

Las Fajas Metalogenéticas Cupríferas

DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Raúl Cardó, Marta Godeas, Marcelo Márquez,
Eulogio Ramallo y Juan Carlos Zanettini



INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y
RECURSOS
MINERALES

BUENOS AIRES | 2015
ANALES LIII
ISSN 0328-2325

SEGEMAR
SERVICIO GEOLÓGICO
MINERO ARGENTINO

Las Fajas Metalogenéticas Cupríferas

DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Raúl Cardó, Marta Godeas, Marcelo Márquez,
Eulogio Ramallo y Juan Carlos Zanettini

Colaboración: Osvaldo Cravero, Marcelo Dalponte, Abel Faroux,
Héctor López, Hugo Mallimacci, Roberto Viera† y Mario Zubia†

Dedicado con afecto a la memoria de los amigos y colegas Mario Zubia y Roberto Viera

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Ing. Jorge Mayoral
Secretario Ejecutivo: Lic. Pedro Alcántara

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Lic. Roberto F. Page

DIRECCIÓN DE RECURSOS GEOLÓGICO-MINEROS

Director: Dr. Eduardo Zappettini



**INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y
RECURSOS
MINERALES**

Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 25 | 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina
(11)5670-0211 | telefax (11)4713-1359

SEGEMAR

SERVICIO GEOLÓGICO
MINERO ARGENTINO

Av. Julio A. Roca 651 | 3° Piso
1067 - Ciudad de Buenos Aires
República Argentina
telefax (11)4349-3162 | www.segemar.gov.ar

Referencia bibliográfica

Cardó, R., Godeas, M., Márquez, M., Ramallo, E. y Zanettini, J. C.,
2015. Las Fajas Metalogenéticas Cupríferas de la República Argentina.
Anales N° LIII. 158pp. Buenos Aires

Fotos de tapa:
Yacimiento Bajo de La Alumbra, provincia de Catamarca.

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	3
3. FAJAS METALOGENÉTICAS	3
3.1. EPISODIOS PAMPEANOS	3
3.1.1. FAJA CALAMUCHITA-PUNILLA	4
Distrito Punilla	5
Distrito Calamuchita	6
3.2. EPISODIOS FAMATINIANOS	7
3.2.1. FAJA COCHINOCA-ESCAYA	7
3.2.2. FAJA LA COLORADA	8
La Colorada	8
3.2.3. FAJA CALALASTE	10
3.2.4. FAJA HUMAHUACA	11
3.2.5. FAJA FIAMBALÁ	11
3.2.6. FAJA GUARGUARAZ	12
Santa Elena	12
Salamanca	13
3.2.7. FAJA LAS ÁGUILAS-VIRORCO	13
Las Águilas	14
Virorco	16
3.2.8. FAJA LAS CALLANAS	16
Distrito Las Callanas	16
3.2.9. DEPÓSITOS AISLADOS	19
3.3. EPISODIOS GONDWÁNICOS	19
3.3.1. FAJA LOS LLANTENES	19
Distrito Los Llantenes	19
Distrito Cerro Cacho-Sierra de Umango	20
La Criollita	20
Estrella Alta	21
Estrella Baja	21
Estrella Primera	21
3.3.2. FAJA CORDILLERA FRONTAL	21
San Francisco de los Andes	23
Amancay	24
Martina Chapamay	24
La Fortuna-El Chorrillo	25
Mirkokleia	25
Rodophis	26
Margarita (Cajón de la Brea)	26
Flor de los Andes	27
Tres Magos	27
3.3.3. FAJA CASTAÑO-SAN JORGE	27
Alcaparrosa	28
Distrito Puchuzum	28
San Jorge	28
3.3.4. FAJA MARAYES	31
La Lata	32
El Arriero	32
3.3.5. FAJA BLOQUE DE SAN RAFAEL	32
Infiernillo	33
3.3.6. FAJA CHACHIL	34
La Voluntad	34

3.3.7. FAJA LOS MENUÇOS	35
Distrito Los Menuços	35
3.3.8. FAJA SIERRA GRANDE	36
Distrito Valcheta	37
Distrito Gonzalito	37
3.3.9. FAJA LA LEONA	38
Distrito La Leona	38
3.4. EPISODIOS ÁNDICOS	39
JURÁSICO-CRETÁCICO	39
3.4.1. FAJA RUMICRUZ-ESPERANZA-LA NIQUELINA	39
La Niquelina	40
Esperanza	40
Distrito minero Rumicruz	41
3.4.2. FAJA MARTÍN BRONCE-JURAMENTO	41
Martín Bronce y Rey del Cobre	42
Custodio	42
Juramento (León)	43
3.4.3. FAJA CURUZÚ	44
3.4.4. FAJA CRISTO REDENTOR	44
3.4.5. FAJA LAS CUEVAS-LAS DAMAS	44
San José	46
Agrupamiento Valle de la Matancilla	46
Agrupamiento Paso Vergara	46
3.4.6. FAJA MALARGÜE-CUTRAL-CÓ	47
San Romeleo	47
Barda González	48
Tordillos	49
Porvenir (o Cerro Granito)	49
Huemul	49
3.4.7. FAJA LOS MANANTIALES	50
Distrito Los Manantiales	50
3.4.8. FAJA LA FERROCARRILERA	53
Distrito Lago Fontana	53
Cordillera de Sakmata (Minas del Finadito)	54
3.4.9. FAJA CERRO CUCHE	55
Cerro Cuche	55
Arroyo Luque, Cerro Gonzalo	55
3.4.10. FAJA DESEADO	56
3.4.11. FAJA CORDILLERA FUEGUINA	56
3.4.12. DEPÓSITOS AISLADOS	58
PALEÓGENO	59
3.4.13. FAJA TACA TACA	59
Taca Taca Bajo	59
Taca Taca Alto	62
Cerro Samenta	62
3.4.14. FAJA NEUQUÉN	63
Campana Mahuida	63
Quebrada del Bronce	66
3.4.15. FAJA HUEMULES	67
Distrito Futalaufquen	67
Distrito Cordillerano	68
3.4.16. DEPÓSITOS AISLADOS	69
NEÓGENO	69
3.4.17. FAJA PUNEÑA	69
Inca Viejo	70
Cerro Gordo	71
Cerro Juncal	72

El Oculto	72
Negra Muerta	73
Río Grande	74
Arizaro y Cerro Lindero	74
Distrito Las Capillas-Las Cuevas.....	76
Pancho Arias (Vizcacheral).....	77
Incahuasi	77
Las Burras	77
Farallón Alto (Antofalla Este)	78
3.4.18. FAJA FARALLÓN NEGRO	79
Bajo de La Alumbreira	80
Agua Rica	84
La Hoyada	86
Cerro Atajo	87
Capillitas	89
3.4.19. FAJA FAMATINA	91
Distrito Nevados del Famatina.....	91
Distrito Santa Rosa.....	96
La Encrucijada	96
3.4.20. FAJA MARICUNGA	96
Josemaría.....	98
Mogote.....	98
Vicuña	99
3.4.21. FAJA VALLE DEL CURA-EL INDIO	100
3.4.22. FAJA JAGÜELITO	101
Vicuñita (El Salado).....	102
Chita	104
3.4.23. FAJA EL PACHÓN	105
El Pachón.....	105
Los Azules	107
Cerro Mercedario	108
Altar	109
3.4.24. FAJA CORDILLERA PRINCIPAL	110
Agrupamiento Violeta	110
Agrupamiento Las Choicas	110
3.4.25. FAJA PRECORDILLERA	112
Guachi	113
Paramillos Sur.....	113
3.4.26. FAJA CORDILLERA PATAGÓNICA AUSTRAL	115
3.4.27. DEPÓSITOS AISLADOS	115
CUATERNARIO	116
Eureka	116
Providencia	116
4. PRINCIPALES MODELOS METALOGENÉTICOS Y POTENCIALIDAD DE LAS FAJAS	118
4.1. MODELOS	118
Tipo pórfiro	118
Sedimentario	118
Sedimentario exhalativo (SEDEX).....	119
Epitermal polimetálico complejo	119
4.2. POTENCIALIDAD DE LAS FAJAS.....	120
Región NOA (Jujuy, Salta y Catamarca)	122
Región Cuyo-Centro (La Rioja, San Juan, Mendoza y San Luis)	123
Región Patagonia (Neuquén, Chubut y Santa Cruz)	124
5. LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO Y EN LA BASE DE DATOS	126

RESUMEN

Se presenta el Mapa Metalogenético del Cobre de la República Argentina, en el que se muestran las fajas metalogenéticas, modeladas a partir del análisis de la información de todos los depósitos en los cuales el cobre participa, aún aquellos en los que es minoritario. Se citan además ejemplos de los modelos más representativos de cada faja.

Se identificaron cuarenta y dos fajas metalogenéticas que han sido agrupadas en cinco episodios metalogenéticos formadores de depósitos portadores de cobre.

EPISODIOS PAMPEANOS: incluyen la faja Calamuchita-Punilla; en ella se encuentran depósitos relacionados con rocas máficas-ultramáficas vinculados a zonas de sutura, en las Sierras Pampeanas Orientales (distritos Punilla y Calamuchita).

EPISODIOS FAMATINIANOS: se agrupan en la zona norte y oeste del país. Se definieron las fajas metalogenéticas La Colorada, Cochinoca-Escaya, Humahuaca, Calalaste, Fiambalá, Las Callanas, Guarguaraz y Las Águilas-Virorco. Los modelos de depósitos son SEDEX (La Colorada), vetas cupríferas menores (Hornillos, Chocoite) y oro con escaso cobre en sistemas vetiformes en zonas de cizalla (Las Callanas), como así también depósitos asociados a rocas máficas-ultramáficas vinculadas a ambiente de retroarco (Las Águilas-Virorco) en las Sierras Pampeanas.

EPISODIOS GONDWÁNICOS: los episodios gondwánicos se encuentran en el ambiente de Cordillera Frontal y continúan hacia el sudeste en el Bloque de San Rafael. Los depósitos vinculados a estos episodios se localizan desde la provincia de Catamarca hacia el sur, conforme a la distribución del magmatismo Choiyoi, con evidencias en La Rioja, San Juan, Mendoza y en menor proporción en La Pampa.

Las fajas identificadas (Los Llantenos, Cordillera Frontal, Castaño-San Jorge, Marayes, Bloque de San Rafael, Chachil, Los Menucos, Sierra Grande y La Leona) incluyen yacimientos relacionados con granitoides (chimeneas de brecha: San Francisco de los Andes), polimetálicos con selenio (distrito Los Llantenos), depósitos tipo pórfiro (San Jorge, La Voluntad), depósitos epitermales de alta sulfuración (Caltrauna), de baja sulfuración (Cuya) y polimetálicos complejos (La Madrecita).

EPISODIOS ÁNDICOS (JURÁSICO-CRETÁCICO): las fajas identificadas para estos episodios son Rumicruz-Esperanza-La Niquelina, Martín Bronce-Juramento, Curuzú, Cristo Redentor, Las Cuevas-Las Damas, Malargüe-Cutral-có, La Ferrocarrilera, Los Manantiales, Cerro Cucho, Deseado y Cordillera Fueguina. Comprenden vetas polimetálicas ricas en Ni-Co-Cu (Rumicruz), cobre en sedimentos (Juramento, Barda González), asociado a flujos basálticos de intraplaca (Curuzú Cuatiá), a depósitos piroclásticos andesíticos (El Indio, Germinal), y a rocas basandesíticas como relleno de vesículas y fisuras (San José, El Burrero), vetas polimetálicas complejas (La Ferrocarrilera), y sulfuros masivos (Mina Beatriz, depósito que también ha sido interpretado como vetiforme polimetálico).

EPISODIOS ÁNDICOS (CENOZOICO): se identificaron fajas paleógenas (Taca Taca, Neuquén y Huemules, y neógenas (Puneña, Farallón Negro, La Mejicana, Maricunga-Josemaría, Valle del Cura-El Indio, Jagüelito, El Pachón, Cordillera Principal, Precordillera y Cordillera Patagónica Austral). Incluyen depósitos tipo pórfiro de Cu, Cu-Mo, Cu-Au Mo y Mo (paleógenos como Campana Mahuida y Taca Taca; neógenos como Bajo de La Alumbrera, Agua Rica, Josemaría, El Pachón, La Estrechura), epitermales polimetálicos complejos (Capillitas, Cerro Atajo; también La Mejicana que tiene una alteración arcillosa avanzada), epitermales de alta sulfuración con cobre minoritario (Veladero, Lama), metasomáticos (Veta Linque, Río Oro) y IOCG (Las Choicas).

El tipo de depósito mineral que aporta los mayores recursos es el de tipo pórfiro (Cu, Cu-Mo y Cu-Au), con 98% de las reservas totales de Cu. Le siguen en importancia los yacimientos de cobre sedimentario con 1,26%. Los restantes tipos de depósitos aportan mínimos recursos.

Las fajas metalogenéticas más promisorias son las vinculadas al arco magmático mioceno. Si se comparan los resultados obtenidos en este trabajo con la distribución de recursos de Cu por modelo genético a escala mundial (80% de recursos en depósitos tipo pórfiro y 20% en depósitos sedimentarios), surgen como áreas prospectivas las secuencias sedimentarias portadoras de Cu, ya que el grado de exploración actual de áreas donde se puede repetir este modelo es bajo y sólo ha aportado menos del 1% de los recursos conocidos de Cu en el país.

ABSTRACT

The metallogenic belts of the copper deposits of the Argentine Republic are presented, modelled from the analysis of the information about all the deposits in which copper participates, even those in which it is minor or where it appears as trace. Examples of the most representative deposits of each belt are also recorded.

Fourty two metallogenic belts were identified and grouped in five metallogenic episodes which form copper deposits.

PAMPEAN EPISODES: they include Calamuchita-Punilla belt; deposits related to mafic-ultramafic rocks bent to suture zones, in the Eastern Pampean Ranges (Calamuchita and Punilla districts).

FAMATINIAN EPISODES: they are grouped in the northern and western zones of the country. La Colorada, Cochinoca-Escaya, Humahuaca, Calalaste, Fiambalá, Las Callanas, Guarguaraz and Las Águilas-Virorco metallogenic belts were defined. The deposit models are SEDEX-type (La Colorada), minor copper veins (Hornillos, Chocoite) and gold plus scarce copper in vein systems in shear zones (Las Callanas), as well as deposits associated to mafic-ultramafic rocks related to back-arc setting (Las Águilas-Virorco) in Sierras Pampeanas.

GONDWANIC EPISODES: they are in Cordillera Frontal Province and continue to southeast in the Bloque de San Rafael. The deposits related to these episodes are located from Catamarca province to the south, according to the distribution of the Choiyoi magmatism, with evidence in La Rioja, San Juan, Mendoza and in minor proportions in La Pampa provinces.

The identified belts (Los Llantenes, Cordillera Frontal, Castaño-San Jorge, Marayes, Bloque de San Rafael, Chachil, Los Menucos, Sierra Grande and y La Leona) include granitoid-related breccia pipes (San Francisco de los Andes), Se-bearing polymetallic (Los Llantenes district), porphyry-type San Jorge, La Voluntad), high sulfidation (Caltrauna), low sulfuration (Cuya) and complex polymetallic (La Madrecita) deposits.

ANDEAN EPISODES (JURASSIC-CRETACEOUS): the identified belts for these episodes are Rumicruz-Esperanza-La Niquelina, Martín Bronce-Juramento, Curuzú, Cristo Redentor, Las Cuevas-Las Damas, Malargüe-Cutral-có, La Ferrocarrilera, Los Manantiales, Cerro Cucho, Deseado y Cordillera Fueguina. They comprise Ni-Co-Cu-rich polymetallic veins (Rumicruz), sedimentary copper (Juramento, Barda González), basaltic copper related to intraplate flows (Curuzú Cuatiá), basaltic to andesitic pyroclastic deposits (El Indio, Germinal), as well as basandesitic lava flows as amygdales and fissure fillings (San José, El Burrero), complex polymetallic veins (La Ferrocarrilera), and massive sulfides (Beatriz, also interpreted as polymetallic veins).

ANDEAN EPISODES (CENOZOIC): Paleogene belts (Taca Taca, Neuquén and Huemules) and Neogene belts (Puneña, Farallón Negro, La Mejicana, Maricunga-Josemaría, Valle del Cura-El Indio, Jagüelito, El Pachón, Cordillera Principal, Precordillera and Cordillera Patagónica Austral) were identified. They include Cu, Cu-Mo, Cu-Au-Mo and Mo porphyry-type (Paleogene as Campana Mahuida and Taca Taca; Neogene as Bajo de La Alumbraera, Agua Rica, Josemaría, El Pachón, La Estrechura); complex polymetallic epithermal (Capillitas, Cerro Atajo; also La Mejicana that has advanced argillic alteration), high sulfidation with minor copper (Veladero, Lama), metasomatic (Río Oro) and IOCG (Las Choicas).

The mineral deposit type that supplies the major resources is porphyry-type (Cu, Cu-Mo and Cu-Au), with 98% of the copper total reserves. It is followed by sedimentary copper deposits with 1,26%. The remaining deposit types supply minor resources.

The most promising metallogenic belts are those bent to the Miocene magmatic arc. If the results obtained in this paper are compared with the distribution of copper resources for the genetic models to world scale (80% of the resources in porphyry-type and 20% in sedimentary deposits), it can be seen that prospective areas are the copper-bearing sedimentary sequences, because the present exploration level of areas where this model can repeat is low and it has only supplied less than 1% of the copper known resources in the country.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta publicación es la presentación del Mapa Metalogenético de los depósitos portadores de cobre de la República Argentina, con la distribución de las fajas metalogenéticas que explican su distribución en términos de edad y procesos geológicos con los que los depósitos se vinculan. Está acompañado por una Base de Datos que contiene las características esenciales de los depósitos (yacimientos y manifestaciones), una memoria explicativa que describe cada una de las fajas metalogenéticas identificadas y una síntesis sobre los atributos geológicos de los depósitos principales que integran cada una de ellas y un análisis de su potencialidad minera prospectiva, sobre la base del avance del conocimiento sobre el tema de los últimos 20 años.

2. METODOLOGÍA

Para la elaboración del mapa, se han considerado todos los depósitos en los cuales el cobre participa, aún aquellos en los que es minoritario o donde aparece como vestigio. La base del trabajo es el Mapa Metalogenético de la República Argentina (Zappettini *et al.*, 1999a), cuya base geotectónica ha sido actualizada sobre la base de la información presentada por Chernicoff y Zappettini (2004), Zappettini *et al.* (2010) y Chernicoff *et al.* (2012, 2013).

Los modelos de los depósitos se tomaron de la Normativa para las Cartas Minero- Metalogenéticas de la República Argentina del SEGEMAR (1998) y Zappettini (1999a y b). El modelo de depósito epitermal de sulfuración intermedia se ha considerado como polimetálico complejo. Se incorporaron además áreas de alteración metasomática en sentido amplio como indicativas de la existencia de actividad hidrotermal. La morfología de los símbolos responde a la tipología genética y su tamaño se adoptó de la citada Normativa, variando con la magnitud de los recursos contenidos y dividiéndose en indicio, pequeño, mediano, grande y muy grande.

Las fajas metalogenéticas se denominaron con el nombre del depósito más importante, el de la provincia geotectónica-morfoestructural o el de la orografía donde se localizan las mineralizaciones. El diseño de las fajas responde a la distribución de los depósitos minerales principales asociados al episodio metalogenético y a la unidad tectonoestratigráfica a la que genéticamente se vinculan. Sin embargo, pueden contener mineralizaciones menores de otra tipología y/o edad por superposición de episodios.

