

Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:250.000

Carta Minero-Metalogenética 3569-IV **Embalse El Nihuil**



Cerro Nevado (Pared norte).

Provincia de Mendoza

Ricardo Centeno, Mario Rosas y Nora Rubinstein

Inclusiones fluidas: Lidia Inés Korzeniewski

Geofísica: Pablo Johanis, Carlos Jorge Chernicoff
y Daniel Vargas

Geoquímica: Luis Ferpozzi, Andrea Turel, Ricardo Centeno,
Mario Rosas y Daniel Vargas

Supervisión: Marta Godeas



INSTITUTO
DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS
MINERALES

SEGEMAR
SERVICIO GEOLÓGICO
MINERO ARGENTINO

**Programa Nacional de Cartas Geológicas
de la República Argentina
1:250.000**

**Carta Minero-Metalogenética 3569-IV
Embalse El Nihuil**

Provincia de Mendoza

Ricardo Centeno, Mario Rosas y Nora Rubinstein

Inclusiones fluidas: Lidia Inés Korzeniewski

Geofísica: Pablo Johanis, Carlos Jorge Chernicoff
y Daniel Vargas

Geoquímica: Luis Ferpozzi, Andrea Turel, Ricardo Centeno,
Mario Rosas y Daniel Vargas

Supervisión: Marta Godeas

**SECRETARÍA DE MINERÍA
SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente Ing. Jorge Mayoral
Secretario Ejecutivo Lic. Pedro Alcántara

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director Lic. Roberto F. N. Page

DIRECCIÓN DE RECURSOS GEOLÓGICO MINEROS

Director Dr. Eduardo E. Zappettini

SEGEMAR

Avenida Julio A. Roca 651 | 10º Piso | telefax 4349-4114/3115
(C1067ABB) Buenos Aires | República Argentina
www.segemar.gov.ar | info@segemar.gov.ar

Referencia bibliográfica

Centeno R., Rosas M. y Rubinstein N., 2009. Carta Minero-Metalogenética 3569-IV. Embalse El Nihuil. Provincia de Mendoza. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 299, 71 p. Buenos Aires.

INDICE

Resumen	1
Abstract	1
1. Introducción	2
2. Síntesis geológica e interpretación geotectónica	3
3. Metalogénesis	5
3.1. Descripción de los principales yacimientos	5
3.1.1. Depósitos diseminados de cobre-molibdeno y depósitos vetiformes asociados	6
3.1.1.1. San Pedro	6
a. Mineralización diseminada	6
b. Mineralización vetiforme	13
3.1.1.2. Arroyo La Chilca-Zanjón El Buitre	22
3.1.1.3. Cerro Tres Hermanos	24
3.1.1.4. Distrito Borbarán	25
3.1.2. Depósitos vetiformes de fluorita y manganeso	26
3.1.2.1. Depósitos de fluorita	27
3.1.2.2. Depósitos de manganeso	29
3.1.3. Depósitos residuales de vanadio	31
3.2. Fajas metalogenéticas y dominios metálicos	32
3.3. Metalotectos	33
3.4. Anomalías	33
3.4.1. Alteración hidrotermal	33
3.4.2. Anomalías geofísicas	34
3.4.3. Anomalías geoquímicas	36
3.5. Historia metalogenética	36
4. Conclusiones	37
5 Fichas-Mina	41
6. Bibliografía	45

RESUMEN

La Carta Minero-Metalogenética 3569-IV Embalse El Nihuil describe los depósitos minerales conocidos y su relación con la geología de la comarca; presenta la información geoquímica y geofísica de la región, su relación con las mineralizaciones y define áreas prospectivas.

Los aspectos genéticos de los yacimientos involucrados permitieron clasificarlos en diferentes modelos de depósitos: *Tipo Pórfiro, Epitermales y de Transición, Vetas y Brechas (de asignación genética diversa) y Residuales y de Alteración.*

La interpretación geoquímica de superficie, basada en los resultados analíticos de 173 muestras de sedimento de corriente, destaca dos agrupaciones principales de anomalías geoquímicas: una ubicada en el área de Ponón Trehue (Pb, Mo, Sb, As, K y Ca) y otra en la región comprendida por La Chilca y San Pedro (Cu, Pb, Ag, Au, K, As y Sb). Se agrega la interpretación geoquímica de subsuelo a partir de perforaciones realizadas en los sectores San Pedro y San Jorge-Margarita (Anchoris).

La investigación geofísica aérea reveló una marcada correspondencia entre las anomalías magnéticas y el frente orogénico ubicado al este de la Carta. Además las anomalías de potasio y de torio/potasio se corresponden ajustadamente con las distintas áreas mineralizadas mencionadas. Se advierte también una buena correspondencia entre los lineamientos rectilíneos y circulares de la interpretación geofísica y la presencia de estructuras lineales y circulares inferidas en imágenes u observadas en el terreno. Estudios de geofísica terrestre (IP) revelaron la existencia de anomalías de elevada cargabilidad y alta resistividad en lugares por debajo de la cubierta basáltica en el área comprendida entre la mina Margarita y La Chilca-Zanjón El Buitre.

Se integraron datos geológicos, geotectónicos, geoquímicos y geofísicos con el fin de sintetizar la metalogénesis regional.

Se reconocieron tres fajas metalogenéticas, cuyas edades son pérmica inferior, pérmica superior-triásica inferior y miocena, así como un metalotecto estructural de edad pérmica superior-triásica inferior.

Finalmente, sobre la base de la información disponible, se identificaron varios sectores dentro del área de la Carta que reúnen características destacadas a los fines de la exploración minera.

ABSTRACT

The Embalse El Nihuil Mining Metallogenic Quadrangle 3569 – IV, describes the known ore deposits of the area and its relationship with the geology of the region, it presents the geochemical and geophysical information in connection with ore deposits and defines prospective areas.

Genetic aspects of the involved deposits allowed to classify them in different models, such as *Porphyry-type, Epithermal and Transition Deposits, Veins and Breccias (of various genetic assignment) and Residual and Alteration Deposits.*

The geochemical interpretation from multielement analyses of 173 stream sediment samples allowed to define two groups of anomalies: one located in the Ponón Trehue area (Pb, mo, Sb, As, K, Ca) and a second one in the region between La Chilca and San Pedro (Cu, Pb, Ag, Au, K, As, Sb). The interpretation of geochemical data from drill holes in San Pedro and San Jorge-Margarita (Anchoris) sectors is also included.

Airborne geophysical research showed that magnetic anomalies and the orogenic belt on the eastern edge of the Chart are strongly related. Besides, K and Th/K anomalies fit accurately with the different mineralized areas. On the other hand, linear and circular alignments from geophysical interpretation are coincident with those inferred from images or those seen during the mapping of regional geology. Ground geophysical studies (IP) revealed the presence of high chargeability and resistivity anomalies in places under the basaltic cover in the area between mine Margarita and Aguas Calientes La Chilca-Zanjón El Buitre.

The integration and interpretation of geologic, geotectonic, geochemical and geophysical data allowed the understanding of the regional metallogenic history.

Three metallogenic belts have been defined: Early Permian, Upper Permian-Early Triassic and Pliocene, and one structural metalotect Upper Permian-Early Triassic, are recognised.

Finally, on the basis of the available information, several zones were identified in the studied area, with distinct features that encourage mining exploration.

1. INTRODUCCIÓN

La Carta Minero-Metalogénica 3569-IV Embalse El Nihuil se realizó en el marco del Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas de la República Argentina (Ley 24.224) siguiendo la normativa establecida por el SEGEMAR (1999). Describe la historia metalogénica de la región a través de la interpretación de la geología, geotectónica, geofísica, geoquímica y la génesis de los yacimientos involucrados, destacando aquellos de mayor significado económico o por su interés genético. Está destinada a orientar la prospección y exploración minera.

En la elaboración de la Carta se utilizó como base la Hoja Geológica 3569-IV, Embalse El Nihuil (Sepúlveda *et al.*, 1998) y la Hoja Topográfica del Instituto Geográfico Militar, ambas a escala 1:250.000. La figura 1 muestra la ubicación de la Carta.

Se analizó la información preexistente, entre otras la correspondiente a los planes regionales de prospección y exploración denominados Plan Cordillerano

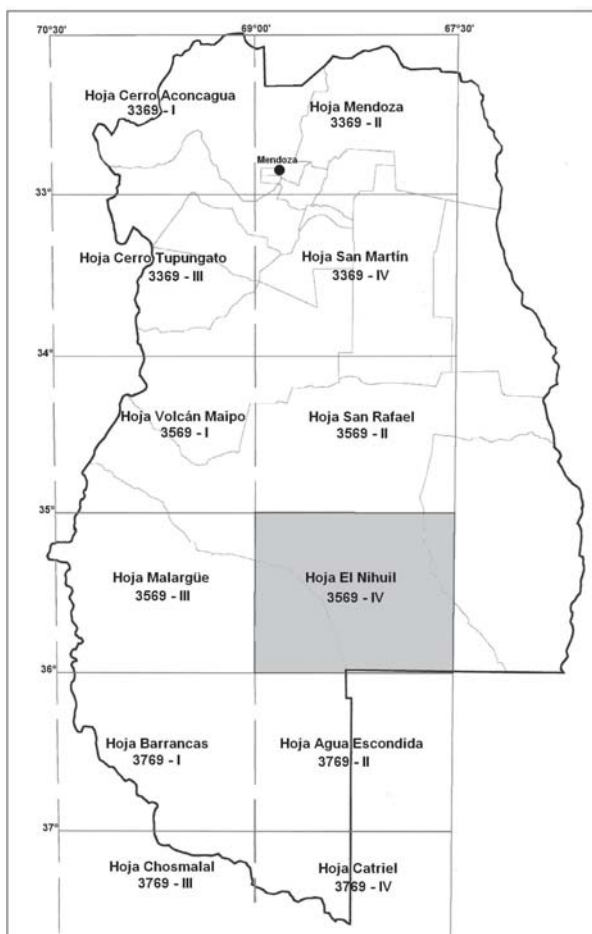


Figura 1. Ubicación de la Hoja Embalse El Nihuil.

y Plan Mendoza. Además se utilizó la información de geofísica aérea (radimetría y magnetimetría) producida por el SEGEMAR, con el fin de identificar anomalías magnéticas, de potasio, uranio y torio, lineamientos y estructuras circulares (Chernicoff y Vargas, 1999) y la información de geofísica terrestre llevada a cabo en el sector de Anchoris (Collins, 1998).

También se utilizó la Carta Geoquímica Multielemento Embalse El Nihuil (Ferpozzi *et al.*, 2000) que presenta información regional sobre un total de 173 muestras de sedimento de corriente analizadas por 48 elementos, por medio de métodos de espectroscopía de emisión en plasma inductivamente acoplado (ES-ICP) y por activación neutrónica instrumental (INAA).

La clasificación de los depósitos se llevó a cabo de acuerdo con los modelos del Mapa Metalogénico de la República Argentina (Zappettini *et al.*, 1999).

La Carta Minero-Metalogénica 3569-IV Embalse El Nihuil se encuentra ubicada en el sector sur de la provincia de Mendoza y está delimitada por los paralelos de 35° 00' y 36° 00' de latitud sur y los meridianos de 67° 30' y 69° 00' de longitud oeste. La mayor parte de la superficie abarcada por la Carta integra el Bloque de San Rafael, excepto el esquinero nororiental que corresponde a la Subcuenca de Alvear dentro de la Cuenca Cuyana. Limita al sur parcialmente con la provincia de La Pampa y su superficie es de 14.951,25 kilómetros cuadrados.

Las primeras observaciones geológicas realizadas en el área corresponden a Bodenbender (1891), quien estudió los «pórfiros» de la sierra Pintada. Wehrli y Burckhardt (1898) y Burckhardt (1900) realizaron trabajos descriptivos, mientras que Stappenbeck (1913) dio a conocer los principales tipos de rocas y las relaciones que guardan entre sí.

Wichmann (1928) reconoció los gneises y plutonitas del basamento y las calizas de la zona del arroyo Ponón Trehue a las que correlacionó con el cerrito de La Cal de la zona de Salagasta. Groeber (1939) amplió el panorama respecto de las sedimentitas suprapaleozoicas y los depósitos pedemontanos junto con los arenales orientales a los que denominó «médano invasor». También realizó estudios sobre los basaltos y las rocas magmáticas pérmico-triásicas.

Feruglio (1946) compiló un mapa para YPF, que es probablemente una simplificación del de Groeber (1939), quien más adelante describió en conjunto la

sierra Pintada y su continuación al sur, la sierra del Nevado.

A partir de la década del '40 comenzaron los levantamientos regulares de YPF y de la Dirección Nacional de Geología y Minería, que proporcionaron un conocimiento regional de buen detalle para el área; entre estos trabajos se mencionan a Holmberg (1948), Padula (1951), Polanski (1954), Dessanti (1956), Holmberg (1973) y Núñez (1979).

Tienen importancia por sus características regionales los trabajos de Rolleri y Criado Roque (1970), Criado Roque (1972, 1979), Vicente (1975), Criado Roque e Ibáñez (1979), Delpino y Bermúdez (1985), Delpino (1987, 1988), Bermúdez (1988, 1991), Bermúdez y Delpino (1987, 1990) y Llambías *et al.* (1993).

Se deben sumar numerosos trabajos, algunos inéditos, como los de Ardolino (1973), Ramos y Nullo (1993), Kleiman (1993), Bordonaro *et al.* (1996) y Kleiman (1999). Sepúlveda *et al.* (1998) realizaron la Hoja Geológica 3569-IV, Embalse El Nihuil, escala 1: 250.000.

Durante el período 1993-1998, Argentina Mineral Development (AMD) llevó a cabo trabajos de exploración en el Proyecto San Rafael, un área que excede los límites de la Carta, de 150 km N-S por 10 a 40 km E-O, mediante la interpretación de imágenes Landsat TM, estudios estructurales, de reconocimiento geológico y geofísica, incluyendo perforaciones en partes del proyecto (zonas de Anchoris y San Pedro), ejecutadas por BHP-Billiton y Río Tinto Zinc. Los derechos totales del proyecto fueron adquiridos a mediados de 2004 por Portal Resources Ltd.

Rosas y Centeno (2000) confeccionaron la Carta Geoquímica Embalse El Nihuil de cobre, plomo y cinc, escala 1:250.000, y Ferpozzi *et al.* (2000) realizaron la Carta Geoquímica Multielemento Embalse El Nihuil.

En el marco del Proyecto de Apoyo al Sector Minero Argentino (PASMA), Carpio *et al.* (2001) sintetizaron la Metalogenia del Bloque de San Rafael. Por otra parte se llevaron a cabo diversos estudios petro-mineralógicos, isotópicos, de inclusiones fluídas y metalogenéticos en relación a áreas de alteración y depósitos vetiformes como parte de la realización de la presente Carta y que, en parte, fueron sintetizados en publicaciones (Rubinstein *et al.*, 2000a y b, 2001, 2002a, b y c; Rubinstein y Bevins, 2004; 2004a, b, c y d; y Korzeniewski y Rubinstein, 2005).

2. SÍNTESIS GEOLÓGICA E INTERPRETACIÓN GEOTECTÓNICA

La Carta Minero-Metalogenética Embalse El Nihuil comprende parte del Bloque de San Rafael (Ramos, 1999), que involucra los terrenos tectono-estratigráficos Cuyania y Chilenia.

Los registros más antiguos del área indican el desarrollo de una cuenca marina en el Proterozoico superior. Los sedimentos depositados en esta cuenca fueron plegados, metamorfozados e intruídos por granitoides y filones de aplitas y pegmatitas constituyendo el basamento ígneo-metamórfico (**PCbim**) de la región. A este conjunto de rocas se lo denominó Formación Cerro La Ventana (Criado Roque, 1972). La datación K/Ar, sobre muestras de una perforación fuera del área, arrojó una edad de 605 Ma (Criado Roque, 1979), lo que permitió determinar la edad del diastrofismo deformante correspondiente al ciclo Pampeano.

El desarrollo de una cuenca durante el Ordovícico dio lugar, en la parte proximal, a depósitos de plataforma (**ODPF**) constituidos por *grainstones*, calcarenitas, cuarcitas, areniscas y limolitas de la Formación Lindero y calizas y dolomías de la Formación Ponón Trehue (Bordonaro *et al.*, 1996). Estos depósitos fueron posteriormente plegados durante la fase Guandacólica del ciclo Famatiniano. La zona distal de la cuenca fue rellenada con depósitos de talud (**OSdr**) constituidos por metacuarcitas, filitas y esquistos, correspondientes a la Formación La Horqueta (González Díaz, 1981). La depositación se extendió hasta el Silúrico y el conjunto de rocas sufrió una deformación producida por la acción de los movimientos de la fase Oclóyica del ciclo Famatiniano.

En el Devónico se formaron depósitos de talud (**Ddr**), constituidos por ortocuarcitas, areniscas, grauvacas, limolitas y lutitas de la Formación Río Seco de los Castaños (González Díaz, 1972, 1981), plegados posteriormente durante la fase Chánica del ciclo Famatiniano.

En el Devónico superior se produjo la acreción del terreno Chilenia al de Cuyania. La sutura está indicada por fragmentos de ofiolitas (**Ow**) descritas por González Díaz (1972), representadas por los gabros, diabasas y lamprófiro de la Formación Gabro Loma Alta (Dessanti, 1956), aflorante en el sector noroeste de la Carta.

El desarrollo de un arco magmático (**Camy**) en el Carbonífero inferior dio lugar a la intrusión de granitos y granodioritas de la Formación Piedras de

Afilar (Linares *et al.*, 1978), evento atribuido a la fase Malimánica del ciclo Gondwánico.

En el Carbonífero superior y hasta el Pérmico inferior, una nueva ingesión marina dio lugar a depósitos de plataforma (**CdPF**) constituidos por cuarcitas, areniscas, limolitas y lutitas de la Formación El Imperial (Núñez, 1976), plegados posteriormente por la fase Sanrafaélica del ciclo Gondwánico.

Como consecuencia de la subducción de la placa pacífica en el Pérmico inferior, el desarrollo de la fase Sanrafaélica permitió la instalación de un nuevo arco magmático (**Pvam**) que dio origen al Ciclo Magmático Choiyoi, el que fue dividido por Llambías *et al.* (1993) en dos secciones sobre la base de la existencia de diferencias composicionales y evolutivas. La Sección Inferior (Pérmico inferior) está representada por el Grupo Cochicó (Dessanti, 1956; Sepúlveda *et al.*, 1998) compuesto por tobas dacíticas a riolíticas interestratificadas con brechas andesíticas, areniscas y conglomerados. Las volcanitas son calcoalcalinas, metaluminosas a peraluminosas, con contenidos de potasio medios a altos y baja sílice (Kleiman, 1993, 1999).

Esta sección posee estructuras compresivas de orientación NNO a N-S (Moreno Peral y Salvarredi, 1984) producto de la fase Pre-Huárpica y cuyo alineamiento define fajas asociadas a estructuras de deformación localizada en donde se reconocen dos juegos de zonas de cizalla dúctil, uno NNO y desplazamiento dextral y el otro ONO y desplazamiento sinistral (Japas y Kleiman, 2004). Estas estructuras de cizalla presentan evidencias de reactivaciones transtensionales posteriores, de naturaleza frágil a frágil-dúctil con inversión de la polaridad, cuya cinemática concuerda con aquella observada en las estructuras de la Sección Superior. Las características geoquímicas permiten vincular el magmatismo de la Sección Inferior al desarrollo de un arco magmático en un ambiente de subducción (Llambías *et al.*, 1993; Kleiman, 1999), mientras que sus estructuras se relacionan con la etapa orogénica tardía de la transpresión sanrafaélica NNO dextral regional (Japas y Kleiman, 2004).

La Sección Superior está constituida por el magmatismo pérmico superior-triásico inferior, representado por la asociación volcano-plutónica del Grupo Choiyoi. Esta unidad contiene a las Formaciones Agua de los Burros (ausente en esta Carta), Quebrada del Pimiento (rocas hipabisales básicas) y Choique Mahuida (rocas volcánicas e hipabisales ácidas; estas últimas podrían corresponderse con rocas similares del Grupo El Portillo) (Sepúlveda *et al.*, 1998).

Esta sección posee una mayor distribución areal y está compuesta por volcanitas ácidas, de alta sílice (ignimbritas, lavas y cuerpos subvolcánicos), principalmente de composición riolítica, que se intercalan con diques andesíticos. Las andesitas son calcoalcalinas, mientras que las riolitas muestran características geoquímicas típicas de asociaciones de ambientes de intraplaca continental dominados por extensión (Kleiman, 1999; Japas y Kleiman, 2004). Las riolitas son predominantemente peraluminosas y tienen mayor índice de alcalinidad que el correspondiente a la Sección Inferior (Kleiman, 1993, 1999; Japas y Kleiman, 2004). Estas unidades representan extremos muy diferenciados de magmas que exhiben simultáneamente una impronta calcoalcalina y una tendencia alcalina, indicando condiciones intermedias entre un margen activo y un ambiente de intraplaca continental (Kleiman, 1999; Kleiman y Salvarredi, 2001). Las estructuras de la Formación Agua de los Burros (nivel inferior de la Sección Superior del ciclo Choiyoi) son equivalentes a las de la Sección Inferior, mientras que las Formaciones Quebrada del Pimiento y Choique Mahuida desarrollan zonas de cizalla de dilatación positiva (frágil-dúctil a frágil), con orientación NO (sinistral) y E-O (dextral). Estas fajas de cizalla son coetáneas con las estructuras transtensionales observadas en la Sección Inferior (Japas y Kleiman, 2004).

Las rocas de la Sección Superior constituyen, entonces, una sucesión que evidencia la transición entre un ambiente con volcanismo de arco continental y estructuras transpresivas hacia un ambiente sometido a un régimen postorogénico típicamente distensivo, el que es consecuencia de la relajación mecánica posterior a la orogenia sanrafaélica, en el que se genera magmatismo de intraplaca (**PTrmPC**) (Malvicini y Delpino, 1989; Ramos, 1993; Llambías *et al.*, 1993; Kleiman, 1999; Kleiman y Salvarredi, 2001; Japas y Kleiman, 2004). Este ambiente extensional culmina con el desarrollo de *rifting* durante el Triásico inferior (Ramos, 1993; Llambías *et al.*, 1993; Kleiman, 1999) representado por la Formación Puesto Viejo (González Díaz, 1972; Ramos, 1993; Kleiman, 1999).

Desde el Triásico inferior hasta el Cretácico superior predominaron los procesos de erosión y peneplanización, que culminaron con el desarrollo de depósitos de retroarco (**KcRA**) correspondientes a la Formación Punta del Agua (Holmberg, 1973), constituida por conglomerados, areniscas, limolitas y arcilitas. Estas rocas sufrieron un suave combamiento y dislocación por efecto del diastrofismo de la fase Huantraíquica del ciclo Ándico.

Nuevamente, durante el Neógeno, sobrevino un período de erosión-no depositación que finalizó con depósitos de retroarco (**Mdra**) de la Formación Aisol (González Díaz, 1972), compuesta por areniscas, limolitas, arcilitas y tobas. Contemporáneamente, se desarrolló un volcanismo de retroarco (**Mvra**) representado por la Formación Cortaderas (Holmberg, 1973); esta Formación está constituida por volcanitas andesíticas, dacíticas y riolíticas, que se reconocen en la sierra del Nevado y se consideran afectadas por la fase Quéchuica del ciclo Ándico.

En el Plioceno continuaron desarrollándose depósitos de retroarco (**Pldra**) constituidos por conglomerados brechoides, areniscas sabulíticas y areniscas de la Formación Cajón de Mayo (Holmberg, 1973), levemente afectada por la fase Diaguítica del ciclo Ándico.

En el Plioceno-Pleistoceno se generaron los basaltos de retroarco (**PIQbra**) de la Formación Nevado (Bermúdez, 1991) constituida por volcanitas básicas a mesosilícicas, y del Grupo Chapúa (Bermúdez *et al.*, 1993) formado por volcanitas basálticas.

En el Cuaternario se desarrollaron depósitos que han sido agrupados en sedimentos cuaternarios (**Qs**) y evaporitas (**Qe**).

3. METALOGÉNESIS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS

Los yacimientos estudiados en el área de la Carta Minero-Metalogenética Embalse El Nihuil se

pueden agrupar en los siguientes modelos: **tipo pórfiro** (4b, cobre \pm molibdeno), **epitermales y de transición** (7a, de manganeso y 7e, polimetálicos complejos), **residuales y de alteración** (13j, vanadio) y **vetas y brechas de asignación genética diversa** (14h, fluorita), siguiendo la nomenclatura establecida en la Normativa para las Cartas Minero-Metalogenéticas de la República Argentina, de acuerdo con Zappettini (1999) y Zappettini *et al.* (1999).

Los depósitos tipo pórfiro (4b) de cobre y molibdeno están relacionados con rocas del arco magmático del Pérmico inferior, pertenecientes al Grupo Cochicó. Se encuentran en el distrito minero El Nevado, inmediatamente al norte del cerro homónimo (fig. 2).

La mineralización que se atribuye al modelo de depósitos polimetálicos complejos (7e) consiste en calcopirita, pirita, bornita, galena, plata, esfalerita y escasas chispas de oro, en ganga de cuarzo y calcita y se aloja en vetas, venillas y vetas de rumbo variable entre noroeste y nordeste. Las rocas hospedantes son andesitas, brechas andesíticas, dioritas y granodioritas del Grupo Cochicó, de edad pérmica inferior.

Los depósitos de manganeso (7a) están ubicados principalmente en el sector sur de la Carta y pertenecen al distrito minero Agua Escondida. Se alojan en rocas vinculadas al magmatismo post-orogénico del Pérmico superior-Triásico inferior pertenecientes a la Formación Choique Mahuida. La mineralización consiste en psilomelano, pirolusita y otros óxidos de manganeso y se presenta en vetas y como cemento de brechas dentro de fracturas de rumbo general nordeste-suroeste.



Figura 2. Cerro Nevado (Pared norte).

Los yacimientos de fluorita (14h), también vinculados al magmatismo post-orogénico del Pérmico superior-Triásico inferior, se distribuyen a lo largo de una faja central de la Carta y están alojados en rocas ácidas de la Formación Choique Mahuida. La mineralización consiste en fluorita en ganga de calcita, cuarzo, baritina y óxidos de manganeso y se dispone en vetas de rumbo general NO-SE.

Se describen a continuación los principales yacimientos comprendidos en el área de la Carta, destacándose aquellos de mayor importancia o expectativas económicas y los de interés por los aspectos genéticos involucrados.

3.1.1. COBRE-MOLIBDENO-PLOMO-CINC-PLATA

3.1.1.1. Grupo minero San Pedro

Las manifestaciones de Cu-Mo-Pb-Zn-Ag se concentran principalmente en el grupo minero San Pedro, ubicado aproximadamente 72 km al sureste de la Villa El Nihuil. Desde esta última localidad se accede al área por la ruta a Agua Escondida hasta el cruce (50 km) con la ruta provincial que une General Alvear con la ciudad de Malargüe. A partir de este punto se recorren hacia el este aproximadamente 20 km y luego se desvía al sur siguiendo el cauce del río Seco La Sandía, unos 10 km hasta llegar al área San Pedro, que se encuentra a una altura comprendida entre 1.250 y 1.700 m sobre el nivel del mar.

A la fecha no existe actividad de explotación minera. La explotación de este distrito habría comenzado en el siglo XIX y continuó de forma interrumpida hasta mediados del siglo XX (Salazar, 1974). Los trabajos más importantes fueron realizados en la mina San Eduardo, la única que fue explotada de forma intensiva (Catalano, 1942). Es común encontrar pequeñas labores en las numerosas vetas que se encuentran distribuidas en todo el área (Catalano, 1942; Salazar, 1974). El sistema de explotación utilizado consistió en labores a cielo abierto (trincheras y rajos) y subterráneas como socavones y piques de escaso desarrollo. El material extraído se seleccionaba manualmente. No se conocen datos de producción histórica de estas esporádicas explotaciones, como tampoco de reservas minerales.

