.C.A.
BRIDAS S.A.P.I.C.
COMPAÑÍA DE INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS
COMPAÑÍA MINERA AGUILAR S. A.
COMPAÑÍA MINERA T.E.A.
COMPAÑÍA NAVIERA PÉREZ COMPANC
CRISTAMINE S. A.

DRESSER ATLAS ARGENTINA S.A.M.P.I.C.
ESSO S. A. PETROLERA ARGENTINA
GEBEROVICH HNOS.
GEOWELL S.A.I.C. Y F.
RIOMINSA S.A.N.I.C.
SOC. MINERA PIRQUITAS PICCETTI & Cía. S. A.
TECHINT S.A.C.I.
TIACFIL MINERA IND. Y COMERCIAL
TIPSA TÉCNICA IND. Y COM. PETROLERA S. C. A.

INDICE ALFABETICO DEL TOMO XXXIII

ANTELO, BELARMINO, Las formaciones de edad silúrica en el noroeste argentino, (provincias de Jujuy y Salta)	1
BRODTKORB, MILKA K. DE, Oxidos de vanadio en calizas: su presencia en el yacimiento Urcal, provincia de La Rioja	97
BRODTKORB, MILKA K. DE, JUAN J. LANFRANCO Y RICARDO J. SUREDA, Asociaciones minerales y litología del Yacimiento Aguilar, provincia de Jujuy, República Argentina	277
FABINATI, ESTER A., Microfauna de moluscos querandinenses (Holoceno). Ingeniero White, provincia de Buenos Aires	211
FERNÁNDEZ LIMA, JUAN CARLOS Y CARLOS LATORRE, Metalogénesis de la provincia del Chubut	355
GONZÁLEZ BONORINO, FÉLIX Y GUSTAVO GONZÁLEZ BONORINO, Geología de la región de San Carlos de Bariloche: un estudio de las formaciones terciarias del Grupo Nahuel Huapí	175
ICHAZO, GUSTAVO JULIO, Control tectónico de la mineralización de manganeso en la Sierra de Ambargasta, Santiago del Estero	345
LLAMBÍAS, EDUARDO JORGE Y LIDIA MALVICINI, Geología, petrología y metalogénesis del área de Colipilli, provincia del Neuquén, República Argentina	257
LUCERO MICHAUT, HUGO NÉSTOR, Composición de errores aleatorios y sistemáticos en una etapa de evaluación estadística de una mena cuprífera hipotética	370
MALUMIÁN, NORBERTO Y VLADIMIR MASIUK, Foraminíferos planctónicos del Cretácico de Tierra del Fuego	36
MERODIO, JULIO C., LUIS H. DALLA SALDA Y CARLOS W. RAPELA, Estudio petrológico y geoquímico preliminar del cuerpo básico de la región de San Francisco del Monte de Oro, provincia de San Luis	122
NIEMEYER, HANS, Nódulos máficos y ultramáficos en basaltos alcalinos de la meseta Buenos Aires, lago General Carrera, provincia de Aysen, Chile	63
RABASSA, JORGE, Geomorfología cuantitativa de la cuenca del río Manso Superior, Río Negro, República Argentina - Primera parte: Análisis de Horton	139
RIGGI, JUAN CARLOS, La importancia de los sedimentos piroclásticos y de la sílice biogénica en la estratigrafía de la Formación Patagonia	158
SANTA CRUZ, JORGE NÉSTOR, Aspectos sedimentológicos de las formaciones aflorantes al Este de la Sierra Chica, provincia de Córdoba, República Argentina	232
SPIKERMANN, JUAN PEDRO, Contribución al conocimiento de la intrusividad en el paleozoico de la región extraandina del Chubut	17
SUREDA, RICARDO JOSÉ, Las vetas de plomo, plata y zinc del Distrito Minero "El Guaico" en la provincia de Córdoba, República Argentina	299
VALLÉS, JORGE M., Los yacimientos minerales ubicados al oeste de la mina "Gonzalito", departamento San Antonio y Valcheta	325
TOSELLI, ALEJANDRO J. Y FLORENCIO G. ACEÑOLAZA, Geocronología de las Formaciones Pudcoviscana y Suncho, provincia de Salta y Catamarca	76
TOSELLI, ALEJANDRO J., JUANA N. ROSSI DE TOSELLI Y CARLOS W. RAPELA, El basamento metamórfico de la sierra de Quilmes, República Argentina	105
VARELA, RICARDO, Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires: Hipótesis de trabajo sobre su composición geológica y rasgos geotectónicos salientes	52
NOTAS BREVES	
MONALDI, CÉSAR R. Y OSMAR H. MONALDI, Hallazgo de una fauna en la Formación Santa Gertrudis (Ordovícico), provincia de Salta, República Argentina	245

QUARTINO, BERNABÉ J. ARMANDO C. MASSABIÉ Y JORGE R. MORELLI, Formaciones eopaleozoicas en el norte de Córdoba y sur de Santiago del Estero, su magmatismo y significado geológico	90
TOSELLI, GUSTAVO A., Edad de la Formación Negro Peinado, sierra del Famatina, La Rioja	86
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS	250
INFORMACIONES	
III Convención Argentina de Paleobotánica	251
IV Congreso Peruano de Geología	251
26º Congreso Geológico Internacional	93
FACENA	174
Norte Geológico	173
Primeros resultados del grupo de trabajo para el Carbónico Pérmico	246
I Reunión de Paleobotánicos y Palinólogos	93
CONFERENCIAS	
BRACACCINI, OSVALDO I., La geología en el desenvolvimiento económico	81
COSTANZO, VÍCTOR, La política minera de la Dirección General de Fabricaciones Militares y el papel reservado en ella para sector privado	172
HOMENAJE	
Al Ing. Victorio Angelelli	255
CRÓNICA DE LA ASOCIACIÓN	
Semblanzas de Juan José Nágera y su obra	248
Monumento a la Obra Patriótica del Dr. Juan José Nágera	378
NECROLOGÍA	
Prof. Dr. Alfredo Castellanos	94
Corrección	380