El ordenamiento temporal de las fajas sigue, por la claridad de concepto y el uso corriente, la designación de los ciclos orogénicos de la República Argentina

y no implican una ciclicidad en la generación de las mineralizaciones. Se han agrupado las fajas en los siguientes episodios:

1. Episodios Pampeanos (Proterozoico a Cámbrico - entre > 600 y 520 Ma): faja Calamuchita-Punilla
2. Episodios Famatinianos (Ordovícico a Devónico - entre 520 y 350 Ma): fajas La Colorada, Cochino-ca-Escaya, Humahuaca, Calalaste, Fiambalá, Las Callanas, Guarguaraz y Las Águilas-Virorco
3. Episodios Gondwánicos: (Pérmico a Jurásico inferior - entre 350 y 180 Ma): fajas Los Llantenes, Cordillera Frontal, Castaño-San Jorge, Marayes, Bloque de San Rafael, Chachil, Los Menucos, Sierra Grande y La Leona
4. Episodios Ándicos I (Jurásico inferior a Cretácico - entre 180 y 75 Ma): fajas Rumicruz-Esperanza-La Niquelina, Martín Bronce-Juramento, Curuzú, Cristo Redentor, Las Cuevas-Las Damas, Malargüe-Cutral-có, La Ferrocarrilera, Los Manantiales, Cerro Cucho, Deseado y Cordillera Fueguina
5. Episodios Ándicos II (Paleoceno a Holoceno - entre 75 y 0 Ma): Fajas Taca Taca, Neuquén y Huemules (Paleógeno) y fajas Puneña, Farallón Negro, La Mexicana, Maricunga-Josemaría, Valle del Cura-El Indio, Jagüelito, El Pachón, Cordillera Principal, Pre-cordillera y Cordillera Patagónica Austral (Neógeno)

Se caracterizan individualmente las fajas y luego se incluye una síntesis de los depósitos más importantes que las constituyen. Los depósitos con escasa o nula información no se incluyen en la base de datos.

En consideración a que el mapa está referido exclusivamente a mineralizaciones de cobre, y con el fin de facilitar la lectura del mismo, para los símbolos se han empleado los colores que corresponden a las fajas que los contienen; en el caso en que no hay datos de edad, los símbolos quedan en blanco.

En el mapa, las fajas del Jurásico de la Patagonia extrandina se representan con color violeta, pero con un tono más claro debido a que las asociaciones litológicas aflorantes y el contexto geotectónico permite diferenciarlas de las litofacies gondwánicas que se encuentran en el resto del país.

3. FAJAS METALOGENÉTICAS

3.1. EPISODIOS PAMPEANOS

La faja Calamuchita-Punilla es la única definida en los episodios pampeanos, y en ella se reconocieron depósitos volcanogénicos submarinos de Cu y Fe (Zn, Ag, Pb y Au) asociados a rocas máficas-ultramáficas (Di Marco y Mutti, 1996; Mutti y Di Marco, 1999; Mutti *et al.*, 2005).

3.1.1. FAJA CALAMUCHITA-PUNILLA

La faja se distribuye desde el sudeste de Cruz del Eje hasta el noroeste de Berrotarán con rumbo aproximado nornoroeste. Abarca unos 150 km de largo y un ancho que oscila entre los 20 km mínimo y 40 km máximo.

Está definida por la presencia de basamento metamórfico en las Sierras Pampeanas Orientales de Córdoba de edad proterozoica, y se asocia a una zona de sutura. Este basamento se caracteriza por la presencia de gneises, calizas, dolomías y anfibolitas, del Neoproterozoico-Paleozoico inferior. Los cuerpos de anfibolitas representan el magmatismo básico del Proterozoico, que fue afectado por metamorfismo regional en facies anfibolita (Mutti y Di Marco, 1999).

Mutti y Di Marco (1999) diferenciaron distintas asociaciones metálicas: Cu-Fe (Zn, Au) en anfibolitas, Cu (Au) en calizas y dolomías, y Pb-Zn (Ag, Cu±Au) en calizas. Di Marco y Mutti (1996) y Mutti y Di Marco (1999) clasificaron a aquellos depósitos caracterizados por la asociación Cu-Fe (Zn, Au) en anfibolitas como sulfuros masivos volcanogénicos submarinos de tipo Chipre afectados por metamorfismo. Ellos son los distritos Punilla (minas Cunuputo, Cuchi Corral y Las Cuevas), y Calamuchita (minas Tío, Tauro y Estrella Gaucho). En este último distrito no se considera en el presente trabajo la mina Tacurú, ya que la mineralización es casi exclusivamente de hierro.

La litología favorable para contener la mineralización son los cuerpos de anfibolita, mientras que las estructuras favorables corresponden a pliegues locales.

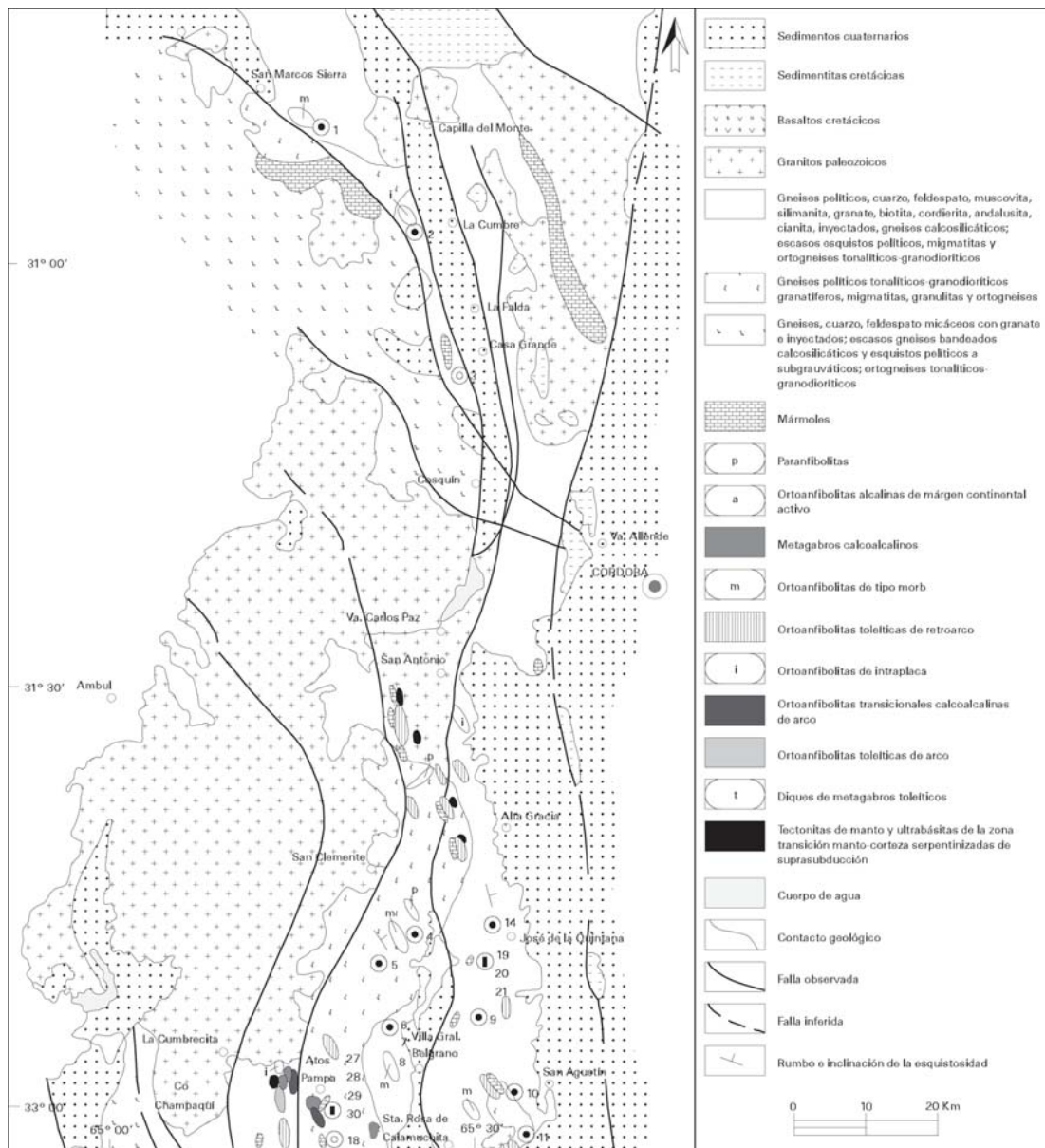


Figura 1a. Mapa geológico simplificado con la ubicación de los principales yacimientos, sector norte. Tomado de Mutti y Di Marco (1999)

Los depósitos de los distritos mencionados son de pequeña magnitud y su explotación ha sido escasa y muy esporádica. La información disponible sobre la explotación abarca los años 1943 a 1946, e involucra datos parciales (Mutti y Di Marco, 1999). Esta faja tiene muy baja potencialidad económica.

Las figuras 1a y b muestran la ubicación de los yacimientos en los distritos Punilla y Calamuchita.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

DISTRITO PUNILLA

Las minas Cunuputo y Cuchi Corral se encuentran localizadas en la sierra de Cunuputo, y la mina Las Cuevas en las Cumbres del Perchel, provincia de Córdoba.

En los depósitos de este distrito se desarrollaron labores subterráneas, entre ellas chiflones, piques y galerías, como así también destapes.

Quiroga (1949) realizó tareas de exploración en Las Cuevas, y Di Marco y Mutti (1996 y datos no publicados) efectuaron determinaciones litogeoquímicas.

Según Mutti y Di Marco (1999), las minas Cunuputo y Cuchi Corral están emplazadas en el basamento metamórfico-ígneo de la sierra de Cunuputo, que está formado predominantemente por gneises y esquistos de rumbo regional NNO-SSE, con intercalaciones de calizas cristalinas y anfibolitas, conjunto denominado por Massabie (1982) como Complejo Sierra de Cunuputo. En este Complejo, Lyons *et al.* (1997) discriminaron dos unidades: Complejo Metamórfico La Falda, que está integrado por paragneises y ortogneises, con asociación

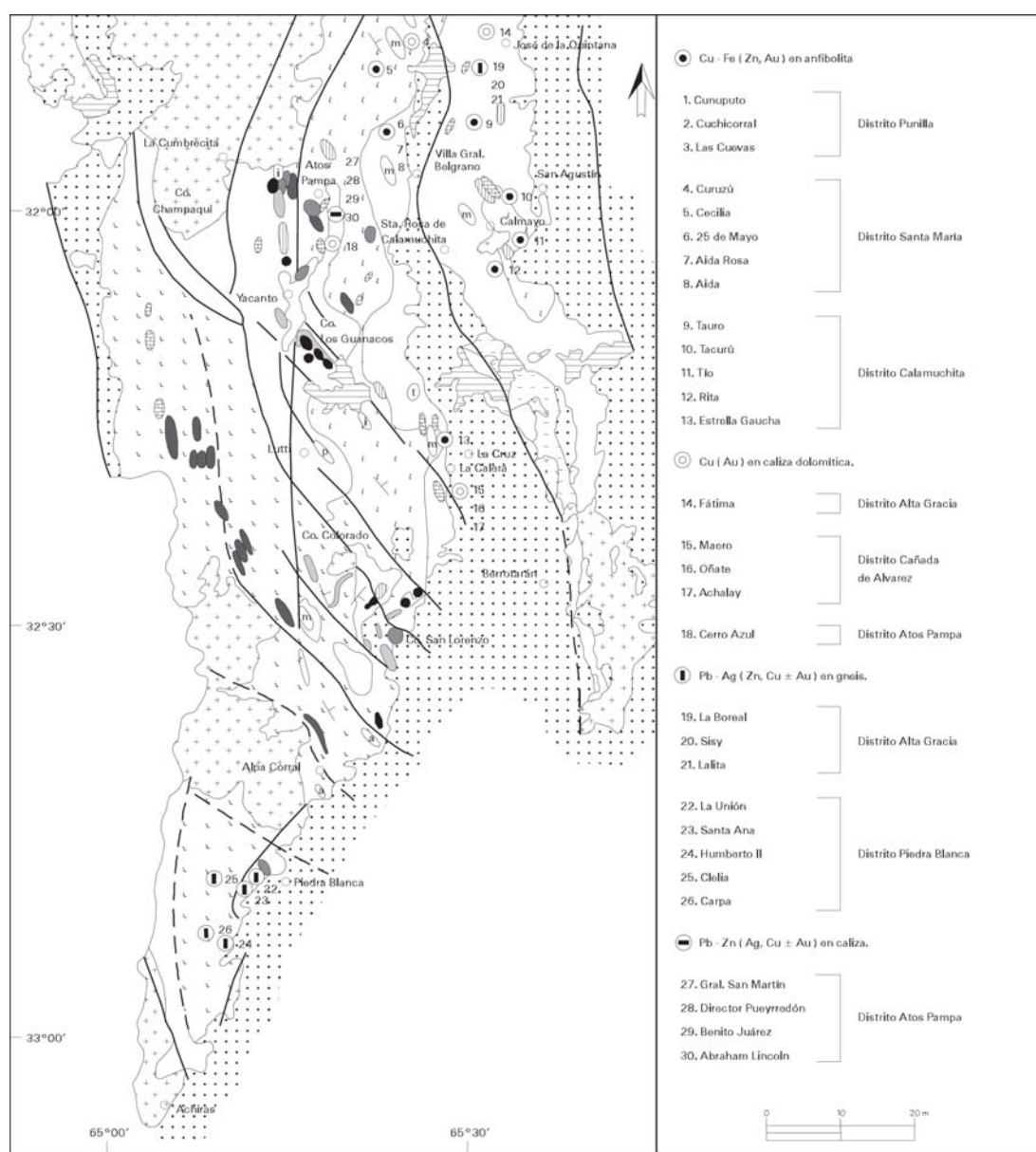


Figura 1b. Mapa geológico simplificado con la ubicación de los principales yacimientos, sector sur. Tomado de Mutti y Di Marco (1999)

de mármoles y rocas calcosilicáticas, que se relaciona con el distrito mineralizado; y Complejo Metamórfico Cruz del Eje, formado por gneises con escasas intercalaciones de migmatitas, mármoles y anfibolitas. La mina Las Cuevas se localiza en el basamento ígneo-metamórfico, en el que existe predominio de gneises pelíticos, entre los que se intercalan rocas carbonáticas y calcosilicáticas.

En la mina Cunuputo, Mutti y Di Marco (1999) señalaron que la mineralización se asocia a una lente de anfibolitas de rumbo N 30° O e inclinación 75° O, longitud de 75 m y potencia media de 15 metros. El cuerpo mineralizado forma lentes irregulares y los minerales de mena se diseminan en la ganga y en la roca de caja. La mineralización está representada por calcopirita y magnetita, con menor cantidad de pirita, pirrotina e ilmenita; la secundaria se compone de calcosina, covellina, malaquita, azurita y hematita en venillas, y la ganga de cuarzo y ortosa, junto a biotita, albita, epidoto, clorita, apatita y escasos carbonatos y arcillas. Se presenta alteración hidrotermal consistente en silicificación marcada, con menores epidotización y albitización. En el área existe una tectónica de plegamiento con superposición de fases compresivas D₂ y D₃ (Dalla Salda, 1984), que según Mutti y Di Marco (1999) dieron lugar al flexuramiento del cuerpo máfico y rocas asociadas.

Las leyes citadas en Cunuputo por Di Marco y Mutti (1996) y Mutti y Di Marco (1999) son 4,74% de Cu y 14,2% de Fe.

La mineralización en Cuchi Corral está emplazada en un cuerpo de anfibolita de rumbo N- S e inclinación entre 80° al O y subvertical, longitud de 100 m y potencia media de aproximadamente 20 metros. En el sector mineralizado la anfibolita tiene intercalaciones de filones concordantes de cuarzo, feldespato y epidoto de entre 0,5 y 2 metros. El estilo estructural que predomina es el compresivo dúctil, dado por una estructura anticlinal isoclinal buzante 85° al E con la anfibolita ubicada en el núcleo. El yacimiento está constituido por dos filones paralelos separados en su extremo norte por 3 m de roca de caja, que en su extremo sur convergen en un solo cuerpo de 2 m de potencia. La mineralización consiste en magnetita, ilmenita, calcopirita, hematita y pirita; entre los minerales secundarios se mencionan covellina, calcosina, titanita, anatasa, hematita, malaquita y limonitas, y los de ganga cuarzo con escasos epidoto, ortosa, biotita, cloritas y carbonatos. La alteración hidrotermal está dada por zonas de epidotización y silicificación en fajas alargadas de varios centímetros de potencia (Mutti y Di Marco, 1999).

Para Cuchi Corral, Di Marco y Mutti (1996) y Mutti y Di Marco (1999) citaron leyes de 5,9% Cu y 9,1% Fe.

La roca de caja de la mina Las Cuevas es una anfibolita de 150 m de largo y 2,5 m de ancho. Se asocia en

concordancia con un esquisto micáceo. La mena es tabular, con 16 m de largo y 1,2 m de potencia media, ubicándose según la esquistosidad de la anfibolita. Como minerales primarios hay calcopirita y magnetita; los secundarios son malaquita, azurita, calcantita, delanterita, hematita y limonitas, y los de ganga cuarzo, hornblenda, epidoto y feldespato. Quiroga (1949) indicó leyes promedio de 2% Cu.

DISTRITO CALAMUCHITA

Comprende las minas Tío, ubicada en Calmayo, Tauro en la Sierra Chica y Estrella Gaucha cercana al embalse Río Tercero, provincia de Córdoba.

Las labores presentes son subterráneas, y entre ellas hay galerías, piques y chiflones; en superficie también existen destapes. Cayo (1951) realizó un muestreo geoquímico sistemático subterráneo en las minas Tío y Tauro y estudios geofísicos en Tío, estimando una ley media de 7,23% Cu en Tauro y 5,56% Cu en Tío. Con posterioridad, Di Marco y Mutti (1991, 1992, 1995) ejecutaron estudios geoquímicos en Tío y Estrella Gaucha y calcularon una ley media de 2,5% Cu y 4% Fe en mina Tío.

En la mina Tauro aflora una secuencia homoclinal formada por esquistos micáceos y cuerpos irregulares de anfibolita de rumbo nornoroeste-sudsudeste. La mineralización se aloja en el contacto anfibolita-esquistos (Cayo, 1951), y se asocia con fallas N-S y E-O y con flexuras en las anfibolitas. La mineralización se presenta en dos filones en crucero lenticulares con rumbo N-S y E-O, de 15 y 40 m de longitud respectivamente, que se acuñan y desaparecen en profundidad. La potencia de los filones es de 0,7 a 1 m en el de rumbo N-S y 1 m en el de rumbo E-O. Los minerales primarios son pirita, calcopirita, magnetita y bornita, los secundarios calcosina, covellina, hematita, limonitas, malaquita, azurita, calcantita y cuprita, y la ganga principalmente cuarzo (Mutti y Di Marco, 1999).

Según Mutti y Di Marco (1999), la roca de caja de la mina Tío es una anfibolita que aflora bajo la forma de un banco subvertical de rumbo N 40° O, corrida de 90 m y potencia entre 10 y 15 metros. Este banco se intercala en un esquisto micáceo-feldespático-cuarzoso. También afloran pegmatitas dentro de la secuencia de rocas metamórficas. Existen plegamientos y flexuras en la anfibolita que le otorgan un aspecto de estructura en schlieren. La mineralización se presenta en dos cuerpos de longitud variable entre 30 y 80 m y potencia entre 0,5 y 3 m; se observa bandeo composicional con bandas claras formadas por minerales de ganga y oscuras con minerales de mena. La mineralogía consiste en magnetita, pirita, ilmenita, hematita, bornita, pirrotina, tetraedrita, esfalerita, calcopirita y oro, además de carrolita (sulfuro de Co, Cu, Ni y Fe; Di Marco y Mutti, 1994a y b).