En el área se encuentra mineralización diseminada de tipo pórfiro de cobre-molibdeno y mineralización vetiforme polimetálica.

a. Mineralización diseminada

Son varios los autores que han realizado trabajos en el área San Pedro (Salazar, 1974; Peralta, 1977; Delpino *et al.*, 1993; Shatwell, 1997; Davey, 1998). Recientemente, Rubinstein *et al.* (2002a) y Gigola (2002) llevaron a cabo investigaciones detalladas de superficie confirmando que esta mineralización diseminada de sulfuros pertenece a un modelo de tipo pórfiro de cobre.

Para el área San Pedro, Delpino *et al.* (1993) destacaron la presencia de rocas ígneas del Paleozoico superior agrupadas en la Formación La Huertita (Núñez, 1979).

En la Formación La Huertita, Delpino *et al.* (1993) diferenciaron tres miembros: 1) Brechas La Sandía, 2) Los Pajaritos, 3) Granodiorita San Pedro.

Las **Brechas La Sandía** afloran en las inmediaciones del puesto La Sandía (sector occidental del área San Pedro); las brechas son de color verde y composición andesíticas, y están afectadas por moderada a fuerte alteración propilítica y argílico-sericítica. Este miembro se halla intruído por diques de composición diorítica. Contacta transicionalmente con la Granodiorita San Pedro y se interpreta como una brecha de conducto.

El segundo miembro, **Los Pajaritos**, aflora inmediatamente al sur del puesto homónimo y está formado por brechas volcánicas. Presenta alteración argílico-sericítica moderada a suave, y además carbonática, clorítica y limonítica.

El tercer miembro, **Granodiorita San Pedro**, está constituido por un cuerpo principal de composición granodiorítico-tonalítica y por cuerpos menores que afloran en el área. El cuerpo principal, de forma elipsoidal, presenta su eje mayor de aproximadamente 5 km, en dirección NO-SE, y el menor de 2 kilómetros. En la parte central se destaca una facies de composición diorítica, de color oscuro, forma irregular y contactos bien marcados. El cuerpo principal intruye en partes a las brechas de La Sandía y en partes se contacta por falla con Los Pajaritos. En general es de color castaño amarillento claro por la alteración hidrotermal que lo afecta. En todos los afloramientos la alteración es argílico-sericítica con intensidad variable entre suave y fuerte. También hay alteración propilítica suave. En el cuerpo principal de composición granodiorítico-tonalítica y en algunos diques andesíticos, se destaca alteración potásica, con intensidad moderada a fuerte, debida a la presencia de feldespato alcalino y en menor proporción de biotita. La silicificación es en general escasa. Se-

gún Delpino *et al.* (1993), la mineralización diseminada se encuentra en el cuerpo granodiorítico-tonalítico y su facies diorítica, y está representada por magnetita (entre 1 y 2%), con menor cantidad de ilmenita y piritita. También fueron observadas escasas cantidades de calcopirita, galena y esfalerita diseminadas y chispas de oro. Los minerales opacos aumentan hasta un 3 a 5% con el grado de alteración hidrotermal, encontrándose el mayor porcentaje en algunas zonas con alteración potásica.

Rubinstein *et al.* (2002a) también señalaron que en el cerro San Pedro se detectaron procesos de alteración potásica moderada de distribución irregular que afectan principalmente al pórfiro. La alteración, que es principalmente de tipo penetrativo pero también ocurre en venas, está dada por la asociación biotita-feldespato potásico-cuarzo, con piritita y magnetita. Las venas están compuestas por cuarzo y subordinadamente biotita.

En el pórfiro dacítico la biotita se encuentra como alteración de la plagioclasa y de los minerales máficos, o bien en nidos; el feldespato potásico aparece reemplazando a los fenocristales de plagioclasa y en la pasta, ya sea en agregados o como cristales en crecimiento y el cuarzo constituye agregados en mosaico. Una suave alteración sericítico-argílica y carbonática se superpone ocasionalmente a la potásica.

Fuera de los sectores con alteración potásica, se observa alteración fílica de intensidad variable y distribución errática con una paragénesis compuesta por illita y de forma subordinada cuarzo y con escasa mineralización de piritita diseminada.

Superpuesta a la alteración fílica se reconoce una moderada carbonatación a la que se asocia silicificación en forma subordinada. La distribución e intensidad de la alteración sugieren que el nivel de exposición correspondería a la parte superior de la zona potásica (Rubinstein *et al.*, 2002a).

En toda el área de alteración se observan abundantes vetillas de cuarzo (que en sectores llegan a constituir sistemas de *stockwork*) frecuentemente con mineralización de piritita, con las vetas mayores (Julia, Margarita, San Pedro, Santo Tomás, Sin nombre, San Eduardo, Juanita y La Salvadora) siguiendo las principales direcciones de fracturamiento de la zona (N-S, NO-SO y NO-SE).

De acuerdo con Johanis (2003), los datos magnetométricos indican la presencia de un alto magnético relativo con forma de franja de 500 m de ancho y azimut 10° , que pasa por el centro del prospecto y que está segmentada por sendas estructu-

ras de azimut 55° . Por otra parte, los datos radimétricos muestran un mínimo de torio y uranio coincidente con el área del prospecto.

Entre 1993 y 1998 la compañía Argentina Mineral Development (AMD) exploró el área correspondiente al Bloque de San Rafael (**Proyecto San Rafael**), empleando interpretación de imágenes satelitales, estudios estructurales, reconocimientos geológicos y relevamientos geofísicos y geoquímicos. Dentro de la presente Carta, partes del Proyecto fueron desarrolladas en conjunto con BHP-Billiton y Rio Tinto Zinc, quienes llevaron a cabo un limitado programa de perforaciones en el sector del arroyo La Totorá (Shatwell, 1997; Davey, 1998).

Las investigaciones realizadas condujeron al descubrimiento de zonas con mineralización diseminada de cobre-oro bien desarrolladas, en un sector que se denominó **Proyecto Anchoris** (a la fecha del relevamiento propiedad de Portal Resources Ltd.), que comprende las zonas de la mina Margarita, San Pedro y su extensión al ESE por unos 4 km aproximadamente (fig. 3).

En su descripción geológica del área San Pedro-San Jorge, Shatwell (1997) señaló que el sistema de pórfiro forma parte de un complejo intrusivo tonalítico a diorítico hospedado por rocas volcánicas de la Formación Choique Mahuida, del Pérmico superior. Las partes este y norte del sistema están cubiertas por hasta 30 m de basalto cuaternario y parte del terreno prospectivo está también cubierto por gravas de río de espesor desconocido. El pórfiro ha sido cortado por un fallamiento sinistral de rumbo ONO, sin o post-mineral, en dos segmentos, uno norte (San Pedro) que mide 4 x 1,5 km, y otro segmento sur (Margarita-San Jorge) que está mayormente cubierto por gravas de río y basaltos. La anomalía de color vista en imágenes Landsat es de contorno semicircular y contiene una zona central de probable alteración potásica y un halo de una zona propilítica circundante. El segmento sur está mayormente inferido en base a la mineralización de la mina Margarita y la de San Jorge expuesta debajo del basalto en el costado oriental del valle del arroyo La Totorá (fig. 4).

La alteración en el segmento norte comprende una zona externa propilítica en la que los minerales máficos han sido alterados a óxidos de Fe, carbonato, y posiblemente clorita, y una zona interna potásica, de fuerte fracturación, con venulación de cuarzo y posiblemente feldespato potásico, que en partes presenta alteración argílica-jarosítica superpuesta, ar-

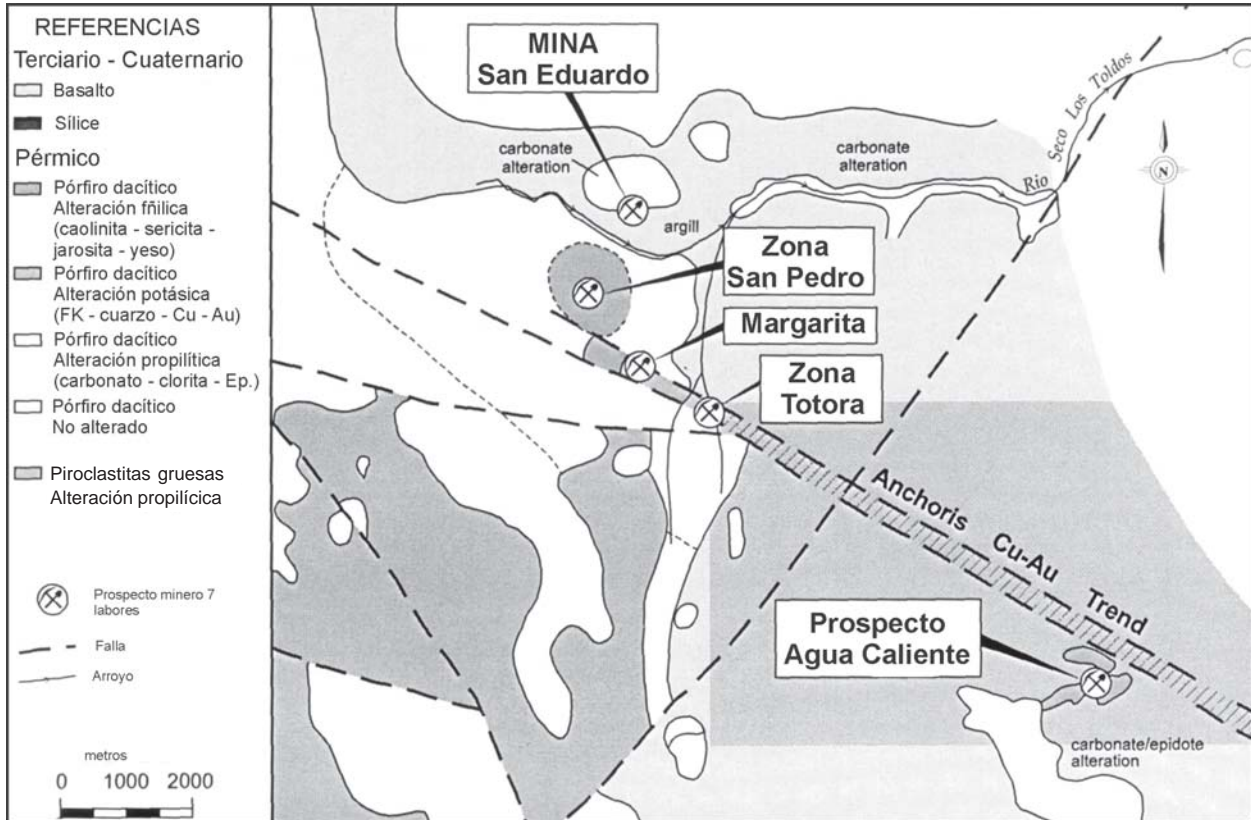


Figura 3. Proyecto Anchoris. Geología regional, (Shatwell, 1997).



Figura 4. Arroyo La Totorá. Mineralización y alteración.

cillas, y yeso. Se han encontrado escasos minerales oxidados de Cu y venillas de galena. El límite norte del sistema está cubierto por basalto mientras que el límite sur es abrupto, marcado por un fallamiento de

rumbo ONO que lo pone en contacto con andesitas inalteradas y rocas volcánicas. Un cuerpo de diorita o andesita post-alteración está también desplazado por esta falla, aunque el desplazamiento es

menor que el de las rocas alteradas, sugiriendo que la diorita fue intruída durante el movimiento de falla.

El segmento sur está expuesto solamente en la labor de la mina Margarita y en la trinchera adyacente, y también en la exposición debajo del basalto en San Jorge, cerca de un kilómetro al este. En San Jorge afloran 140 m de pórfiro fuertemente fracturado, con venulación de cuarzo, conteniendo óxidos de Cu, limonitas y en algunos lugares yeso. La alteración parece ser de feldespato potásico. El extremo NO de este afloramiento está en contacto por falla con rocas volcánicas y el extremo SO desaparece debajo del basalto.

La falla que limita la mineralización de San Jorge parece ser la misma que se observa en la labor de la mina Margarita y también parte de la misma estructura que forma el límite sur de la mineralización de San Jorge. Si esta interpretación es correcta, la mineralización de San Jorge-Margarita podría ser la mitad sur del sistema porfírico de San Pedro desplazada aproximadamente 2 km al SE. Sin embargo, también es posible que la mineralización esté confinada a una zona de unos 200 m de ancho sobre el costado sur de la falla.

El mapa geológico de la figura 5 (Shatwell, 1997) muestra la geología y estructura correspondientes al

área de las minas Margarita, San Jorge y su prolongación hacia el ESE, como así también la ubicación de las perforaciones realizadas en el área mencionada.

En la Figura 6 se observan la geología con la ubicación de las perforaciones y la distribución de las alteraciones hidrotermales (Shatwell, 1997).

El programa de perforaciones consistió en la ejecución de siete pozos, totalizando 1000 m de sondajes con aire reverso. Los sondeos se denominaron AN1 hasta AN7. En la figura 7 se aprecia una sección esquemática de las perforaciones (Shatwell, 1997).

Cuatro de los pozos, AN2, AN3, AN4 y AN5, se ubicaron sobre los mantos de coladas basálticas, en coincidencia con la línea base N 10000 del estudio de geofísica, con el objetivo de perforar anomalías geofísicas de IP (Johanis, 2003) y determinar la posible existencia de un cuerpo mineralizado debajo de las mismas; los tres pozos restantes, AN1, AN6 y AN7, se ubicaron en el valle que separa las minas Margarita y San Jorge.

A continuación se resumen las principales características de las perforaciones, siguiendo la información facilitada por Portal Resources Ltd. (Davey, 1998; Davey y Bussandri, 1999).

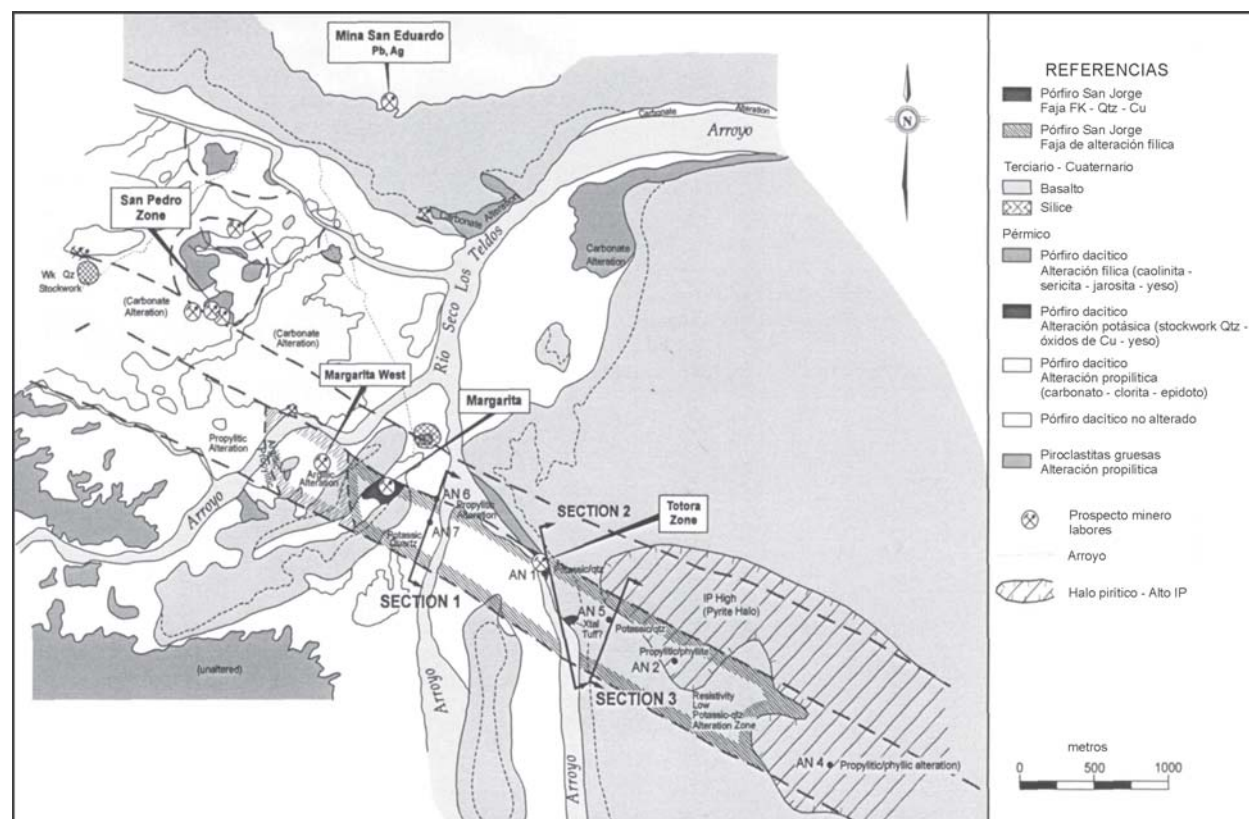


Figura 5. Proyecto Anchoris. Geología detallada (Shatwell, 1997).

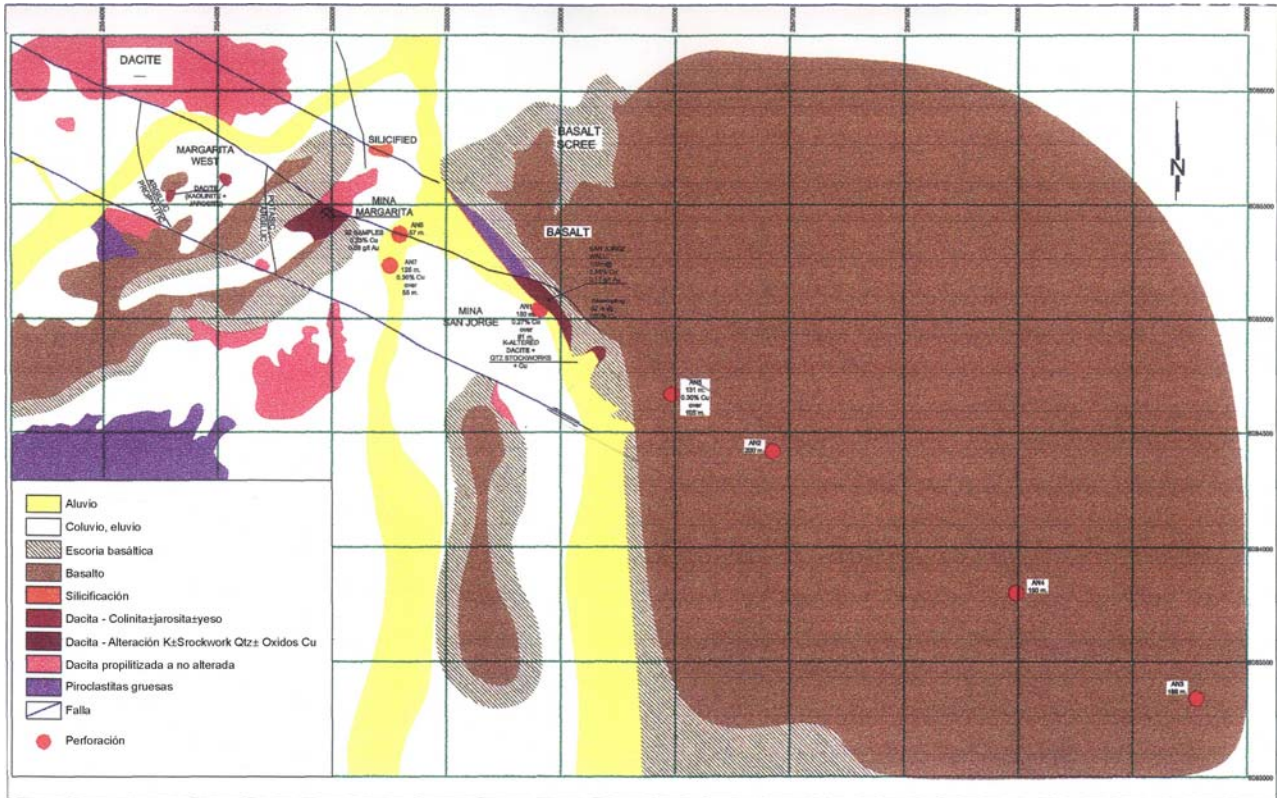


Figura 6. Proyecto Anchoris. Esquema geológico con la distribución de las alteraciones hidrotermales y los valores de Cu y Au promedio de cada perforación (Shatwell, 1997).

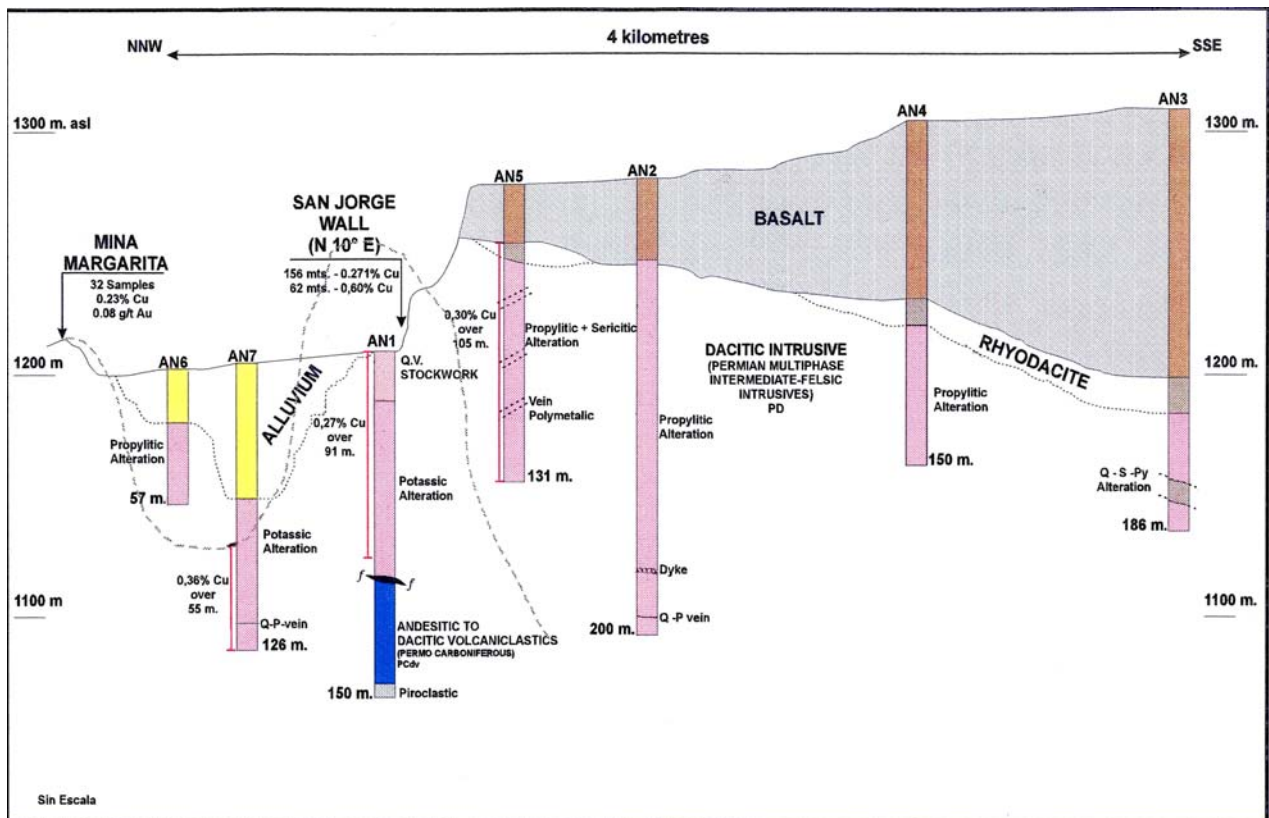


Figura 7. Proyecto Anchoris. Sección esquemática de las perforaciones (Shatwell, 1997).

Pozo AN1:

Ubicación: x- 6085085,78. y- 2555868,25.

Altura: 1.211,65 m s. n. m.

Profundidad: 150 m, *inclinación:* 90°.

Se ubica al pie de la pared del arroyo La Totorá, a la altura de la mina San Jorge, donde se hallan los mayores resultados geoquímicos del muestreo realizado oportunamente.

Litología

0 a 1,20m: Aluvio actual

1,20 a 99,0 m: Pórfiro dacítico: el contacto con la unidad siguiente sería estructural mediante una falla de rumbo aproximado N 120° /45° SO

99,0 a 147,0 m: Volcanoclástico: volcanita oscura, totalmente estéril

147,0 a 150,0m: Piroclástico

Alteración: El pórfiro dacítico presenta una aparente alteración potásica, representada por feldespato potásico, sílice, yeso e intercalaciones de abundante cuarzo, lo que sugiere la presencia de depósitos tipo *stockwork* dentro del intrusivo. El color del pórfiro varía entre rosado y gris, de acuerdo con el dominio de alteración potásica vs. contenido de cuarzo en la roca.

Mineralización: Boca de pozo en aluvión sobre el borde oriental del arroyo La Totorá. En superficie (en la pared de la quebrada) se observan malaquita, azurita, cobre *wad* y neotocita. Los primeros 3 m del perfil del pozo son muy poco anómalos en Cu; básicamente es un nivel fuertemente lixiviado, representado por una roca arcillosa y limonítica. Desde los 3 hasta los 13 m se encuentra el sector con mayor mineralización, con promedio de 0,57 % Cu, presentándose, en orden de abundancia pirita + calcosina + calcopirita +/-Mo, en forma diseminada y en venillas. Desde los 13 a los 99 m, sigue siendo anómalo en Cu pero con valores inferiores en cuanto al porcentaje de mineralización (0,2%).

Pozo AN2:

Ubicación: x- 6084418,50 y- 2556926,51.

Altura: 1.285,78 m s. n. m.

Profundidad: 200 m, *inclinación:* 90°.

Se ubica sobre cubierta basáltica, donde se reveló una respuesta geofísica de alta cargabilidad y baja resistividad, a su vez coincidente con un buen gradiente de anomalías bipolares.

Litología

0 a 0,4 m: Arena reciente

0,4 a 34 m: Basalto gris oscuro con niveles de cenizas rojas hacia el contacto con el pórfiro

34 a 191 m: Pórfiro dacítico, verdoso con sectores rojizos. Textura porfírica, con fenocristales de cuarzo+feldespato potásico+/-plagioclasa, con escasa a nula presencia de minerales máficos
191 a 192 m: Veta cuarzo + pirita (10%)
192 a 200 m: Pórfiro dacítico. Idem anterior

Alteración y mineralización: La roca intrusiva presenta alteración propilítica, representada por cuarzo + clorita + calcita + pirita + magnetita, con pasajes en algunos sectores a alteración cuarzo-sericita-pirita, los que se vinculan a la presencia de posibles estructuras y también a niveles con alto contenido de cuarzo + pirita en venillas, que se interpretan como sectores de mineralización tipo *stockwork* de cuarzo-pirita. La presencia ocasional de galena y esfalerita en algunos sectores, hace pensar en una zona de alteración propilítica que se ubica hacia los bordes dentro de un sistema de pórfiro de cobre. Los valores geoquímicos obtenidos no son económicamente interesantes.

Pozo AN3:

Ubicación: x- 6083340,67 y- 2558778,87.

Altura: 1.338,20 m s. n. m.

Profundidad: 186 m, *inclinación:* 90°.

Se encuentra sobre cubierta basáltica, debajo de la cual el estudio geofísico reveló la existencia de una zona de carga. Esta zona fue interpretada como el sector más representativo para una mineralización asociada a sistemas porfíricos.

Litología

0 a 118 m: Basalto

118 a 134 m: Riodacita, de aspecto rosado y sin alteración

134 a 154 m: Pórfiro dacítico

154 a 162 m: Riodacita

162 a 186 m: Pórfiro dacítico

Alteración y mineralización: Básicamente el sondeo se desarrolló sobre alteración propilítica con débil sericitización, representada por cuarzo-pirita. Los resultados geoquímicos no arrojaron valores de interés.

Pozo AN4:

Ubicación: x- 6083800,74 y- 2557990,24.

Altura: 1.312,35 m s. n. m.