**EL NUMERO 4 DE ESTE TOMO
 SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 30 DE
 MAYO DE 1979 EN LOS TALLERES
 GRAFICOS ZLOTOPIORO S.A.C.I.F.,
 SARMIENTO 3149. BUENOS AIRES,
 REPUBLICA ARGENTINA.**

**El presente número se ha financiado
 con un subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
 que no se hace responsable del contenido del mismo.**

Adhesión de

MINERA TEA S.A.M.I.C.A.

L. N. Alem 424

Buenos Aires

Adhesión de

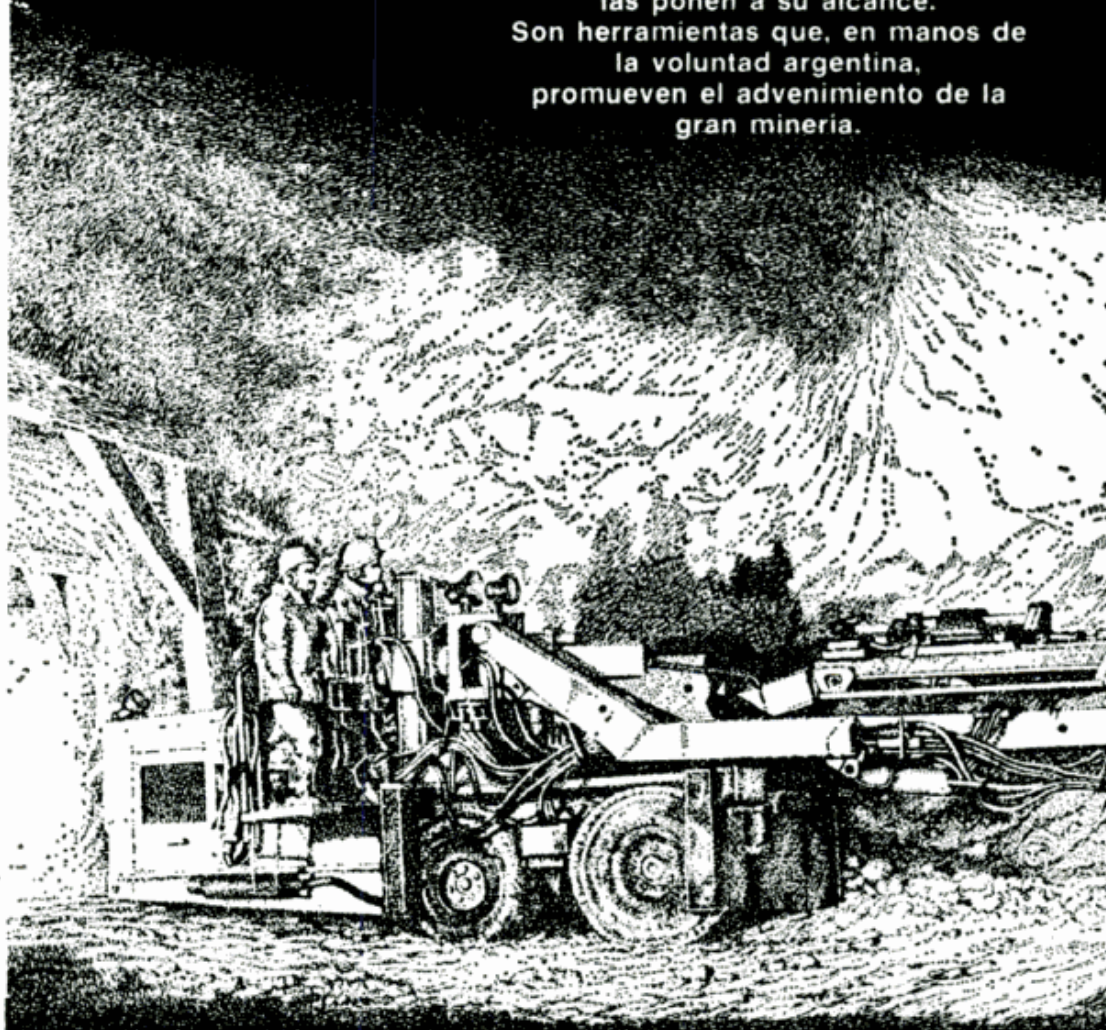
COMPAÑIA MINERA AGUILAR S.A.

Viamonte 1133

Buenos Aires

La riqueza argentina ya no se oculta bajo tierra

Ya no son misterio para el hombre
las riquezas que guarda la
entraña terrestre.
El adelanto de la ciencia y de la técnica
las ponen a su alcance.
Son herramientas que, en manos de
la voluntad argentina,
promueven el advenimiento de la
gran minería.



Télan



Dirección General
de Fabricaciones Militares
Cabildo 65 - Buenos Aires