En la mina Estrella Gaucha, la mineralización está encajada en una anfibolita de rumbo N 30° O, de 100 m

de largo y entre 3 y 30 m de potencia. También afloran aplopegmatitas, que junto con la anfibolita se intercalan en gneises feldespático-granatíferos. Se reconocen fases compresivas y fracturación. La mena se dispone en una faja de 50 m de largo y 0,2 a 0,3 m de potencia, en el contacto entre la anfibolita y una pegmatita. Está diseminada en la roca de caja y en la ganga, y también se encuentra como relleno de fracturas. La alteración hidrotermal muestra una distribución zonal alrededor del depósito; está caracterizada por fajas de alteración silíceo, epidótica, albítica, clorítica y arcillosa, desarrollando potencias de 0,5 a 2 metros.

Di Marco y Mutti (1992) y Mutti y Di Marco (1999) proporcionaron datos de leyes promedio de 5,7% Cu y 9% Fe.

La primera referencia sobre el origen de los depósitos del distrito Calamuchita corresponde a Cayo (1951), quien los interpretó como depósitos pirometasomáticos producto del reemplazo de calizas a partir de la actividad de soluciones magmáticas.

Pastore y Methol (1953) relacionaron la génesis de los depósitos del distrito Punilla con un proceso neumatolítico de temperatura mesotermal debido al contacto existente entre segregaciones de composición gábrica y pegmatitas. Con posterioridad, Lyons *et al.* (1997) asignaron a estos depósitos una edad devónica y los relacionaron con fluidos hidrotermales de alta temperatura provenientes de intrusivos y diques que afloran en la zona.

Mutti y Di Marco (1999) propusieron un modelo de actividad hidrotermal de fondo submarino en basaltos de zona de *rift* en ambiente de retroarco en la sierra Chica y parte de la Sierra Grande de Córdoba durante el Neoproterozoico.

Más recientemente, Mutti *et al.* (2005) señalaron que los depósitos constituyen un dominio principal con la asociación Cu-Fe (Zn-Au-Ag-Co) en torno a la falla Santa Rosa. Asimismo, utilizando una clasificación de Hannington *et al.* (1999), que considera la relación metales de base: oro: plata, Mutti *et al.* (2005) separaron a los depósitos descritos en dos grupos: sulfuros masivos convencionales y auríferos. Según esta clasificación, el distrito Punilla al norte de las sierras de Córdoba correspondería a un VMS, mientras que existe un aumento del contenido de oro hacia el sur de las sierras en los distritos Santa María y Calamuchita; en este último, la mina Estrella Gaucha es un VMS aurífero (Di Marco, 2003). En el distrito Calamuchita, la mina Tío conserva el perfil completo de la secuencia de un sulfuro masivo, mientras que en los demás depósitos la secuencia está incompleta debido a la deformación. Mutti *et al.* (2005) asignaron estos depósitos al denominado por ellos Estadio Metalogenético I (Neoproterozoico) y señalaron su vinculación a megaestructuras activas a partir del ciclo extensional pre-orogénico pampeano.

3.2. EPISODIOS FAMATINIANOS

En los episodios famatinianos se identificaron las fajas La Colorada, Cochinoca-Escaya, Humahuaca, Calalaste, Las Callanas, Guarguaraz y Las Águilas-Virorco, con una tipología de depósitos que abarca tipo SEDEX, asociados a rocas máficas-ultramáficas, oro en zona de cizalla y epitermales polimetálicos complejos.

3.2.1. FAJA COCHINOCA-ESCAYA

La faja abarca la sierra de Cochinoca-Escaya, cordón montañoso que se extiende al oeste de Abra Pampa desde la localidad de Cochinoca por el sur hasta Tafna por el norte, ingresando en territorio boliviano. La longitud aproximada es de 75 km y el ancho medio de 10 km, alcanzando una superficie de algo más de 700 kilómetros cuadrados.

En la faja existen varias manifestaciones de Cu-(Pb-Zn) de pequeñas dimensiones y escasa significación económica, localizadas a lo largo de la sierra de Cochinoca-Escaya, provincia de Jujuy.

Las rocas correspondientes al Complejo Magmático-sedimentario Cochinoca-Escaya, que forman la serranía antes mencionada, incluyen una facies sedimentaria con mantos lávicos interestratificados y una facies exclusivamente magmática (Coira *et al.*, 1982; Bahlburg, 1990; Rubiolo *et al.*, 1997; Coira, 1999; Coira y Caffé, 1999). La facies sedimentaria de la unidad litológica está integrada por potentes secuencias de areniscas medianas a finas, limolitas y arcilitas, correspondientes al Arenigiano-Llanvirniano, donde se intercalan mantos lávicos dacíticos y espiliticos sindepositacionales.

La facies magmática, que forma el núcleo de la sierra de Cochinoca y del cordón Escaya, incluye cuerpos dómicos subvolcánicos dacíticos y riolíticos, facies lávicas masivas, autobrechadas, generalmente espiliticas, hialoclastitas y diques. La secuencia volcánica comienza con componentes espiliticos que pasan transicionalmente a un volcanismo silíceo. De acuerdo a la composición química, las rocas calcoalcalinas, ricas en potasio, presentan características asimilables a las de un arco volcánico (Rubiolo *et al.*, 1997).

Las yacencias de cobre consisten en vetas de cuarzo, ocasionalmente acompañado de baritina, con escaso desarrollo, y potencias reducidas que no sobrepasan valores decimétricos, generalmente de estructura lenticular; se alojan en brechas de falla tanto en lutitas y areniscas ordovícicas como en volcanitas dacíticas. Entre los depósitos conocidos se encuentran las pertenencias Yangaso, Hornillos, Chocoite, Barcosconte, La Gateada y otras, en la provincia de Jujuy. En la mina Yangaso se presentan varias vetas de cuarzo, de hasta 0,4 m de potencia, alojadas en lutitas verdosas, cuya mineralización consiste en calcosina, bornita, escasa

pirita, acompañadas por malaquita, crisocola y azurita.

Las mineralizaciones estarían vinculadas con la actividad volcánica representada por las rocas del Complejo Magmático-sedimentario Cochinoca-Escaya (Faja Eruptiva de la Puna Oriental).

Si bien en algunas de las manifestaciones de cobre (Pb-Zn) incluidas dentro de la faja se han realizado labores de exploración y explotación, en ningún caso la magnitud de los depósitos alienta expectativas de aprovechamiento económico.

3.2.2. FAJA LA COLORADA

Se extiende siguiendo el borde oriental de la Puna de Salta y Jujuy, en el flanco occidental de la depresión de Salinas Grandes, a lo largo de la sierra de Cobres, desde algo al sur de Matancillas hasta más al norte del río de las Burras. Su longitud aproximada es de 90 km, mientras que el ancho medio alcanza 10 kilómetros. Se interpreta que es continuación de la Faja Cochinoca-Escaya, de la que se encuentra separada por las volcánicas cenozoicas representadas por los volcanes Coranzulí y Rachaite.

Esta faja involucra una secuencia sedimentaria de plataforma reconocida en la región como Complejo de Plataforma de la Puna, de edad ordovícica, que incluye conglomerados, cuarcitas, areniscas, grauvacas, pelitas. Dentro del Complejo, Schwab (1973) identificó las Formaciones Taique, Potrerillo y Chiquero; esta última tiene mayor distribución areal, corresponde Tremadociano superior-Arenigiano y es donde se alojan los niveles mineralizados de la mina La Colorada.

La paleogeografía de la región indica que durante el Cámbrico superior existió una línea costera próxima, con el antepaís ubicado hacia el SO, donde en un ambiente de plataforma estable se depositaron secuencias sedimentarias clásticas maduras, representadas por las cuarcitas del Grupo Mesón. Según Martín (1989), a partir un proceso riftogénico se desarrolló una cuenca marginal con la transgresión de los mares ordovícicos. Fallas gravitacionales directas originaron cuencas inestables menores, de tercer orden, receptoras de potentes niveles sedimentarios y de salmueras metalíferas densas portadoras de Pb, Zn, Cu, Ag, Sb y Cd que se derramaron a través de bocas de emisión ubicadas esporádicamente a lo largo de las fallas que originaron las cuencas. Su emplazamiento tiene correspondencia con un pico térmico en una corteza adelgazada que favoreció las emisiones metalíferas y la formación de niveles interestratificados de exhalitas. Al concluir el sistema geotermal, un ambiente sedimentario transgresivo intramareal deltaico cubrió las menas sulfuradas acumuladas en lagunas densas del fondo marino con sedimentos psamo-pelíticos. Esta cobertura protegió a los depósitos metalíferos, originando el

ambiente apropiado para su conservación y diagénesis, originándose depósitos sedimentario-exhalativos de Pb-Zn-Ag, como los ubicados en la sierra de Aguilar (Martín, 1989), con sectores proximales ricos en cobre, como los correspondientes a la mina La Colorada (Zappettini, 1999a).

En cuanto a las expectativas mineras que pueden inferirse para la faja, a partir de la información obtenida en el prospecto La Colorada, los resultados obtenidos indican expectativas económicas medianas para el sector.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

LA COLORADA

El depósito se ubica en la localidad de Cobres, en el faldeo oriental de la sierra homónima, en la margen occidental de la cuenca de Salinas Grandes, hacia el norte de la localidad de San Antonio de los Cobres, provincia de Salta.

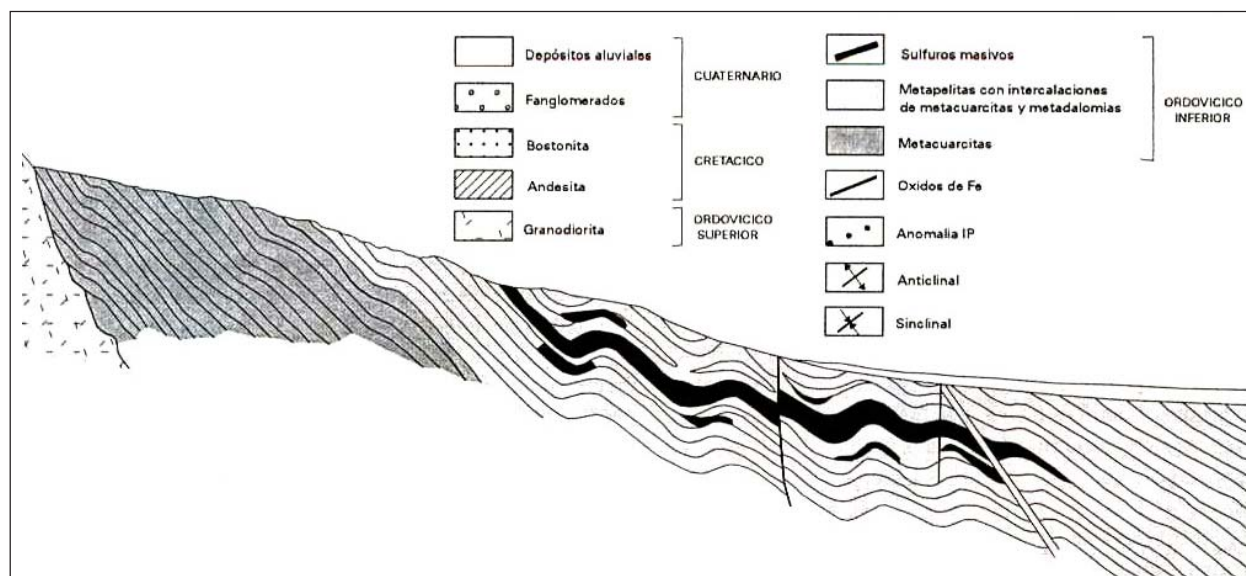
Existen antecedentes de explotaciones precarias en el área de mina La Colorada (fig. 2) desde época precolombina, así como exploraciones y extracciones de mineral discontinuas y breves entre 1932 y 1955. Posteriormente fue explorada por la Dirección General de Fabricaciones Militares con geofísica y una perforación (Lurgo y Zappettini, 1990) definiéndose a la mineralización primaria no aflorante como un sulfuro masivo, cubicándose un total de 12,5 Mt de reservas probables y posibles, con leyes medias estimadas de 33-50% Fe, 20-30% S, 0,5% Cu, 0,9-1% Zn, 0,1-1% Pb y 7-10 g/t Ag, con sectores donde los valores de Au llegaron hasta 0,7 gramos por tonelada. En 1992 la empresa Pacific Rim Mining Corporation tomó la concesión de la mina y a partir de tareas geológicas, geofísicas y 1.000 m de sondeos realizados en 1998 y 1999 logró optimizar el modelo geométrico de la mineralización; se identificaron dos niveles mineralizados de 2,5 a 10,8 m de potencia con leyes de 0,14 a 2,11% de Cu, 0,02 a 1,95% de Pb, 0,6 a 4,13% de Zn, 0,04 a 0,23 g/t de Au y 4,1 a 12,9 g/t de Ag (Lurgo Mayón *et al.*, 1999). En 2007 la Compañía Minera Aguilar realizó trabajos adicionales de exploración mediante geoquímica de rocas y suelos.

En la figura 3 se presenta una sección vertical de La Colorada, según Lurgo Mayón *et al.* (1999).

La mineralización se aloja en el flanco oriental de un gran anticlinal, que a su vez presenta plegamientos de segundo y tercer orden, desarrollados en niveles pelíticos y de grauvacas de la Formación Chiqueros, donde se intercalan bancos delgados de calizas; esta unidad fue intruida por la Granodiorita Cobres, provocando un metamorfismo de contacto que originó esquistos cloríticos cordieríticos y en algunos casos niveles de skarn a partir de las calizas. Cercanos al depósito aflora una serie de diques de andesitas y bostonitas con corridas de hasta 300 metros. También se mencionan



Figura 3. La Colorada. Vista panorámica de los laboreos

Figura 3. La Colorada. Sección vertical. Tomado de Lurgo Mayón *et al.* (1999)

afloramientos de diques de riolitas, dacitas, cuarzo lechoso y lamprófiros, vinculados al Lacolito de Rangel y a fases hipabisales terciarias (Lurgo Mayón *et al.*, 1999).

A partir de la información obtenida de las perforaciones realizadas durante la exploración del yacimiento, se ha determinado que el cuerpo mineralizado presenta forma tabular con horizontes masivos y semimasivos, además de sectores con mineralización en stockworks. Para el cuerpo, que se inclina entre 30 y 65° al sureste, se ha estimado una longitud de 425 m con un ancho de 385 m y una potencia verdadera que va

de 12 a 52 metros. Los sondeos indican una continuidad hasta 225 m de profundidad (Lurgo Mayón *et al.*, 1999).

Los óxidos de hierro que aparecen profusamente en superficie están formados por una asociación de limonitas con hematita, que se originaron por oxidación completa de los sulfuros masivos aflorantes. También aparecen minerales oxidados de cobre rellenando las fisuras en los óxidos de hierro, representados por crisocola dominante, con malaquita y azurita subordinadas. La mineralización primaria de sulfuros consiste

en pirrotina dominante con esfalerita, arsenopirita, calcopirita y galena subordinadas. Como minerales minoritarios aparecen magnetita y lollingita y como trazas bismuto nativo, casiterita, tetraedrita y electrum (Lurgo Mayón *et al.*, 1999).

La alteración hidrotermal en superficie está representada por argilización muy abundante, que afecta no sólo a los afloramientos ferríferos sino que también se extiende por varias decenas de metros en la roca de caja. Hay silicificación representada por sílice amorfa y criptocristalina que aparece en forma masiva y en menor proporción cloritización, epidotización, ceolitización y carbonatización (Lurgo Mayón *et al.*, 1999).

Análisis isotópicos realizados por Zappettini y Segal (1998) sobre cuatro muestras de galena procedentes de testigos de perforaciones indican que las mismas proceden de una fuente cortical muy evolucionada (corteza continental superior) y no son típicas de sulfuros volcanogénicos.

En un principio, el yacimiento La Colorada se interpretó como un cuerpo de sulfuros masivos exhalativos de afinidades volcanogénicas (Zappettini *et al.*, 1991). La información proporcionada por estudios posteriores (Zappettini y Segal, 1998) llevó a considerarlo como un depósito sedimentario exhalativo, formado a partir de fluidos hidrotermales exhalados en el fondo marino, canalizados por conductos controlados por fallamientos y con una mineralogía de tipo proximal.

3.2.3. FAJA CALALASTE

La faja, de edad ordovícica inferior a media, abarca la sierra de Calalaste, que es una elevación en la Puna Austral de rumbo aproximadamente norte-sur, que se extiende a lo largo de decenas de kilómetros. Las dimensiones de esta faja son 10 km de longitud por 62 km de ancho. Corresponde a la continuación austral de la Faja La Colorada, interrumpida en su extremo sur por el volcanismo cenozoico.

Incluye las unidades geológicas Complejo Sedimentario-Volcánico Cortaderas Chicas (CSVCC) y el Complejo Básico-Ultrabásico Tramontana (CBUT) (Seggiaro *et al.*, 2006), ambas afectadas por metamorfismo regional de bajo grado.

Zimmermann y Bahlburg (2003) asignaron una edad arenigiana superior-llanvirniana al CSVCC, mientras que Hongn *et al.* (1999, 2003) ubicaron al CBUT en el rango Tremadociano- Llanvirniano. Estas rocas se interpretaron de diferentes maneras, tanto como una corteza oceánica obductada durante la colisión de un terreno alóctono occidental (Terreno Arequipa-Antofalla) con el Cratón Sudamericano (Allmendinger *et al.*, 1982; Palma, 1990; Blasco *et al.*, 1996, entre otros) como rocas emplazadas en un ambiente extensional de trasarco

en un sustrato continental (Bahlburg *et al.*, 1997). Zimmermann *et al.* (1999) sugirieron que las rocas básicas y ultrabásicas son preordovícicas y que se emplazaron tectónicamente en las sucesiones ordovícicas.

El primer análisis geológico-económico de la región lo realizó Guillou (1974) quien identificó sulfuros alojados en sedimentos. Una manifestación sedimentario-exhalativa fue descrita por Hongn *et al.* (1999, 2003) en el tramo central de la sierra de Calalaste.

Si bien la faja Calalaste no contiene yacimientos de envergadura de tipo sedimentario-exhalativo, la presencia de mineralización de Pb, Zn y Cu asociada a las pelitas del CSVCC le confiere importancia metalogénica, aunque su potencial se estima bajo a medio.

DESCRIPCIÓN DE LA MANIFESTACIÓN

La manifestación descrita por Hongn *et al.* (1999, 2003) se localiza en el tramo central de la sierra de Calalaste, provincia de Catamarca.

Las mineralizaciones de la región fueron sintéticamente descritas por Thebault (1972), Guillou (1974), Schalamuk *et al.* (1998) y Hongn *et al.* (1999, 2003).

En el sector oriental de la quebrada Cortaderas Chicas, Hongn *et al.* (1999, 2003) identificaron niveles pelíticos enriquecidos en sulfuros, una zona de oxidación enriquecida en Pb, Cu, Ni, Co, Mo, Ag, Cd, As y U, y un sector con probable lixiviación de Zn.

La mineralización se presenta en agregados lenticulares y venillas de cuarzo con minerales opacos.

La mineralogía de la mena asociada a las pelitas del CSVCC consiste en pirita, esfalerita, oro nativo, calcopirita, y óxidos de Mn y Fe. En el CBUT en los gabros se observó escasa pirita (Hongn *et al.*, 1999, 2003).

La alteración hidrotermal consiste en las asociaciones silíceas y arcillosas, que producen áreas de blanco.

Se carece de datos de reservas. Hongn *et al.* (1999) señalaron anomalías de 0,44% Zn, 1,2% Mn y 0,17% Ba, constituyendo el cobre un elemento subordinado.