Profundidad: 150 m, *inclinación:* 90°

Se localiza sobre cubierta basáltica, punto que presenta las mismas características de anomalías geofísicas que AN3.

Litología

0 a 77 m: Basalto

77 a 88 m: Riodacita

88 a 150 m: Pórfiro dacítico

Alteración y mineralización: El pórfiro dacítico presenta alteración hidrotermal de tipo propilítica, representada por cuarzo + clorita + calcita + pirita (2%) + magnetita. Los resultados geoquímicos no acusaron valores significativos que demuestren la presencia de una zona mineralizada.

Pozo AN5:

Ubicación: x- 6084669,07 y- 2556483,52

Altura: 1.284,48 m s. n. m.

Profundidad: 131 m, inclinación: 90°.

Se localiza sobre cubierta basáltica, donde se manifiestan valores geofísicos de alta cargabilidad y baja resistividad, muy similares a los del pozo AN2.

Litología

0 a 24 m: Basalto

24 a 27 m: Riodacita

27 a 31 m: Lixiviación

31 a 34 m: Pórfiro dacítico

34 a 37 m: Vetilla polimetálica

37 a 65 m: Pórfiro dacítico

65 a 77 m: Vetilla polimetálica

77 a 83 m: Pórfiro dacítico

83 a 92 m: Vetilla polimetálica

92 a 131 m: Pórfiro dacítico

Alteración y mineralización: Prácticamente todo el cuerpo intrusivo se encuentra afectado por alteración propilítica de tipo cuarzo + calcita + clorita + pirita + calcopirita + magnetita. En los sectores vinculados a las zonas de vetillas polimetálicas, se desarrolla puntualmente una moderada a baja alteración fílica (cuarzo + sericita + pirita) con suave alteración argílica superpuesta.

A lo largo de todo el perfil la mineralización de cobre alcanza un 0,3% Cu, correspondiendo fundamentalmente a mineralización primaria. Por otra parte los incrementos en los sectores de vetillas, donde los porcentajes aumentan notablemente, reflejan cierto control estructural de la mineralización. En resumen, habría un primer evento que genera un 0,2% Cu+/-Mo y luego un segundo evento que aporta al sistema, por medio de fracturas y vetillas, Au + Cu + Pb + Zn, hecho que se corresponde perfectamente con lo observado en AN1.

De acuerdo con el grado de alteración y mineralización, este sondeo determina el límite este del sistema de tipo pórfiro de cobre, el que quedaría limitado al sector de la mina Margarita-San Jorge (pared).

Pozo AN6:

Ubicación: x- 6085371,92 y- 255529,58

Altura: 1.203,50 m s. n. m.

Profundidad: 57 m, inclinación: 90°.

Se ubica dentro del valle, 300 m al E de la mina Margarita.

Litología

0 a 22 m: Relleno aluvial

22 a 57 m: Pórfiro dacítico

Alteración y mineralización: La alteración observada corresponde a un halo propilítico, con suave sericitización, pero que no presenta mineralización de Cu asociada. El porcentaje de sulfuros es notablemente inferior al observado en otros pozos.

Pozo AN7:

Ubicación: x- 6085235 y- 25555255

Profundidad: 126 m, inclinación: 90°.

Se ubica 100 m al sur del pozo AN6

Litología

0 a 66 m: Relleno aluvial

66 a 77 m: Pórfiro dacítico con alteración propilítica

77 a 126 m: Pórfiro dacítico con alteración potásica

Alteración y mineralización: Los primeros 11 m de roca intrusiva no se encuentran mineralizados y presentan una alteración similar a los 57 m del AN6 (propilítica). A partir de los 77 m la alteración pasa a potásica compuesta por feldespato potásico en venillas y dentro de la masa rocosa y asociada a un intenso vetilleo de cuarzo + pirita + calcopirita-calcosina +/-Mo, alcanzando una ley aproximada de 0,3% Cu hasta el final del pozo.

Entre septiembre y diciembre de 2001, Rio Tinto Mining and Exploration, Base Mendoza, llevó a cabo nuevos trabajos en la zona de Cerro San Pedro, incluyendo investigación de superficie y de subsuelo a través de un programa de perforaciones de aire reverso. Con los resultados obtenidos se elaboró un informe técnico (Gigola, 2002) el cual se resume a continuación.

Las principales tareas desarrolladas fueron:

Mapeo geológico de semidetalle a escala 1:10.000 en un área de aproximadamente 20 km², con centro en el cerro San Pedro.

Muestreos de superficie sobre sedimentos (165 muestras), finos de talud (21 muestras) y rocas (217 muestras).

Perforación de 1.186 m de aire reverso, repartidos en cinco sondeos.

Según el mencionado informe, estas perforaciones permitieron confirmar la presencia de mineralización diseminada de tipo pórfiro de Cu-Mo por debajo de la zona de la mina Margarita (sondeo SP-RC-01) y su continuación hasta unos 500 m hacia el O-NO (sondeo SP-RC-03).

Aunque el pozo SP-RC-02, perforado aproximadamente 750 m al O-NO del pozo SP-RC-03 llevado a cabo sobre arenas cuaternarias no interceptó el pórfiro mineralizado, se interpreta su posible existencia en las inmediaciones, a través de la presencia de alteración argílica intermedia y diseminación de pirita en el intrusivo cuarzo-sienítico.

Los sondeos SP-RC-04 y SP-RC-05 confirmaron que el pórfiro mineralizado se extiende desde la mina La Julia hasta 900 m hacia el E-SE. A su vez, estos dos pozos permitieron confirmar lo sugerido por el pozo SP-RC-01: el ancho verdadero del pórfiro monzonítico mineralizado es de unos 80 a 90 m aproximadamente y éste presenta un buzamiento de unos 65° a 70° hacia el S-SO. El ancho mapeado e interpretado en superficie es de aproximadamente 100 a 110 m, pero es aparente debido al buzamiento del cuerpo hacia el S-SO.

El contacto sur del pórfiro con las riolitas es a través de una falla con desplazamiento post-mineral, lo que sugiere que la parte sur del pórfiro mineralizado ha sido desplazada por esta estructura; se observa una potente zona de jabón de falla.

La presencia de alteración fílica débil junto con pirita diseminada observada en la intrusión cuarzo-sienítica, junto al contacto con el pórfiro monzonítico al final del sondeo SP-RC-05, indica que éste habría intruído, alterado y mineralizado débilmente a la intrusión sienítica que habría actuado como roca de caja.

La información recogida, complementada con la confección de perfiles geológicos y la geoquímica de los sondeos, permitió definir la presencia de un cuerpo de pórfiro de cobre de aproximadamente 100 m de ancho y (potencialmente) 5 km de largo, con leyes promedio que oscilan alrededor de 0,2% Cu y 0,01% Mo. Valores localmente elevados de Au, Ag, Pb y Zn aparecen relacionados a vetas de cuarzo y calcita que cortan la mineralización diseminada. Las leyes de cobre y molibdeno mencionadas corresponden fundamentalmente a mineralización primaria en forma de sulfuros.

b. Mineralización vetiforme

Los depósitos vetiformes del área constituyen el grupo minero San Pedro o Cerro La Sandía, algunos de los cuales ya han sido descritos en trabajos pre-

vios (Catalano, 1942; Salazar, 1974; Chabert, 1976; Núñez y Delpino, 1986; Malvicini y Delpino, 1989; Delpino *et al.*, 1993). Estos depósitos fueron vinculados genéticamente al pórfiro cuprífero por Rubinstein *et al.* (2002a) sobre la base de controles estratigráficos. Posteriormente, estudios de inclusiones fluídas (Korzeniewski, 2003a y b; Korzeniewski y Rubinstein, 2005) permitieron confirmar esta hipótesis.

La explotación de estos depósitos comenzó en el siglo XIX y continuó en forma interrumpida hasta mediados del siglo XX (Salazar, 1974). Los trabajos más importantes fueron realizados en la mina San Eduardo, la única que fue explotada de forma intensiva. Es común encontrar pequeñas labores en las numerosas vetas que se encuentran distribuidas en todo el área (Catalano, 1942; Salazar, 1974).

La Julia

Está ubicada al oeste del cerro San Pedro, aguas abajo del puesto La Sandía, sobre la margen derecha del arroyo homónimo. Consiste en una veta con mineralización de Cu-(Mo) de rumbo noroeste-sureste, emplazada en pórfiro dacítico del Grupo Cochicó. Se extiende por unos 200 m con potencias variables de hasta 0,60 metros. Las labores realizadas, que actualmente se encuentran inundadas y aterradas (fig. 8), consisten en seis destapes, varias

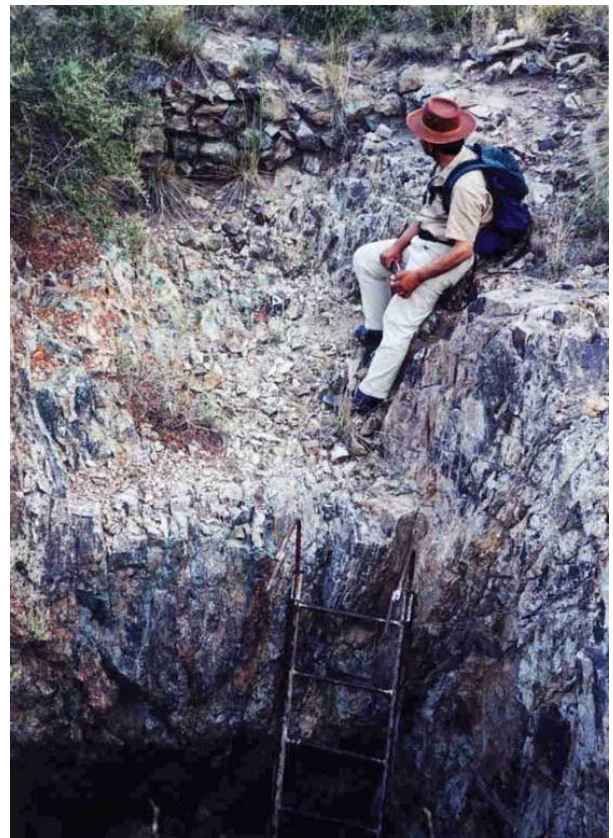


Figura 8. Labores de la mina La Julia.

galerías y un pique de 9 m de profundidad practicado en una veta de rumbo N 42° O e inclinación 70° SO. Según Angelelli (1950), los contenidos de Cu oscilan entre 4% y 8%. En muestreos realizados por Núñez y Delpino (1986) se indican valores de 0,06 a 3,55 g/t Au, 3,8 a 14,6 g/t Ag, 90 a 840 ppm Pb, 3,13 a 7.400 ppm Cu, 40 a 660 ppm Mo y 160 a 1.080 ppm Zn. Los últimos muestreos realizados en el área (Rubinstein *et al.*, 2002a) arrojan valores que varían de 4,7 a 19,1 ppm Ag, 12.800 a 28.940 ppm Cu, 5 a 1.610 ppm Mo, 21 a 192 ppm Pb, 16,2 a 60,3 ppm As, y 48 a 279 ppb Au.

La roca de caja se presenta con intensa alteración fílica que reemplaza masivamente a los constituyentes originales. Está dada por la asociación sericiticuarzo-(rutilo) y conforma un mosaico de cuarzo con abundante sericita intersticial (se determinó la presencia de illita), con apatita y rutilo en cristales agrupados. Las vetillas de cuarzo, posteriores a la alteración fílica, son las principales portadoras de la mineralización. Al alejarse de la veta, la alteración de la caja disminuye, presentando sericitización (se determinó la presencia de illita) penetrativa moderada a intensa, acompañada por arcillas, escasa clorita y rutilo. También se observan ocasionales venas de sericita, posteriores a la alteración penetrativa, y de sílice con mineralización. A la alteración sericitica se superpone carbonatización moderada a la que se asocia una incipiente cloritización.

La mineralización está representada por pirita, calcopirita, hematita especular, bornita, galena y escasa molibdenita. Asimismo se observan venillas de malaquita y de limonitas con jarosita, las que también aparecen como impregnaciones o reemplazos pseudomórficos. La molibdenita conforma nidos aislados en el cuarzo. La calcopirita se encuentra parcialmente reemplazada por covellina, calcosina y limonitas (fig. 9).

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de análisis realizados sobre calcopirita, galena y bornita utilizando microscopio electrónico de barrido provis-

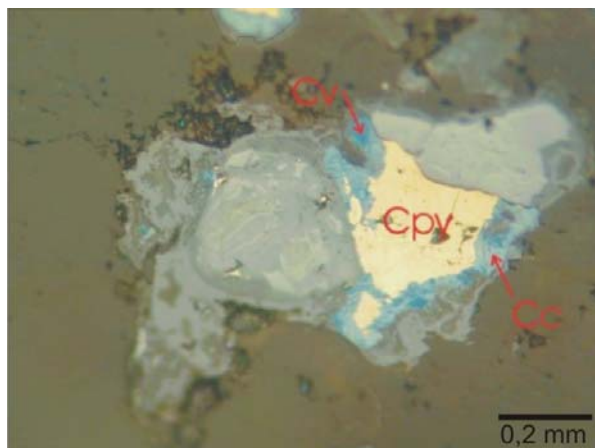


Figura 9. Mina La Julia. Fotomicrografía de calcopirita (Cpy) reemplazada por covellina (Cv) y calcosina (Cc).

85957	Calcopirita	Galena	Bornita (¿?)
S (wt%)	33,06	28,79	27,72
Pb (wt%)		71,11	
Zn (wt%)			
Cu (wt%)	36,12		55,94
Fe (wt%)	30,82		16,34
Total	100	100	100

Cuadro 1. Composición química de sulfuros de la mina La Julia.

to de equipo de energía dispersiva (EDAX). Además permitieron establecer la presencia de pequeñísimos cristales de baritina, inclusiones de un mineral de Co (probablemente un sulfoarseniuro) en calcopirita y la probable presencia de sulfoarseniuros-sulfoantimoniuros de Cu (probablemente de la serie tennantita-tetraedrita) en pequeños cristales en contacto aparente con calcopirita.

Los estudios de inclusiones fluidas (Korzeniewski, 2003a; Korzeniewski y Rubinstein, 2005) permitieron diferenciar tres tipos (Fig. 10): *I.* Inclusiones ricas en líquido, subsaturadas en sales y sin minerales hijos; *II.* Inclusiones ricas en vapor, *III.* Inclusiones sobresaturadas en sales que contienen uno o más

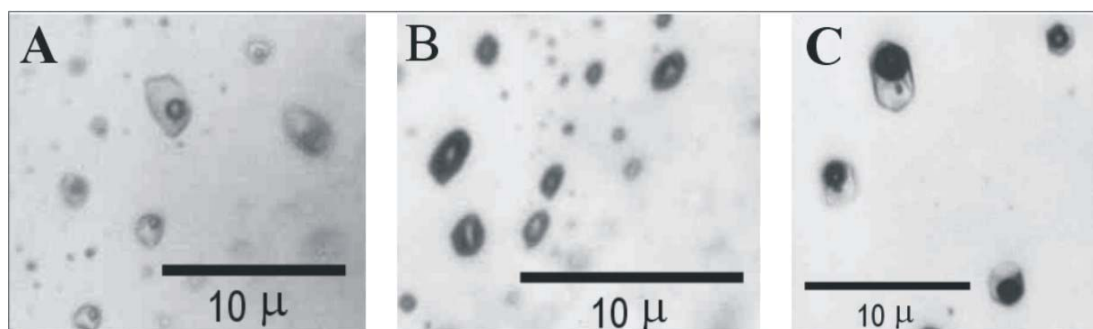


Figura 10. Mina La Julia. Inclusiones fluidas en cuarzo. A) Tipo I, B) Tipo II y C) Tipo III.

minerales hijos, que homogeneizan por desaparición de la burbuja de vapor o por disolución de halita.

Por otra parte, se identificaron tres tipos de cuarzo en base a sus texturas y a las características de las inclusiones fluídas presentes. Los tipos reconocidos son: 1) cuarzo anhedral asociado con sulfuros de cobre y óxidos de hierro; 2) cuarzo euhedral a subhedral asociado con sulfuros de cobre y clorita. Este tipo de cuarzo se observa solo o como venillas que cruzan el cuarzo anhedral; 3) cuarzo bandeado asociado a sulfuros de cobre y óxidos de hierro.

Las inclusiones de **tipo I** se presentan tanto en el cuarzo anhedral como en el euhedral; en ambos tipos de cuarzo son de origen secundario. Son inclusiones ricas en fase líquida, homogeneizan a líquido en un rango de temperaturas de entre 278 y 280 °C, y presentan salinidades moderadas a bajas (8 y 15% en peso equivalente de NaCl). Las inclusiones fluídas **tipo II** son de origen secundario; se presentan en el cuarzo anhedral y euhedral y tienen una burbuja de vapor que ocupa el 90% del volumen. Las inclusiones **tipo III** son de origen secundario; se encuentran en el cuarzo anhedral y tienen un 15 a 30% de fase vapor. Contienen cristales de halita y/o silvita y minerales opacos entre los que se reconocen hematita y calcopirita. Las temperaturas de homogeneización total de las inclusiones fluídas tipo III se encuentran dentro del rango de los 365 a 370 °C por disolución de halita o en algunos casos por desaparición de la burbuja de vapor; corresponde a salinidades entre 35 y 41% en peso equivalente de NaCl.

Las venillas de cuarzo anhedral con inclusiones ricas en vapor junto con inclusiones que presentan múltiples cristales de sales y minerales opacos se asocian con la etapa de alteración potásica temprana (Reynolds y Beane, 1985). El cuarzo subhedral a euhedral con inclusiones tipo I ricas en líquido, con bajas temperaturas de homogeneización y bajas salinidades, puede indicar una mezcla de fluidos meteóricos y magmáticos (Beane y Titley, 1981) o estar representando el colapso termal del sistema magmático-hidrotermal (Shinohara y Hedenquist, 1997). Por último la presencia de cuarzo bandeado y sin inclusiones fluídas indica temperaturas por debajo de 120° C (Saunders y Black, 1988; Dong *et al.*, 1995).

San Pedro

Se ubica en el cerro homónimo a una cota de 1.280 m y consta de una veta principal de 0,15 m de potencia, con rumbo N 70° E y buzamiento 80° SE, a la que acompañan otras venillas de hasta 5 cm de espesor. Existen varias labores a cielo abierto y una

galería sobre veta de 17 m de longitud. La roca de caja es la dacita del cerro San Pedro y la veta se encuentra atravesada por un dique de diorita, ambas pertenecientes al Grupo Cochicó.

La roca de caja muestra una marcada alteración hidrotermal representada por intensa sericitización y moderada silicificación, observándose también moderada a intensa oxidación posterior de la cual participa abundante jarosita. En área de la veta se describe alteración potásica (a la que se superpone la alteración cuarzo-sericitica) dada por feldespatización moderada a intensa y biotitización moderada. Por su parte, el dique de diorita muestra incipiente alteración propilítica (carbonato-epidoto-clorita). La mineralización visible consiste en malaquita y azurita en ganga de cuarzo y calcita. No se observa mineralización primaria.

Muestreos llevados a cabo en veta (Rubinstein *et al.*, 2002a) arrojaron valores de 12.330 ppm Cu, 49 ppm Mo, 10.380 ppm Pb, > 10.000 ppm Zn, 2.620 ppm As, > 100 ppm Ag y 136 ppb Au, los que decaen sensiblemente en las salbandas (3.900 ppm Cu, 47 ppm Mo, 6.010 ppm Pb, 5.510 ppm Zn, 693 ppm As, 17 ppm Ag y 52 ppb Au).

Carmen (La Salvadora)

Se encuentra al sur del cerro Los Pajaritos y aproximadamente 500 m al nordeste de la mina San Eduardo, junto con la cual y con las minas Juanita y Leonor integra el grupo La Salvadora. Las labores realizadas en la mina Carmen, totalmente aterradas e inundadas, consisten en un pique principal de 80 m y otros secundarios, además de galerías.

La roca de caja es el Grupo Cochicó y está constituida por riolitoides con intercalaciones de piroclastitas. En las proximidades del cuerpo mineralizado, muestra intensa sericitización y moderada silicificación. Se presenta brechada y cementada por cuarzo, al que se asocia la mineralización hipogénica, y por carbonato posterior. En las cajas adyacentes la sericitización es moderada a intensa y está acompañada por silicificación moderada. Estos dos tipos de alteración son de carácter penetrativo, aunque ocasionalmente conforman venillas muy delgadas, y disminuyen claramente en intensidad al alejarse de la veta. Se observa también incipiente a moderada carbonatización en delgadas venillas y en motas (Rubinstein *et al.*, 2000b; Carpio *et al.*, 2001).

El cuerpo mineralizado está constituido por venas entrelazadas de hasta 15 cm de espesor, conformando un filón de aproximadamente un metro de potencia, con rumbo general N-S e inclinación 65°

O. La mineralización en los niveles superficiales de la veta presenta intensa oxidación, observándose abundantes limonitas pulverulentas, malaquita en masas o agregados radiales y cerusita, que encierra escasos relictos de galena y escasa jarosita. En zonas más profundas se encuentra mineralización primaria diseminada constituida por galena y calcosina, plata nativa, calcopirita, bornita y más escasa stromeyerita, tetraedrita, esfalerita y hematita. Se han observado intercrecimientos de galena, calcosina rómbica, stromeyerita, plata nativa y raramente tetraedrita; intercrecimientos mirmequíticos de

calcosina rómbica y galena (fig. 11a); intercrecimientos de calcosina rómbica y stromeyerita (pseudomirmequita); stromeyerita en el contacto entre la calcosina rómbica y la plata nativa (fig. 11b); intercrecimientos de bornita, calcopirita, plata nativa y subordinadamente esfalerita, con la plata por lo general en el centro de la asociación y finalmente tablas de especularita (Rubinstein *et al.*, 2000b).

Los análisis químicos de los minerales de mena obtenidos con microscopio electrónico de barrido provisto de un equipo de energía dispersiva arrojaron los resultados que se presentan en el Cuadro 2

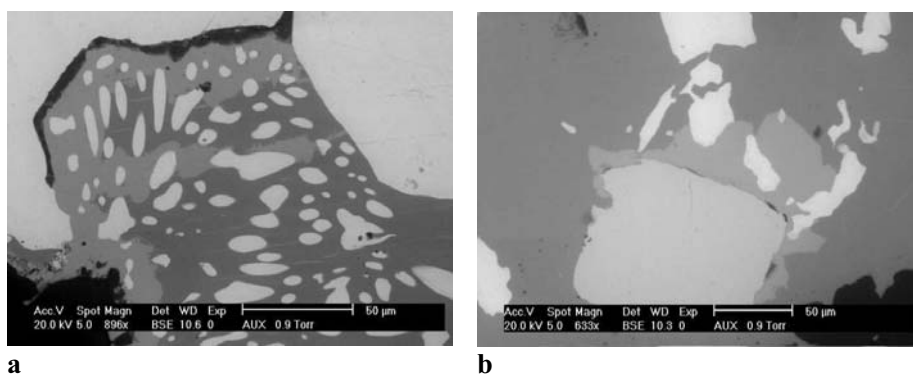


Figura 11. Mina La Salvadora a) Intercrecimientos mirmequíticos de calcosina (gris oscuro)- galena (blanco); b) Grano de plata nativa (gris claro) en calcosina (gris oscuro) con un reborde irregular de stromeyerita (gris medio).

	S (%)	Cu (%)	Pb (%)	Ag (%)	Fe (%)	Zn (%)	Total (%)
Calcosina	19,16	78,34		1,45			98,95
	19,57	80,3		0			99,87
	19,99	79,96		0,8			100,75
	19,45	80,01		1,03			100,49
	19,08	79,33		0,7			99,11
Stromeyerita	15,15	31,95		52,86			99,96
	15,07	32,1		52,49			99,66
	15,3	30,53		52,94			98,77
	15,36	32,33		53,68			101,37
	15,07	32,1		52,49			99,66
Galena	13,06		88,11	0			101,17
	13		88,45	0			101,45
	12,86		88,25	0			101,11
	12,57		88,19	0,12			100,88
	12,39		88,58	0,058			101,028
Bornita	25,5	63,37		0	11,06		99,93
	24,84	63,07		0	11,15		99,06
	25,59	63,29		0,56	10,89		100,33
	25,83	63,42		0	11,04		100,29
	26,29	63,53		0	10,96		100,78
Plata nativa		99,14		0,51			99,65
		99,87		0,47			100,34
		99,34		0,6			99,94
		99,98					99,98
		99,03					99,03
Esfalerita	32,16	1,57				65,92	99,65

Cuadro 2. Composición química de minerales de mena de la mina La Salvadora

(Rubinstein y Bevins, 2004). Los análisis de galena muestran una composición muy constante y no presentan plata ni cobre. Las heterogeneidades observadas en la calcosina libre de Pb son producto del contenido variable de plata. A pesar de los diferentes orígenes, la stromeyerita muestra una composición muy homogénea. Pequeñas cantidades de cobre se observan tanto en la plata nativa como en la esfalerita pura.

Rubinstein *et al.* (2000b) sugirieron, sobre la base de la presencia de intercrecimientos mirmequíticos de calcosina rómbica-galena y pseudointercrecimientos mirmequíticos de stromeyerita-calcosina, que el rango de temperatura de formación de la mineralización habría sido similar al de la mina Erasmus (distrito minero Leogang, Austria), en la que se describieron dos paragénesis de mena. La primera consiste en bornita, calcopirita, tetraedrita, galena y pirita y minerales de Ni, Ge, Sn y V. La segunda consiste en minerales de Ag y Hg e incluye kongsbergita (plata con mercurio), balkanita, betekhtinita, calcosina rómbica, stromeyerita, furutobeíta, bornita, calcopirita, cinabrio, galena y tennantita con frecuentes intercrecimientos mirmequíticos de stromeyerita-galena, stromeyerita-calcosina rómbica y calcosina rómbica-galena (Paar y Chen, 1986). Estos intercrecimientos precipitaron a partir de fluidos sobresaturados a temperaturas entre 150 y 67° C al final de la secuencia paragenética. Por otra parte la morfología de las inclusiones fluídas de La Salvadora sugiere temperaturas de formación por debajo de los 120 °C.

Margarita (San Jorge)

Se ubica al este del cerro San Pedro presentando una zona de entre 50 y 100 m de ancho donde afloran vetas de rumbo aproximado N 74° O y buzamiento vertical, emplazadas en roca de caja de composición riolítica del Grupo Cochicó. Esta zona se extiende en forma discontinua hasta la margen derecha del arroyo La Totorá (Núñez y Delpino, 1986). Las labores mineras consisten en una galería de Az N 235° de 85 m de largo, una trinchera y varias labores a cielo abierto.

La roca de caja es una riolita porfírica compuesta por fenocristales de plagioclasa con anfíbol, biotita y cuarzo subordinados, inmersos en una pasta de textura gráfica. La pasta presenta alteración fílica moderada a intensa de tipo penetrativo dada por la asociación cuarzo-sericita (illita)-(rutilo)-(apatita?) y ocasionalmente turmalina, con minerales opacos asociados a la sericita. Presenta una silicificación posterior que se da en venas de las que participan pirita

y apatita. Por último está afectada por una carbonatación moderada en venillas o penetrativa. Puntualmente existen evidencias de feldespatización temprana. Al alejarse de la zona mineralizada se observa que en las cajas la silicificación disminuye rápidamente (desapareciendo prácticamente las venas), en tanto que la alteración sericítico-argílica lo hace más lentamente y la carbonatación se hace nula. Es frecuente la presencia de pirita diseminada.

La mineralización primaria observada en muestras de galería (fig. 12) comprende pirita, galena, esfalerita y segregaciones de calcopirita (calcopirita *desease*) (fig. 13), en ganga de cuarzo-(carbonato). La secuencia paragenética consiste en pirita-galena-esfalerita (con calcopirita) seguida de calcopirita y por último una segunda generación de pirita que reemplaza parcialmente a la calcopirita. Ambas generaciones de pirita muestran evidencias de deformación. En las muestras de superficie se reconocen, acompañando a las limonitas, abundantes minerales oxidados de Cu, distinguiéndose malaquita, y en menor proporción azurita, crisocola y calcantita y abundantes venillas de yeso; ocasionalmente se observan relictos de calcopirita.