Según Hongn *et al.* (1999, 2003) la mineralización polimetálica identificada en el tramo central de la sierra de Calalaste es sinsedimentaria; se asocia con depósitos de pelitas en ambientes restringidos y se considera que la fuente de los metales ha sido el volcanismo dacítico asociado. Los niveles ricos en sulfuros fueron deformados y suavemente metamorfizados durante la deformación ordovícica. Durante este evento la mineralización sufrió una primera removilización. Una segunda removilización ocurrió durante el Cenozoico a causa de la circulación de fluidos hidrotermales de origen volcánico a lo largo de fallas que cortan niveles paleozoicos mineralizados; así se formaron sinters con limonitas en las inmediaciones de las fallas. También han acontecido removilizaciones relacionadas con pro-

cesos supergénicos, que dieron origen a la formación de «sombreros de hierro». La presencia de sinters indicaría mineralización en profundidad.

La litología favorable para la mineralización está representada por las pelitas del CSVCC que, junto con las tobas, concitan el mayor interés metalogenético dado que la alteración hidrotermal y evidencias de mineralización se encuentran asociadas con estas litologías. Como estructuras favorables, se destacan las extensionales.

La geología, el marco tectónico y las asociaciones de metales de interés económico conforman un marco adecuado para la exploración de depósitos de sulfuros masivos polimetálicos y oro diseminado.

3.2.4. FAJA HUMAHUACA

La faja se extiende a lo largo de la sierra Alta, en el flanco occidental de la quebrada de Humahuaca, desde la quebrada de Yacoraite por el norte hasta Volcán por el sur a lo largo de aproximadamente 65 km, con un ancho medio no mayor a 15-20 kilómetros.

Dentro de la faja se localizan diversas manifestaciones vetiformes de cuarzo con mineralización de cobre, de dimensiones reducidas, que ocasionalmente originaron pequeñas operaciones mineras; a la fecha se encuentran todas inactivas. Se incluyen dentro de este grupo a las vetas de las minas 9 de Julio, Potrerillos, Edith Luisa, Huichaira, Quebrada de Los Toldos, Hornos, Cieneguillas, Cobre Loma, Volcán, Chorrillos y otras, provincia de Jujuy.

En la mayoría de los casos las mineralizaciones vetiformes se alojan en metasedimentos de la Formación Puncoviscana, aunque también encajan en cuarcitas del Grupo Mesón y en areniscas y pelitas del Grupo Santa Victoria.

Se trata de vetas o grupos de vetas de cuarzo, al que suele asociarse baritina, alojadas en fracturas, de escasa potencia y corridas reducidas. La mineralización en general está compuesta por calcopirita, calcosina, bornita, covellina, crisocola, malaquita y azurita, aunque en el caso de la mina 9 de Julio predomina la mineralización de plomo y cinc (galena y esfalerita) sobre la de cobre (González *et al.*, 2000).

El origen de las vetas no está bien definido, y las pocas referencias existentes las interpretan como de edades muy variadas. Según Sureda *et al.* (1986), en algunos casos, como el de la mina Edith Luisa, los filones podrían estar relacionados genéticamente con derivaciones de plutonitas antiguas no aflorantes, mientras que en otros casos, como en las manifestaciones Potrerillos y Huichaira, se relacionarían a rocas volcánicas de ambientes distales del Ordovícico, mencionadas anteriormente. En el caso de la mina Chorrillos, no se cuenta con información que defina su génesis (Locutura *et al.*, 1998).

Más hacia el sur, en la provincia de Salta, fuera de los límites de la faja, en el faldeo oriental de la sierra de Castillejo, que limita por el este al valle de Lerma, Innes *et al.* (2008) describieron mineralizaciones de cobre de escasa magnitud, alojadas en metasedimentos de la Formación Puncoviscana, afectadas por fracturación intensa. Se trata de guías, pátinas y vetillas de calcosina, crisocola, azurita y malaquita. A pesar de que no se cuenta con la información necesaria para corroborarlo, estas manifestaciones de cobre podrían incluirse en la Faja Humahuaca.

En virtud de las características de las mineralizaciones reconocidas dentro de la faja Humahuaca, todas vetiformes, las escasas dimensiones de los depósitos y los exiguos volúmenes y leyes de la mineralización cuprífera hacen que las expectativas económicas del conjunto sean escasas.

3.2.5. FAJA FIAMBALÁ

La longit faja alcanza 55 km de longitud y 22 km de ancho. Incluye a la sierra homónima, en el ámbito de las Sierras Pampeanas Occidentales.

Si bien se conocen concentraciones de sulfuros asociados a los intrusivos, según los estudios realizados hasta la fecha no constituyen recursos económicos y la potencialidad de la faja es muy baja, comprendiendo mineralizaciones de tipo metasomático en calizas relacionadas con intrusiones gábricas.

DESCRIPCIÓN DE LA MANIFESTACIÓN

La manifestación de la sierra de Fiambalá se localiza al noroeste de Tinogasta, departamento homónimo, provincia de Catamarca.

El área fue estudiada por la Secretaría de Minería a partir de 1969. Se realizaron mapeos del sector ultramáfico del gabro, como así también prospecciones geofísicas y geoquímicas. Villar (1972) llevó a cabo una prospección orientativa de Ni, Co y Cu a escala 1:7.500; posteriormente Villar *et al.* (1978, 1982) efectuaron la topografía y geología en dos sectores piloto a escala 1: 1.000. Roqué (1976, 1978) hizo los estudios por polarización inducida y magnetometría. Las investigaciones fueron continuadas por Villar y Coleman (1986), Grissom *et al.* (1992), Page *et al.* (1992) y DeBari (1994) (Villar y Segal 1999).

Villar *et al.* (1986) y Villar y Segal (1988) estudiaron la petrografía y calcografía de las perforaciones. Estudios de prospección de minerales de Pt fueron realizados por Villar *et al.* (1991a y b).

En la región afloran cuerpos máfico-ultramáficos, datados por el método Sm/Nd en 501 ± 20 Ma (DeBari, 1994) que se interpretan como las raíces del arco magmático famatiniano (Willner *et al.*, 1987; De Bari, 1988). Page *et al.* (1992) interpretaron que el emplazamiento

de los cuerpos se asoció a un proceso de atenuamiento y extensión previo a la compresión oclóyica.

En los metasedimentos calcosilicatados (Villar y Segal, 1999) se identificó una mineralización hidrotermal, que está representada por grafito, pirita, calcopirita, pirrotina, pentlandita y mackinawita, relacionada con removilización de la mena en el plutón ultramáfico. Por lo tanto se asigna la manifestación polimetálica cuprífera a un modelo tipo skarn, no existiendo datos sobre su potencialidad.

3.2.6. FAJA GUARGUARAZ

Se localiza en una zona tectónicamente compleja ubicada sobre el flanco occidental de la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza y, parcialmente, el flanco oriental de la Cordillera Frontal de Mendoza. Se extiende desde la comarca de Jagüé (La Rioja) hasta la latitud de Tunuyán (Mendoza), con una longitud de unos 470 km y un ancho máximo de unos 15 kilómetros.

Las unidades contienen intrusiones de rocas ofiolíticas obductadas que están representadas por rocas ultramáficas (dunitas, harzburgitas y wehrlitas), gabros, diques basálticos y coladas basálticas macizas y con estructura almohadillada, con incipiente a generalizada serpentinización, que se intruyen también entre sí y se alojan en el complejo metamórfico Ectinita Guarguaraz (Méndez *et al.*, 1995). Por su disposición aproximadamente norte-sur, las ofiolitas definen la existencia de una zona de acreción continental, habiéndose incorporado uno o más bloques alóctonos desde el oeste. Sus afloramientos son discontinuos, con gran desarrollo volumétrico (Haller y Ramos, 1984). El complejo se emplazó en el área de sutura entre Cuyania y Chileña en el Devónico (Willner *et al.*, 2009).

Los complejos ultramáficos serpentinizados portadores de la mineralización se extienden a lo largo de 60 km entre la cuchilla del Guindo y el río de las Tunas, aunque los depósitos conocidos ocupan un sector de unos 6,5 km de longitud y de 1 a 1,5 km de ancho, dispuestos de manera concordante con la estructura de la Ectinita Guarguaraz.

En los complejos ultramáficos se ha reconocido mineralización metalífera masiva y disseminada, consistente en sulfuros y óxidos de cobre, níquel, cobalto y cromo, y elementos nativos como oro y plata, que corresponden a yacencias de sulfuros masivos tipo Chiple y están representadas por los depósitos Santa Elena, situado puntualmente en la quebrada de Alcaparrosa, Calingasta, San Juan, y Salamanca, La Barrera, La Luisa, Novillo Muerto y Los Gateados, localizados en un sector de unos 6,5 km de longitud y 1 a 1,5 km de ancho en el cordón de Guarguaraz, 35 km en línea recta al oeste de Tupungato, Mendoza (Méndez *et al.*, 1995).

Tanto en la Precordillera como en la Cordillera Frontal se encuentran depósitos de talco vinculados a las ofiolitas.

Se interpreta que la faja se continúa hacia el norte abarcando los cuerpos básicos localizados en el borde occidental de Precordillera, en donde se localiza el depósito Santa Elena.

Se han detectado sectores de escasas dimensiones con disseminación de minerales cupríferos primarios en peridotitas serpentinizadas.

Esta faja se considera de baja potencialidad económica.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

SANTA ELENA

Se ubica en el departamento Calingasta, en la margen derecha de la quebrada Alcaparrosa, frente al hito del km 128 de la ruta provincial 12. Numerosos autores investigaron la mina Santa Elena, entre otros Angelelli y Chaudet (1937), Angelelli y Trelles (1938), Angelelli y Gordon (1941), Angelelli (1941), Ahlfeld y Angelelli (1948), Abeledo y Benyacar (1968), Quartino *et al.* (1971), Maidana (1982), Meissl (1983), Meissl y Maidana (1983), Cardinali (1985), Zappettini *et al.* (1999b) y Brodtkorb y Logan (2005).

La unidad de mayor extensión local es la Formación Alcaparrosa, de edad ordovícica superior, compuesta por areniscas, lutitas negras, basaltos e intrusiones básicas. Las rocas de caja de las estructuras mineralizadas son los basaltos, que muestran estructuras almohadilladas (pillow lavas) y están intercalados en rocas pelíticas marinas. En el depósito se reconocen cuatro corridas de mineralización (Maidana, 1982), en las que se incluyen estructuras mineralizadas mayores y menores que mantienen características morfológicas y estructurales similares según la misma dirección de alineamiento, destacándose las denominadas Alcaparrosa, Alta y Diagonal.

La mineralización metalífera primaria está representada por pirita, que podría ser la portadora del oro detectado en el yacimiento, pirrotina, arsenopirita, marcasita, esfalerita, calcopirita, galena argentífera, sulfosales, hematita y greigita. Los procesos de oxidación han conducido a la formación de numerosas especies minerales, especialmente sulfatos, siendo algunos de ellos citados por primera vez en la bibliografía tras haber sido localizados en el mismo.

Los estudios mineralógicos efectuados por Meissl (1983), sobre la base de propiedades físicas, ensayos químicos y rayos X, indican que las especies presentes en la zona de oxidación de Santa Elena son butlerita-parabutlerita, goslarita, epsomita, natroalunita, jarosita, aluminocopiapita, illita y otros minerales del grupo de las arcillas, yeso, cuarzo, hexahidrita, kieserita, goethita, fibroferita, ferropallidita. Otros minerales citados por Angelelli y Trelles (1938) son ankerita, azufre, botriógeno, eslavikita, escorodita, pickeringita, sarmientita, calingastita y melanterita.

cincífera. El depósito tiene un sombrero de hierro de 10 m de profundidad con minerales de sulfatos de hierro.

La mineralización supergénica se aloja en zonas de fractura y comprende malaquita, azurita, cuprita, cobre nativo, calcosina, marcasita, óxidos de manganeso, hematita y limonitas.

Las alteraciones presentes en las rocas de caja de la mineralización son propilitización, sericitización, argilización, carbonatización y limonitización.

Hasta el momento no se ha datado la mineralización primaria de la mina Santa Elena. Quartino *et al.* (1971) relacionaron este yacimiento al pórfiro Alcaparrosa de edad permotriásica (274 ± 4 Ma; Sillitoe, 1977). Meissl y Maidana (1983) lo clasificaron como mesotermal y también lo asociaron al intrusivo Alcaparrosa, mientras que Haller y Ramos (1984) lo vincularon a la faja ofiolítica. Méndez *et al.* (1995) lo definieron como un depósito tipo Chipre (niveles hidrotermales y exhalativos submarinos) y, coincidentemente, Zappettini *et al.* (1999b) lo definieron como sulfuro masivo volcanogénico (VMS).

Las leyes son las siguientes: 1,84% Pb; 2,51% Zn; 0,08% Cu; 0,65% As; 82,95 g/t Ag; 4,51 g/t de Au. Meissl y Maidana (1983) citaron 11.500 t de reservas positivas, 14.500 t probables y 17.500 t probables más posibles, y estimaron reservas geológicas de 500.000 toneladas.

SALAMANCA

Se ubica en la Cordillera Frontal de Mendoza, en el flanco oriental de la cuchilla de Guarguaraz, a unos 35 km al sudoeste de la ciudad de Tupungato, provincia de Mendoza.

Los primeros trabajos geológico-mineros en el yacimiento fueron realizados en la década del '40 por la Dirección General de Fabricaciones Militares y más tarde, en las décadas del '80 y '90, ampliados por la Secretaría de Minería y el Departamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur. A la fecha, las antiguas galerías son parcialmente utilizadas para extraer talco.

Se localiza en la faja máfica-ultramáfica de la Cordillera Frontal, conformada por cuerpos de origen ofiolítico asociados a metapelitas y anfibolitas del complejo metamórfico Ectinita Guarguaraz, de posible edad paleozoica.

El cuerpo mineralizado es una peridotita serpentinizada de 900 m de longitud por 100 m de ancho máximo, limitado en su margen occidental por una zona de falla de rumbo 40° E e inclinación de 70° NO.

La mineralización se emplaza en la zona de falla, dispuesta en lentes que se fusionan hacia la parte superior del depósito constituyendo un cuerpo masivo cuyo techo fue truncado por fallamiento. La zona de oxidación tiene de 10 a 15 m de potencia y hacia nive-

les profundos las lentes pasan a ser impregnaciones en el cuerpo serpentínico.

La mineralización hipogénica consiste en pirrotina, calcopirita, esfalerita y, en menor proporción, pirita, pentlandita, cobaltopentlandita, mackinawita, cubanita, molibdenita, argentum, oro, cromita, magnetita e ilmenita, llevando como ganga clorita, talco, serpentina, actinolita, calcita, dolomita, magnesita y cuarzo. La mineralización supergénica se aloja en zonas de fractura comprendiendo malaquita, azurita, cuprita, cobre nativo, calcosina, marcasita, óxidos de manganeso, hematita y limonitas.

Para este yacimiento se estima una reserva de 40.000 t con un tenor de 6,5% Cu y 0,2% Ni (Méndez *et al.*, 1995).

Un proceso líquido magmático habría dado origen a la mineralización, la que por un evento hidrotermal posterior fue removilizada, adquiriendo las características texturales y estructurales actuales (Bjerg *et al.*, 1999).

3.2.7. FAJA LAS ÁGUILAS-VIRORCO

La faja Las Águilas-Virorco se localiza en el ámbito de la sierra de San Luis. Alcanza 67 km de longitud en sentido N-S y 15 km de ancho.

Mediante estudios geofísicos, Kostadinoff *et al.* (2002) sugirieron que la faja continúa hacia el SSO hasta casi los 35° de latitud. Estudios posteriores (Chernicoff *et al.*, 2009) propusieron su posible continuidad en territorio de La Pampa.

Los intrusivos máficos a ultramáficos a los que se vinculan las mineralizaciones forman parte de una faja localizada a lo largo de 80 km en el Complejo Metamórfico Pringles y equivalen al Grupo Las Águilas (Sims *et al.*, 1997). Se alinean con rumbo NNE, y de norte a sur comprenden los siguientes cuerpos: Peñón Colorado, La Gruta, La Melada, La Bolsa, Los Manantiales-El Fierro, Las Pircas, Virorco y Las Águilas (González Bonorino, 1961; Cucchi, 1964; Malvicini y Brogioni, 1993; Brogioni, 1994, 2001a y b; Brogioni y Ribot, 1994; Sims *et al.*, 1997). Brogioni y Ribot (1994) y Hauzenberger *et al.* (2001) postularon que el origen de estas rocas se relaciona con ambientes extensionales de retroarco o de cuenca marginal.

La litología propicia está representada por las rocas ultramáficas, y las estructuras favorables corresponden a zonas de cizalla y plegamientos.

En cuanto a la existencia de mineralización en la faja, además de las ya conocidas, el estudio realizado por Lencinas (2001) consigna que se han identificado varias anomalías magnéticas-gravimétricas coincidentes en las inmediaciones de Las Pinturas, Las Higueras, Virorco y El Fierro, además de otras dos anomalías magnéticas significativas en Roxete y El Arbolito

A la faja se le asigna una importancia económica moderada, en razón de la magnitud de los depósitos presentes.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

LAS ÁGUILAS

El yacimiento se ubica en las cercanías del arroyo Las Águilas (departamento Pringles, provincia de San Luis) y fue explorado por la Dirección General de Fabricaciones Militares entre 1970 y 1986 (Sabalúa *et al.*, (1981), Sabalúa (1986) y Bjerg y Sabalúa 1999), mediante relevamientos geológicos, mineros, geoquímicos y geofísicos, perforaciones, laboreos y ensayos metalúrgicos.

A la fecha, la propietaria es Marifil Mines Limited (www.marifilmines.com), en un joint venture con Prophecy Platinum Corp.

Entre los numerosos autores que estudiaron este yacimiento en sus diferentes aspectos, se citan Villar (1975), Merodio *et al.* (1978), Kilmurray y Villar (1981), Sabalúa *et al.* (1981), Gordillo (1984), Brodtkorb *et al.* (1984), Sabalúa (1986), Ramos (1988), Prozzi (1990), Dalla Salda *et al.* (1990), Llambías *et al.* (1991), Ortiz Suárez *et al.* (1992), Brogioni (1992, 1994), Mogessie *et al.* (1995), Hauzenberger (1997), Hauzenberger *et al.* (1997), Bjerg y Sabalúa (1999), Lencinas (2001) y Sato *et al.* (2003).

En la figura 4 se presenta la información geofísica regional, y en la figura 5 la geología del yacimiento y la ubicación de las perforaciones.

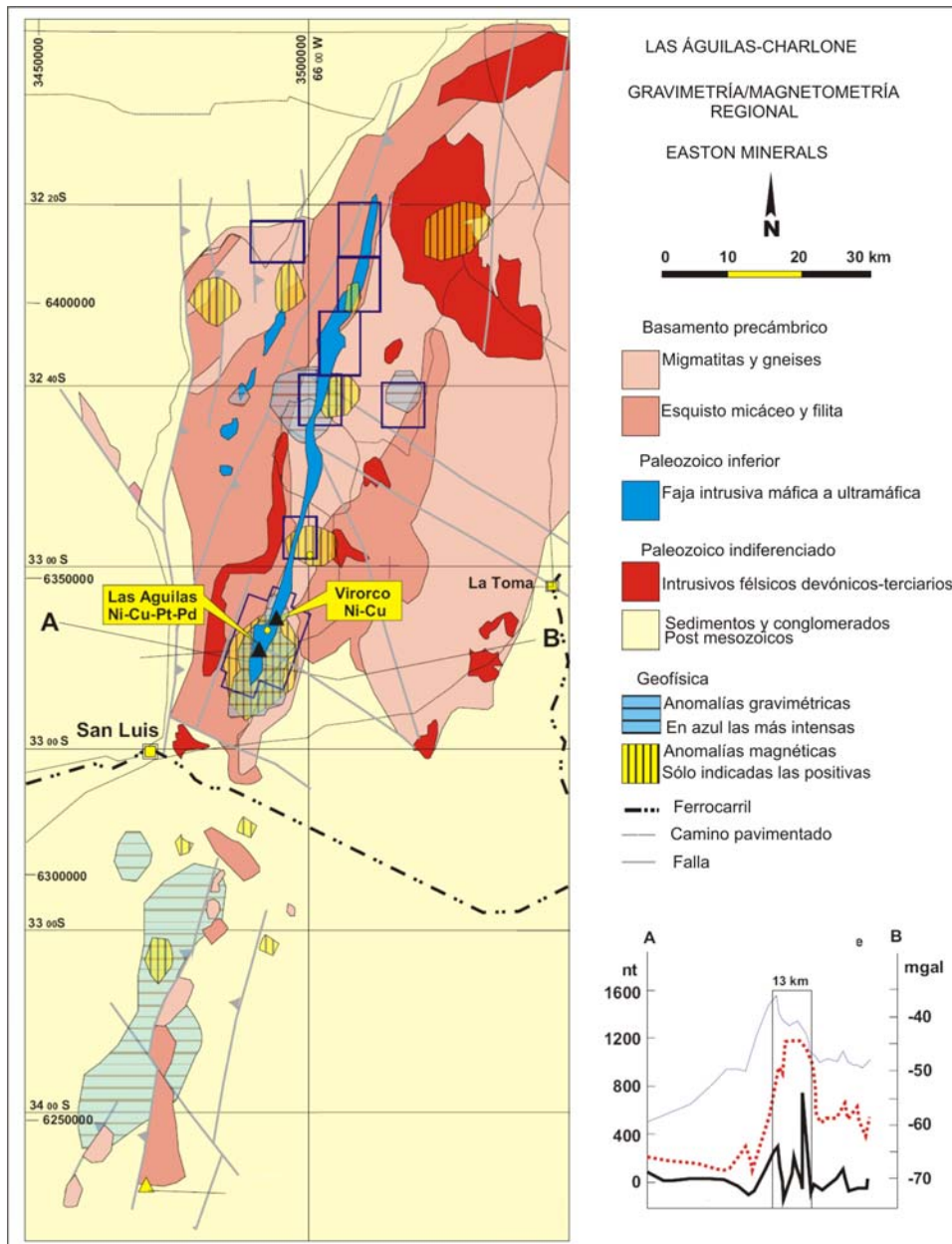


Figura 4. Las Águilas. Información geofísica regional. Tomado de Lencinas (2001)

Las rocas que forman parte de la faja de rocas máficas-ultramáficas de la Sierra Grande de San Luis se presentan como cuerpos lenticulares distribuidos según una faja de 100 km de longitud y rumbo nordeste; se clasificaron como dunitas, harzburgitas, piroxenitas, noritas, dioritas y anfibolitas (Bjerg y Sabalúa, 1999). Sims *et al.* (1998) realizaron una datación de una segregación ácida de una piroxenita por el método U/Pb SHRIMP en Zr, y su resultado fue 478 ± 6 millones de años.

En Las Águilas se presentan dos cuerpos mineralizados: este y oeste. El cuerpo este, que se aloja en piroxenitas, harzburgitas y dunitas, constituye un clavo mineralizado cuya forma recuerda a la de un cono truncado invertido con una base elíptica. Se extiende 100 m en dirección NNE-SSO, con 75 m de ancho máximo en su parte central; el eje se inclina 65 a 85° al E y su buzamiento es de 75 a 80° S. El cuerpo oeste es tabular y se aloja en piroxenitas y noritas; inclina al S y se acuña en los extremos norte y sur. El largo alcanza 200 m y el ancho medio 10 metros. La mineralización es de tipo diseminada y masiva.

Como minerales primarios, Bjerg y Sabalúa (1999, y referencias allí citadas) señalaron la presencia de pirrotina, pentlandita y calcopirita, con cantidades menores de pirita y cromita zonal, como así también minerales del grupo del platino. En superficie hay sombreros de hierro, con limonitas, hematita, carbonatos de cobre, óxidos de cobre y sales de Ni y de Co. Existe escasa lixiviación, representada por marcasita, bravoíta y violarita. Lencinas (2001) citó además minerales del grupo del platino.

Aunque no se encuentra alteración hidrotermal, se observa serpentinización de las rocas ultramáficas, con clorita, biotita, hornblenda, antofilita y calcita.

Según Lencinas (2001), los estudios de inclusiones fluidas sugieren que la mineralización de sulfuros se formó en dos fases. La fase temprana (700 - 850°C) estuvo dominada por sulfuros de Ni-Cu-Co portadores de Pt, mientras que la fase más joven (450 - 500°C) se caracterizó por sulfuros de Cu portadores de Pd que está asociado a alteración retrógrada. La fase de menor temperatura se generó durante un evento de metamorfismo regional en el Ordovícico superior y fue responsable de la removilización de minerales de Pd-Cu-Bi-Te-As- Mo en sitios estructurales favoreciendo las unidades intrusivas con el contenido más alto de MgO.

Bjerg *et al.* (1997) realizaron relevamientos magnetométricos y gravimétricos, que indicaron que los cuerpos ultramáficos de mayor importancia se localizan en Las Águilas. En un perfil regional entre La Toma y la Sierra Grande de San Luis, hallaron que los cuerpos máfico-ultramáficos más notorios se ubican en el borde oriental de la sierra. Las anomalías gravimétricas positivas indican un cuerpo continuo de rocas ultramáficas de dimensiones muy superiores a las deducibles a partir de los afloramientos, y las anomalías magnéticas sugieren que la mineralización alcanza un volumen mayor que el definido por otros estudios previos.

Lencinas (2001) señaló que el complejo máfico-ultramáfico se asocia con una anomalía gravimétrica y magnética que tiene 25 km de largo y hasta 11 km de

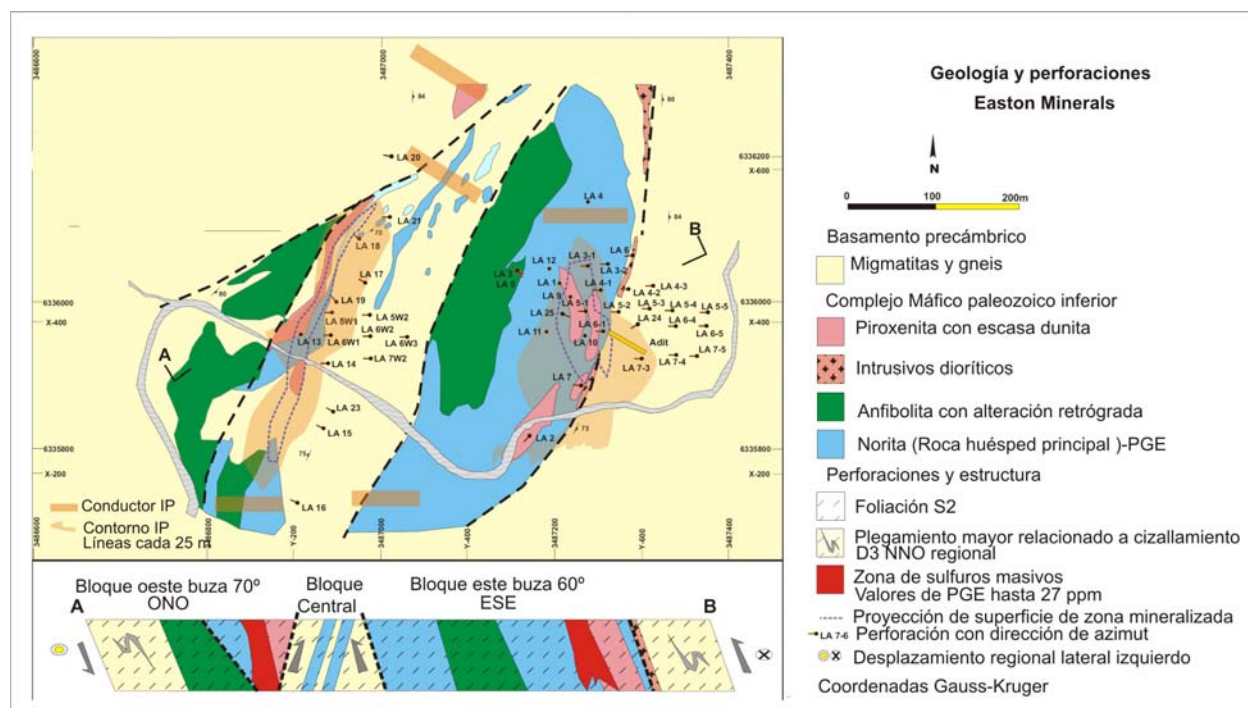


Figura 5. Las Águilas. Geología y perforaciones. Tomado de Lencinas (2001)

ancho, e incluye Las Águilas y otros prospectos (de sur a norte: Las Pinturas, El Puestito, Las Higueras, Virorco, El Fierro, Las Pircas y Los Manantiales). Los datos de la geofísica regional sugieren que el complejo máfico está desmembrado estructuralmente por zonas de cizalla de rumbo norte-sur y comprende seis lentes, cuyos dos valores mayores coinciden con las áreas Las Águilas y Virorco. El cuerpo Las Águilas tiene 7,5 por 2 km y consiste en dos altos magnéticos que corresponden a las zonas de sulfuros Este y Oeste. El cuerpo Virorco es similar en tamaño, pero las anomalías magnéticas están menos definidas.

Los recursos de Las Águilas ascienden a 2,22 Mt (1,219 Mt medidos, 1 Mt indicados), con una ley media ponderada de 0,51% Ni, 0,50% Cu y 0,035% Co, con contenidos de Pt entre 0,10 y 2 g/t y Pd entre 0,15 y 0,75 g/t (Bjerg y Sabalúa, 1999).

Las reservas fueron calculadas por Sabalúa en 1986 (en Lencinas 2001) para leyes de cut-off de 0,5% y 0,3%.

Ferracutti *et al.* (2007) asimilaron Las Águilas y cuerpos aledaños a depósitos como el de Jinchuan (China), que corresponde a complejos estratificados asociados a ambientes tectónicos dominados por procesos extensivos.

VIRORCO

Fue estudiado por Sims *et al.* (1997), Bjerg y Sabalúa (1999), Brogioni (2001a y b), Ferracutti (2005) y Zaffarana *et al.* (2006).

La mineralización es de Ni, Co, Cu, Fe y elementos del grupo del Pt (PGE) y está emplazada en una anfibolita perteneciente al Grupo Las Águilas, presentando evidencias de removilización por efectos del metamorfismo. La mineralogía consiste en calcopirita, pirrotina, pentlandita, pirita, marcasita, óxidos de hierro, bravoíta y violarita; además se ha desarrollado un sombrero de hierro en la parte superior de la mina. En superficie se presenta una brecha tectónica, de unos 60 m de ancho y 100 m de largo, cuyos clastos constituyen bochones mineralizados cementados por tabiques de óxidos de hierro (Zaffarana *et al.*, 2006).

Brogioni (2001b) y Ferracutti (2005) indicaron que la mineralización de Ni, Fe y minerales del grupo del platino se produjo como resultado de la cristalización fraccionada de un magma de composición tholeiítica. Zaffarana *et al.* (2006) señalaron que las brechas tectónicas proporcionaron las vías de circulación para los fluidos mineralizados.

3.2.8. FAJA LAS CALLANAS

La faja está ubicada en las sierras de Ulapes y de las Minas, provincia de La Rioja, y extremo norte de la provincia de San Luis, en el ámbito de las Sierras Pampeanas Occidentales. Alcanza los 175 km de

longitud, mientras que su ancho oscila entre 25 y 40 kilómetros.

En las sierras de Chepes y Ulapes, aflora el Complejo Ígneo Chepes, de edad paleozoica inferior, que está formado por granitoides, migmatitas y rocas básicas. La deformación famatiniana dio lugar a la formación de fajas de milonitas. La existencia de granitoides interpretados como de edad devónica y vinculados con la Orogenia Chánica, localmente designada Orogenia Achalana, ha sido inferida por aeromagnetometría en el sector oeste de la sierra de las Minas. Según Pieters *et al.* (1997) son posibles portadores de fuentes de fluidos y/o metales y/o energía de calor.

Esta faja está caracterizada por una tipología que involucra depósitos auríferos en zona de cizalla con cobre y plata subordinados, reunidos en el agrupamiento Chepes (San Eduardo) en la sierra de Chepes y en el distrito Las Callanas en la sierra de las Minas.

Otro tipo de depósito presente en esta faja es el epitermal polimetálico complejo, que está representado por la manifestación Miranda Sur en La Rioja, en la que existe un área de alteración hidrotermal (propilítica y sericitica) y mineralización de calcosina, calcopirita y galena (Plan La Rioja, 1973) en leptometamorfitas ordovícicas intruidas por dacitas, riolitas y brechas andesíticas asignadas al Silúrico-Devónico.

Los depósitos son pequeños, y la mayoría se encuentra en lentes cuarzosas de tonelaje reducido. La litología favorable incluye los granitoides devónicos, y las estructuras favorables comprenden las zonas de cizalla y fracturas locales. Se asigna a la faja baja potencialidad.

DESCRIPCIÓN DE LAS MINERALIZACIONES

Los distritos más conocidos son El Espinillo y Las Callanas en la sierra de las Minas, El Abra en la sierra de Ulapes y San Eduardo en la sierra de Chepes, provincia de La Rioja.

Las Callanas es el distrito con antecedentes mineros más antiguos; la geología y la ubicación de los yacimientos se muestran en la figura 6.

DISTRITO LAS CALLANAS

El distrito se localiza en la sierra de las Minas, provincia de La Rioja.

En 1925 la empresa Oro de Concarán y en 1950 la Compañía Minera de los Llanos efectuaron muestreos sistemáticos. En la década del '60, la Secretaría de Minería hizo un inventario minero de las sierras de Chepes, Ulapes y de las Minas (Mastandrea, 1961; Tutorán y Kejner, 1965). Entre 1986 y 1990 se descubrieron numerosas manifestaciones, mediante trabajos realizados por organismos oficiales, empresas mineras y profesionales independientes. En 1992, JICA-MMAJ relevó la geología completa de las sierras con muestreo geo-

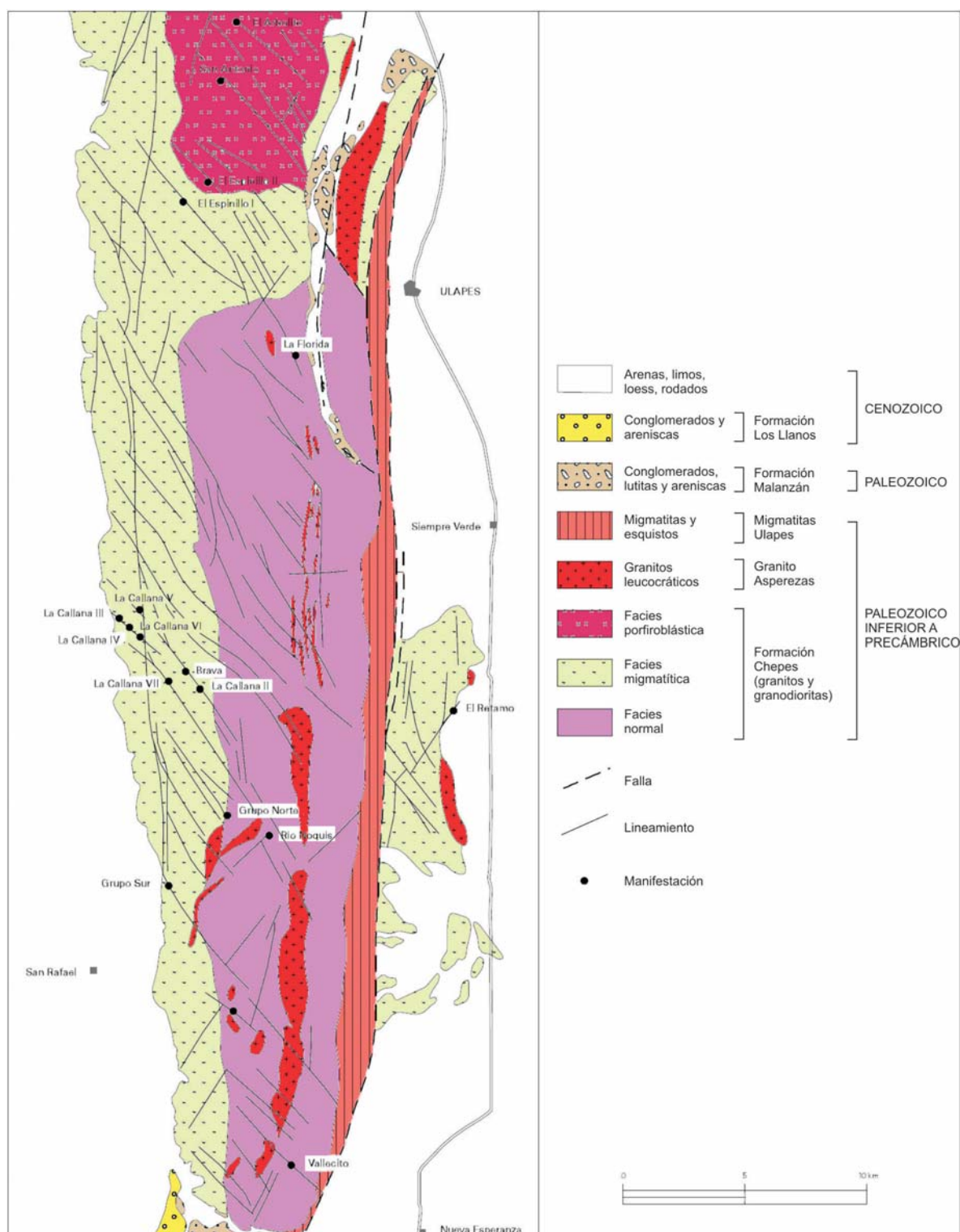


Figura 6. Geología de las sierras de las Minas y Ulapes y distribución de los yacimientos. Tomado de Cravero (1999)

químico, y en 1993 comenzó la exploración con perforaciones. Entre 1995 y 1996, la Australian Geological Survey Organisation (AGSO) realizó estudios geofísicos y control geológico (Pieters *et al.*, 1997). Posteriormente, la empresa Compañía Minera Corral de Isaac, en un convenio con Primo Resources y Golden Peaks Resources,

prosiguió la exploración mediante destapes de labores, trincheras y perforaciones (Cravero, 1999).

En el distrito Las Callanas las vetas se alojan en zonas de cizalla secundaria que se ubican en una dirección de fracturación preferencial de rumbo N 85° O a este-oeste. Las reactivaciones posteriores de estas zo-

nas produjeron fracturación, desplazamiento y eventualmente brechamiento en los filones pegmatíticos o graníticos o vetas de cuarzo emplazados en ellas; los espacios vacantes fueron rellenados por nuevas rocas filonianas o vetas, y tuvo lugar una rotación. Ambos procesos dieron lugar a que las vetas se ubicaran diagonalmente a la estructura. Las zonas de cizalla se destacan por su baja susceptibilidad magnética (Cravero, 1999).

Las vetas de cuarzo que contienen Au, Cu y Ag se presentan según dos orientaciones principales: noroeste y nordeste, con fuerte inclinación; algunas vetas tienen dirección aproximada este-oeste. Forman juegos lineares, sinuosos y sigmoidales, en forma de cuchillada y en algunos depósitos muestran distribuciones en echelon. Es común el acuñamiento y el ensanchamiento, resultando así vetas extensivas subverticales, que aparentemente están desgarradas (Vujovich *et al.*, 1998).

La mineralización (Ríos *et al.*, 1992) comprende electrum, pirita y sulfuros de cobre; como minerales supergénicos se encuentran oro, hematita, goethita, crisocola, malaquita, calcedonia y otros (fig. 7).

Hay cuatro tipos de cuarzo portador de mineralización (Cravero, 1999). Los cuarzos I y II son auríferos y portadores de sulfuros; el primero tiene Au como electrum en pirita y en el segundo Au libre de grano muy fino.