Los análisis químicos de muestras de veta indican valores de hasta 1.330 ppm Cu, 49 ppm Mo, 268 ppm Pb, 3.370 ppm Zn, 118 ppm As, 18,8 ppm Ag y 182 ppb Au (Rubinstein *et al.*, 2002a).

San Eduardo

Es la mina de plomo más importante de la región y forma parte del grupo minero La Salvadora. Está localizada sobre la margen derecha de la quebrada Los Pajaritos, unos 700 m al nornoroeste de la mina Juanita (fig. 14).

Los primeros trabajos de explotación se extendieron hasta el año 1918 reanudándose en el año



Figura 12. Mina Margarita. Sulfuros en venillas con ganga de cuarzo.

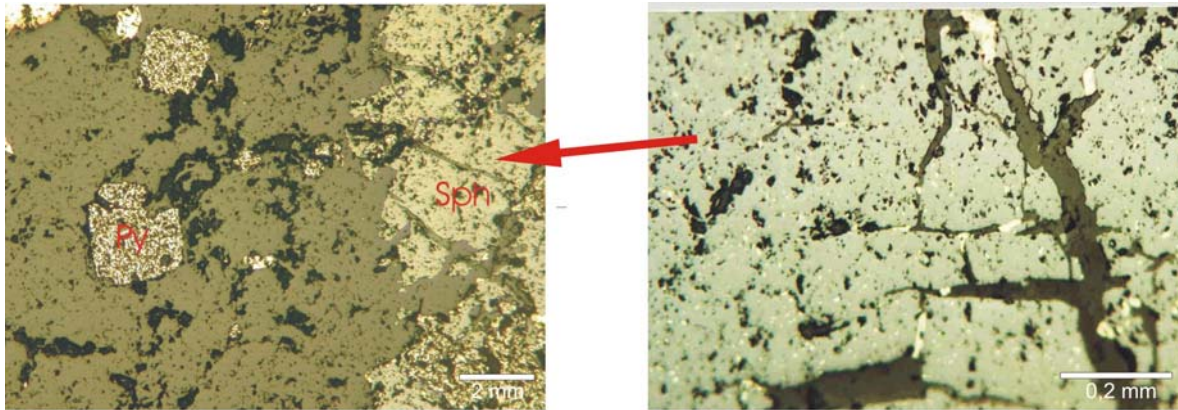


Figura 13. Cristales de pirita (Py) y esfalerita (Sph) (izquierda); detalle de esfalerita con calcopirita en crecimiento epitaxial («de-sease»), y calcopirita como relleno de venas junto con minerales transparentes (derecha).

1943 con el desarrollo de nuevas labores. En 1958 se explotaron los relaves, se realizaron nuevos trabajos, encontrándose paralizada a la fecha. Presenta labores subterráneas consistentes en un pique principal de 84 m (fig. 15 y 16), con cinco niveles de explotación a profundidades de -14, -30, -46, -62 y -84 m y otras labores de menor importancia totalmente aterradas e inundadas (Angelelli, 1984). Se estima que se ha explotado un total de 25.000 t de mineral para el cuerpo San Eduardo-La Salvadora.

Varias muestras de las escombreras de la mina San Eduardo han ensayado entre 3 y 6% de Pb y 200 y 500g/t de Ag (Salazar, 1974).

El depósito consiste en una veta de azimuth predominante 300° e inclinación subvertical, muy ramificada, de 40 a 45 m de longitud. Su potencia varía entre 0,40 y un metro y se encuentra en una zona brechada y alterada de 8 m de espesor. Esta zona brechada tiene moderada a intensa venulación en diferentes direcciones.

La roca de caja (fig. 17) corresponde a una toba que en la zona cercana a la veta conforma una bre-

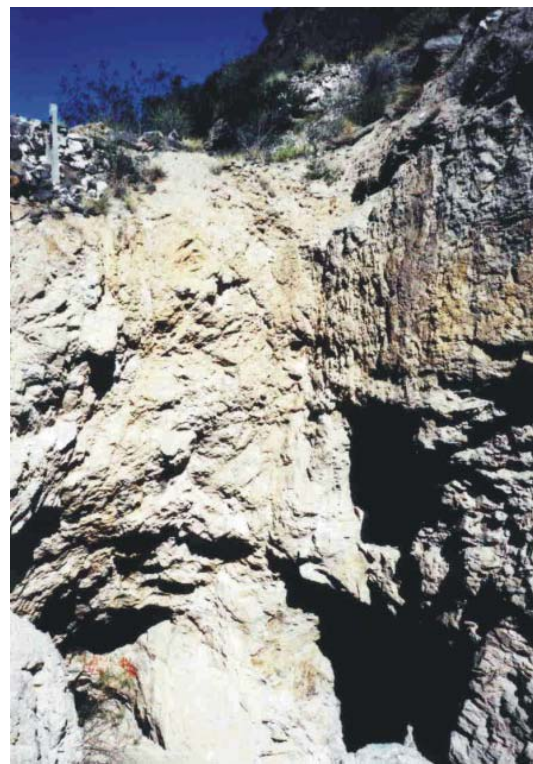


Figura 15. Mina San Eduardo. Galerías.



Figura 14. Mina San Eduardo. Ventana erosiva.

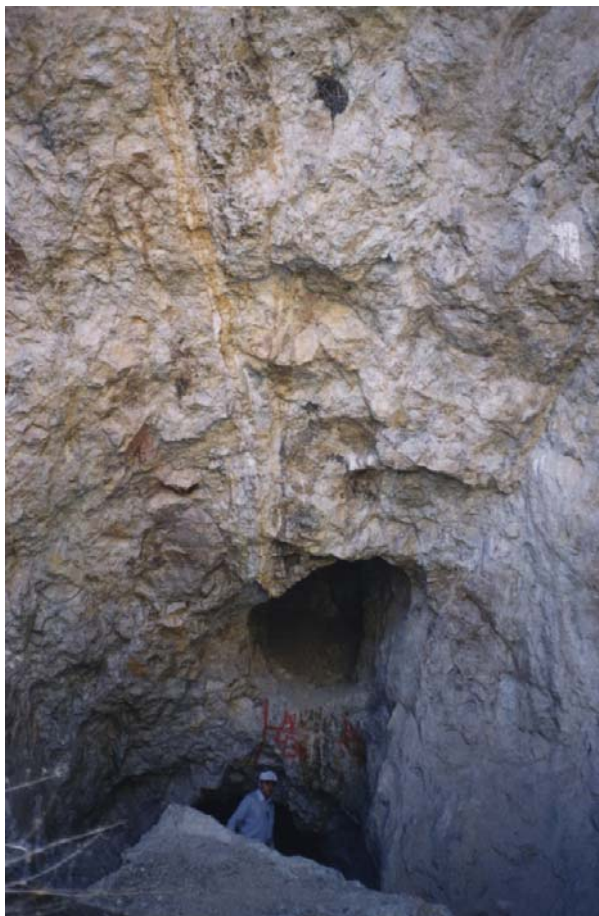


Figura 16. Mina San Eduardo. Boca mina.

cha cementada por cuarzo de grano muy fino. Presenta alteración hidrotermal pudiéndose reconocer dos pulsos, uno conformado por alteración sericitico-argílica (illita/esmectita) intensa y moderada silicificación, y otro por silicificación. Alejándose unos metros de la veta se observa una toba riolítica con sericitización moderada a intensa, silicificación incipiente y carbonatización moderada. Esta alteración se presenta como reemplazo de cristales, con distribución intersticial y, raramente, en venillas. Finalmente, en adyacencias de la mina, afloran traquiandesitas con carbonatización profusa e incipiente



Figura 17. Mina San Eduardo. Roca de caja.

sericitización que constituyen reemplazos parciales. Tanto las tobas como las traquiandesitas pertenecen al Grupo Cochicó.

La mineralización se caracteriza por la presencia de galena argentífera, de grano mediano a fino, con esfalerita y pirita. La ganga está compuesta por cuarzo y calcita. La mineralización consiste en galena argentífera, esfalerita, calcopirita y escasa pirita. El cuarzo se presenta en finos agregados o como pequeñas geodas. La galena argentífera (fig. 18) está deformada e intercrecida con el cuarzo bipiramidal y reemplazada en parte por anglesita; la esfalerita presenta textura de calcopirita «desease». De acuerdo con las texturas observadas la secuencia paragenética es galena-esfalerita/calcopirita-anglesita (cerusita), limonitas.

La composición química de la galena y la esfalerita obtenida con microscopio electrónico de barrido provisto de equipo de energía dispersiva se presenta en el Cuadro 3.

Las muestras de veta tienen valores de hasta 169 ppm Cu, 47.300 ppm Pb, 6.090 ppm Zn, > 100 ppm Ag y 2.630 ppb Au (Rubinstein *et al.*, 2002a). Los estudios de inclusiones fluidas indican la presencia de cuarzo euhedral de baja temperatura con pocas IF asociados a sulfuros (galena) y cuarzo anhedral con pocas IF de tipo I y IIb, estimándose temperaturas de formación inferiores a 200°C (Korzeniewski, 2003a).

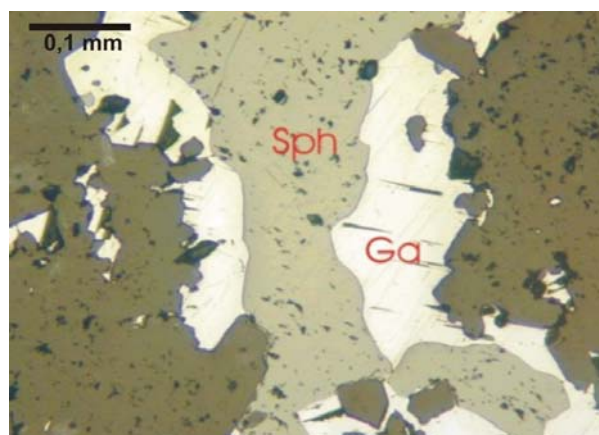


Figura 18. Mina San Eduardo. Mena de galena (Ga) y esfalerita (Sph).

85919	Galena	Esfalerita
S (wt%)	13,36	41,59
Pb (wt%)	86,64	
Zn (wt%)		58,41
Total	100	100

Cuadro 3. Composición química de sulfuros de la mina San Eduardo

Leonor

Se ubica unos 60 m al norte de la mina San Eduardo. Consta de dos vetas de rumbo N 40° E y buzamiento 70° O, con potencias variables entre 0,50 y un metro. Tienen textura brechosa y están compuestas por fragmentos subredondeados de probable origen volcánico, con alteración sericítico-argílica moderada. Los fragmentos se encuentran cementados por agregados finos de cuarzo, entre los cuales existe escasa a moderada sericita. Se observa también carbonatización póstuma moderada, en delgadas venillas.

La mineralización consiste en galena, diseminada en pequeños granos y formando finísimas venillas, relacionada con el cemento silíceo. En las salbandas hay limonitas y yeso impregnando la caja y numerosas venillas de cuarzo, paralelas a la vena principal, cuya densidad decrece al alejarse de ésta (Carpio *et al.*, 2001).

En el marco de la realización de la Carta, se realizaron análisis de isótopos de Pb de una muestra proveniente de esta veta, conjuntamente con muestras pertenecientes a vetas de los distritos Infiernillo y Cerro Chato, que permitieron confirmar la vinculación genética de estas mineralizaciones al episodio magmático gondwánico y establecer las posibles fuentes del Pb (Rubinstein *et al.*, 2004). La disposición de las muestras en los diagramas de evolución es interpretada como un esquema de mezcla. La edad modelo de 279 Ma (muy cercana a la obtenida para una de las vetas) es coherente con los datos geocronológicos previos y las evidencias estratigráficas, por lo que puede ser considerada como la edad de los depósitos y de la removilización del Pb. La composición isotópica del Pb refleja procesos de mezcla entre un componente derivado del manto, probablemente manto deprimido y uno dominante correspondiente a la corteza superior (fig. 19). So-

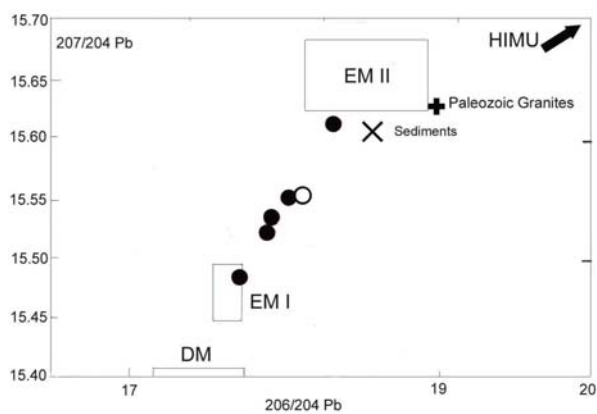


Figura 19. Mina Leonor. Patrón lineal de muestras de mena y roca de caja. a: Pb207/204; b: Pb208/204. Círculos llenos = muestras de mena; círculos = roca de caja. DM = manto empobrecido; EM I = manto enriquecido tipo I; EM II = manto enriquecido tipo II; HIMU = alta relación U/Pb.

bre la base de esta nueva información, Rubinstein *et al.* (2004) concluyeron que los depósitos se emplazaron durante la evolución del arco, siendo crítica la participación de la corteza superior en su génesis.

Veta Sin Nombre

Aflora unos 200 m al E de la mina San Pedro a una altura de 1.260 m sobre el nivel del mar. Consta de una veta de alrededor de un metro de potencia, con rumbo 65° e inclinación subvertical y está formada por un conjunto de vetillas paralelas con estéril intermedio.

La roca de caja es un pórfiro granodiorítico propilitizado perteneciente al Grupo Cochicó conformado por fenocristales de plagioclasa inmersos en una pasta microgranosa de cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa en tablillas.

La mineralización está compuesta principalmente por hematita especular en cristales aciculares que conforman bandas (fig. 20) conformando una textura típica de depósitos epitermales (Arizmendi *et al.*,

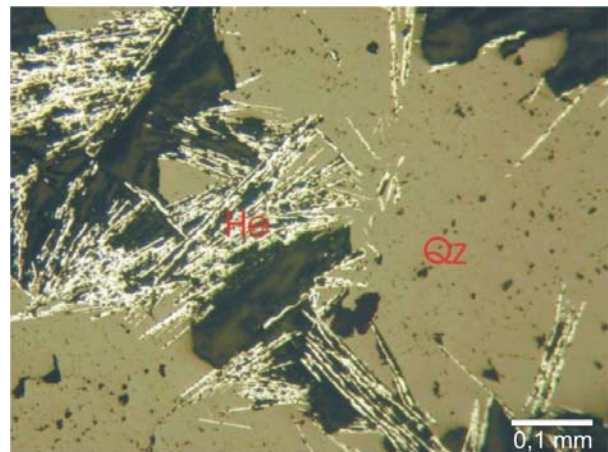
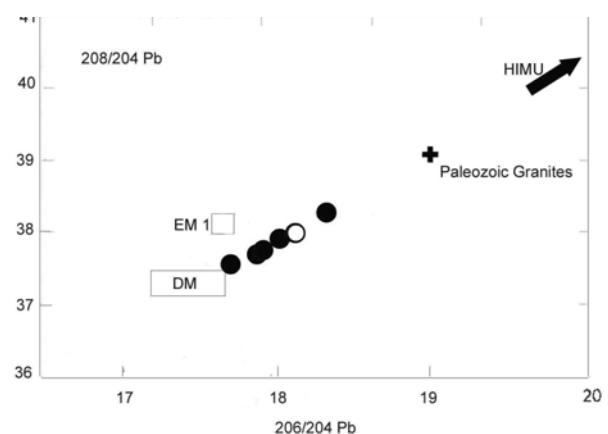


Figura 20. Veta sin nombre. Cristales aciculares de hematita especular (He) en ganga de cuarzo (Qz).



1996). En menor proporción hay pirita (casi completamente reemplazada por hematita) y calcopirita en pequeños cristales. La ganga es cuarzo con textura en diente de perro. En la veta se reconocen tres pulsos de alteración silíceo, al primero de los cuales se asocia alteración cloritica. La hematita acompaña principalmente al segundo pulso de silicificación. El tercero está representado por crecimientos secundarios que tuvieron lugar bajo un régimen de deformación.

En las proximidades de la veta, la caja tiene moderada sericitización acompañada de argilización, moderada silicificación e incipiente a moderada cloritización. La sericita y las arcillas (esmectitas) reemplazan a los feldespatos, en tanto la clorita reemplaza a biotita ya sea en venas o con distribución intersticial; también intersticialmente hay apatita y mosaicos de cuarzo. Puntualmente se ha reconocido alteración potásica temprana a la que se superpone sericitización (fig. 21) en muestras de roca de caja ubicadas entre esta veta y la mina San Pedro.

Los análisis químicos prácticamente no muestran anomalías de interés (Rubinstein *et al.*, 2002a). En el cuarzo euhedral se observan zonas de crecimiento con IF de tipo I, IIa y IIb. Este cuarzo es de una etapa tardía en zona fílica (Korzeniewski, 2003a).

Santo Tomás

Se ubica aproximadamente 700 m al SE de la mina San Pedro, a una altura de 1.180 m sobre el nivel del mar.

La roca de caja es un pórfiro tonalítico propilitizado perteneciente al Grupo Cochicó. La veta tiene rumbo 280° e inclinación de 75° S, con potencia aproximada de 60 cm y está en el centro de una zona de falla de 6 m de ancho. Está conformada por numerosas venillas silíceas con abundantes limonitas y relictos de pirita y malaquita. En las proximidades de la veta la caja presenta intensa sericitización e incipientes (a moderada) silicificación y cloritización.

Los análisis químicos de la veta muestran fuertes anomalías en Cu (12.560 ppm), moderadas en Zn (1.970 ppm) y pequeñas en Pb (183 ppm). En la caja craquelada adyacente el Cu disminuye sensiblemente (1.800 ppm) en tanto que el Pb (y en menor proporción el Zn) aumentan (396 y 2.250 ppm respectivamente) (Rubinstein *et al.*, 2002a).

Juanita

Está situada en la margen izquierda del río Seco La Sandía, próximo a su confluencia con el río Seco Los Toldos, a una cota de 1.145 metros.

La roca de caja, del Grupo Cochicó, es una brecha volcánica con suave estratificación y rodados de hasta 35 cm, en la que se intercalan algunos niveles de tobas. Su composición corresponde a la de un riolitoide con cristaloclastos de feldespato, anfíbol, biotita y cuarzo, inmersos en una matriz felsítica de cuarzo y feldespato alcalino.

El cuerpo mineralizado se encuentra en una zona de fractura de aproximadamente un metro de ancho con fuerte decoloración. Es una veta de rumbo 290° que inclina 68° S, con una potencia de 18 cm y está bordeada por salbandas de cuarzo de 1 a 3 centímetros. La mineralización consiste en galena (fig. 22) con incipiente alteración a cerusita, la que incluye escasa pirita en ganga principalmente de cuarzo, con abundantes limonitas brechando y cementando a los minerales transparentes.

La roca de caja adyacente se presenta, en general, con sericitización y argilización fuertes y silicificación y carbonatización moderadas. También hay silicificación en amígdalas y venas posteriores que presentan texturas en diente de perro, ocasionalmente acompañada por venillas de carbonatos en la parte central. Es frecuente el carbonato en motas (que reemplaza al cuarzo secundario) y venillas.

El cuerpo mineralizado tiene fuertes anomalías en Pb (30.180 ppm), moderadas en Ag (70,7 ppm), suaves a moderadas en Zn (2.310 ppm) y pequeñas

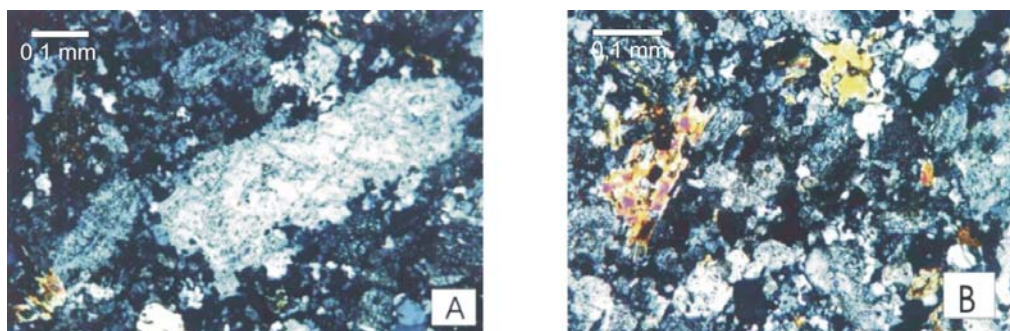


Figura 21. Veta sin nombre. A) Cristal de feldespato en crecimiento. B) Masas de cristales de feldespato en la pasta.



Figura 22. Mina Juanita, labor secundaria. Detalle de la mineralización de galena en veta.

anomalías de Au (259 ppm) (Rubinstein *et al.*, 2002a).

En áreas aledañas a la mina la roca de caja presenta sericitización moderada penetrativa, acompañada de incipiente a moderada silicificación penetrativa y ocasionalmente en venillas. La carbonatización es moderada y se da en venas (posteriores a la sericitización) y raramente penetrativa. Son frecuentes los minerales opacos oxidados diseminados (pirita) y las impregnaciones limoníticas.

3.1.1.2. Arroyo La Chilca-Zanjón El Buitre

Estas áreas se ubican en las proximidades del puesto La Chilca. La mineralización diseminada y la alteración hidrotermal se emplazan en rocas del Grupo Cochicó. Los primeros antecedentes están referidos a los estudios de Núñez (1979) en el Zanjón El Buitre y de Lavandaio (1979) en el marco del Plan Mendoza de la Secretaría de Minería de la Nación. En 1998, la empresa AMD llevó a cabo trabajos de investigación en ambas zonas de alteración a las que en conjunto denominó Agua Caliente. De estos trabajos surge un informe (Davey, 1998), en el cual se destaca la presencia de un pórfiro cuarzo-feldespático debajo de una cubierta de 10-20 m de basalto en el drenaje de La Chilca, que se encuentra

blanqueado y argilizado, con capas superficiales de jarosita, apareciendo agregados de pirita, posiblemente con trazas de bornita, y hay algo de sericita. Unos 500 m al norte del arroyo La Chilca, la alteración se extiende por unos 750 m en el drenaje del Zanjón El Buitre desapareciendo hacia el oeste bajo una cubierta de basalto. Esta alteración contiene venulación en forma de *stockwork* de cuarzo-pirita, con trazas de galena, en un pórfiro rosado, posiblemente con alteración de feldespato potásico.

Los resultados analíticos de las muestras colectadas por AMD en el área de Agua Caliente no indicaron valores anómalos para los metales investigados (Au, Ag, As, Cu, Mo, Pb y Zn) y concluyeron que la zona constituye una mineralización de estilo pórfiro oculta, que se desarrolla a lo largo del lineamiento San Pedro-San Jorge, y que no contiene valores económicos de Au o Cu de acuerdo con los ensayos realizados.

Rubinstein *et al.* (2000a) llevaron a cabo estudios petrográfico-mineralógicos y análisis químicos en los sectores La Chilca y Zanjón El Buitre, para determinar las paragénesis de mena y las alteraciones hidrotermales asociadas, con el objeto de proponer un modelo genético preliminar para la mineralización del área.

La zona de alteración está expuesta sólo en el área de las quebradas de La Chilca (fig. 23 y 24) y



Figura 23. Alteración del sector La Chilca.



Figura 24. Alteración del sector La Chilca. Detalle.

Zanjón El Buitre (fig. 25) y abarca una extensión máxima de aproximadamente un kilómetro, afectando parte de la secuencia volcánico-piroclástica gondwánica. Esta secuencia está integrada por pórfiros fenoandesíticos constituidos por fenocristales de plagioclasa y escasos minerales máficos alterados inmersos en una pasta obliterada por la alteración y tobas riolíticas con cristaloclastos de feldespatos, cuarzo, biotita y anfíbol y fragmentos líticos de riolitas y cuarcitas, en una matriz felsítica a microgranosa, cuarzo-feldespática, en la que se observan fantasmas de trizas. La zona de alteración conforma fajas de rumbo general N 50° E e inclinación 63° NE; se caracteriza por una intensa decoloración, un intenso vetilleo en todas direcciones y sectores con moderada limonitización que incluye jarosita, hematita e hidróxidos de Fe (Rubinstein *et al.*, 2000a).

La alteración en la zona decolorada es intensa y está dada por la asociación moscovita-cuarzo (fig. 26). La moscovitización es intensa, principalmente de tipo penetrativo, y suele estar acompañada por escasas esmectitas y muy ocasionalmente por caolinita. La silicificación es moderada y se da en dos generaciones; la primera es de tipo penetrativo y se asocia a la sericitización, en tanto que la segunda es en venas. Son muy frecuentes los gránulos de

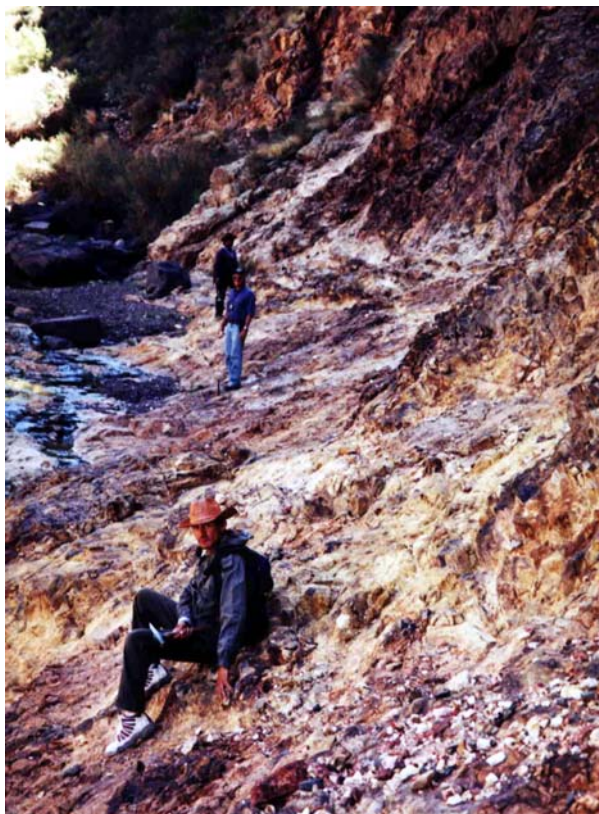


Figura 25. Alteración del sector Zanjón El Buitre.

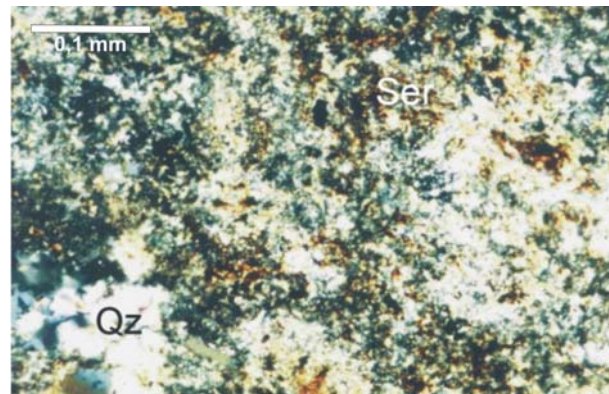


Figura 26. Sector Zanjón El Buitre. Alteración filica compuesta por cuarzo (Qz) y sericita (Ser).

rutilo diseminados. Se observa además incipiente carbonatización penetrativa y en venillas. Las relaciones espaciales observadas permiten establecer que la secuencia de alteración habría comenzado con la asociación moscovita-cuarzo-rutilo-(esmectitas-caolinita), seguida por silicificación y por último carbonatización. En la zona decolorada el único mineral metálico presente es la pirita. Ésta aparece diseminada constituyendo pequeños cristales fuertemente corroídos y fragmentados espacialmente vinculados a la asociación moscovita-cuarzo o bien como pequeños cristales dentro de las venillas de cuarzo.