Existe alteración sericítica suave a fuerte en la caja de las vetas, con pocos metros de extensión, que oca-

sionalmente pasa a propilítica en forma transicional. Hay silicificación menos frecuente, presente como reemplazo masivo en los hastiales de las vetas (San Antonio, El Abra y La Pirca) y también en stockworks (San Isidro Sur y al SE de La Callana V).

Cravero *et al.* (1995) estudiaron las inclusiones fluidas del distrito e interpretaron que los fluidos mineralizadores habrían evolucionado desde fases de mayor temperatura y salinidad ricas en CO₂ hacia otras de menor temperatura-salinidad y ausencia de CO₂.

Los estudios de Pieters *et al.* (1997) corroboraron el modelo de formación de vetas de cuarzo con Au-Cu-Ag en zonas de cizalla relacionadas a deformación regional y apuntan a una posible relación genética con granitoides devónicos. Según estos autores, las dataciones realizadas en las micas de alteración (390 Ma por el método ⁴⁰Ar/³⁹Ar), asociadas a mineralización de Au-Cu-Ag y dentro de estructuras de rumbo NO, sugieren que tanto la alteración como el cizallamiento sucedieron en el Devónico inferior.

Mutti *et al.* (2007) sugirieron una fuente mixta para el azufre formador de los depósitos, donde el ³⁴S debió introducirse en el sistema hidrotermal desde una fuente amagmática.

A lo largo de las estructuras hospedantes se observan lentes ricas aisladas rodeadas de material de baja ley o estéril; dentro de estas bonanzas los tenores de oro son contrastantes y es difícil establecer la ley media de cada depósito. Esto queda evidenciado en el

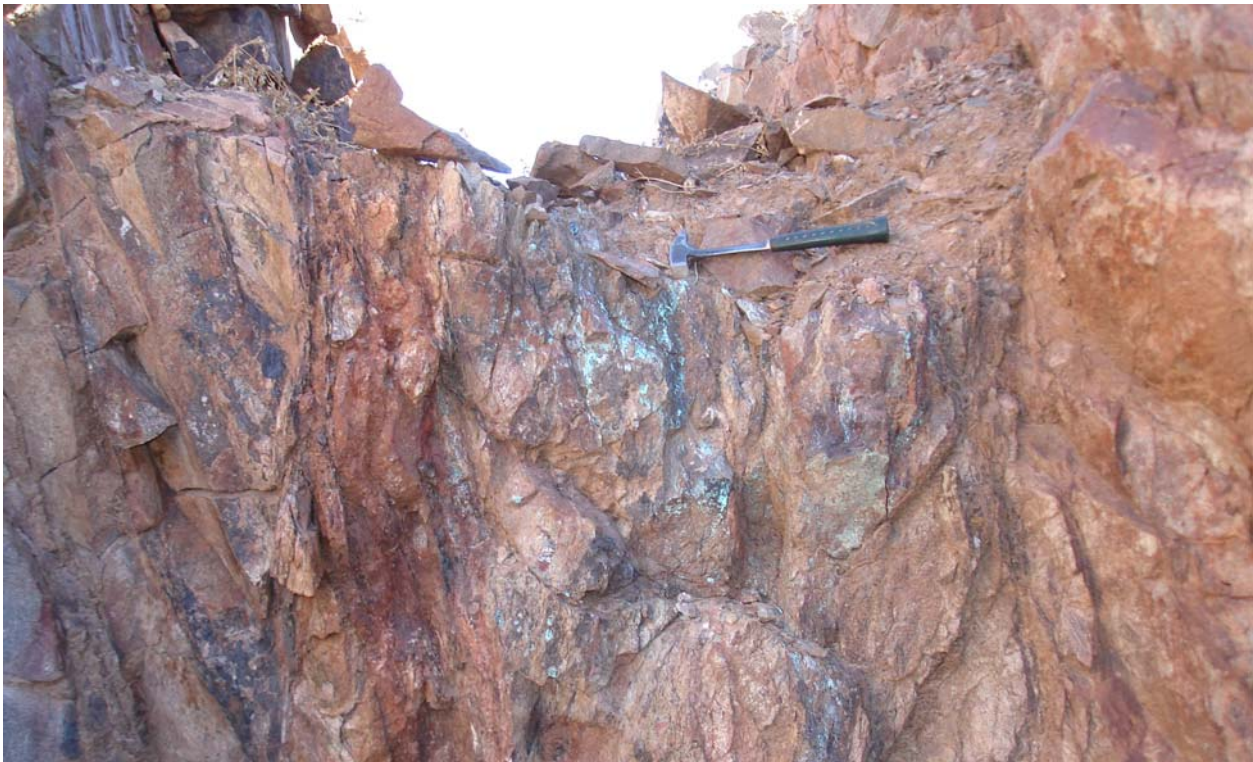


Figura 7. Dos Búhos, sierra de Las Minas (faja Las Callanas). Vista al sur de la veta principal; cuarzo aurífero con mineralización secundaria de cobre (crisocola)

muestreo efectuado por JICA-MMAJ (1993) indica valores de más de 25 g/t Au así como muestras estériles.

Si bien no hay datos de reservas, sobre la base de la información disponible Cravero (1999) señaló que las estructuras de los distritos (El Espinillo, Las Callanas, El Abra y San Isidro) albergarían alrededor de 500.000 t con 10 g/t Au.

Estas manifestaciones responden al modelo de depósitos auríferos en zona de cizalla y sus contenidos en Cu son carentes de interés económico.

3.2.9. DEPÓSITOS AISLADOS

Fuera del ámbito de estas fajas y dentro de los episodios famatinianos, se mencionan los depósitos El Pararrayo y, muy próximo a éste, La Cobriza, ubicados en la sierra de Famatina.

En El Pararrayo, los trabajos fueron llevados a cabo por Viteau (1910) y Devito (1949), quienes efectuaron una descripción general de sus características. Angelelli (1984) recopiló la información dada por los autores mencionados y más recientemente Herrmann *et al.* (2006) sintetizaron las características del depósito.

En la zona afloran esquistos filíticos tectonizados de color gris verdoso (Formación Negro Peinado), que tienen un rumbo general N 45° E y posición subvertical; aguas arriba de la quebrada y en contacto con ellos asoma un cuerpo de roca diorítica.

Los trabajos realizados informaron acerca de varias vetas no bien definidas, algunas de dirección E-O y otras N-S, de espesor variable entre 0,10 y 1,20 m, que se hospedan en los esquistos o en la roca diorítica. La mineralización, muy irregular, consiste en malaquita y azurita con escasa cuprita, como impregnaciones, acompañadas por calcopirita y algo de calcosina, en ganga de cuarzo y material arcilloso de la roca de caja.

3.3. EPISODIOS GONDWÁNICOS

INTRODUCCIÓN

Entre el Pérmico y el Triásico (280-240 Ma) se produjo una muy intensa actividad magmática, que dio lugar a la provincia magmática Choiyoi y se desarrolló a lo largo del cinturón orogénico del borde occidental del continente de Gondwana y en el antepaís. El nivel de emplazamiento fue supracortical y, en consecuencia, son frecuentes los complejos plutónico- volcánicos (Llambías, 1999). Las volcanitas de la provincia Choiyoi fueron descritas en general como Grupo Choiyoi (Groeber, 1947; Stipanovic, 1965; Llambías *et al.*, 1993).

Los afloramientos más importantes del cinturón orogénico se encuentran en la Cordillera Frontal, Bloque de San Rafael y en afloramientos aislados en el núcleo de estructuras anticlinales en el ámbito de la Cordillera Principal y Cuenca Neuquina (Las Leñas-Va-

lle Hermoso y Bardas Blancas en el sur de Mendoza y la Cordillera del Viento y cerro Chachil en el centro y norte del Neuquén). En el antepaís se localizan en la continuación austral del Bloque de San Rafael, en la Provincia de La Pampa.

En la región patagónica, al sur del río Colorado, el magmatismo relacionado a extensión está representado por riolitas (Formación Marifil) en el Macizo de Somuncurá, con edades entre 188 y 169 Ma; se interpreta que han sido originadas por fusión cortical probablemente en relación con el hot spot del Karoo (Mpodozis y Ramos, 2008). Hacia el Jurásico medio se produce la efusión de extensos campos ignimbríticos acompañados por el emplazamiento de cuerpos subvolcánicos, que constituyen la provincia riolítica de Chon Aike (Kay *et al.*, 1989), con edades entre 170 y 150 Ma. Estas rocas, junto con los basaltos alcalinos de la Formación Bajo Pobre constituyen una asociación bimodal y son interpretadas como una LIP (Large Igneous Province) silícea (Pankhurst *et al.*, 2000; Bryan, 2007).

Se han definido como representantes de los episodios gondwánicos a las fajas Los Llantenes, Cordillera Frontal, Castaño-San Jorge, Marayes, Bloque de San Rafael, Chachil, Los Menucos, Los Manantiales, Sierra Grande, La Leona y Deseado; la tipología incluye depósitos polimetálicos ricos en selenio, skarns, chimeneas de brecha, tipo pórfiro, epitermales de baja sulfuración, epitermales polimetálicos complejos y alojados en sedimentos.

3.3.1. FAJA LOS LLANTENES

Se localiza en los ámbitos de Precordillera y Sierras Pampeanas Occidentales, y alcanza una longitud de 112 km y un ancho entre 100 y 137 kilómetros.

En esta faja se ubican manifestaciones epitermales polimetálicas, ricas en selenio, de los distritos Cerro Cacho-Sierra de Umango en Sierras Pampeanas Occidentales y Los Llantenes en Precordillera, como así también el skarn de cobre La Criollita y epitermales polimetálicos (agrupamiento Estrella).

La faja Los Llantenes se continúa hacia el sur en las fajas Cordillera Frontal y Castaño-San Jorge, siguiendo el desarrollo del arco magmático gondwánico.

La litología favorable para contener mineralización está representada por los granitoides gondwánicos, y las calizas y esquistos del Ordovícico.

Desde el punto de vista metalogenético el potencial de esta faja es bajo debido al menor tamaño y escasa importancia económica de las manifestaciones que comprende.

DESCRIPCIÓN DE LAS MANIFESTACIONES

DISTRITO LOS LLANTENES

El distrito Los Llantenes se localiza en el norte de la Precordillera, a 50 km al O de Jagüé, en el departa-

mento General Sarmiento, provincia de La Rioja. Las manifestaciones se distribuyen en una franja de 5 km de largo y rumbo NNE-SSO, y entre ellas se encuentran La Ramada, San Pedro, El Portezuelo, Clemente, Luis, Rossi y El Yuyo.

El distrito comenzó a explorarse en la década del '60 en la sierra de Umango (Olsacher *et al.*, 1960), donde se halló un seleniuro de Cu y Ag. En San Pedro, al realizar destapes se encontró Hg. Posteriormente, se amplió la exploración del área (Brodtkorb, 1999).

Según Guerrero (1968, 1969), San Pedro tiene el número mayor de destapes, piques y galerías, siguiéndole La Ramada y El Portezuelo.

Las manifestaciones del distrito Los Llantenes se emplazan en las filitas de la Formación Río Bonete, excepto el depósito La Ramada que se ubica en las rocas calcáreas de esa Formación (Brodtkorb, 1999).

Según Brodtkorb (1999), la mineralización se ubica en pequeñas fallas ENE-OSO y NO-SE; se presenta en vetillas de escasos centímetros de espesor y no más de decenas de metros de longitud y cementando brechas producto de fracturas. De acuerdo con esta autora, los minerales presentan dos paragénesis: una de sulfuros y otra de seleniuros (óxidos y elementos nativos). En el primer grupo, los minerales primarios hallados son bornita, calcopirita, piritita, galena, tetraedrita, enargita, linneíta, cinabrio y metacinnabarita. En el segundo grupo se incluyen umangita, tiemannita, clausthalita, eukairita, eskebornita, stilleíta, naumannita, onofrita, ferroselita, fischesserita y oro y plata nativos.

Los minerales secundarios son calcosina, covellina, cuprita, acantita, griegita, malaquita, azurita, brocantita, linarita, atacamita, paraacamita, conelita, caledonita, bindheimita, berzelianita, kolckmannita, selenio nativo, schmiederita, calcomenita, molibdomenita y limonitas (Brodtkorb *et al.*, 1993; Paar *et al.*, 1996a y b).

La ganga está compuesta por calcita, cuarzo y baritina.

No hay datos de leyes ni reservas. En La Ramada, entre 1966 y 1967, se explotaron menas ricas en selenio y mercurio (Brodtkorb, 1999).

Este distrito se clasifica entre los depósitos polimetálicos ricos en selenio.

DISTRITO CERRO CACHO-SIERRA DE UMANGO

El distrito comprende las manifestaciones Las Asperizas, Tumiñico, Vega del Tolar, El Tolar, El Quemado, La Millonaria, El Hoyo y Pichanas, ubicadas a 50 km de Guadacol, provincia de La Rioja, dentro del ámbito de las Sierras Pampeanas Occidentales. Corresponden a mineralizaciones polimetálicas ricas en Se y portadoras de Cu.

En Las Asperizas existen labores subterráneas y a cielo abierto, mientras que en las otras manifestaciones hay destapes y trincheras (Guerrero, 1969).

En la zona del cerro Cacho hay pórfiros andesíticos que Zolezzi y Guerrero (1981) vincularon a la Formación Chuscho, equivalente a la Formación Punta del Agua. Tanto el emplazamiento de los granitoides gondwánicos como el de las volcanitas tuvo lugar en los distritos mineros Los Llantenes y Cerro Cacho-Sierra de Umango (Brodtkorb, 1999).

Las Asperizas, El Quemado y El Tolar se emplazan en calizas y anfibolitas, y el resto de las manifestaciones esquistos de la Formación Espinal (Brodtkorb, 1999).

Las venillas tienen desarrollo pobre con un espesor de algunos centímetros. La mineralización de Cu se presenta en forma de impregnaciones en planos de cizalla.

Los minerales primarios determinados por Paar *et al.* (1996a) son umangita, clausthalita, naumannita, eukairita, tiemannita, onofrita, stilleíta, bornita y calcopirita, y los secundarios klockmannita, berzelianita, calcosina, neodigenita, covellina, malaquita, atacamita y paratacamita. La ganga es calcita por lo general.

Brodtkorb (1999) asimiló la génesis a la del distrito Los Llantenes. Los estudios geoquímicos de la mineralización y de diques máficos asociados, emplazados durante la extensión triásica, sugieren su relación genética y por ende su asignación a los episodios gondwánicos (Zappettini *et al.*, 2014).

LA CRIOLLITA

Esta manifestación se encuentra en la ladera NE del cerro Pircado, a 40 km en línea recta hacia el NO de Jagüé, provincia de La Rioja.

Marcos y Carrizo (2009) señalaron que las lentes mineralizadas principales han sido parcialmente explotadas, y citaron tres socavones principales casi inaccesibles a la fecha, de 130 m, 42 m y 25 m respectivamente; además hay numerosos piques, chiflones y destapes superficiales de escaso desarrollo. En total, entre subterráneo y en superficie, el laboreo sería del orden de los 300 metros.

En el área de la manifestación La Criollita aflora la Formación Río Bonete, compuesta por micacitas esquistosas y calizas en bancos alternantes, de edad ordovícica. Esta unidad está intruida por granodioritas y granitos y diques aplíticos y riolíticos; con posterioridad se intruyeron diques de andesitas y uno de basalto. Una datación realizada por JICA-MMAJ (1999) con el método K/Ar en biotita de un granito dio como resultado una edad de 296 ± 15 Ma.

En el contacto entre la granodiorita y las calizas se produjo un skarn, y también un hornfels en el contacto entre la granodiorita y las rocas esquistosas (Marcos y Carrizo, 2009).

Fernández Lima y de la Iglesia (1952) reconocieron vetas y guías paralelas con longitud variables, las ma-

yores entre 80 y 300 m, que se disponen en medio kilómetro cuadrado.

La mineralización consiste en limonitas e impregnaciones de minerales oxidados de cobre (malaquita-azurita). En estudios al microscopio se determinaron agregados granulares finos de calcopirita y cuprita como mineral secundario (Marcos y Carrizo, 2009).

La alteración consiste en silicificación en calizas y cementación silíceas de brechas calcáreas.

Devito (1949) mencionó leyes de cobre entre 1 y 16% muestras de socavones, para potencias de 0,4 a 1,20 metros. Cravero (1993), en un reconocimiento general del área entre La Criollita y Los Llantenes, obtuvo valores máximos de 5% Cu, 1,7 g/t Au y 140 g/t Ag en una veta del sector norte de La Criollita.

El modelo asignado a esta manifestación es el de un skarn cuprífero.

ESTRELLA ALTA

Se ubica a 52 km al norte de Jagüé, provincia de La Rioja.

Los primeros trabajos corresponden a Lapidus (1951b) y Devito (1949). Maisonave (1979) hizo una breve mención del yacimiento; posteriormente Angelelli (1984) y Cravero (1986) realizaron sendas síntesis de la información disponible. El depósito fue descripto también por Herrmann *et al.* (2006).

Según Angelelli (1984), forman el yacimiento tres vetas que se designan como A, B y C, que afloran en las pizarras y areniscas y también en la brecha volcánica. La Veta A, de un recorrido visible de 180-200 m, tiene dirección e inclinación concordantes con los de las rocas encajantes; su espesor en superficie es de 3 a 5 cm, alcanzando en las labores hasta 50 centímetros. Se trata de cuerpos lenticulares unidos por guías delgadas pobres cuando no estériles. En su extremo SE y a poca distancia, aparece la Veta B que asoma en unos 20 m con rumbo E-O y con un buzamiento de 75° S; registra un espesor máximo de 30 centímetros. La Veta C, sita 80 m al O de la B, de dirección SSO-NNE y posición 75° SE, tiene un recorrido corto y consiste en dos guías mineralizadas de 3 a 5 cm cada una.

La mineralización es similar en las tres vetas y está representada por abundante hematita compacta de hábito micáceo, limonitas, malaquita, azurita y calcosina secundaria (el principal mineral de cobre) en pequeñas masas, calcopirita y bornita, en una ganga de cuarzo preferentemente en cristales (Angelelli, 1984).

Según Cravero (1986), no existe zonalidad definida, aunque en los bolsones inferiores sólo hay minerales de cobre mientras que en los superiores aparecen galena y esfalerita.

El depósito es epitermal polimetálico complejo.

ESTRELLA BAJA

Está localizada a un kilómetro aguas arriba de Estrella Alta. Los laboreos consisten en socavones y un chiflón.

El yacimiento consta de dos vetas paralelas, orientadas NO-SE. La más importante buza 55° SO, aflora en una extensión de 20 m y mantiene un espesor medio que oscila entre 10 y 20 centímetros. A 80 m al naciente de esta veta se emplaza la otra veta, la del este, constituida por guías de 3 a 5 cm de ancho, cuya inclinación es de 70° NE. Los principales minerales son: hematita, limonitas, malaquita y azurita, en ganga de cuarzo, material arcilloso y yeso (Angelelli 1984).

El depósito es epitermal polimetálico complejo.

ESTRELLA PRIMERA (EX ESTRELLA)

Se ubica a 4 km aguas debajo de Estrella Alta.

En una de las vetas se observan chiflones y escarpes.

La geología se asemeja a la de la mina Estrella Alta. Según Angelelli (1984), tres son las vetas allí presentes, que se denominan A, B y C, aflorantes en los esquistos cristalinos y en la una roca porfírica. La veta A, de rumbo N 20-25° O con inclinación 61° SO, asoma en una extensión de 150 m, acusando espesores oscilantes entre 0,60 y 1,0 metros. Sigue la dirección de los esquistos y en su extremo SE es cortada por una falla N-S que corre a lo largo del dique de roca porfírica. A 6 m al O de la A se encuentra la veta B, paralela a aquélla, de características similares y aflorante en 40 m; y finalmente la veta C, sita al E de las anteriores, de dirección N 75° E, buzamiento 75° SO y un espesor de 10 a 15 centímetros. La mineralización consiste en hematita, limonitas, malaquita y azurita en impregnaciones. También se observan calcopirita y calcosina en pequeñas proporciones. La ganga es cuarzo.

Algunas muestras analizadas por Devito (1949) dieron leyes de hasta 16,92% Cu.

3.3.2. FAJA CORDILLERA FRONTAL

La faja y se extiende al norte de la falla San Francisco, en la comarca de Castaño, provincia de San Juan, y se continúa hacia el norte en la provincia de La Rioja, comprendiendo los flancos orientales de las cordilleras de Olivares y Colangüil. Tiene forma elongada y se extiende con orientación norte-sur a lo largo de 300 km con un ancho medio de 70 kilómetro. Al oeste está limitada por las fallas directas, de rumbo norte-sur, que determinan el límite de los afloramientos de los granitoides y el predominio de las volcanitas jurásico-cretácicas y cenozoicas. Hacia el este incluye parte de la Precordillera Occidental.

En la faja Cordillera Frontal se localizan los depósitos vinculados a los granitoides del Batolito de Colangüil en la provincia geológica Cordillera Frontal

de San Juan y La Rioja. Los granitoides del Batolito de Colangüil afloran en el flanco oriental de las cordilleras de Colangüil y Olivares. En la Precordillera Occidental se presentan cuerpos intrusivos más pequeños. Existe predominio de las rocas intrusivas sobre las volcánicas. Las edades se extienden desde el Pérmico al Triásico, alcanzando, localmente, el Jurásico inferior.

En el cuadro 1 se resumen las edades radimétricas obtenidas en yacimientos vinculados a esta faja.

Esta faja continúa hacia el sur constituyendo la faja gondwánica Castaño-San Jorge. Se la ha separado de la misma porque el nivel de erosión en esta faja alcanza los granitoides; además varía la tipología de los depósitos y la potencialidad es menor.

A esta faja se superponen yacimientos de edad miocena correspondientes a la faja Jagüelito.

La tipología comprende yacimientos vinculados a pórfiros de cobre: chimeneas de brecha con turmalina con mineralización de cobre, bismuto, oro, plomo, plata y cinc, entre otros. Los estudios de inclusiones fluidas realizadas por JICA-MMAJ (1999) indican ambientes de pórfiro de cobre y yacimientos mesotermiales. Todos tienen tamaño pequeño.

Si bien hay indicios de mineralización de tipo pórfiro de cobre en la región de Tocota, no existe hasta el momento ningún yacimiento confirmado correspondiente a este modelo. Los principales depósitos son: San Francisco de los Andes, Cajón de la Brea (Margarita), Antecristo, Dos Amigos, Martina Chapanay, La Fortuna, Flor de los Andes, La Fragüita, Tres Magos, San Juan y Amancay.

En la mayoría de estos depósitos mencionados, Cardó *et al.* (2008) realizaron estudios de detalle de petrografía, mineralogía, inclusiones fluidas y una evaluación de la geofísica. Los yacimientos estudiados corresponden a una faja de orientación N-S que Malvicini

y Caminos (1994) relacionaron al Cinturón Orogénico San Rafael y al episodio Gondwánico.

La modelización de un perfil magnético OSO-ENE que atraviesa la anomalía Mirkokleia permite asignarla a un centro eruptivo, el que internamente está atravesado por una fractura en su sector central. El estudio de inclusiones fluidas de una parte de los depósitos (San Francisco de los Andes, Martina Chapanay, Tres Amigos, Mirkokleia y Rodophis) indica características que permiten vincularlos a mineralización de tipo pórfiro de cobre de emplazamiento somero; en otros depósitos (La Fortuna-El Chorrillo), se concluye que hubo fluidos tardío-magmáticos probablemente diluídos con circulación en zonas distales del sistema hidrotermal. La mineralización del área presenta una zonalidad vertical y lateral, desde una zona proximal con depósitos localizados al sur del área y asociados a la roca de caja adyacente a los cuerpos intrusivos; involucra a los depósitos San Francisco de los Andes (Cu-Bi-Sn-W), Amancay (Cu-Fe) y La Cortadera (Cu), que no tienen metales de base. Los depósitos relacionados con el intrusivo son Mirkokleia, Rodophis, Flor de los Andes y Tres Magos, todos con mineralización de Au-Bi-Fe-As-Cu±Pb±Mo. Al norte, cerca de Mirkokleia y Rodophis se encuentra una zona distal que comprende el distrito Tocota.

También se han descripto algunos cuerpos de brechas en la comarca de Chita.

La potencialidad de la faja Cordillera Frontal es baja. No hay yacimientos importantes conocidos; sólo hay indicios de mineralización de tipo pórfiro de cobre en la zona de San Francisco de Los Andes, con la posibilidad de que exista un yacimiento en profundidad. Los depósitos vetiformes son pequeños o manifestaciones.

Se presenta a continuación una síntesis de estos depósitos sobre la base de la información dada a conocer por Cardó *et al.* (2008).

DEPÓSITO	ROCA (UNIDAD)	MÉTODO	EDAD (Ma)	ERROR (Ma)	REFERENCIA
Las Opeñas	granito alterado	K/Ar (moscovita)	172	9	JICA - MMIJ, 1999
Tocota (Colo Colo)	areniscas		243	12	JICA - MMIJ, 1999
Ranchillos	granito alterado	K/Ar (sericita)	246	12	JICA - MMIJ, 1999
Ranchillos	monzonita	K/Ar (roca total)	217	11	JICA - MMIJ, 1999
Ranchillos	granodiorita	K/Ar (biotita)	235	12	JICA - MMIJ, 1999
El Carrizal	pórfiro	K/Ar (roca total)	261	22	Rubinstein y Koukharsky, 1995
El Fierro Bajo	granito		188	3,5	JICA - MMIJ, 1999
El Fierro Bajo	granodiorita		245	3,5	JICA - MMIJ, 1999

Cuadro 1. Edades radimétricas obtenidas en yacimientos vinculados a la faja Cordillera Frontal

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

SAN FRANCISCO DE LOS ANDES

La mina San Francisco de los Andes es la más representativa de una serie de minas y manifestaciones de chimeneas de brecha con turmalina con mineralización de cobre, oro y bismuto y cuerpos vetiformes relacionados.

Está ubicada en el borde de la ladera sudoriental de la cordillera de Olivares, 28 km al noroeste de la localidad de Villa Nueva, provincia de San Juan.

El yacimiento fue explotado intermitentemente entre las décadas del 40' y 80' mediante dos open pits de 25 m de diámetro y labores subterráneas (chimeneas y galerías), habiéndose explorado hasta los -80 metros. El mineral era tratado en una pequeña planta de concentración que utilizaba el sistema de lixiviación en pilas. La producción correspondiente a concentrado de mesa y a mineral de primera entre 1942 y 1943 fue de 8.323 kg con ley de Bi variable entre 34 y 50% (Angelelli, 1943). El total producido por San Francisco de los Andes fue hasta 1980 de 112 t de seleccionado y concentrado de Bi y algo más de 200 t de mineral con 3-6% de Cu y 1,2 a 4% de Bi.

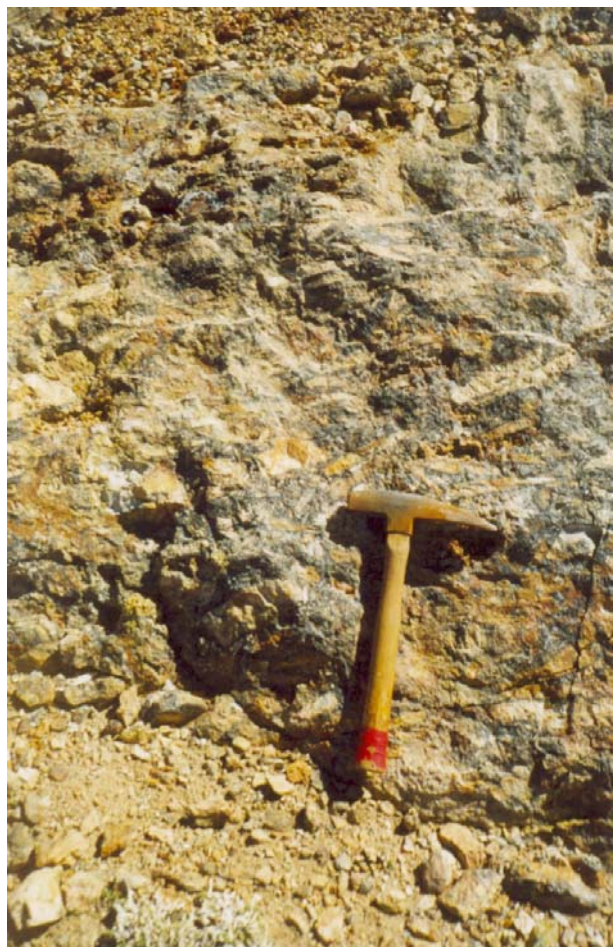


Figura 8. San Francisco de los Andes. Detalle de la brecha

En el año 1990, la Compañía Minera Aguilar efectuó siete sondeos: dos verticales (DDH P1 en el sector SE y DDH P2 en el sector NO) y cinco sondeos inclinados.

En el área del yacimiento se encuentra una chimenea de brecha que se emplaza en una secuencia de areniscas cuarcíticas y lutitas dispuestas en bancos de 0,5 a un metro de espesor. El rumbo general de los estratos es N-S y con 45° buzamiento al este. Estas rocas están metamorfizadas en las cercanías del contacto con el intrusivo. Corresponden a la Formación Cerro Agua Negra de edad carbonífera superior y han sido intruidas por granitoides pérmicos que conforman la unidad denominada Granodiorita Tocota.

Es el cuerpo de brecha más conocido y más importante del país. Tiene forma columnar con una constricción en el centro. De acuerdo a los datos referidos a los trabajos de exploración realizados por la Compañía Minera Aguilar (Lencinas, 1990), el rumbo es ONO-ESE, con 67 a 78 m de largo y 5 a 30 m de ancho. El afloramiento tiene forma de un ocho, con un estrechamiento en la parte central, como si se tratara de dos cuerpos tabulares unidos (fig. 8). El cemento de la brecha forma el 20% y está representado por cuarzo y turmalina.

Llambías y Malvicini (1969) reconocieron tres estadios de mineralización: alteración, relleno y reemplazo.

Bedlivy y Llambías (1969) llevaron a cabo un estudio de los arseniados de Cu, Fe y Pb: olivenita, conicalcita, clinoclasa, beudantita y escorodita; en la zona de oxidación, estos minerales se originaron por la abundancia de arsenopirita junto a minerales de Cu, Fe, Pb y Bi en la mena primaria.

Se destacan los siguientes minerales en la zona de enriquecimiento: pirita, arsenopirita, calcopirita, galeña, esfalerita, bismutina, oro nativo, electrum, famatinita, tennantita, casiterita y scheelita. Como minerales supergénicos hay calcosina, covellina, bismuto nativo y cuprita. En la zona primaria hay esfalerita, oro nativo, electrum, famatinita, tennantita, casiterita y scheelita. La zona de oxidación tiene leyes bajas: menos de 0,03 a 0,5 g/t Au y desde 3 a 14 g/t Ag.

En la zona de enriquecimiento, Lencinas (1990) señaló que en el sector NO se obtuvieron valores de 4,2 g/t Au; 81,9 g/t Ag; 0,68% Cu; 0,56% Pb; 0,13% Zn y 0,15% Bi. En el sector SE los valores obtenidos fueron: Au: 6,7 g/t; Ag: 72,3 g/t; Cu: 1,13%; Pb: 0,22%; Zn: 0,06% y Bi: 0,15%. La zona primaria superior tiene los siguientes registros: Sector NO: Au: 0,46 g/t; Ag: 67 g/t; Cu: 0,57%; Pb: 0,46%; Zn: 0,81% y Bi: 0,03%. Sector SE: Au: 2,18 g/t; Ag: 64 g/t; Cu: 0,54%; Pb: 0,31%; Zn: 0,42% y Bi: 0,01%. En la zona primaria inferior se obtuvieron los siguientes resultados: < de 0,03 a 0,3 g/t Au; desde 3 a 30 g/t Ag; 0,1 a 0,3% Cu; 0,2 a 0,6% Pb; 0,03 a 0,4% Zn y < de 0,01 a 0,4% Bi.

Lencinas (1990) determinó tres estadios de mineralización y definió la siguiente zonación vertical: 1) la

zona lixiviada o de oxidación que se extiende hasta los 23-35 m de profundidad; 2) la zona de enriquecimiento que tiene unos 35 m de espesor. Se diferencia además en esta zona un sector de mezcla en donde coexisten minerales oxidados y sulfuros de unos 6 m de espesor; 3) la zona primaria superior, de 20-25 m de espesor, y la zona primaria inferior, de espesor indefinido.

Malvicini (1999) también reconoció tres estadios de mineralización. El de alteración previo a la formación de la chimenea de brecha es portador de arsenopirita, turmalina, apatita y casiterita. En el estadio de relleno los fragmentos de la roca de caja fueron cementados por cuarzo, turmalina y pirita con escasos casiterita y oro. El estadio de reemplazo comprende arsenopirita y turmalina seguidos por bismutinita, emplectita, calcopirita, bornita, digenita, tetraedrita, esfalerita, calcosina y covellina.

Tanto la roca de caja como la brecha hidrotermal están turmalinizadas. También se observa alteración potásica representada por feldespato potásico y biotita secundarios.

El estudio de inclusiones fluidas (Cardó *et al.*, 2008) indican que las inclusiones acuosas tienen salinidades de 14,6% en peso eq. NaCl, y homogeneizan a fase líquida entre 227 y 229° C. Las inclusiones trifásicas homogeneizan entre 367 y 388° C y las de fase vapor entre 286 y 299° C; estas inclusiones tienen salinidades promedio de 45% en peso eq. NaCl. Los datos sugieren una mineralización relacionada con sistemas porfíricos.

De acuerdo a estudios realizados por Lencinas (1990), las reservas son de 161.000 t en la zona de enriquecimiento; 9.000 t en la zona de oxidación y 115.000 t en la zona primaria superior, que involucran 35.400 oz Au; 1.432,9 t Cu más 638,25 t (total 2.071,15 t Cu contenido); 12.397 kg Ag más 7.532,5 kg (total 19.929,5 kg Ag); 644 t Pb más 442,75 t (total 1.086,75 t Pb); 161 t Zn más 707,25 t (total 868,25 t Zn), y 241,5 t Bi más 23 t (total 264,5 t Bi).

El modelo del depósito es el de una chimenea de brecha vinculada a intrusiones someras.

AMANCAY

La mina Amancay está ubicada en el departamento Calingasta a unos 200 km al NO de San Juan en la provincia homónima.

Desde 1972 a 1974 se realizaron trabajos de exploración con fondos de Promoción Minera (REC SAMICF).

Se localiza en la Cordillera Frontal, en la parte sur de los afloramientos de la Tonalita El Leoncito (Granodiorita Tocota). Estas rocas ígneas intruyen a las sedimentitas de la Formación Cerro Agua Negra de edad carbonífera superior. En las proximidades de los contactos, las rocas sedimentarias están metamorizadas (corneanas cuarzo-feldespáticas).

El yacimiento está representado por un cuerpo principal orientado N 30° E con buzamiento 55° NO a manera de bolsada, de 18 m de largo por 4,5 m de espesor máximo, y por dos cuerpos menores (filones) paralelos de 3 a 4 m de desarrollo con espesores de 0,60 y 1,3 m, alojados en una zona de brecha granodiorítica (Angelelli, 1984).

Mediante estudios al microscopio, Escalante y Lorenzetti (1978) y Cardó *et al.* (2008) determinaron galena, pirita, calcopirita, covellina, digenita, esfalerita, tetraedrita, arsenopirita, oro, bismuto nativo y bismutinita. Como minerales de oxidación se encuentran malaquita y brocantita, y como ganga hay calcita, turmalina y cuarzo.

Las alteraciones hidrotermales son sericitica, arcillosa (montmorillonita) y carbonática, todas en intensidad moderada (Cardó *et al.*, 2008).

Las reservas de la mina Amancay según REC SAMICF (1977) son: 16.000 t con 1,3% Cu; 1,2% Pb y 30 g/t de Ag (inferidas), y 672.000 t con 0,7% Cu; 0,6% Pb y 15 g/t Ag (geológicas). Borelli y Peña (1986) definieron las siguientes reservas (indicadas+inferidas): 6.234 t con 2,69% Cu; 2,84% Pb, 4,54 g/t Au y 55,4 g/t Ag.

El modelo del depósito corresponde al de chimenea de brecha.

MARTINA CHAPANAY

Está ubicado en el departamento de Calingasta, a 84 km del pueblo de Calingasta y a 2,5 km al noroeste del campamento de la mina San Francisco de los Andes, provincia de San Juan.

Fue explorada en el marco de la ley de Promoción Minera en la década del '70. La exploración consistió en una galería sobre veta, de 71 m de largo. A los 32 m de la boca de la labor se ejecutó un pique de 5,5 m de profundidad.

En esta mina, la roca de caja de los cuerpos mineralizados es la Formación Cerro Agua Negra (Carbonífero superior). Son rocas sedimentarias silicificadas y levemente metamorizadas, con rumbo general NO y buzamientos desde 65° N a vertical. En las proximidades de los cuerpos mineralizados existen afloramientos de granitos del plutón Tocota. El rumbo de las estructuras que contienen las vetas es E-O a N 65° O. En general coinciden con los rumbos de los principales juegos de diaclasas de los afloramientos de los granitos cercanos.

Según Cardó *et al.* (2008), el yacimiento se manifiesta en superficie como una serie de crestones de cuarzo emplazados en las sedimentitas carboníferas. El rumbo de esta estructura varía de E-O a N 52° O. Tiene una corrida de 250 m y espesores variables entre 0,40 y 2 metros. La inclinación varía de 68° al norte en la superficie a vertical en profundidad. El cuerpo mineralizado es discontinuo; consiste en una roca de color castaño rojizo, de aspecto brechoso, compuesta por un agregado de cuar-

zo con venillas rellenas de limonitas. Contiene escasos clastos de rocas carboníferas y está fuertemente sericitizado y silicificado. Existen otros cuerpos menores de cuarzo de rumbo N 65° O e inclinación 66° al N y potencias de hasta 0,30 m, y otro de rumbo E-O a 110°.

Se encuentran calcopirita, digenita, pirita, bornita, bismuto nativo, malaquita y tenorita, con predominio de los minerales de cobre. La pirita es abundante y presenta textura cataclástica; sus granos están muy fracturados y las fracturas rellenas por minerales de ganga. Es escasa la presencia de casiterita en forma de granos pequeños subhedrales diseminados. Estudios de rayos X determinaron plumbogumita, philipsbornita y galloboeudantita (Cardó *et al.*, 2008).

El laboreo consiste en una galería sobre veta de 71 m de largo. A los 32 m se localiza un pique de 5,5 m de profundidad. Muestras de esta labor dieron una ley de 9,9% Cu.

Valores de 0,01 hasta 16% de Cu, 3,9% Zn y 15 g/t Bi fueron detectados por análisis químicos realizados por la empresa Aluvión SRL (1976).

El modelo genético corresponde al de una chimenea de brecha.

LA FORTUNA-EL CHORRILLO

Está ubicada en la quebrada El Chorrillo en el departamento Iglesia, y dista 15 km en línea recta de la mina Rodophis, provincia de San Juan.