Hacia las cabeceras del río Seco La Chilca, al suroeste de la zona de decoloración, aflora un conjunto de pequeñas vetas con escasa mineralización. Están compuestas principalmente por pirita y óxidos de Fe y en forma subordinada galena, esfalerita, calcopirita y ocasionalmente proustita, en ganga de cuarzo al que acompaña carbonato. Los análisis químicos de muestras de estas vetas arrojaron valores de hasta 7.500 ppm de Cu, 11.250 ppm de Pb, 6.750 ppm de Zn, 470 ppm de Ag y 1 ppm de Au (Lavandaio, 1979).

También en este sector se encuentran venillas de hasta 10 cm de potencia cuyo rumbo coincide en forma general con el de la zona de alteración, que están compuestas por cuarzo, clorita, calcita y pirita. La clorita se presenta en finos agregados a los que se asocia escaso cuarzo en mosaico o en cristales bien desarrollados fuertemente corroídos por el carbonato, que es el constituyente más importante de la asociación y cementa a los dos primeros (fig. 27). Las venillas generan un halo de alteración en la roca hospedante.

En estas venillas la mineralización se concentra en los sectores cloríticos y está conformada principalmente por hematita acompañada por pirita. En

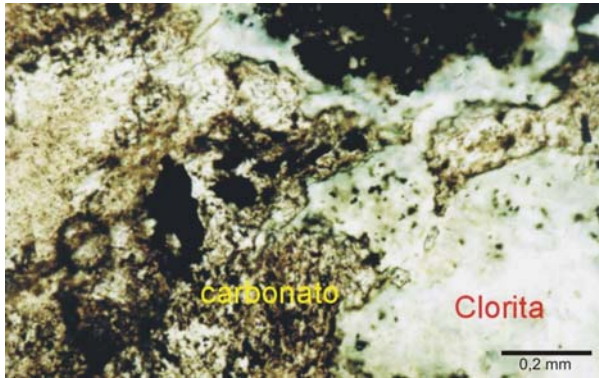


Figura 27. Sector Zanjón El Buitre. Venillas de calcita-clorita.

menor proporción se encuentra calcopirita englobando parcial a completamente (en parte reemplazando) a la galena, que es el mineral más escaso de la asociación. Asociada al carbonato sólo se encuentra hematita. Los muestreos geoquímicos indican anomalías en Cu (1.450 ppm), Pb (2.560 ppm), Zn (1.130 ppm), Mo (667 ppm), Ag (> 100 ppm) y Au (582 ppb) para ambas zonas de alteración (Rubinstein *et al.*, 2000a).

Por otra parte, en las proximidades del puesto La Chilca y fuera del área decolorada, Rubinstein *et al.* (2000a) mencionaron la presencia de un pórfiro fenoandesítico con alteración feldespática y silicificación moderadas principalmente de tipo penetrativo (fig. 28), seguidas por una alteración sericítico-argílica penetrativa moderada y finalmente por carbonatización incipiente a moderada, tanto en venas como penetrativa. Presenta además escasa magnetita diseminada, profusamente martitizada.

Las evidencias presentadas por Rubinstein *et al.* (2000a) permitieron sugerir preliminarmente la existencia en el área de una mineralización de tipo pórfiro de Cu-Mo en la que el área decolorada de La Chilca correspondería a la zona fílica.

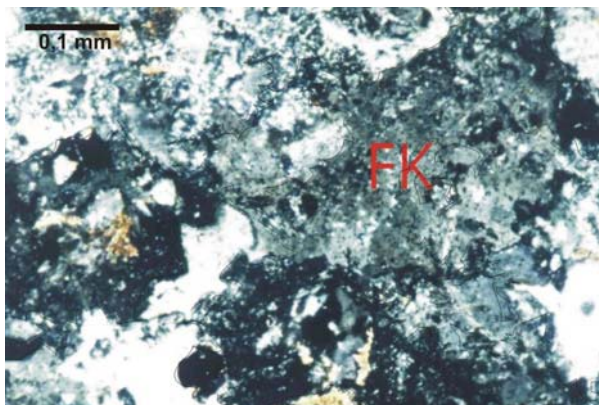


Figura 28. Proximidades de Puesto La Chilca. Pórfiro andesítico con alteración potásica. Cristal de feldespato potásico (FK) en crecimiento y con aspecto invasivo.

3.1.1.3. Cerro Tres Hermanos

El área del cerro Tres Hermanos se ubica al SSE del cerro Nevado, dentro de la estancia Los Menucos. Allí se desarrolla una zona de alteración (Dias, 1979; Rubinstein *et al.*, 2002b) la cual se desarrolla principalmente en cuarcitas de la Formación El Imperial, afectando también al conjunto de cuerpos dioríticos, diques y pórfiros andesíticos y pórfiros riolíticos del Grupo Cochicó que intruyen a las cuarcitas en forma esporádica.

En una zona de cizalla de rumbo NNE-SSO de aproximadamente 800 m de ancho emplazada en las cuarcitas, se encuentran tres fajas de alteración -la mayor alcanza aproximadamente 100 m de ancho (fig. 29)- que se intercalan con fajas de roca prácticamente fresca. Las fajas alteradas se caracterizan por una intensa decoloración de las sedimentitas y por la presencia de venillas de pocos milímetros de espesor compuestas por cuarzo, hematita y sericita, las que atraviesan la roca en diferentes direcciones. Es muy frecuente la presencia de pirita, por lo general fresca, en pequeños cristales diseminados. Los pórfiros andesíticos aflorantes en el área muestran moderada a intensa oxidación e intenso diaclasamiento en diferentes direcciones. Frecuentemente presentan alteración propilítica intensa con los fenocristales de plagioclasa con moderada sericitización, argilización y epidotización; los anfíboles completamente reemplazados por epidoto y subordinadamente clorita y la biotita totalmente alterada a clorita, muscovita y epidoto. La pasta es microgranosa fina y está compuesta por plagioclasa con incipiente argilización y sericitización y escaso cuarzo. Es común la presencia de clorita y epidoto de distribución intersticial o en delgadas venillas y de pirita diseminada que en ocasiones llega a ser abundante. Por



Figura 29. Cerro Tres Hermanos. Faja de alteración.

otra parte las riolitas tienen alteración propilítica moderada, incipiente silicificación y moderada alteración potásica temporalmente anterior a la propilitización. Los fenocristales de plagioclasa muestran moderada argilización, gránulos de minerales opacos e incipiente a moderada biotitización en agregados radiales; el anfíbol se encuentra completamente epidotizado y con escasos gránulos de minerales opacos y la biotita está reemplazada por agregados de biotita secundaria, clorita y epidoto. Los análisis químicos de elementos metálicos realizados por Rubinstein *et al.* (2002b) no muestran anomalías en el área de alteración. Sin embargo, en el informe de Dias (1979) se registran anomalías de Zn que alcanzan las 700 partes por millón. Los estudios geofísicos llevados a cabo por el SEGEMAR (Johanis, 2003) indican la presencia de una anomalía magnética en el área del prospecto que alcanza una profundidad aproximada de 1.500 m y es producida por la presencia de un cuerpo enraizado.

Por otra parte, en las proximidades de la zona de alteración, aflora un sistema de vetas de Zn y Pb (Dias, 1979). Una de las vetas, desarrollada en un pórfiro propilitizado, tiene un ancho máximo de 2,3 m, rumbo N 30° E, es subvertical y en ella se encuentran guías y venillas con galena, esfalerita y minerales oxidados de Cu. La segunda veta, de 2,1 m de ancho y rumbo similar a la primera, está compuesta por una zona con jaboncillo de falla y fragmentos de pórfiro casi completamente caolinitizados, entre los que se encuentran trozos de una roca porfírica intensamente silicificada que contiene galena finamente diseminada. Por último, se encuentra una veta de cuarzo masivo de 0,5 m de potencia con abundante *boxworks* de sulfuros. En los resultados analíticos de cobre, plomo y cinc de las muestras colectadas por Dias (1979) sólo se advierte un valor anómalo de Pb de 9% para una de estas vetas.

Los estudios de inclusiones fluídas (Korzeniewski, 2003b) indican que las muestras presentan abundantes inclusiones secundarias en microfracturas selladas conformando una textura en «escoba». Se diferencian dos tipos principales de inclusiones, ambas de baja salinidad: las rellenas con fluido acuoso (L>V) y las que presentan CO₂ gaseoso y líquido. Estos datos permiten establecer condiciones de formación profunda.

Carpio *et al.* (2001) y Rubinstein *et al.* (2002b) sugirieron preliminarmente, en base a las asociaciones de alteración reconocidas, que esta mineralización podría corresponder a un sistema diseminado genéticamente vinculado a los cuerpos subvolcánicos de composición ácida del Pérmico inferior, al cual estaría asociado el sistema de vetas de Pb-Zn descrito por Dias (1979).

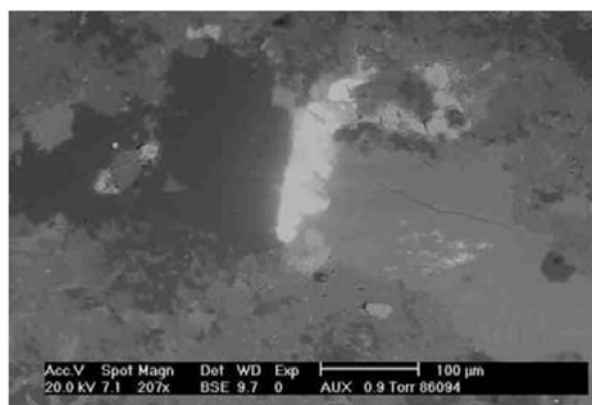
3.1.1.4. Distrito Cerro Borbarán

Este distrito, ubicado unos 25 km al sur del cerro Nevado en las proximidades del borde sur de la presente Carta, está compuesto por un grupo de vetas polimetálicas cuya explotación ya se encontraba abandonada en la década del '40 (Catalano, 1942) y entre las cuales se destacan Don Sergio, Borbarán y Las Minas.

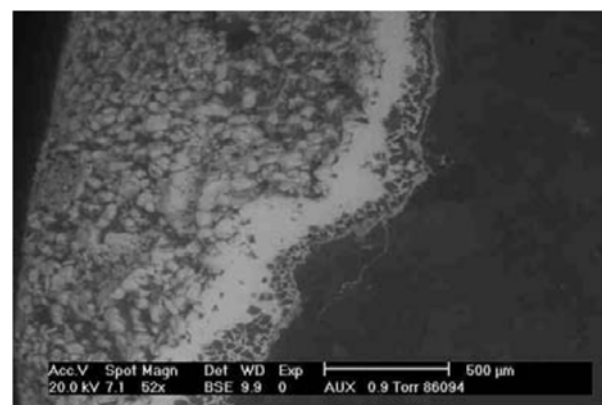
Don Sergio

Esta mina está constituida por una veta principal de aproximadamente 30 cm de espesor, con rumbo 133° y buzamiento subvertical, emplazada en una riolita de la Formación Choique Mahuida (Carpio *et al.*, 2001). La única labor existente consiste en un pique, a la fecha aterrado.

La mineralización está compuesta por calcopirita, galena (fig. 30a) y esfalerita, en ganga de cuarzo acompañado en forma subordinada por fluorita, siderita, ópalo y calcedonia. Como minerales de oxi-



A



B

Figura 30. Mina Don Sergio. Imagen electrónica mostrando: a) un grano de galena. b) venas con vanadatos.

dación se reconocen malaquita, limonitas y vanadatos (fig. 30b).

El Cuadro 4 muestra la composición química de los minerales de mena y de oxidación obtenida con microscopio electrónico de barrido provisto de equipo de energía dispersiva (EDAX).

En una muestra de roca de caja lacítica, se ha observado que la alteración es principalmente propilítica (con una asociación compuesta por clorita, cuarzo, albita, epidoto, titanita y sericita acompañada de fluorita), con intensidad moderada y distribución penetrante y muy subordinadamente en venillas.

Se realizó un análisis químico de una muestra de veta, cuyos valores son: 14,9 ppm de Ag, 13.800 ppm de Cu, 301 ppm de Mo, 22.430 ppm de Pb y 8.220 ppm de Zn.

Las Minas

Está compuesta por una veta de cuarzo con venillas de hematita y pátinas de malaquita, de 1,3 m de espesor y rumbo N 60°/80° S, alojada en la Formación El Imperial. La única labor minera reconocida es un pique aterrado (Carpio *et al.* 2001). La roca de caja es una cuarcita con alteración sericítico-argílica intensa y moderada silicificación.

Sólo se reconoce escasa pirita como mineral primario y abundantes óxidos de Fe y Mn. Los análisis realizados con microscopio electrónico de barrido con equipo de energía dispersiva muestran que de la composición de los óxidos de Mn (*wad*) participa Pb y subordinadamente Zn. La ganga está compuesta principalmente por cuarzo acompañado de carbonato y en forma subordinada arcillas (esmeclitas) y alunita.

Una muestra de la veta fue analizada y registró contenidos de 1,6 ppm de Ag, 5.060 ppm de Cu, 1.800 ppm de Mo, 220 ppm de Pb y 908 ppm de Zn.

Borbarán

Corresponde a una veta de cuarzo de rumbo N 210°, subvertical, de aproximadamente 2 m de es-

pesor, que se aloja en un pórfiro granítico de la Formación Choique Mahuida en la cual se ha realizado un socavón de 4 m de ancho, 15 m de largo y 4 m de alto. Participan de la veta minerales oxidados de Cu y venillas de limonitas con *boxworks*. No se reconoce mineralización primaria, a excepción de cristales pseudomórficos de pirita completamente oxidada. La roca de caja tiene intensa cataclasis que genera una textura bandeada y moderada sericitización y cloritización.

Los estudios de inclusiones fluídas (Korzeniowski, 2003b) indican la presencia de abundantes inclusiones fluídas de origen secundario. Tienen formas regulares, rectangulares a suavemente elongadas hasta de cristal negativo. Las inclusiones se encuentran en microfracturas selladas conformando una textura en «escoba». Se reconocieron dos tipos de inclusiones fluídas, unas acuosas con fase líquido/vapor en relación constante e inclusiones fluídas con CO₂. Estos datos de inclusiones fluídas permiten sólo establecer condiciones de formación profunda.

Si bien el cuarzo de veta no registra prácticamente anomalías en metales, el análisis de una de las venillas de limonitas que lo atraviesan arroja contenidos de 5 ppm de Ag, 1.750 ppm de Cu, 1.200 ppm de Mo, 172 ppm de Pb, 799 ppm de Zn y 140 ppb de Au.

El distrito Cerro Borbarán se ubica preliminarmente entre las vetas de asignación genética diversa (14c, depósitos polimetálicos simples, según la Normativa para las Cartas Minero-Metalogenéticas de la República Argentina).

3.1.2. FLUORITA Y MANGANESO

Los depósitos manganésíferos del Bloque de San Rafael fueron genéticamente relacionados por Angelelli *et al.* (1970) con el magmatismo triásico por su vinculación a los pórfiros rojizos que la contienen. Posteriormente González Díaz (1972), basán-

Elemento (wt%)	Galena	Esfalerita	Esfalerita	Óxido %	Limonitas	Vanadatos	Vanadatos
S	12,45	49,87	75,2	MnO	17,61		
Pb	87,55			Fe ₂ O ₃	82,39	5,31	7,02
Fe		33,42	12,61	V ₂ O ₅		13,96	17,74
Zn		16,71	12,19	CuO		15,75	10,15
				PbO ₂		64,99	56,85
				ZnO			8,25

Cuadro 4. Composición química de minerales primarios y secundarios de la mina Don Sergio.

dose en el hallazgo de ónix en las vetas de la mina de manganeso de Santa Cruz, los relacionó con los basaltos del ciclo tectomagmático terciario, también caracterizados por la presencia de depósitos de ónix. Sin embargo, Buenanueva (1955) y García (1965) ya los habían asociado genéticamente con las efusiones basálticas pleistocenas. Posteriormente, Brodtkorb (1999) retomando esta idea los vinculó a aguas circulantes portadoras de manganeso, seguramente relacionadas con las lavas basálticas pleistocenas del cerro Nevado y otros centros efusivos menores existentes en la región. En una forma más amplia, Zappettini *et al.* (1999) relacionaron estos depósitos de manganeso con el magmatismo de retroarco desarrollado a partir del Mioceno y los asignaron al modelo Depósitos Epitermales y de Transición (7.a., Manganeso).

Por otra parte, Delpino (1997) y Carpio *et al.* (2001), basándose en controles estratigráficos, interpretaron tanto a los depósitos de fluorita como los de manganeso (regionalmente distribuidos en el Bloque) conjuntamente con los pórfiros de Mo aflorantes inmediatamente al sur de la presente Carta (Carpio *et al.*, 2001), como parte de un sistema de pórfiro de Mo de tipo Climax (Mutschler *et al.*, 1981; Wallace, 1995) genéticamente vinculado a volcanitas ácidas pertenecientes a la Sección Superior del ciclo Choiyoi.

Sobre minerales de manganeso de una veta perteneciente al grupo manganesífero Ethel, se obtuvo una edad K/Ar 71 ± 3 Ma (Cretácico superior) (SERNAGEOMIN, Chile) que permite descartar un origen terciario o más joven. Si bien en el Bloque de San Rafael no se registra magmatismo ni actividad tectónica durante el Cretácico, no puede asumirse a priori y sin mayores comprobaciones que se trata de una edad rejuvenecida a partir de depósitos permo-triásicos como fuera propuesto por Delpino (1997) y Carpio *et al.* (2001), ya que existen depósitos sedimentarios de esa edad (Sepúlveda *et al.*, 1998) lo que permite afirmar que no fue un período exclusivamente erosivo.

3.1.2.1. Fluorita

Los yacimientos de fluorita se ubican en distintos sectores de la Carta. En el extremo norte, 2 km al este de la localidad de El Nihuil, se encuentran las minas **La Morocho y Santa Rosa**. En el sector central de la Carta, en el área del arroyo La Chilca, se encuentra la mina **Puesto El Barcino** y en el extremo suroeste, formando parte del distrito minero Agua Escondida se ubican, entre otras, las minas

Buena Esperanza, La Susana, La Catita, La Ventana, María Angélica y La Virginia (Madrid, 1989). Para acceder a estas últimas manifestaciones se utiliza el camino El Nihuil-Agua Escondida, hasta el desvío que conduce a la mina de manganeso Ethel y desde allí se deben recorrer 10 km aproximadamente por el mencionado acceso.

La mineralización está relacionada con rocas efusivas e hipabisales ácidas, atravesadas por diques de pórfiros de tonalidades rojizas y composición ácida, pertenecientes a la Formación Choique Mahuida. Se presenta en vetas y está constituida por fluorita violácea y amarilla, en estructuras de rumbos N 50° O y E-O. Las texturas de las vetas indican rellenos de fracturas, correspondiendo comúnmente a brechas tectónicas bandeadas y agregados drusoides fibrosos y arriñonados. La forma de los depósitos es lenticular; presentan excepcionalmente potencias que llegan a los 2 m (rara vez la media supera los 0,50 m), siendo habituales varias generaciones de fluorita. Los minerales asociados son: goethita, óxidos de manganeso, calcedonia, cuarzo, baritina, calcita y yeso (Angelelli *et al.*, 1980). De acuerdo con Malvicini y Delpino (1989), la alteración hidrotermal predominante en la roca de caja es argilización y en menor grado propilitización.

Las características texturales, relaciones geológicas y temperaturas obtenidas por inclusiones fluidas en fluorita (90° a 230°C; Malvicini y Delpino, 1989) indican que la mineralización se emplazó cercana a la superficie.

Las máximas producciones anuales se registraron en los años 1965 y 1973, correspondiendo respectivamente a 6.836 y 6.710 toneladas. Teniendo en cuenta la información existente en la Dirección General de Minería de Mendoza (Morón, 1968) y sobre la base de un estudio realizado por una empresa consultora a través del Consejo Federal de Inversiones en convenio con la Provincia, se calcularon reservas de 66.325 t de mineral positivo, probable y posible, considerando 27 depósitos dentro de los distritos mineros N° 9 y N° 10 (Morón, 1977). Las leyes obtenidas en muestras de vetas superan en muchos casos el 90% en CaF₂, lo que permite llegar directamente, o con alguna selección manual, desde la explotación al grado metalúrgico (85% CaF₂).

De acuerdo con la clasificación de depósitos minerales de Argentina (Zappettini, 1999), los yacimientos de fluorita se incluyen dentro del modelo Vetas y Brechas (de asignación genética diversa), Fluorita-Baritina (14h).

Buena Esperanza

Colindante con La Virginia, se ubica en el paraje denominado Lomas Moras y su explotación data del año 1960. La roca de caja es de composición riolítica. Presenta una incipiente sericitización, moderada argilización y moderada a intensa silicificación, acompañada por fluorita. La veta está constituida por una brecha hidrotermal con fragmentos de caja riolítica, con suave alteración sericítico-argílica y fuerte silicificación penetrativa y posterior en vena, probablemente con dos pulsos de alteración con la paragénesis fluorita-cuarzo y un estadio final de fluoritización.

Las labores realizadas constituyen una serie de rajos superficiales y trabajos subterráneos sobre vetas (Morón, 1968). En la veta sur se realizaron dos rajos principales de 17 y 43 m de longitud respectivamente y un tercero de 14 m de largo, a la fecha aterrados. Sobre la veta central se llevaron a cabo dos rajos y un chiflón que se encuentran aterrados. En la veta norte existen cinco rajos, con 150 m de longitud, además de una trinchera y un chiflón de 8 m de largo. Solamente la veta norte tiene labores subterráneas y consisten en dos piques de 24 y 43 m de profundidad, además de 160 m de galerías desarrolladas en tres niveles, hasta una profundidad de 43 metros.

La información obtenida de cinco muestras de la veta norte, analizadas por el INTI, presenta los siguientes resultados: entre 65,7% y 93,2 % CaF_2 ; 3,1% y 18,35 % Fe_2O_3 ; 0,1% y 0,45 % Mn, y 2,7% y 23 % SiO_2 . La veta fue dividida en cinco bloques con un total de 7.194,6 t de mineral. Se le asignó un contenido promedio de 77,69 % CaF_2 , y se pudo determinar un total de 5.239,3 t con carácter de reservas «económicas» (Morón, 1977).

La Susana

Está ubicada a 1,4 km del cruce de caminos que conducen a las minas Ethel y Santa Cruz. La mineralización es de aspecto brechoso y se presenta como relleno de falla. Las vetas conservan rumbo de N 60°-65° O y buzamiento subvertical. La roca de caja en el borde de la veta es una piroclastita lítica con moderada sericitización e incipiente a moderada epidotización y silicificación. También aflora en el área una andesita con propilitización profusa representada por la asociación clorita-epidoto-carbonato-cuarzo.

Se construyeron tres piques que totalizan 49 m de profundidad, 60 m de galerías y 16 m en realces con tres niveles de explotación.

La Morocha

Se encuentra en el extremo norte de la Carta, sobre la margen derecha del río Atuel y a 2 km al norte del dique El Nihuil. Está caracterizada por una veta de rumbo N 60° O y buzamiento subvertical, junto con innumerables guías y venas de hasta 0,25 m de potencia, casi paralelas a aquélla. La única labor minera reconocida corresponde a un socavón de aproximadamente 10 m de longitud (Carpio *et al.*, 2001).

La roca de caja es una toba fenodacítica que presenta moderada a intensa sericitización y moderadas carbonatización y silicificación y fina diseminación de pirita. En venillas de cuarzo se reconoce muy escasa mineralización diseminada constituida por la asociación galena-calcopirita.

Santa Rosa

Se ubica en la intersección del meridiano de 68° 40' 30" O con el paralelo de 35° 01' 17" S y comprende dos vetas de Az 325 e inclinación 72° al O con abundante participación de calcita. Las labores mineras del área son rajos a cielo abierto (Carpio *et al.*, 2001).

La roca de caja es una toba dacítica perteneciente al Grupo Cochicó. Presenta carbonatización incipiente a moderada y argilización y sericitización moderadas de distribución penetrante. Los estudios microscópicos indican la presencia de dos pulsos en la ganga carbonática con muy escasa mineralización de pirita.

La Ventana

Su ubicación está dada por la intersección de las coordenadas 68° 42' 56" O y 35° 52' 21" S. Las labores mineras realizadas en el área son cinco piques alineados con labores subterráneas de profundidad desconocida (Carpio *et al.*, 2001).

La estructura es una veta en brecha mineralizada compuesta por cuarzo y fluorita (con minerales opacos), aparentemente cristalizados en ese orden. Muestra también agregados de cristales aciculares de hematita de muy escaso desarrollo. La roca de caja es una piroclastita con incipiente silicificación e incipiente a moderada argilización.

La Catita

Está situada en la intersección de 68° 30' 10" O y 38° 58' 17" S; comprende dos vetas paralelas de Az 105° separadas 35 cm una de la otra y atravesada por un cortaveta de Az 35°. Las principales labores mineras del área comprenden tres socavones de

hasta 55 m de largo y dos piques de hasta 7 m de profundidad (Carpio *et al.*, 2001).

La roca de caja es una piroclastita lítica con sericitización y silicificación fuertes. La alteración se presenta en la forma de reemplazos generalizados y, en mucha menor proporción, en venillas. En las rocas de vena se reconocen dos generaciones de mineralización de fluorita distribuida en las salbandas de las vetas, acompañada por cuarzo de cristalización posterior.

Virginia

Se ubica en la intersección de 68° 29' 58" O y 35° 58' 04" S e integra el Grupo La Catita. Las labores mineras corresponden a dos piques que alcanzan aproximadamente los 6 m de profundidad y labores subterráneas inaccesibles. La roca de caja de la veta consiste en una volcanita con intensa silicificación acompañada de moderada sericitización y fluoritización. Aflora también en el área una riolita con moderada alteración propilítica. El estudio de inclusiones fluídas en fluorita indica la presencia de escasas inclusiones fluídas pseudosecundarias acuosas, con relación líquido/vapor constante, midiéndose una T_h de 123 °C y una salinidad de 0,1% en peso equivalente de NaCl (Korzeniewski, 2003b).

María Angélica

Se sitúa en la intersección de 68° 30' 23" O y 35° 58' 07" S. La roca de caja, en el borde de la veta, está representada por una piroclastita de composición fenodacítica, con moderada silicificación e incipiente moscovitización y fluoritización. La roca que constituye la vena es una brecha hidrotermal con alteración cuarzo-sericítica penetrativa de los clastos y posteriormente en venas, con cemento de cuarzo, y luego otra generación de alteración dada por venas de fluorita y luego cuarzo. Análisis por EDAX permitieron reconocer la presencia de vanadatos (mottramita) con valores de 18,24% V_2O_5 ; 14,01% CuO y 67,74% PbO_2 .

3.1.2.2. Manganeso

Los yacimientos de manganeso se ubican en el sector sur y suroeste de la Carta. Las principales minas son **Piedras de Fuego, Lomas Moras, La Negrita, Patricia Mónica, Sofía Raquel y La Jacinta** y forman parte del grupo minero Ethel que integra el distrito minero Agua Escondida. Se ubican aproximadamente 110 km al sur de la localidad de El Nihuil. Estos depósitos, sumados a otros de mayor importancia que se encuentran fuera del área de la

Carta (grupo Santa Cruz), fueron trabajados intensamente desde 1958 hasta 1970, año en que se paralizaron los trabajos de explotación (Aspilcueta, 1962; Fernández *et al.*, 1978).

Los yacimientos de manganeso consisten en cuerpos vetiformes alojados en pórfiros riolíticos y brechas de pórfiros riolíticos, penetrados por diques y *stocks* de pórfiros de distinta composición y tonalidades. La mineralización es discontinua; se presenta en vetas de rumbo general este-oeste y como cemento de diferentes brechas, constituyendo bolsones mineralizados. De la observación de las brechas se deduce la existencia de varios pulsos de mineralización. Lavandaio y Borelli (1973) determinaron la existencia de al menos dos generaciones de mineralización para estos yacimientos: una con fluorita y cuarzo, en vetas de rumbo NO-SE a E-O, y la otra de manganeso (óxidos varios) con óxido de hierro, calcita, ópalo, calcedonia y cuarzo, alojada en vetas de rumbo NE-SO y aproximadamente E-O. De acuerdo con Malvicini y Delpino (1989), los minerales de mena son psilomelano, criptomelano, hollandita, coronadita, pirolusita y en menor proporción *wad*, jacobsonita, manganita, groxthita, ramsdellita, todorokita, hausmannita y calcofanita. Los minerales asociados están representados por calcita, mangano-calcita, goethita, hematita, fluorita, ópalo y calcedonia.

La mineralización de manganeso correspondiente al grupo Ethel se aloja en una importante fractura subdividida parcialmente en tres subparalelas de unos 10 km de longitud (Brodtkorb, 1999), que secciona los diques de pórfiro riolítico.

Patricia Mónica

Se halla ubicada 4 km al NE del campamento de mina Ethel, unos 1.000 a 1.500 m al E del camino que une el mencionado campamento con la localidad El Nihuil. Se destaca un pique de 5 m de profundidad (Lavandaio y Borelli, 1973).

El cuerpo mineralizado consiste en una estructura vetiforme de potencia variable entre 0,03 y 0,15 metros. Presenta rumbo 20° e inclinación 60° O. Se emplaza en una roca de caja riolítica de la Formación Choique Mahuida, con moderada argilización, sericitización y oxidación y presencia de venillas de cuarzo y de óxidos. Los minerales de alteración se presentan como reemplazos parciales de cristales, de la pasta y también con distribución intersticial.

Análisis químicos de muestras de vetas registran valores de hasta 252 ppm de Mo, 412 ppm de Pb y 485 ppm de Zn.

Lomas Moras

Se localiza unos 20 km al norte de la mina Ethel, inmediatamente al oeste del cerrito Negro y próximo al puesto Cruz Cortéz (Lavandaio y Borelli, 1973). Se trata de una veta de rumbo 105° e inclinación de 59° S, con 0,20 m de potencia en brecha de falla. Se emplaza en una roca de caja riolítica de la Formación Choique Mahuida. La mineralización consiste en agregados finos de óxidos de Mn, *wad* y pirolusita, en ganga de cuarzo, y cristales diseminados de magnetita completamente reemplazados por agregados de hematita y limonitas rojas que ocasionalmente incluyen fragmentos líticos de la roca de caja resultando en una textura de brecha (fig. 31). La roca de caja, de composición riolítica, presenta argilización moderada y sericitización y silicificación incipientes, reemplazando cristales y pasta y con distribución intersticial.

Se realizaron Ználisis químicos de muestras de vetas, los que registran valores de hasta 210 ppm de Mo, 105 ppm de Cu y 243 ppm de Zn.

Piedras de Fuego

Se ubica 8 km al norte de la mina Ethel. Se trata de una veta de rumbo general N 60° - 70° O que buza al norte entre 60° y 80° , constituida por una brecha hidrotermal. Se emplaza en roca de caja riolítica con alteración argilíca moderada y escasa piritita diseminada. En las intersecciones con otras fracturas menores forma bolsones de hasta 4 m de potencia. El laboreo consiste en siete piques que totalizan 130 m, un rajo a cielo abierto de 49 m, un chiflón de 90 m y cuatro galerías que suman 120 m de longitud.

La mineralización consiste en masas costriformes y arriñonadas de psilomelano, pirolusita en forma radial y *wad*, relleno de gran parte de los sectores brechosos de la fractura -con los fragmentos de la roca de caja silicificados- a la que acompaña cuarzo



Figura 31. Mina Lomas Moras. Muestra de mano mostrando la textura brechosa y el cemento de óxidos de manganeso.

de relleno. Si bien no se observaron inclusiones fluidas, la presencia de pseudomorfos de calcita indica una temperatura menor de 200°C de depósitos epitermales de baja sulfuración (Korzeniewski, 2003b).

La mineralización en superficie es escasa como consecuencia del laboreo efectuado. Muestras extraídas en superficie y profundidad (Lavandaio y Borelli, 1973; Fernández *et al.*, 1978) arrojaron valores entre 1,48% y 46,14 % Mn y entre 0,24% y 6,39 % Fe.

La Negrita

Está localizada aproximadamente 2 km al este de la mina Piedras de Fuego. La mineralización se aloja en una estructura de rumbo general N 60° - 70° O y buzamiento subvertical al norte, y está constituida por óxidos de manganeso, en forma de venillas a los que se asocian óxidos de Fe (limonitas) y cuarzo. La caja corresponde a una riolita de la Formación Choique Mahuida, la que en las proximidades de la veta presenta textura de brecha hidrotermal, con los fragmentos de riolita con fuerte silicificación y moderada alteración sericítico-argilíca y fina diseminación de piritita, cementados por cuarzo muchas veces en agregados tipo diente de perro y acompañado en forma subordinada por fluorita y adularia.

La expresión de la veta en superficie es discontinua a través de 500 metros. Las labores mineras realizadas consisten en 5 piques que suman 50 m, un chiflón de 3 m, una trinchera de 15 m de largo y un pequeño rajo a cielo abierto (Sepúlveda *et al.*, 1998).

La Jacinta

Se encuentra ubicada a $35^\circ 12' 14''$ S y $68^\circ 19' 51''$ O. La veta, de Az 315° y disposición subvertical, se encuentra emplazada en una brecha de falla de aproximadamente 1,50 metros. La brecha tiene bloques de 0,40 m de diámetro. La única labor reconocida es un pique anegado de aproximadamente 5 m hasta el nivel del agua (Carpio *et al.*, 2001).

La roca de caja corresponde a una volcanita con textura felsítica, la cual presenta moderada a fuerte argilización y sericitización de distribución penetrante, moderada impregnación en óxidos y silicificación en delgadas venillas. La veta tiene textura brechosa con dos pulsos de cementación, uno con óxidos de Fe y otro compuesto por finos agregados de pirolusita con clásicas fracturas de retracción (fig. 32).

Análisis químicos de muestras de vetas registran valores de hasta 55 ppm de Mo, 82 ppm de Pb y 303 ppm de Zn.

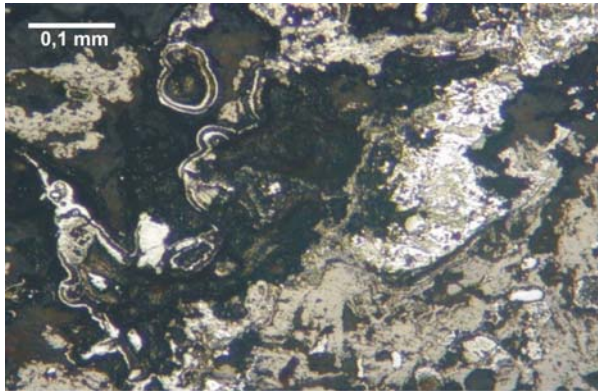


Figura 32. Mina La Jacinta. Agregados, en ocasiones coloformes, de pirolusita (blanco grisáceo y gris).

Sofía Raquel

Ubicada a 6 km de India Muerta (35° 45' 45,3" S; 68° 26' 36,6" O). Se trata de una veta de Az N 100°, subvertical, de 2,5 a 3 m de potencia que en sectores se ensancha por la presencia de caballos de más de un metro (Carpio *et al.*, 2001). La roca de caja es una cuarcita que en el contacto presenta una suave a moderada silicificación por venas que se extiende por escasos centímetros.

La veta presenta ganga de cuarzo y la mineralización está compuesta principalmente por hematita en cristales aciculares, acompañada de muy escasa magnetita, calcopirita y muy subordinada bornita; muestra además abundantes limonitas y minerales oxidados de Cu (malaquita y azurita).

3.1.3. VANADIO

El Peseño

La mina de vanadio El Peseño se encuentra al norte del cerro Nevado, 80 km en línea recta al SSO de la ciudad de San Rafael y 45 km al sur de la villa El Nihuil. Se accede a la misma por el camino que une la villa El Nihuil con la localidad de Agua Escondida hasta la cantera de ripio situada frente al cerro Trintrica y desde allí se deben recorrer 14 km al este por el camino que conduce al cerro San Pedro.

En el área del yacimiento afloran areniscas, cuarcitas y areniscas limolíticas margosas de la Formación El Imperial (Carbonífero superior-Pérmico inferior) intruidas por el Grupo Choiyoi (Sepúlveda *et al.*, 1998).

Existen en el área seis vetas principales de rumbo predominantemente E-O e inclinación subvertical cuya potencia oscila entre 10 y 60 cm, las cuales han sido explotadas mediante varias labores a cielo abierto de hasta 9 m de profundidad. Se han extraído unas 200 t de mineral de las cuales una selección

manual de 120 toneladas con ley de 3,2 % de V_2O_5 se exportó a Japón (Catalano, 1942).

Durante la ejecución del Plan Mendoza de Exploración (Dias, 1978b) y basándose en anomalías geoquímicas previamente reconocidas, se realizaron estudios geofísicos de polarización inducida y magnetometría. Los primeros consistieron en dos perfiles transversales a la estructura con dipolos de 100 m y 25 m respectivamente. El perfil con dipolos 100 m no detectó la presencia de sulfuros, registrándose sólo un «salto» de valores de resistividad posiblemente correspondientes a una línea de fractura o un contacto litológico. Los valores de factores metálicos fueron bajos y homogéneos y por consiguiente poco significativos. En el perfil con dipolo 25 m tampoco se detectó la presencia de sulfuros. Los valores obtenidos por magnetometría no destacan ninguna información adicional.

Las vetas, alojadas en cuarcitas de la Formación El Imperial, tienen textura brechosa (fig. 33 y 34); están compuestas por clastos de cuarcita, muchas veces con evidencias de deformación, cementados por sílice y minerales de oxidación, dentro de los que se reconocieron malaquita, azurita, crisocola, limonitas, vanadinita y mottramita $PbCu^{2+}(VO_4)(OH)$. Como mineral primario sólo se reconocen



Figura 33. Mina El Peseño. Vista de una veta.



Figura 34. Mina El Peseño. Detalle de la veta mostrando la textura brechosa.

relictos de calcopirita. En las cajas próximas se observa moderada silicificación en venas, masas o penetrante, destruyendo la textura original de la roca, escasa sericitización y moderada impregnación limonítica (Rubinstein *et al.*, 2001). De acuerdo con estos autores, la abundancia de Cu favoreció la formación de mottramita sobre la de descloizita, las que constituyen una serie isomorfa $Pb(CuZn)VO_4(HO)$ entre miembros finales de Cu y Zn, respectivamente. Análisis realizados sobre un muestreo por esquirlas de una de las vetas arrojaron valores de 1.170 ppm Cu, 2.680 ppm Pb, 545 ppm Zn, 2.140 ppm V, 4.860 ppm Sb, 59,3 ppm Ag y 62 ppm Mo (Rubinstein *et al.*, 2001).

Según Carpio *et al.* (2001), los vanadatos se habrían originado por lixiviación de V a partir de rocas portadoras, probablemente de composición básica; posteriormente, la acción reductora de los sulfuros constituyentes de vetas polimetálicas aflorantes en el área habría producido la precipitación de los vanadatos de Pb y Cu.

El depósito El Peseño constituye, junto con el de Santa Elena, la única mineralización de vanadio conocida en el ámbito del Bloque de San Rafael.

3.2. FAJAS METALOGENÉTICAS Y DOMINIOS METÁLICOS

Las fajas metalogenéticas son consideradas como áreas mapeables de unidades geológicas que contienen, o son favorables para contener, un grupo de modelos de depósitos coetáneos y genéticamente relacionados (Zappettini *et al.*, 1999).

Sobre esta base, en el área de la Carta se pueden identificar tres fajas metalogenéticas que se han denominado:

- POS-AMP (postacrecional-arco magmático Pérmico inferior)
- POS-PCPT (postacrecional-post-colisional Pérmico-Triásico)
- POS-AMTN (postacrecional-arco magmático Neógeno).

La faja de edad pérmica inferior corresponde a rocas mesosilícicas de una secuencia volcano-plutónica de arco desarrollada sobre el borde pacífico. A esta faja se vinculan los depósitos vetiformes polimetálicos de plomo, plata, cobre y cinc, del área del cerro San Pedro (7 e: San Pedro, San Jorge, grupo La Salvadora) y depósitos diseminados (4 b: diseminado de Cu-Mo Cerro San Pedro y Anchoris, Arroyo La Chilca-Zanjón El Buitre y Cerro Tres Hermanos).

La faja de edad pérmico-triásica inferior se desarrolla como consecuencia de la transición entre un ambiente con volcanismo de arco continental hacia un ambiente sometido a un régimen postorogénico típicamente distensivo consecuencia de la relajación mecánica posterior a la orogenia sanrafaélica, en el que se genera magmatismo de intraplaca, al que se asocian secuencias volcánicas principalmente de composición riolítica. Se relacionan a esta faja los depósitos de fluorita (14 h: La Morocha, Buena Esperanza, La Susana, etc.) y manganeso (7 a: Ethel) presentes en la Carta y depósitos vetiformes polimetálicos de Pb, Zn, Cu y Mo (7 e: Don Sergio, Borbarán, Las Minas).

La faja de edad miocena abarca rocas de composición básica a intermedia formadas durante la evolución del volcanismo de retroarco. No tienen gran distribución en la Carta y se las encuentra principalmente en las áreas Cerro Plateado y Cerro Nevado. Si bien no incluye depósitos minerales conocidos, se puede asociar a esta faja la mineralización diseminada de calcopirita y piritita mencionada por Dalponte (1975) en volcanitas del cerro Plateado y adyacencias, con intensa silicificación, craquelación y presencia de *boxworks* (Delpino y Bermúdez, 1985).

La región del Bloque de San Rafael está enriquecida en flúor con respecto al contenido geoquímico promedio, lo que constituye una heterogeneidad en su distribución respecto de las regiones circundantes. Esta discontinuidad está describiendo un subdominio de este elemento, que excede los límites del Bloque hacia el sur, incluyendo las mani-

festaciones de fluorita de la provincia de Río Negro. También es posible definir, de acuerdo con Angelelli (1984), un subdominio metálico de manganeso que transpone los límites de la Carta y se extiende al sur abarcando los depósitos de manganeso del sur de Neuquén y norte de Río Negro, coincidiendo así con el subdominio de fluorita. Pertenecen a este subdominio las minas de los grupos mineros Ethel y Santa Cruz.

3.3. METALOTECTOS

En el ámbito de la Carta Minero-Metalogenética Embalse El Nihuil se han podido determinar tres metalotectos litológicos de edad pérmica inferior, pérmica superior-triásica inferior y miocena-pliocena. En este caso, los metalotectos litológicos corresponden a los tipos petrográficos con los que se relacionan directamente las mineralizaciones en el ámbito de cada una de las fajas metalogenéticas consideradas.

Además se determinó la existencia de un metalotecto estructural de edad pérmica superior-triásica inferior.

El primer metalotecto litológico está constituido por las dacitas y andesitas del arco magmático de edad pérmica inferior. Con estas rocas se hallan relacionados los depósitos vetiformes polimetálicos (Cu-Pb-Zn-Ag-Mo) del área Cerro San Pedro-Cerro La Sandía y la mineralización diseminada de Cu-Mo de San Pedro-Arroyo La Totorá (Anchoris), Arroyo La Chilca-Zanjón El Buitre y Cerro Tres Hermanos.

El segundo metalotecto litológico corresponde a las riolitas de ambiente post-orogénico durante el Pérmico superior-Triásico inferior, a las que se relacionan los depósitos de fluorita y manganeso distribuidos en todo el ámbito de la Carta y escasos depósitos de vetas polimetálicas ricas en Mo (Don Sergio, Borbarán, Las Minas).

El tercer metalotecto litológico corresponde a cuerpos subvolcánicos y brechas de conducto, de composición esencialmente andesítico-dacítica, de edad miocena superior-pliocena y está constituido por, expuestas en la sierra del Nevado integrada de norte a sur por los cerros Nevado, Plateado y Pelado. En el segmento entre 33° y 36° de latitud sur, estos volcanes son la expresión más oriental de un ambiente volcánico de retroarco que funcionó durante el Mioceno-Plioceno en posición paralela al arco volcánico de la Cordillera Principal, aproximadamente 175 km al este del mismo (Delpino y

Bermúdez, 1985). En el cerro Plateado, las brechas de conducto y los cuerpos subvolcánicos presentan zonas con silicificación, craquelación, *boxworks* de sulfuros y minerales máficos completamente transformados en óxidos de hierro (Delpino y Bermúdez, 1985). Dalponte (1975) mencionó que en los pórfiros andesíticos y dacíticos de la Formación Cortaderas, que constituyen el cuerpo principal del cerro Plateado y sus adyacencias, se observaron varias zonas de alteración hidrotermal.

Desde el punto de vista regional, se ha observado la existencia de una megatrazza de dirección ONO-ESE originada en el Pérmico superior a Triásico inferior y que ha tenido reactivaciones hasta el Neopleistoceno (Salvarredi, 2000). Esta estructura se extendería al menos desde Bahía Blanca hasta el volcán Maipo y en ella se han emplazado cuerpos ígneos de la Sección Superior del ciclo Choiyoi y cuerpos volcánicos basálticos y andesíticos del Terciario superior y Pleistoceno. Conjuntamente con otras estructuras contemporáneas y similares forman una faja de interés para la prospección minera metalífera. En la zona del Bloque de San Rafael existen varios lineamientos subparalelos a la megatrazza, tales como la falla que limita por el norte a la sierra de las Peñas (extremo norte del BSR) y la falla que, dentro del área de la Carta Minero-Metalogenética El Nihuil, atraviesa la zona de alteración de La Chilca y al cerro San Pedro (grupo minero El Nevado), como puede verse en la Figura 2 (Proyecto Anchoris. Geología regional), y es considerada como un metalotecto estructural.

Precisamente la prolongación inferida de esta estructura se manifiesta en territorio pampeano y probablemente podría ser considerada como parte de la megatrazza. En la zona del grupo minero El Nevado, la estructura se manifiesta principalmente como portadora de Cu en una faja de ancho variable entre 100 y 200 m, con una continuidad de varios kilómetros y con una edad pérmica superior-triásica inferior establecida por relaciones de campo (Salvarredi, 2000).

3.4. ANOMALÍAS

3.4.1. ALTERACIÓN HIDROTERMAL

Cerro Plateado

El volcán Plateado se ubica en la parte central de la sierra del Nevado. Representa un apa-

rato volcánico compuesto andesítico, de probable edad miocena superior, formado por emisiones de coladas y diferentes tipos de flujos piroclásticos. En la parte central y periférica de la caldera se intruyeron cuerpos subvolcánicos. Junto con los otros volcanes dispuestos N-S que forman la sierra del Nevado, constituye la expresión más oriental de un volcanismo de retroarco de edad mioceno-pliocena, ubicado paralelamente al arco volcánico de la Cordillera Principal, en el sur de Mendoza y norte de Neuquén (Delpino y Bermúdez, 1985). Los cuerpos subvolcánicos y las brechas de conducto presentan sectores donde las rocas se encuentran silicificadas, craqueladas, con *boxworks* de sulfuros y los minerales máficos completamente transformados en óxidos de hierro. Por la posición en que se encuentran estas zonas de alteración, en el conducto central, Delpino y Bermúdez (1985) sugirieron que fueron producidas por la circulación de soluciones y gases calientes relacionados con la acción fumarólica, lo que las convertiría en aptas para contener elementos metálicos. Dalponte (1975) mencionó alteración hidrotermal en andesitas del cerro Plateado con evidencias de limonitización y argilización y presencia de magnetita, ilmenita y una fina diseminación de pirita y calcopirita.

3.4.2. ANOMALÍAS GEOFÍSICAS

La investigación geofísica aérea de la región se realizó en 1998, en el marco del programa C.1.b Mapeo Geofísico y Recursos Minerales del Proyecto PASMA. Las líneas de vuelo, con separación de 1.000 m, altura de 120 m y rumbo N 35° E, totalizaron 38.800 km lineales, cubriendo el ámbito del Bloque de San Rafael, que involucra la presente Carta. Se efectuaron líneas de control cada 7.500 m, con rumbo N 35° O. Se tomaron datos de magnetometría y espectrometría de rayos gamma. El área con información en el ámbito de la presente Carta se circunscribe a su sector centro oeste.

La información permite distinguir dos dominios magnéticos, uno de los cuales, con intensidad baja y gradiente magnético intermedio, está vinculado a los granitoides y piroclastitas pérmico-triásicas. Las anomalías magnéticas se distribuyen a lo largo de lineamientos magnéticos y estructurales circulares y son de naturaleza positiva y dipolar.

Los datos radiométricos de potasio indican la presencia de algunas anomalías aisladas con un alto contenido de potasio, a menudo asociadas con soluciones mineralizadoras (Chernicoff y Vargas, 1999).

Sobre la base de la distribución de las anomalías en la Carta (fig 35), se puede establecer que una importante cantidad de las anomalías magnéticas determinadas se corresponde con el frente orogénico que limita los afloramientos del Bloque de San Rafael hacia el este. Anomalías de potasio y de torio/potasio se corresponden ajustadamente con las distintas zonas mineralizadas y con anomalías de geoquímica; tal es el caso del área Ponón Trehue, donde las anomalías son coincidentes con rocas ácidas y mesosilícicas del Grupo Cochicó y la Formación Choique Mahuida. Lo mismo ocurre en la mina El Peseño, donde coinciden anomalías magnéticas determinantes de rasgos estructurales circulares, con anomalías de potasio y torio/potasio.

Se advierte asimismo una buena correspondencia entre los lineamientos rectilíneos y circulares de la interpretación geofísica aérea con los lineamientos estructurales interpretados sobre imágenes satelitales y fotografías aéreas. Uno de los mejores ejemplos está dado por la relación espacial que existe entre un lineamiento geofísico y una falla subparalela observada en el campo, de posible edad pérmica superior, de rumbo N 60° O, asociada a la megatrayza Volcán Maipo-Bahía Blanca (Salvarredi, 2000). Esta falla subparalela se observa al norte del cerro Nevado, a lo largo de una línea que une las áreas Arroyo La Chilca-Zanjón El Buitre, Cerro San Pedro-La Sandía y Cerro El Peseño. Se observan también anomalías radimétricas de potasio sobre esta estructura en coincidencia con las mineralizaciones diseminadas y vetiformes asociadas a volcanitas y rocas hipabisales del Grupo Cochicó y la Formación Choique Mahuida.

En el borde sur de la Carta se destacan varias anomalías magnetométricas agrupadas, superpuestas a anomalías de potasio y a un lineamiento con dirección ONO, en coincidencia con mineralizaciones de fluorita, manganeso (minas del grupo Ethel), cobre y plomo (mina Don Sergio).

En 1998 la compañía AMD realizó un estudio geofísico de polarización inducida de gradiente (Gradient array IP) entre la mina Margarita y Aguas Calientes, un área de aproximadamente 9 km por 3 km, mayormente cubierta por basaltos, con un espaciado de 200 m entre líneas y 100 m entre estaciones (Davey, 1998). El estudio permitió delimitar dos zonas de elevada cargabilidad circundando y parcialmente coincidiendo con una zona de elevada resistividad. La forma elíptica de la anomalía total cubre un área aproximada de 6 km por 2 km y está mayormente por debajo del

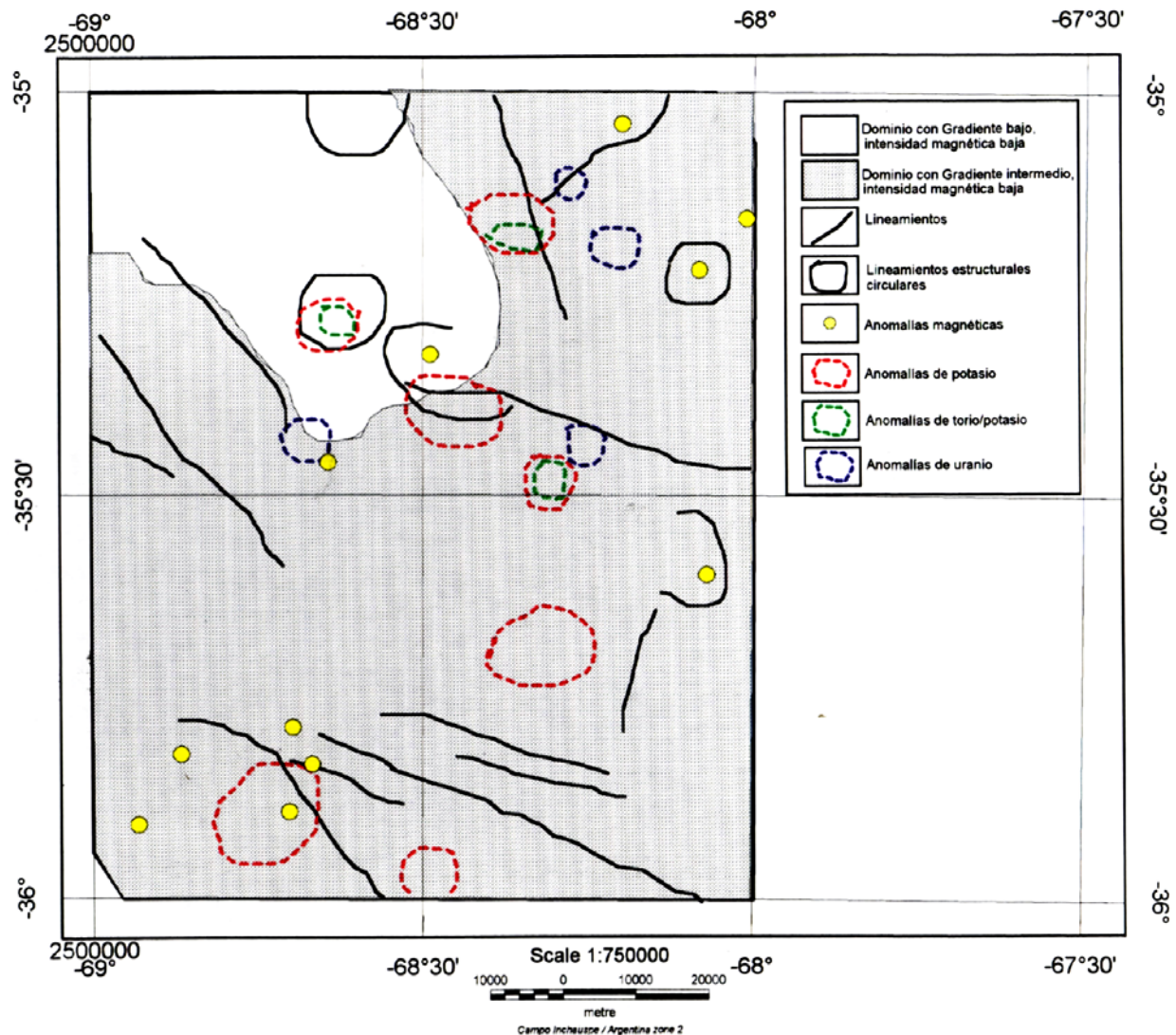


Figura 35. Interpretación geofísica aérea (Chernicoff y Vargas, 1999)

basalto. Esta anomalía fue confirmada por un estudio posterior de polarización inducida dipolo-dipolo (dipolo 200 m) realizado sobre la línea base de geofísica 10000 N, que definió dos grandes anomalías de cargabilidad, periféricas a una anomalía central de resistividad. La evaluación realizada por la compañía indica que la respuesta total de IP parece ser consistente con un intrusivo central, posiblemente silicificado, flanqueado por zonas de alteración de sulfuros.

Johanis (2003) llevó a cabo un análisis de la información geofísica de las áreas San Pedro y Las Chilcas. El área de estudio seleccionada comprende el extremo nordeste del cerro Lindero y alrededores. En el cerro Lindero aflora la Formación Choique Mahuida, de edad pérmica superior a triásica inferior, formado por volcanitas y rocas hipabisales de composición intermedia. Lo rodean al este y norte afloramientos del Grupo Cochicó, de edad pérmica

inferior, formado por volcanitas, rocas hipabisales y sedimentitas. El prospecto San Pedro se localiza en esta unidad. Más al este se extienden tobas y basaltos del Grupo Chapúa, del Plioceno superior a Pleistoceno inferior, con asomos del Grupo Cochicó en las proximidades del prospecto Las Chilcas.

Topográficamente el sector tiene una pendiente regional al NE, con cotas que van desde los 1.550 a los 1.100 m sobre el nivel del mar. El prospecto San Pedro se ubica sobre un pequeño filo aislado, de 100 m de altura relativa, con dimensiones de 2.000 m por 500 m y rumbo SE, en tanto que el prospecto Las Chilcas no muestra particularidades morfológicas.

A escala del Bloque de San Rafael, la señal magnética en el sector seleccionado es de alta frecuencia y amplitud, con numerosos máximos y mínimos del orden de los 250 nT, caracterizando un dominio de afloramientos volcánicos. No se advierte

una relación clara entre las unidades aflorantes y la intensidad del campo magnético a escala local, y no se detectan anomalías magnéticas en San Pedro ni Las Chilcas. Tras un drástico procesamiento de la información aeromagnética, se insinúa en San Pedro un alto magnético relativo, de unos 250 nT, con forma de franja de 500 m de ancho y Raz 10°; esta franja pasa por el centro del prospecto y estaría segmentada por sendas estructuras de Raz 55°.

En Las Chilcas, aún luego del procesamiento para realzar aspectos locales, sólo se insinúan dos lineamientos magnéticos que guardan cierta coherencia con el contorno de los afloramientos del Grupo Cochicó en el sector, y un muy ligero máximo magnético relativo.

La información gammaespectrométrica en el área caracteriza y discrimina muy bien los afloramientos de la Formación Choique Mahuida. Es variable, sin relación clara con las unidades mapeadas, en el resto del sector que incluye a los dos prospectos de interés. Esto se debe probablemente a la presencia de litologías diferenciadas dentro del sector analizado en los Grupos Cochicó y Chapúa.

Existe una muy fuerte tendencia regional en la intensidad total de radiación gamma, y en las ventanas de potasio, torio y uranio. En ella se combinan la pendiente topográfica regional hacia el NE y la situación geográfica de las formaciones aflorantes en un orden de intensidad de radiación gamma decreciente hacia el NE (Choique Mahuida > Cochicó > Chapúa). Esta tendencia impidió la observación directa de alguna característica radimétrica relevante en los prospectos de interés, y determinó la necesidad de un procesamiento drástico de la información.

Tras llevarla a cabo se observa en el sector San Pedro la existencia de un mínimo de torio y de baja concentración relativa de uranio. Esto podría indicar la presencia en el sector de rocas más básicas.

En el sector Las Chilcas se advierte, en primer lugar, una subdivisión del Grupo Chapúa. En general el grupo se caracteriza por bajos tenores de K, Th y U, excepto en un bloque situado al SE de la zona analizada, con vértice en Las Chilcas, con bordes definidos de Raz 50° y 140°, y altos contenidos de K, Th y U. Asimismo se insinúa un área anular de unos 6 km de diámetro, con altas concentraciones relativas de Th y U y un centro de 2 km de diámetro con mínimos de K, Th y U. El prospecto Las Chilcas se ubica aproximadamente en la intersección de la zona anular con el borde del sector diferenciado del Grupo Chapúa.

3.4.3. ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS

El estudio geoquímico del área de la Carta se basó por un lado en la toma e interpretación de muestras de superficie (Rosas y Centeno, 2000), y por otro lado en muestras de subsuelo de perforaciones con recuperación de polvo en los sectores de San Pedro y Mina Margarita-San Jorge (Anchoris) (Davey, 1998; Davey y Bussandri, 1999).

Los resultados de este último estudio ya fueron descritos en el apartado mineralización diseminada.

Con respecto al muestreo de superficie, el estudio comprende la interpretación cualitativa de los resultados analíticos de 173 muestras de sedimento de corriente distribuidas principalmente en el área con relieve positivo de la Carta.

La interpretación se presentó en mapas temáticos que muestran la distribución geográfica de los valores de cada elemento analizado. Esto permitió reconocer distintas **agrupaciones de elementos anómalos**, las que conforman asociaciones paragenéticas bastante típicas, concordantes con los distintos tipos de mineralización en el área.

Existen dos principales agrupaciones de elementos anómalos ubicadas, una en el área Ponón Trehue (Pb, Mo, Sb, As, K, Mn y Ca), y otra en el área comprendida por Arroyo La Chilca-Cerro San Pedro (Cu, Pb, Ag, Au, K, As, Mn y Sb), de aproximadamente 300 km², ambas coincidentes con los modelos de yacimientos 7a y 7e. La ausencia de sedimentos de corriente en el drenaje del sector suroeste de la Carta no permitió obtener información que pusiera en evidencia los depósitos de manganeso existentes en esta zona. Respecto de la conspicua mineralización de fluorita (modelo 14h), se aclara que las determinaciones multielemento sobre sedimento de corriente no incluyen flúor.

3.5. HISTORIA METALOGÉNICA

Los episodios que han condicionado y controlado la generación de la mayoría de los depósitos presentes en la Carta están vinculados al magmatismo gondwánico del Pérmico-Triásico inferior. En él podemos reconocer una primera sección, de edad pérmica inferior, caracterizada por el desarrollo de una secuencia volcánico-plutónica de arco en el borde pacífico, representada en el área de la Carta por las rocas del Grupo Cochicó cuyos afloramientos más extensos, de norte a sur, son los del tramo superior del río Seco de Los Leones, luego a ambos lados del río Seco de La Totorá y los del área de los cerros

Agua Caliente y Las Chilcas. Los restantes hacia el sur prácticamente no superan los 5 km de largo, siendo los más notables los del cerro del Agua Fría, Los Zainos, Tres Hermanos y de Las Yeguas, llegando al sur hasta los cerros de Huaca Co (Sepúlveda *et al.*, 1998). A esta actividad magmática de carácter calcoalcalino, se relacionan los depósitos tipo pórfiro de Cu-Mo (modelo 4b: San Pedro, Arroyo La Chilca-Zanjón El Buitre, Cerro Tres Hermanos) y las vetas polimetálicas de cobre, plomo, plata, cinc y molibdeno (modelo 7e: La Julia, San Pedro, Margarita, San Jorge, San Eduardo, Leonor, Juanita, etc.).

A comienzos del Pérmico superior, el régimen compresional se fue atenuando y comenzaron a prevalecer los esfuerzos de un régimen extensional que dieron lugar al desarrollo de una segunda sección, de edad pérmica superior-triásica inferior, con características alcalinas propias de un ambiente post-orogénico distensivo. Las rocas efusivas e hipabisales de composición fundamentalmente ácida que representan a este magmatismo pertenecen a la Formación Choique Mahuida, cuyos afloramientos principales se pueden observar en la parte centro norte de la Carta, desde el río Seco de Los Leones hasta el límite norte. Afloramientos de dimensiones más reducidas se observan entre Huaca Co y el cerro del Lindero (Sepúlveda *et al.*, 1998).

Este conjunto de rocas conforma el metalotecto litológico al cual se relacionan los depósitos de fluorita (modelo 14h: La Morocha, Buena Esperanza, La Susana, etc.) y manganeso (Piedras de Fuego, Lomas Moras, La Negrita y Patricia Mónica) de distribución regional y las vetas polimetálicas del Distrito Borbarán (Don Sergio, Borbarán, Las Minas).

Como consecuencia del régimen extensional, se originó en el Pérmico superior-Triásico inferior una megatrazza (Salvarredi, 2000) de rumbo ONO, de 800 m de ancho, que presenta su mejor exposición en el cañón del Atuel, en las inmediaciones de la Central Hidroeléctrica Nihuil 2, con estructuras principales paralelas y verticales, acompañadas por subsidiarias de orientación e inclinación diversas. Una de las estructuras asociada a esta megatrazza, corroborada por geofísica aérea, tiene rumbo N 60° O y un ancho de 100-150 m, y a lo largo de ella se encuentran emplazadas las zonas de alteración y mineralización de La Chilca-Zanjón El Buitre y las mineralizaciones de las áreas San Jorge-Mina Margarita (Anchoris), San Pedro-La Sandía y Cerro El Peseño. La expresión más conspicua de esta estructura subparalela constituye el metalotecto es-

tructural (megatrazza regional Pérmico superior-Triásico inferior), y se observa en el arroyo La Totorá, en el sector de la mina San Jorge, donde se puede apreciar una intensa alteración hidrotermal y venillas de minerales oxidados de cobre (malachita y azurita)

Una vez finalizado el proceso de tectónica distensiva (Salvarredi, 2000), el área fue sometida a erosión en un ambiente subtropical que permitió la meteorización química. A fines del Triásico inferior se verifican procesos de depositación de sedimentos, bajo las mismas condiciones climáticas, con fuerte caolinización de las ignimbritas y laterización de los basaltos contemporáneos. Este proceso habría producido la lixiviación del vanadio de las rocas portadoras y su transporte en solución, con posterior precipitación en el ambiente reductor de las vetas de sulfuros polimetálicas dando lugar a la formación de depósitos residuales (modelo 13j: El Peseño).

En el Mioceno-Plioceno, en presencia de una fase compresiva, se produce una intensa actividad volcánica de retroarco que da lugar al emplazamiento de cuerpos subvolcánicos y brechas de conducto, de composición esencialmente andesítico-dacítica (Formación Cortaderas, Holmberg, 1973) que en la Carta afloran constituyendo los edificios volcánicos de los cerros Nevado, Plateado, Pelado, Puntudo y Chorreado. A estas rocas se asocian procesos de silicificación, *boxworks* de sulfuros (Delpino y Bermúdez, 1985) y en algunos sectores argilización con una fina disseminación de pirita y calcopirita (Dalponte, 1975). En el cerro Nevado se observa alteración hidrotermal de tipo argílica, propilítica y en menor grado sericítica, afectando a las andesitas y dacitas que conforman el núcleo del cerro, acompañada de pirita (Dias, 1978a).

4. CONCLUSIONES

En el área de la Carta Minero-Metalogenética Embalse El Nihuil la mineralización se relaciona con ambientes de arco volcánico formados sobre corteza continental (Pérmico inferior), con magmatismo post-orogénico de edad pérmica superior-triásica inferior, y con magmatismo de retroarco de edad miocena superior, cada uno de los cuales define una faja metalogenética según ha sido establecido en este trabajo:

- **POS-AMP** (postacrecional-arco magmático Pérmico inferior)

- **POS-PCPT** (postacrecional-post-colisional Pérmico-Triásico)
- **POS-AMTN** (postacrecional-arco magmático Neógeno).

El emplazamiento de las mineralizaciones en el ámbito de las fajas metalogenéticas ha sido condicionado por factores litológicos y estructurales, lo que llevó a la determinación de los siguientes metalotectos:

Metalotectos litológicos:

- Dacitas y andesitas de arco magmático (Pérmico inferior). Grupo Cochicó. Depósitos vetiformes de Pb-Zn-Cu-Ag-Mo y diseminados de Cu-Mo.
- Riolitas del magmatismo post-orogénico (Pérmico superior-Triásico inferior). Formación Choique Mahuida. Depósitos vetiformes de fluorita-manganeso y vetiformes de Pb-Zn-Cu-Mo.
- Cuerpos subvolcánicos y brechas del volcanismo de retroarco (Mioceno). Formación Cortaderas. Depósitos diseminados de Cu.

Metalotecto estructural:

- Megatrazza regional, Pérmico superior-Triásico inferior.

Sobre la base a los estudios llevados a cabo en el área de la Carta, se puede señalar la existencia de los siguientes sectores donde se combinan características favorables a los fines de la exploración minera (fig. 36).

a. Sector San Pedro-San Jorge

Se presenta como el de mayor potencialidad minera. La zona de interés abarca un área de aproximadamente 6 km de longitud, entre el puesto La Sandía al oeste y las minas Margarita-San Jorge al este-sureste.

Entre los principales elementos positivos que concurren en este sector se consideran:

- desarrollo de un sistema mineral conformado por un sector central con alteración hidrotermal y mineralización diseminada de Cu-Mo, al que se encuentra relacionada, en posición periférica, una

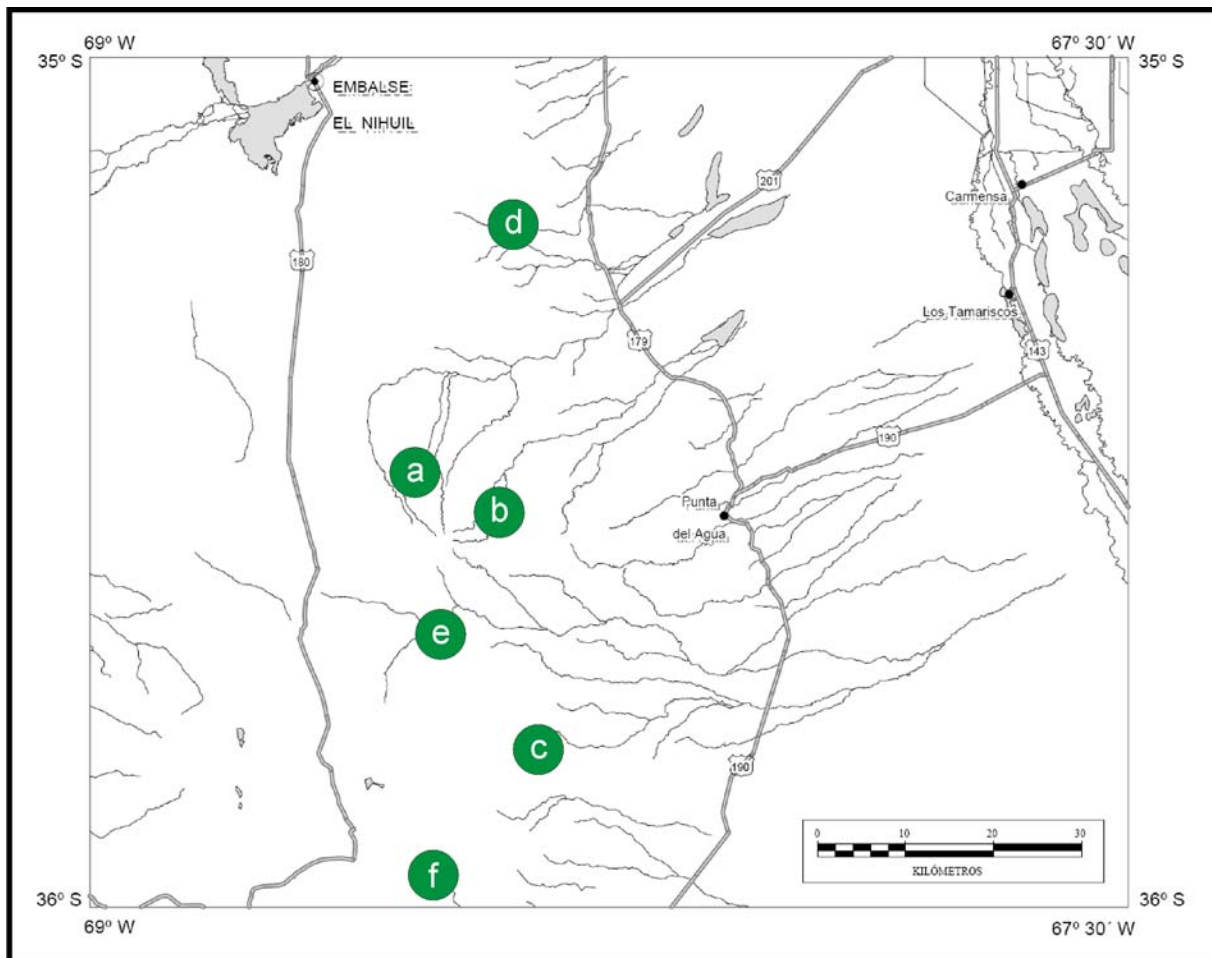


Figura 36. Áreas de interés en el ámbito de la Carta Embalse El Nihuil. a: San Jorge; b: La Chilca-Zanjón El Buitre; c: Cerro Tres Hermanos; d: Ponón Trehue; e: Cerro Plateado; f: grupos Ethel y Santa Cruz.

mineralización vetiforme de Cu-Pb-Ag-Zn-(Mo) que fuera objeto de antiguas explotaciones mineras.

- metalotecto favorable representado por volcanitas e hipabisales de arco magmático, pertenecientes al Grupo Cochicó (Pérmico inferior), al que se encuentra relacionado el mencionado sistema mineral.
- anomalías geoquímicas de superficie, definidas por la agrupación de los elementos Cu, Pb, Ag, Au, K, As, Mn y Sb en muestras de sedimentos de corriente (Ferpozzi *et al.*, 2000).
- anomalías geoquímicas de subsuelo definidas para los elementos Cu, Au-(Mo) en muestras de perforaciones realizadas por Río Tinto Zinc y Billiton (Gigola, 2002). La mineralización primaria de cobre alcanza promedios de 0,3%, con valores de hasta 0,57% en zona de cementación, dentro de alteración potásica.
- anomalías geofísicas del relevamiento aéreo (Chernicoff y Vargas, 1999) consistentes en lineamientos rectilíneos y estructurales circulares. Estos rasgos se corresponden con la falla subparalela, asociada a la megatrazza Volcán Maipo-Bahía Blanca (Salvarredi, 2000), de rumbo N 60° O, que se observa al norte del cerro Nevado a lo largo de la línea que une las áreas Arroyo La Chilca-Zanjón El Buitre, Anchoris, Cerro San Pedro y Cerro El Peseño. Asimismo, anomalías radimétricas de potasio y de torio/potasio sobre esta estructura en coincidencia con las mineralizaciones diseminadas y vetiformes asociadas a volcanitas e hipabisales del Grupo Cochicó y la Formación Choique Mahuida.
- anomalías geofísicas del estudio terrestre de polarización inducida de gradiente (Gradient Array IP) delimitando un área elipsoidal de 6 km x 2 km por debajo del basalto entre la mina Margarita y Aguas Calientes (Collins, 1998; Davey, 1998). La anomalía, representada por dos zonas de elevada cargabilidad circundando una zona de elevada resistividad, fue confirmada luego por otro estudio de polarización inducida dipolo-dipolo (dipolo 200 m) sobre la línea base de geofísica 10000 N, que definió dos grandes anomalías de cargabilidad, periféricas a una anomalía central de resistividad. La evaluación realizada por la compañía indica que la respuesta total de IP parece ser consistente con un intrusivo cen-

tral, posiblemente silicificado, flanqueado por zonas de alteración de sulfuros.

- alteración hidrotermal en superficie, representada por núcleos de alteración potásica (feldespato alcalino y en menor proporción biotita) rodeados de áreas con sericitización y silicificación, a las que a su vez se superpone alteración carbonática (Rubinstein *et al.*, 2001).
- alteración hidrotermal en subsuelo, definida por perforaciones, con desarrollo de alteración potásica (feldespato potásico, sílice, yeso e intercalaciones de abundante cuarzo), alteración fílica (cuarzo-sericita-pirita), y alteración propilítica (cuarzo+clorita+calcita+pirita+ magnetita) (Davey y Bussandri, 1999).

b. Sector La Chilca – Zanjón El Buitre

En conjunto el sector presenta características compatibles con un sistema tipo pórfiro de Cu-Mo, con mineralización diseminada central y vetiforme periférica y con alteración hidrotermal, prácticamente cubierto por coladas de basalto. Sus características principales son:

- metalotecto favorable representado por pórfiro cuarzo-feldespático, Grupo Cochicó.
- anomalías geoquímicas de Cu, Pb, Sn, Mo y W (Ag), en muestras de superficie.
- anomalías geofísicas de potasio y torio/potasio en sedimentitas de la Formación El Imperial (Carbonífero) e hipabisales del Grupo Cochicó (Pérmico inferior).
- intensa alteración hidrotermal afectando la secuencia volcánico-piroclástica gondwánica, principalmente de tipo fílica a la que se asocia una fina diseminación de pirita y subordinadamente y afectando a un pórfiro fenoandesítico, presencia de alteración potásica.
- vetas polimetálicas periféricas de Cu-Pb-Zn-Ag.

c. Sector Cerro Tres Hermanos

Muestra características vinculables con un sistema tipo pórfiro de Cu-Mo emplazado en las cuarcitas carboníferas controlado por una estructura de cizalla regional. Sus características principales son:

- metalotecto favorable representado por pórfiro riolítico, Grupo Cochicó.
- presencia de alteración potásica en el pórfiro.
- intensa alteración hidrotermal (sericita-cuarzo) con pirita asociada afectando la caja sedimentaria.
- sistema de vetas periféricas de Pb-Zn.

d. Sector Ponón Trehue

Otra región de interés minero, aunque con menor cantidad de elementos, se ubica inmediatamente al oeste del cerro Ponón Trehue. El área presenta anomalías geoquímicas sobre una superficie aproximada de 5 km en sentido noroeste-sureste por 3 km en sentido perpendicular. La geoquímica de superficie muestra allí una importante agrupación de anomalías en varios elementos (Pb, Mo, Sb, As, K, Mn y Ca). También existen anomalías de geofísica aérea con datos radimétricos indicando altos contenidos de potasio y torio/potasio en rocas ácidas y mesosilícicas del Grupo Cochicó y determinación de rasgos estructurales circulares y lineales.

e. Sector Cerro Plateado

Es de interés para la prospección minera, ya que presenta elementos favorables como alteración hidrotermal y mineralización diseminada, asociadas a un metalotecto de edad miocena constituido por cuerpos subvolcánicos y brechas de conducto de composición andesítica.

f. Otros

Respecto a las áreas con mineralizaciones de manganeso (y fluorita), el carácter de provincia metálica de la región les otorgaría importancia prospectiva a estos elementos bajo condiciones de mercado favorables. En la Carta Minero-Metalogenética Embalse El Nihuil se encuentran varias minas de manganeso (y fluorita), correspondientes a los grupos mineros Ethel y Santa Cruz, sobre las cuales se destacan anomalías magnetométricas agrupadas, anomalías de potasio y un lineamiento con dirección ONO en el borde sur, en coincidencia con la mineralización de Cu y Pb del distrito minero Borbarán (Las Minas, Don Sergio, Borbarán).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración prestada por Bruce Winfield, Presidente y CEO de Portal Resources Ltd., al facilitar información de superficie y subsuelo referida a los proyectos Anchoris y San Pedro; a Rubén Davicino y Cayetano Fusari por sus gestiones para lograr la mencionada información.

5. FICHAS – MINA

N°	Distrito	Nombre	Ubicación		Modelo	Edad	Morfología	Mineralogía	Alteración	Roca huésped			Datos económicos	
			Latitud	Longitud						Unidad	Litología	Edad	Reservas	Leyes
COBRE-MOLIBDENO-PLOMO-CINC-PLATA														
39	Cerro Borbarán	Borbarán	35°55'45"	68°33'03"	7e	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Oxcl, Lim	Serz, Cliz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro granítico	Pérmico superior Triásico inferior		
43	Cerro Borbarán	Don Sergio	35°58'51"	68°30'24"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Cp, Ga, Sph, Py, Ml	Propz	Formación Choique Mahuida	Riolita	Pérmico superior Triásico inferior		
27	Cerro Tres Hermanos	Lalo	35°41'38"	68°17'34"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ml, Hem, Lim	Arz, Propz	Grupo Cochicó	Pórfiro	Pérmico inferior		
26	Cerro Tres Hermanos	Socavón Cerro Tres Hermanos	35°43'22"	68°18'54"	7e	Pérmico inferior	Diseminada	Ga, Oxfe, Hem, Q	Blz, Propz	Grupo Cochicó	Riolita	Pérmico inferior		
24	La Chilca	A° Agua del Guanaco	35°26'08"	68°19'22"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Py, Ga, Lim, Ml, Fl		Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
4	Río Seco de los Leones	Josefina	35°11'35"	68°18'10"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ml, Mo		Formación Lindero	Areniscas, lutitas, etc.	Ordovicio medio		
14	San Pedro	Abad	35°22'00"	68°24'41"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ml, Py, Lim, Q		Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
10	San Pedro	Anita	35°22'10"	68°25'05"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ml, Py, Cp, Lim, Hem, Q, Ca		Grupo Cochicó	Pórfiro diorítico	Pérmico inferior		
18	San Pedro	Carmen (La Salvadora)	35°20'50"	68°23'25"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ga, Ag	Qserz	Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
15	San Pedro	Cruz del Sur	35°21'27"	68°24'15"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ml, Py, Lim, Q		Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
9	San Pedro	Don Paco	35°22'16"	68°25'14"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ml, Py, Cp, Lim, Hem, Q, Ca		Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
12	San Pedro	Flor de Lis	35°21'37"	68°25'00"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Py, Cp, Ml, Lim, con Ga y Sph en Q, Ca		Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		

N°	Distrito	Nombre	Ubicación		Modelo	Edad	Morfología	Mineralogía	Alteración	Roca huésped			Datos económicos	
			Latitud	Longitud						Unidad	Litología	Edad	Reservas	Leyes
COBRE-MOLIBDENO-PLOMO-CINC-PLATA														
6	San Pedro	Hortensia	35°22'30"	68°26'30"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Py, Cp, Lim, Mi, Mo, Ga, Sph, Q, Ca		Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
17	San Pedro	Juanita	35°21'50"	68°23'45"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ga	Carbz, Serz, Silz	Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
7	San Pedro	La Julia	35°21'54"	68°26'00"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Mi, Py, Cp, Lim, Hem, Q, Bo, Ga, Mo	Qserz, Arcz	Grupo Cochicó	Diorita	Pérmico inferior		
20	San Pedro	La Lilliana	35°21'04"	68°23'10"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Az, Ca, Mi, Oxmn, Ag		Grupo Cochicó	Pórfiro diorítico	Pérmico inferior		
21	San Pedro	Leonor	35°21'30"	68°22'20"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Mi, Hem, Py	Serz, Arcz	Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
16	San Pedro	Ramón	35°22'25"	68°23'55"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Cp, Py, Mi, Lim, Ga, Sph en Q, Ca		Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
22	San Pedro	San Eduardo	35°20'00"	68°20'00"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ga, Ag, Ar, Oxmn, Oxfe	Qserz, Arcz	Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
19	San Pedro	San Jorge (La Margarita)	35°23'00"	68°23'35"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Sph, Cp, Az, Mi, Hem, Ca, Gyp, Py, Lim, Oxfe, Ga	Carb, Qserz, Arcz	Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
11	San Pedro	San Pedro	35°21'42"	68°25'01"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ga, Sph, Cp, Py, Q, Gyp, Lim, otros	Kz, Propz	Grupo Cochicó	Pórfiro diorítico	Pérmico inferior		
13	San Pedro	Santo Tomás	35°21'47"	68°24'49"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Py, Cp, Mi, Lim, con Ga y Sph en Q, Ca	Serz, Propz	Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		
8	San Pedro	Valverde	35°21'15"	68°25'15"	7e	Pérmico inferior	Vetiforme	Ga, Ag, Py, Cp		Grupo Cochicó	Andesita	Pérmico inferior		

N°	Distrito	Nombre	Ubicación		Modelo	Edad	Morfología	Mineralogía	Alteración	Roca huésped			Datos económicos	
			Latitud	Longitud						Unidad	Litología	Edad	Reservas	Leyes
FLUORITA-MANGANESO														
38	Agua Escondida	La Susana	35°57'35"	68°33'31"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Oxmn, Oxfe, Ba, Q, Ca, Gyp, Lim	Serz, Propz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro riolítico	Pérmico superior Triásico inferior		
40	Cerro Borbarán	La Catita	35°58'12"	68°29'57"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Oxmn, Oxfe, Ba, Q, Ca, Gyp, Lim	Silz, Serz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro granodiorítico	Pérmico superior Triásico inferior		
34	Cerro Borbarán	Las Minas	35°50'36"	68°34'37"	14h	Pérmico inferior	Vetiforme	Oxmn, Hem, Ml	Serz	Formación El Imperial	Cuarcitas	Carbonífero superior Pérmico inferior		
42	El Nevado	María Angélica	35°58'18"	68°23'44"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Oxmn, Oxfe, Ba, Q, Ca, Gyp, Lim	Silz, Serz	Formación Choique Mahuida	Riolita	Pérmico superior Triásico inferior		
25	El Nevado	Pto. El Barcino	35°26'18"	68°19'21"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Oxfe		Formación Choique Mahuida	Roca oxidada	Pérmico superior Triásico inferior		
31	El Nevado	Pto. Ranquico	35°47'29"	68°23'00"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Oxmn, Hem		Formación Choique Mahuida	Pórfiro riolítico y granodiorítico	Pérmico superior Triásico inferior		
2	El Nihuil	La Morocha	35°00'51"	68°39'10"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Ca		Formación Choique Mahuida	Tobas cristalinas riolíticas	Pérmico superior Triásico inferior		
1	El Nihuil	Santa Rosa	35°01'25"	68°39'50"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Ca		Formación Choique Mahuida	Tobas cristalinas riolíticas	Pérmico superior Triásico inferior		
29	India Muerta	Lidia	35°46'04"	68°26'49"	7a	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Oxmn, Fl	Kz, Silz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro granítico	Pérmico superior Triásico inferior		
30	India Muerta	Sofía Raquel	35°45'45"	68°26'37"	7a	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Oxmn, Fl		Formación El Imperial	Cuarcitas	Carbonífero superior Pérmico inferior		

N°	Distrito	Nombre	Ubicación		Modelo	Edad	Morfología	Mineralogía	Alteración	Roca huésped			Datos económicos	
			Latitud	Longitud						Unidad	Litología	Edad	Reservas	Leyes
FLUORITA-MANGANESO														
23	La Chilca	C° Agua del Guanaco	35°26'18"	68°19'30"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Hem		Formación Choique Mahuida	Tobas riolíticas	Pérmico superior Triásico inferior		
28	Lomas Moras	Buena Esperanza	35°48'46"	68°43'24"	7a	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Pírol, Oxfe	Siliz, Arcz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro riolítico y granodiorítico	Pérmico superior Triásico inferior	Veta norte: 5.239,3 t reservas "económicas";	77,69% promedio de CaF2
32	Puesto del Picaso	Lomas Moras	35°50'08"	68°47'02"	7a	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Psi, Pírol	Arcz, Serz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro riolítico y granodiorítico	Pérmico superior Triásico inferior		
33	Puesto La Suiza	La Ventana	35°52'22"	68°43'02"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Pírol, Psi, Oxfe	Siliz, Arcz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro riolítico	Pérmico superior Triásico inferior		
36	Puesto Los Corrales	La Negrita	35°59'41"	68°53'41"	7a	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Psi, Pírol, Lim	Siliz, Arcz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro riolítico	Pérmico superior Triásico inferior		
37	Puesto Los Corrales	Patricia Mónica	35°59'08"	68°49'17"	7a	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Psi, Pírol	Serz, Arcz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro riolítico	Pérmico superior Triásico inferior		
35	Puesto Los Corrales	Piedras de Fuego	35°59'12"	68°54'28"	7a	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Psi, Pírol, Cup, Crip, otros	Siliz, Arcz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro riolítico	Pérmico superior Triásico inferior		
41	Puesto Los Corrales	Virginia	35°58'36"	68°29'44"	14h	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Fl, Oxmn, Oxfe, Ba, Q, Ca, Gyp, Lim	Propz, Serz, Arcz	Formación Choique Mahuida	Pórfiro granodiorítico	Pérmico superior Triásico inferior		
3	Río Seco de los Leones	La Jacinta	35°12'14"	68°19'09"	7a	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Psi	Serz, Silz, Arcz	Formación Choique Mahuida	Brecha riolítica	Pérmico superior Triásico inferior		
VANADIO														
5	Cerro El Peseño	El Peseño	35°19'39"	68°34'55"	13i	Pérmico superior Triásico inferior	Vetiforme	Van con Des, Cp, Ga, Q	Serz, Silz	Formación El Imperial	Arenisca cuarcítica	Carbonífero superior Pérmico inferior		

Abreviaturas: Ag, plata - As, arsénico - Az, azurita - Ba, baritina - Bo, bornita - Ca, calcita - Cp, calcopirita - Crip, criptomelano - Cup, cuprita - Des, descloizita - Fl, fluorita - Ga, galena - Gyp, yeso - Hem, hematita - Lim, limonitas - Ml, malaquita - Mo, molibdenita - Oxfe, óxidos de hierro - Oxmn, óxidos de manganeso - Pírol, pirrolusita - Psi, psilomelano - Py, pirita - Q, cuarzo - Sph, esfalerita - Van, vanadinita

Alteraciones: Arcz: arcillosa, Bioz: biotítica, Carbz: carbonática, Cirz: clorítica, Kz: potásica, Propz: propilítica, Oserz: filica, Serz: sericitica, Silz: silicea

6. BIBLIOGRAFÍA

- Angelelli, V., 1950. Recursos minerales de la República Argentina, Yacimientos Metalíferos. Tomo II, Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia», 543 páginas. Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1984. Yacimientos metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. 704 páginas. La Plata.
- Angelelli, V., Fernández Lima, J., Herrera, A. y Aristarain, L., 1970. Descripción del Mapa Metalogenético de la República Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería, Anales XV. Buenos Aires.
- Angelelli, V., Schalamuk, I. y Fernández, R., 1980. Los yacimientos de minerales metalíferos y rocas de aplicación de la región centro-cuyo. Secretaría de Estado de Minería. Anales 19. 261 páginas. Buenos Aires.
- Ardolino, A., 1973. Contribución a la geología (en particular vulcanismo neopaleozoico), de la zona comprendida entre los paralelos 35° 09' a 35° 15' Latitud Sur y meridianos 68° 14' y 68° 30' Longitud Oeste de Greenwich. Departamento San Rafael. Provincia de Mendoza. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Trabajo Final de Licenciatura. Inédito. Buenos Aires.
- Arizmendi, A., Brodtkorb, M. K. de y Bernhardt, H. J., 1996. Paragénesis mineral de Mina Angela, Gastre, provincia de Chubut. 2° Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Actas, 1: 1-7.
- Aspilcueta, J., 1962. Visita a yacimientos de manganeso y fluorita Dirección Nacional de Geología y Minería. Carpeta 38. 20 páginas. Inédito. Mendoza.
- Beane, R. y Titley, S., 1981. Porphyry copper deposits, Part II. Economic Geology 75th Anniversary Volume (1905-1980).
- Bermúdez, A., 1988. Geología y Petrología de las formaciones ígneas cenozoicas del Volcán Nevado y áreas adyacentes. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales, Tesis Doctoral. Inédito. La Plata.
- Bermúdez, A., 1991. Sierra del Nevado. El límite oriental del arco volcánico del Neógeno entre los 35°30' y 36° LS. Argentina. 6° Congreso Geológico Chileno. Actas, 1: 318-322. Santiago.
- Bermúdez, A. y Delpino, D., 1987. La provincia basáltica andino-cuyana (35-37 L.S.) Argentina. Simposio Internacional sobre Vulcanismo Andino. 10° Congreso Geológico Argentino. Actas, 4: 243-245. Tucumán.
- Bermúdez, A. y Delpino, D., 1990. La provincia basáltica andino cuyana. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 44 (1-4): 35-55. Buenos Aires.
- Bermúdez, A., Delpino, D., Frey, F. y Saal, A., 1993. Los Basaltos de Retroarco Extraandinos. En: Geología y Recursos Naturales de Mendoza (Ed. V. A. Ramos). 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Relatorio, 1 (13): 161-172. Mendoza.
- Bodenbender, G., 1891. Apuntes sobre rocas eruptivas de la pendiente oriental de los Andes, entre río Diamante y río Negro. Revista Argentina de Historia Natural. I: 177-202. Buenos Aires.
- Bordonaro, O., Keller, M. y Lehnert, O., 1996. El Ordovícico de Ponón Trehue en la Provincia de Mendoza (Argentina): Redefiniciones Estratigráficas. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas, 1: 541 – 550. Buenos Aires.
- Brodtkorb, A., 1999. Distrito de manganeso Agua Escondida. Mendoza. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1731-1736. Buenos Aires.
- Buenanueva, J., 1955. Geología grupo Ethel – Génesis del manganeso de Agua Escondida. Dirección General de Fabricaciones Militares. Carpeta D1/19. 9 páginas. Inédito. Mendoza.
- Burckhardt, C., 1900. Profils géologiques transversaux de la Cordillère Argentino-Chilienne. Museo de La Plata. Anales, Sección Geología y Mineralogía, 2: 1-136. La Plata.
- Carpio, F., Mallimacci, H., Rubinstein, N., Salvarredi, J., Sepúlveda, E., Fusari, C., Centeno, R., Rosas, M. y Vargas, D., 2001. Metalogenia del Bloque de San Rafael, Mendoza. Serie Contribuciones Técnicas. Recursos Minerales N° 20. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Buenos Aires.
- Catalano, L. R., 1942. Excursión al asiento minero «El Nevado» (Mendoza)., Dirección General de Fabricaciones Militares. Servicio Nacional de Geología y Minería. Informe 44. Inédito. Buenos Aires.
- Chabert, M., 1976. Costa del Nevado. Dirección General de Fabricaciones Militares. 4 páginas. Inédito. Buenos Aires.
- Chernicoff, C. y Vargas, D., 1999. «Levantamiento geofísico aéreo (magnetometría y espectrometría de rayos gamma) del Bloque San Rafael, provincias de Mendoza y La Pampa, República Argentina». Presentación de Datos. Serie Contribuciones Técnicas. Geofísica. Ban-

- co de Datos N° 3. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Buenos Aires.
- Collins, S., 1998. Anchoris Prospect Argentina. Interpretation of Ground Induced Polarisation Survey Data. Inédito. Mendoza.
- Criado Roque, P., 1972. Bloque de San Rafael. En: Geología Regional Argentina (Ed. A. Leanza). Academia Nacional de Ciencias. I: 283 –295. Córdoba.
- Criado Roque, P., 1979. Subcuenca de Alvear. En: Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. (Ed. J. C. M. Turner). Academia Nacional de Ciencias. I: 811-836, Córdoba.
- Criado Roque, P. e Ibáñez, G., 1979. Provincia sanrafaelino-pampeana. En: Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. (Ed. J. C. M. Turner). Academia Nacional de Ciencias. I: 837-839. Córdoba.
- Dalponte, D., 1975. Informe final del Mosaico 4A. Plan Mendoza. Delegación Regional Mendoza. Inédito. Mendoza.
- Davey, S., 1998. «Anchoris Project – Mendoza, Argentina – Summary Data Compilation». Informe interno 083. Inédito. Mendoza.
- Davey, S. y Bussandri, D. J., 1999. «An Appraisal of the Anchoris Project of Argentina Mineral Development SA, Provincia de Mendoza, Argentina». Informe interno 093. Inédito. Mendoza.
- Delpino, D. H., 1987. Erupciones basálticas a través de fracturas en el retroarco andino (35° - 36° L.S.), Mendoza, Argentina. Simposio Internacional sobre Vulcanismo Andino. 10° Congreso Geológico Argentino. Actas 4: 233-237. Tucumán.
- Delpino, D. H., 1988. Informe preliminar de la Hoja 29c, Laguna Llancañelo, Provincia de Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito. Buenos Aires.
- Delpino, D., 1997. Geología regional y petrología del Complejo Los Corrales, Paleozoico superior-Triásico, provincia de Mendoza. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Inédito. La Plata.
- Delpino, D. H. y Bermúdez, A., 1985. Volcán Plateado. Vulcanismo andesítico de retroarco en el sector extrandino de la Provincia de Mendoza, 35° 42' Lat. Sur. Argentina. 4° Congreso Geológico Chileno. Actas, 3: 108-119. Antofagasta.
- Delpino, D., Pezzutti, N., Godeas, M., Donnari, E., Carullo, M. y Núñez, E., 1993. Un cobre porfírico paleozoico superior en el centro volcánico San Pedro, Distrito Minero El Nevado, Provincia de Mendoza, Argentina. Comptes Rendus. XII ICC-P, I: 477-490, Buenos Aires.
- Dessanti, R. N., 1956. Descripción geológica de la Hoja 27c, Cerro Diamante (Provincia de Mendoza). Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 85. 79 páginas. Buenos Aires.
- Dias, H., 1978a. Área de Interés N° 3 Cerro Nevado. Plan Mendoza de Investigación Geológico-Minera. Secretaría de Minería de la Nación. 6 páginas. Inédito. Mendoza.
- Dias, H., 1978b. Área de Interés N° 4 El Peseño (sector norte). Plan Mendoza de Investigación Geológico-Minera. Secretaría de Minería de la Nación. 13 páginas. Inédito. Mendoza.
- Dias, H., 1979. Área de interés N° 6, Cerro Tres Hermanos. Informe final sobre la prospección de superficie. Plan Mendoza. Servicio Geológico Minero Argentino. 15 páginas. Inédito. Mendoza.
- Dong, G., Morrison, G. y Jaireth, S., 1995. Quartz textures in Epithermal Veins, Queensland-Classification, Origin, and Implication. Economic Geology. 90:1841-1856.
- Fernández, J., Gauna, J. y Marconi, C., 1978. 1° y 2° etapa de exploración. Definición de Áreas de Interés. Secretaría de Estado y Minería de la Nación. Plan Mendoza de Investigación Geológico-Minera. 113 páginas. Inédito. Mendoza.
- Ferpozzi, L., Turel, A., Centeno, R., Rosas, M., Jara, A., Siehankiewicz, D. y Vargas, D., 2000. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sedimentos de corriente. Hoja 3569-IV, Embalse El Nihuil. Mendoza. República Argentina. Serie Contribuciones Técnicas. Geoquímica N° 26. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1946. Sistemas orográficos de la Argentina. Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. GAEA 4: 1-542, Buenos Aires.
- García, H., 1965. Informe sobre las minas Santa Cruz (manganeso), Liana, Elsiren y Potosí, La Esperanza, Magdalena, Irma y Mirú. Distrito Minero La Escondida, provincia de Mendoza. Instituto Nacional de Geología y Minería. Carpeta 1034. Inédito. Buenos Aires.
- Gigola, S., 2002. «Proyecto San Pedro – Informe Final». Río Tinto Mining Exploration, Base Mendoza. Inédito. Mendoza.
- González Díaz, E. F., 1972. Descripción Geológica de la Hoja 27d, San Rafael, Provincia de Mendoza. Servicio Nacional Minero Geológico. Boletín 132. 127 páginas. Buenos Aires.
- González Díaz, E. F., 1981. Nuevos argumentos a favor del desdoblamiento de la denominada «Serie de la Horqueta» del Bloque de San Rafael,

- Provincia de Mendoza. 8° Congreso Geológico Argentino. Actas, 1: 341-354. Bahía Blanca.
- Groeber, P., 1939. Mapa geológico de Mendoza. 2° Reunión Ciencias Naturales (Mendoza). *Physis XIV* (46): 171-220. Buenos Aires.
- Holmberg, E., 1948. Geología del cerro Bola. Contribución al conocimiento de la tectónica de la Sierra Pintada. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 3 (4): 313-361.
- Holmberg, E., 1973. Descripción Geológica de la Hoja 29d, Cerro Nevado, Provincia de Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 144. 71 páginas. Buenos Aires.
- Japas, M. S. y Kleiman, L. E., 2004. El ciclo Choiyoi en el bloque San Rafael (Mendoza): de la orogénesis tardía a la relajación mecánica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina. Serie D, Publicación Especial*. 7: 89-100.
- Johanis, P., 2003. Informe geofísico San Pedro-Las Chilcas. Servicio Geológico Minero Argentino. 2 páginas. Inédito. Buenos Aires.
- Kleiman, L. E., 1993. El volcanismo permo-triásico y triásico del Bloque de San Rafael (provincia de Mendoza): su potencial uranífero. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. 5: 284-293. Mendoza.
- Kleiman, L. E., 1999. Mineralogía y petrología del volcanismo permo-triásico y triásico del Bloque de San Rafael en el área de Sierra Pintada, provincia de Mendoza, y su relación con las mineralizaciones de uranio. Memoria de Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. 286 páginas. Inédito. Buenos Aires.
- Kleiman, L. E. y Salvarredi, J. A., 2001. Petrología, geoquímica e implicancias tectónicas del volcanismo triásico (Formación Puesto Viejo), Bloque San Rafael, Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 56: 559-570.
- Korzeniewski, I., 2003a. Análisis de inclusiones fluidas. Área San Pedro. Carta Minero-Metalogenética Embalse El Nihuil-3569 (IV). Inédito. Buenos Aires.
- Korzeniewski, I., 2003b. Análisis de inclusiones fluidas-muestras de superficie. Carta Minero-Metalogenética Embalse El Nihuil-3569 (IV) Inédito. Buenos Aires.
- Korzeniewski, I. y Rubinstein, N., 2005. Estudio de inclusiones de la veta La Julia, Cerro San Pedro, provincia de Mendoza. 8° Congreso de Geología Económica. Actas, 1: 171-174.
- Lavandaio, E., 1979. Área de interés N° 1, Arroyo La Chilca, informe final. Provincia de Mendoza. Plan de Prospección Geológico-Minera. Secretaría de Minería de la Nación. 60 páginas. Inédito. Mendoza.
- Lavandaio, E. y Borelli, E., 1973. Manganeso de Mendoza. Primera Etapa. Servicio Nacional Minero Geológico-Distrito Cuyo. Secretaría de Minería de la Nación. 56 páginas. Inédito. Mendoza.
- Linares, E., Llambías, E. J. y Latorre, C. O., 1978. Geología y geocronología de las rocas eruptivas de la provincia de La Pampa, República Argentina. 7° Congreso Geológico Argentino. Actas, I: 796-808. Neuquén.
- Llambías, E. J., Kleiman, L. E. y Salvarredi, J. A., 1993. El magmatismo Gondwánico. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. *Geología y Recursos Naturales de Mendoza* (Ed. V. A. Ramos). Relatorio, 1 (6): 53-64. Mendoza.
- Madrid, J., 1989. Evaluación de las reservas de los principales yacimientos de fluorita de la provincia de Mendoza (etapa I). Dirección General de Minería de Mendoza. 73 páginas. Inédito. Mendoza.
- Malvicini, L. y Delpino, D., 1989. Metalogénesis de los complejos riolíticos de la provincia geológica sanrafaelino pampeana y la comarca norpatagónica. Argentina. Serie Correlación Geológica 3: 63-82.
- Moreno Peral, C. A. y Salvarredi, J. A., 1984. Interpretación del origen de las estructuras anticlinales del Pérmico inferior en el Bloque de San Rafael, provincia de Mendoza. 9° Congreso Geológico Argentino. 2: 396-413. S. C. de Bariloche.
- Morón, F., 1968. Evaluación de los principales yacimientos de fluorita de Mendoza (Plan Fluorita). Dirección General de Minería de Mendoza. Volumen 1. 129 páginas. Inédito. Mendoza.
- Morón, F., 1977. Yacimientos de fluorita existentes en la provincia de Mendoza. Dirección General de Minería de Mendoza. 17 páginas. Inédito. Mendoza.
- Mutschler, F. E., Wright, E. G., Budington, S. y Abbott, J. T., 1981. Granite molybdenite systems. *Economic Geology*. 76: 874-897.
- Núñez, E., 1976. Descripción Geológica de la Hoja 28c, El Nihuil, Provincia de Mendoza. Servicio Geológico Nacional. Inédito. Buenos Aires.
- Núñez, E., 1979. Descripción Geológica de la Hoja 28d, Estación Soitúé, Provincia de Mendoza. Servicio Geológico Nacional. Boletín 166. 67 páginas. Buenos Aires.
- Núñez, E. y Delpino, D., 1986. Introducción a la geología y metalogénesis del área Cerro La Sandía o San Pedro. Informe de avance. Secretaría de Minería de la Nación. Delegación Mendoza. 14 páginas. Inédito. Mendoza.

- Paar, W. H. y Chen, T. T., 1986. Zur Mineralogie von Cu-Ni(Co)-Pb-Ag-Hg Erzen im Revier Schwarzleo bei Leogang, Salzburg, Österreich. *Mitteilungen der österreichischen geologischen Gesellschaft*. 78: 125-148. Viena.
- Padula, E. L., 1951. Contribución al conocimiento geológico del ambiente de la Cordillera Frontal, Sierra Pintada, San Rafael, Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 6 (1): 5-13. Buenos Aires.
- Peralta, E., 1977. Revisión de áreas de interés detectadas por el Plan Mendoza de Exploración. NOA, Tucumán. Secretaría de Minería de la Nación. 15 páginas. Inédito. Mendoza.
- Polanski, J., 1954. Rasgos geomorfológicos del territorio de la Provincia de Mendoza, Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas, Cuaderno Estudios e Investigaciones 4: 4-10. Ministerio de Economía. Mendoza.
- Ramos, V. A., 1993. Geología y Recursos Naturales de Mendoza. En: *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*. (Ed. V. A. Ramos). 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso Exploración de Hidrocarburos. Relatorio 1-762. Mendoza.
- Ramos, V. A., 1999. Las Provincias Geológicas del Territorio Argentino. En: *Geología Argentina* (Ed. R. Caminos). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Anales 29: 41 – 96. Buenos Aires.
- Ramos, V. A. y Nullo, F., 1993. El Volcanismo de Arco Cenozoico. En: *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*. (Ed. V. A. Ramos). 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Relatorio, I: 149-160. Mendoza.
- Reynolds, T. J. and Beane, R. E., 1985. Evolution of hydrothermal fluid characteristics at the Santa Rita, New Mexico, porphyry copper deposit. *Economic Geology*. 80: 1328-1347.
- Rolleri, E. O. y Criado Roque, P., 1970. Geología de la provincia de Mendoza. 4° Jornadas Geológicas Argentinas. Actas, 2: 1-60. Buenos Aires.
- Rosas, M. y Centeno, R., 2000. Datos geoquímicos de Cu, Pb, Zn y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente y rocas del Plan Cordillerano y del Plan Mendoza. Hoja 3569-IV, Embalse El Nihuil, Mendoza, República Argentina. Serie Contribuciones Técnicas, Geoquímica 25. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Buenos Aires.
- Rubinstein, N., 2004a. Informe petrográfico-mineralógico, Carta Minero-Metalogenética Embalse Nihuil. Distrito Co. San Pedro, Bloque de San Rafael, provincia de Mendoza. SEGEMAR. 40 páginas. Inédito. Buenos Aires.
- Rubinstein, N., 2004b. Informe petrográfico-mineralógico, Carta Minero-Metalogenética Embalse Nihuil. Minas de fluorita, canteras de cuarzo, manifestaciones de Cu-Pb, zonas de alteración y canteras de caliza. SEGEMAR. 33 páginas. Inédito. Buenos Aires.
- Rubinstein, N., 2004c. Informe petrográfico-mineralógico, Carta Minero-Metalogenética Embalse Nihuil. Minas de manganeso. SEGEMAR. 17 páginas. Inédito. Buenos Aires.
- Rubinstein, N., 2004d. Informe petrográfico-mineralógico, Carta Minero-Metalogenética Embalse Nihuil. Áreas de alteración La Chilca-Arroyo Los Buitres y Cerro Tres Hermanos y Mina El Peseño. SEGEMAR. 18 páginas. Inédito. Buenos Aires.
- Rubinstein, N. y Bevins, R., 2004. Mineralization of La Salvadora deposit, province of Mendoza, Argentina. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*, 6: 241-252.
- Rubinstein, N., Carpio, F. y Mallimacci, H., 2000a. La zona de alteración Las Chilcas, provincia de Mendoza. *Mineralogía y Metalogenia* (Ed. I. Schalamuk, M. Brodtkorb y R. Etcheverry). 5° Reunión de Mineralogía y Metalogenia. 501-504. La Plata.
- Rubinstein, N., K. de Brodtkorb, M., Carpio, F. y Mallimacci, H., 2000b. Mineralización de la veta La Salvadora, distrito minero El Nevado, provincia de Mendoza. *Mineralogía y Metalogenia* (Ed. I. Schalamuk, M. Brodtkorb y R. Etcheverry). 5° Reunión de Mineralogía y Metalogenia. 454-456. La Plata.
- Rubinstein, N., Morello, O., Mallimacci, H. y Carpio, F., 2001. La mineralización de vanadio de la mina El Peseño, Mendoza, Argentina. 7° Congreso Nacional de Geología Económica. 1: 181-182. Salta.
- Rubinstein, N., Carpio, F. y Mallimacci, H., 2002a. Las vetas polimetálicas del área del Cerro San Pedro, provincia de Mendoza, Argentina. 15° Congreso Geológico Argentino. 2: 263-266. El Calafate.
- Rubinstein, N., Carpio, F. y Mallimacci, H., 2002b. La zona de alteración del cerro Tres Hermanos, Mendoza, Argentina. 6° Congreso de Mineralogía y Metalogenia (Ed. M. Brodtkorb, M. Koukharsky y P. A. Leal). 419-420. Buenos Aires.
- Rubinstein, N., Carpio, F. y Mallimacci, H., 2002c. Gondwanic ore deposits from the San Rafael Massif, Argentina. Abstracts. 2° Simposio sobre Vulcanismo y Ambientes Asociados, Belem, Brasil.

- Rubinstein, N., Ostera, H., Mallimacci, H., Carpio, F., 2004. Lead isotopes from Gondwanic ore polymetallic vein deposits, San Rafael Massif, Argentina. *Journal of South American Earth Science* 16 (7): 595-602.
- Salazar, L. G., 1974. Proyecto de exploración de yacimientos de cobre diseminado de Costa del Nevado, Dpto. San Rafael. 20 páginas. Inédito. Mendoza.
- Salvarredi, J., 2000. Hipótesis sobre la génesis de los yacimientos de vanadio de Sierra Pintada, Mendoza. Comisión Nacional de Energía Atómica. Inédito. Mendoza.
- Saunders, M. V. y Black, J. E., 1988. Crystallization and Recrystallization of Growth-Zoned Vein Quartz Crystals from Epithermal Systems-Implications for Fluid Inclusion Studies. *Economic Geology*. 83: 1052-1060.
- SEGEMAR (1999). Normativa de las Cartas Minerometalogenéticas de la República Argentina. Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas. 92 páginas. Buenos Aires.
- Sepúlveda, E. G., Bermúdez, A., Bordonaro, O. L., Delpino, D. y Mallimacci, S. H., 1998. Hoja Geológica 3569-IV, Embalse El Nihuil, Provincia de Mendoza. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 268. Versión preliminar. Buenos Aires.
- Shatwell, D., 1997. «San Pedro Porphyry System», en: Davey, S., 1998. «Anchoris Project – Mendoza, Argentina – Summary Data Compilation». Informe interno 083. Inédito. Mendoza.
- Shinohara, H. y Hedenquist, J., 1997. Constrains on magma degassing beneath the Far Southeast Porphyry Cu-Au deposit, Philipines. *Journal of Petrology*, 18 (12): 1741-1752.
- Stappenbeck, R., 1913. Apuntes hidrogeológicos sobre el sudeste de la provincia de Mendoza. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Boletín 6, Serie B (Geología). 31 páginas. Buenos Aires.
- Vicente, O. M., 1975. Caracteres estructurales del área al sur de General Alvear, Provincia de Mendoza, Argentina. 2° Congreso Ibero-Americano de Geología Económica. Actas. I: 197-214. Buenos Aires.
- Wallace, S. R., 1995. The Climax-type molybdenite deposit: what they are, where they are, and why they are. *Economic Geology*. 90: 1359-1380.
- Wehrli, L. y Burckhardt, C., 1898. Rapport préliminaire sur une expédition géologique dans la Cordillère argentino-chilienne entre le 33° et 36° Latitud Sud. *Revista Museo de la Plata*. 8: 373-388. La Plata.
- Wichmann, R., 1928. Datos geológicos sobre la región comprendida entre el cerro Nevado y cerro Nihuil (Prov. Mendoza). Dirección Nacional de Minería, Geología e Hidrología. Inédito. Buenos Aires.
- Zappettini, E. O., 1999. Clasificación de depósitos minerales de Argentina. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Anales 35: 75-103. Buenos Aires.
- Zappettini, E. O., Godeas, M. y Segal, S., 1999. Mapa Metalogenético de la República Argentina, Secretaría de Industria, Comercio y Minería. Subsecretaría de Minería. Anales 32/D. Buenos Aires.