Según Cardó *et al.* (2008), en la zona aledaña a la mina La Fortuna se observa un amplio bajo geomorfológico con predominio de afloramientos de granitoides y depósitos cuaternarios. También hay afloramientos de la Formación Cerro Agua Negra, roca de caja del cuerpo intrusivo. Se destacan en el paisaje numerosos cuerpos de brechas cuarzo-turmalínicas oscuras, en los que Fernández (1997) diferenció cuatro principales: Brecha Chorrillos (mina La Fortuna), Brecha de Plata, Brecha Oeste y Brecha E.

La roca de caja de las brechas son las rocas intrusivas, las que localmente han sido clasificadas como pórfiro dacítico por su composición y textura; el pórfiro está fracturado y presenta abundantes filones de cuarzo con turmalina.

Las brechas están controladas por una fractura de rumbo N 40° E. En las proximidades de los cuerpos de brecha, se distinguen fracturas radiales y circulares, ocasionalmente mineralizadas.

El cuerpo mineralizado es una chimenea de brecha con clastos de granodiorita y sedimentita. En la parte inferior predominan clastos redondeados de granodiorita de hasta 50 cm de diámetro, mientras que en la parte superior predominan clastos de sedimentitas tabulares más pequeños. La mineralización está emplazada en diaclasas radiales al cuerpo de brecha, en pequeños bolsones de potencias de 0,2 y 6 m (Fernández, 1997).

Los estudios revelaron la presencia de arseniatos de Cu, Fe y Pb, así como abundantes óxidos de Fe, malaquita, azurita y sulfatos de Cu-Fe. Los sulfuros son calcopirita diseminada en la ganga, bismutinita, esfalerita, pirita y muy escasa casiterita (Cardó *et al.*, 2008).

Se reconocieron alteración sericitica fuerte, silicificación fuerte, turmalinización fuerte y cloritización moderada; además hay limonitización moderada.

Un estudio en el sector El Chorrillo determinó cuarzo anhedral, con abundantes inclusiones fluidas de origen secundario distribuidas en forma aleatoria en cristales y microfracturas. Las inclusiones dominantes son de tipo (L<V) de formas regulares hasta de cristal negativo, con relación constante de fases y de tamaños < 6 micrones. Se observan además inclusiones de tipo (L>V) en menor proporción con formas regulares y con relación constante de fase. Las inclusiones tipo (L+V+S) son muy escasas, con halita como mineral hijo y tienen formas irregulares (Cardó *et al.*, 2008).

De acuerdo a un muestro realizado por Pelichotti y Rojo (1979), se obtuvieron estos resultados: 0,7 a 12,52% Cu; 0,58 a 1,80% Zn; 0,4 a 0,7% Pb; 40 a 164 g/t Ag; 3 a 6 g/t Au.

El modelo del depósito es el de chimenea de brecha.

MIRKOKLEIA

En el distrito La Fraguïta se encuentran los depósitos de Cu-Bi localizados en el tramo inferior y el tramo medio del arroyo La Fraguïta, afluente del arroyo El Leoncito. Comprende las minas Mirkokleia y Rodophis, provincia de San Juan. Existen además otros cuerpos mineralizados en el distrito La Fraguïta: la mina San Roque (brecha de cuarzo-turmalina mineralizada) y varios afloramientos de brechas ubicadas más al oeste, algunos de las cuales han sido explorados por piques de 2 a 3 m de profundidad y destapes.

Mirkokleia se encuentra ubicada 20 km en dirección SE de la localidad de Tocota en el departamento Iglesia, provincia de San Juan. Las labores de la mina están localizadas en la quebrada de la Fraguïta, a 150 m al sur del antiguo campamento La Fraguïta.

La roca de caja es la granodiorita La Fraguïta, cuya composición predominante es granito. Según Bassi (1983), es un típico núcleo de brecha de granodiorita con turmalina como matriz y también diseminada a manera de soles en la roca.

Al este del cuerpo mineralizado se observan pequeños afloramientos de pórfiro dacítico (Regalado, 2003).

Según Cardó *et al.* (2008), la mineralización está alojada en vetas en el contacto de una brecha de cuarzo-turmalina, explorada mediante dos piques verticales. El rumbo es de 310° y buza 85° al oeste, extendiéndose unos 100 metros. En el extremo noroeste se loca-

liza una labor a 20 m al este de la estructura principal.

La mineralización se compone de calcosina primaria, digenita, calcopirita y pirita, como así también wolframita. Los minerales de oxidación son malaquita y abundante goethita. La asociación de minerales metalíferos en tiempo y espacio está dada por pirita-calcopirita- calcosina-wolframita-digenita y óxidos.

Las alteraciones reconocidas son potásica (fase feldespática) fuerte, turmalínica fuerte, sericítica fuerte y sílicea fuerte. Asimismo existe limonitización moderada a fuerte.

Las inclusiones fluidas más abundantes son trifásicas, de formas regulares e irregulares, con halita o halita+hematita como minerales hijo. Las temperaturas de homogeneización varían entre 192 y 344° C y salinidades de 31,5 a 42,4% en peso eq. NaCl. Le siguen en abundancia inclusiones ricas en fase acuosa, con formas regulares y relación de fases constante. Estas inclusiones muestran temperaturas de homogeneización de 176 a 237° C y salinidades de 16% en peso eq. NaCl. Un tercer grupo de inclusiones es rico en fase vapor y tiene formas regulares e irregulares (Cardó *et al.*, 2008). El conjunto sugiere una mineralización vinculada con un sistema de tipo pórfiro.

Pelichotti y Rojo (1979) informaron valores leyes que varían entre 0,07 y 2,44% Cu y entre 100 y 250 g/t Bi.

Los análisis efectuados en SEGEMAR dieron los siguientes valores destacables: Fe 8.464 ppm; Cu: 24.390 ppm; Mo: 250 ppm; Ag: 2,6 ppm (Cardó *et al.*, 2008).

El modelo del depósito es el de chimenea de brecha.

RODOPHIS

Se encuentra ubicada 20 km en dirección SE de la localidad de Tocota en el departamento Iglesia (provincia de San Juan). Las labores de la mina Rodophis están a 1.500 m al oeste del campamento La Fragüita.

Bassi (1983) señaló la presencia de dos sectores mineralizados; uno está al oeste y se relaciona con la brecha. El otro, llamado Sabatié, se desarrolla en el cuerpo de granodiorita donde se encuentra el principal laboreo de la mina; tiene mineralización vetiforme de cobre acompañada por una masa ferruginosa con cuarzo.

Regalado (2003) destacó el metasomatismo que afectó al Granito La Fragüita, que generó turmalinización ampliamente distribuida en la zona, y puso en evidencia la actividad de fluidos tardío-magmáticos ricos en boro liberados durante la consolidación del Plutón Tocota.

Según Cardó *et al.* (2008), el depósito consiste en una chimenea de brecha de 12 m (E-O) por 14 m (N-S), que inclina 80° al este. Las rocas aflorantes conforman una secuencia sedimentaria neopaleozoica (Formación Cerro Agua Negra) intruida por un pórfiro granodiorítico; además, en forma subordinada y como cuerpos ais-

lados, aflora una granodiorita de edad neopaleozoica a triásica perteneciente al Plutón Tocota. La brecha está constituida por clastos de granitos y cemento de cuarzo-turmalina, cuyos tamaños varían entre 0,5 y 50 cm de diámetro. Algunos tienen forma tabular y se disponen en forma paralela al contacto; en general están alterados. Los minerales metalíferos se alojan en las fracturas de las brechas. En el borde oriental de la chimenea de brecha hay una veta mineralizada, de rumbo NNE y textura brechosa. El cuerpo de brecha es columnar y se va acuñaando en profundidad.

Los minerales metalíferos identificados son wolframita, pirita, calcopirita, Bi nativo, oro nativo, magnetita con alteración a hematita, productos de oxidación, malaquita y abundantes arseniatos de Bi. La depositación sucesiva de los minerales metalíferos sería magnetita, wolframita, pirita, oro, Bi, calcopirita, hematita, otros óxidos y carbonatos y arseniatos (Cardó *et al.* 2008).

Por su parte, Regalado (2003) reconoció pirita, calcopirita, bornita, molibdenita, pirrotina, magnetita y oro entre los minerales hipogénicos, y «limonitas», jarosita, covellina, calcosina, hematita, malaquita y crisocola entre los secundarios.

La alteración hidrotermal dominante es potásica en su fase biotítica incipiente a leve; también se encuentra alteración turmalínica y sericítico-arcillosa, ambas fuertes.

Las inclusiones fluidas son de tres tipos. Hay inclusiones ricas en fase acuosa de formas regulares y relación líquido-vapor constante. Homogeneizan entre 179 y 185° C, con salinidad de 16,3% en peso eq. NaCl. Otro grupo contiene inclusiones trifásicas, que muestran una o dos fases sólidas (halita, a veces con hematita); homogeneizan a 335-356° C con una salinidad promedio de 42% en peso eq. NaCl. Un tercer grupo corresponde a inclusiones ricas en vapor (Cardó *et al.*, 2008). En conjunto los datos de inclusiones sugieren que la mineralización está vinculada a un sistema de tipo pórfiro.

Pelichotti y Rojo (1979) indicaron valores de Cu entre 0,20 y 5,84% y Bi entre 100 y 500 gramos por tonelada.

Regalado (2003) obtuvo los siguientes valores orientativos: 0,05 a 6,02 ppm Au; 1 a 36,5 ppm Ag; 21,83 a 250,1 ppm Pb; 2,28 a 40,05 ppm Zn; 36 a 115,3 ppm Ni.

Los análisis efectuados en SEGEMAR dieron valores de 1,15% Fe; 0,2% Cu; 3,6 ppm Ag y menor a 0,05 ppm Au.

El modelo del depósito es el de chimenea de brecha.

MARGARITA (CAJÓN DE LA BREA)

El yacimiento está ubicado en el cordón de la Brea, provincia de San Juan, a 250 km de la ciudad de La Rioja.

En este depósito se han realizado antiguas explotaciones de cobre acumulado en la zona de oxidación.

La estructura de la Cordillera Frontal se caracteriza por pilares y grábenes limitados por fallas inversas de orientación N-S de alto ángulo. La cordillera de la Brea constituye un pilar tectónico con vergencia al oeste, que está compuesto por unidades de basamento: la Formación Ranchillos, de edad carbonífera superior, integrada por areniscas, arcillitas, limonitas y conglomerados. Esta unidad está intruida por granitos, granodioritas y pórfiros riolíticos de la Formación Carnerito, de edad permotriásica (Cardó *et al.*, 2008).

La roca de caja es la Formación Ranchillos, de edad carbonífera superior, integrada por areniscas y lutitas alteradas con rumbo N 70° O e inclinación 30° S.

La mineralización está constituida por una brecha de cuarzo-turmalina y depósitos vetiformes. En superficie tiene una sección alargada de 300 m de largo por 70 m de ancho. Intruye a las fangolitas y areniscas de la Formación Ranchillos. La brecha incluye clastos de la roca encajante silicificados. Está cortada por venas de cuarzo de rumbo N 25° E, subverticales y de varios centímetros de espesor (Cardó *et al.*, 2008).

La mena consiste en calcopirita, calcosina, pirita, pirrotina, crisocola, malaquita, cuprita y atacamita. La ganga está constituida por cuarzo, turmalina y baritina (Cardó *et al.*, 2008).

En la zona se observa débil alteración arcillosa, en parte confinada a los lineamientos estructurales.

Una datación realizada por JICA-MMAJ (1999) por el método K/Ar en sericita dio una edad de 215±11 millones de años.

Un estudio llevado a cabo por JICA-MMAJ (1999) reveló que la mineralización de cobre está asociada a las venas de cuarzo (ley de 1% Cu y anomalía de 438 ppm Mo).

Un estudio realizado por Bassi (1984) registró valores de 0,2 a 0,7% Cu en muestreos superficiales, en una muestra 2,5 t con 3,7% Cu y en la roca de caja 0,1% Cu. También hay mineralización de cinc y molibdeno (1% Zn; 0,02% Mo) y vestigios de plomo y plata. Según Bassi (1984), las reservas suman 5,8 millones de toneladas.

El modelo del depósito corresponde al de una chimenea de brecha.

FLOR DE LOS ANDES

Las vetas encajan en una granodiorita que tiene dos sistemas de diaclasas, N 30° E y N 50° O, de 50 m de longitud y 0,40 m de espesor.

La alteración hidrotermal es caolinítica, y entre los minerales metalíferos se reconocieron pirita y calcopirita, con malaquita, crisocola y limonitas como productos oxidados.

Pelichotti y Rojo (1979) obtuvieron valores de 0,07 a 3,1% Cu y 250 ppm Bi.

TRES MAGOS

Tiene características similares a las de San Francisco de los Andes; la mineralización se emplaza en la granodiorita y está formada por arseniatos de Fe y Bi en forma de pátinas.

3.2.3. FAJA CASTAÑO-SAN JORGE

La faja Castaño-San Jorge se extiende en la Cordillera Frontal y la Precordillera Occidental de la provincia de San Juan, al sur del río San Francisco, y se continúa en la provincia de Mendoza hasta la comarca de Yalguaraz. Comprende el flanco oriental de la Cordillera Frontal, la sierra de Castaño y la cordillera de Ansilta y la Precordillera Occidental. Las dimensiones de la faja son de 230 km de largo por 50 km de ancho.

Corresponde a un bloque hundido, con un nivel de erosión más superficial que la faja Cordillera Frontal; afloran por lo tanto las volcanitas del Grupo Choyoi en forma predominante. La identificación de esta faja corresponde a Cardó *et al.* (2004). Los yacimientos de la Precordillera Occidental encajan en rocas sedimentarias y leptometamorfitas paleozoicas y se vinculan a intrusivos pérmicos.

El Grupo Choyoi es la roca de caja principal de las mineralizaciones en la Cordillera Frontal. En forma subordinada, afloran cuerpos intrusivos ígneos del Batolito de Colangüil a los que se vincula la mineralización.

El emplazamiento de los cuerpos ígneos sigue lineamientos norte-sur, así como los diques del Grupo Choyoi. Las vetas tienen rumbos este-oeste y norte-sur.

En la sierra de Tontal (San Juan), en la Formación Alcaparrosa (Ordovícico) se emplazaron vetas de carbonatos y sílice portadoras de galena argentífera, esfalerita, pirita, calcopirita, malaquita y azurita, con calcita y limonitas. En la unidad mencionada se intercalan basaltos; además está intruida por cuerpos subvolcánicos pérmicos, entre ellos el pórfiro Alcaparrosa (Quartino *et al.*, 1971).

Se presentan a continuación las edades radimétricas obtenidas en yacimientos vinculados a esta faja (cuadro 2).

Esta faja se continúa hacia el sur en la provincia de Mendoza, donde se presentan volcanitas pérmicas del Grupo Choyoi intruidas por pequeños stocks y diques de composición granítica, dacítica y andesítica de edad triásica. En San Juan, la mineralización de cobre de la faja Castaño-San Jorge comprende manifestaciones vetiformes y un pórfiro de cobre: Alcaparrosa, y en general tienen tamaño pequeño. Hay además yacimientos epitermales de baja sulfuración (LS) y polimetálicos complejos. Se encuentran además el distrito Puchuzum (El Jote, La Toya y San Jorge), María Antonia y La Rosario. Se destaca en Mendoza el yacimiento de pórfiro cuprífero San Jorge y el área de alteración Yalguaraz. San Jorge es el depósito más importante de esta faja.

DEPÓSITO	ROCA (UNIDAD)	MÉTODO	EDAD (Ma)	ERROR (Ma)	REFERENCIA
Ánimas	roca intrusiva	K/Ar	237	12	JICA - MMIJ, 1999
Avestruces	roca silicificada	K/Ar (sericita)	225	11	JICA - MMIJ, 1999
Avestruces	andesita	K/Ar (hornblenda)	253	13	JICA - MMIJ, 1999
Avestruces	roca alterada	K/Ar (sericita)	202	10	JICA - MMIJ, 1999
Avestruces	monzonita	K/Ar	221	11	JICA - MMIJ, 1999
Manrique	dacita	K/Ar	263	13	JICA - MMIJ, 1999
Cerro Venezuela	brecha hidrotermal	K/Ar (sericita)	209	10	JICA - MMIJ, 1999
Cerro Venezuela	roca silicificada	K/Ar (alunita)	248	12	JICA - MMIJ, 1999
Potrerillos	roca alterada	K/Ar (sericita)	179	9	JICA - MMIJ, 1999
Alcaparrosa	pórfiro	K/Ar (biotita)	267	4	Sillitoe, 1977
Casposo		K/Ar (adularia)	280	9	Sotarello <i>et al.</i> (2007)

Cuadro 2. Edades radimétricas obtenidas en yacimientos vinculados a la faja Castaño-San Jorge.

Los depósitos vetiformes Cerro del Cobre y Yalgua-raz I y II se alojan en estructuras de rumbo nor-noroeste, y están genéticamente vinculados a las intrusiones mencionadas.

Comparada con las fajas miocenas, se advierte que en la faja Castaño-San Jorge hay un menor número de cuerpos porfíricos, que son de menor tamaño y están afectados por la deformación de los episodios gondwánicos y ándicos. Estas características hacen que la potencialidad tanto de esta faja, como la de las otras fajas gondwánicas, sea considerablemente menor que las fajas miocenas.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

ALCAPARROSA

Se ubica en la Precordillera Occidental de la provincia de San Juan, a 8 km al E de Calingasta, en el departamento homónimo.

El pórfiro Alcaparrosa fue estudiado por Quartino *et al.* (1971) y Aliste Torres (1976). Se realizó una prospección geoquímica que permitió definir zonas anómalas, así como 600 m de sondeos distribuidos en cinco pozos de una profundidad de hasta 150 metros.

Está localizado en la Precordillera Occidental, que se caracteriza por la presencia de unidades geológicas de edad paleozoica inferior. Entre éstas se destaca la Formación Alcaparrosa, constituida por sedimentos marinos con intercalaciones de basaltos (ofiolitas), intruidas por stocks de edad pérmica, a los que se vincula la mineralización de cobre.

Sillitoe (1977) realizó una datación por el método K/Ar (biotita) en el pórfiro Alcaparrosa y obtuvo una edad de 267,0±4 millones de años.

La mineralización de cobre y oro está diseminada en un pórfiro dacítico-tonalítico de edad pérmica, de unos 6 km de largo por 1,5 km de ancho con orientación NO-SE, intruido en las sedimentitas marinas integradas en la Formación Alcaparrosa de edad ordovícica.

La mineralización consiste en calcopirita, pirita, molibdenita, pirrotina y pirita.

La alteración hidrotermal se distribuye en zonas. Se observa alteración silíceo y potásica en la parte central, y bordeando a éstas se extienden las zonas fílica y propilítica.

Las leyes de Cu en los sondeos varían de 0,016 a 0,3%, y las de Mo 0,004 a 0,016%.

El modelo corresponde al de un pórfiro de cobre.

DISTRITO PUCHUZUM

Se agrupan en este distrito las minas San Jorge, La Toya y El Jote. Son cuerpos metalíferos polimetálicos, con cobre como elemento principal. Han sido estudiados por Rodríguez (1959a) y Angelelli (1984).

El distrito está localizado en las estribaciones occidentales de la sierra del Tigre, a 1,5 km al E del río Castaño, a 35 km de Calingasta y a 4 km al E de Bella Vista, provincia de San Juan.

Los cuerpos mineralizados son vetas y clavos alojados en las volcanitas andesíticas de la Formación Vega de Los Machos, correspondiente al Grupo Choyoi.

En el cuadro 3 se muestra la geometría de las vetas del distrito Puchuzum.

La mineralización primaria está compuesta por pirita, calcopirita, galena y esfalerita. En la zona de oxidación, hay malaquita, azurita, cerusita, bornita, calcosina, enargita, anglesita, cobre nativo y psilomelano.

Las leyes de cobre varían entre 6,5 y 20%, mientras que las concentraciones de plomo superan el 3%.

De acuerdo a las características geológicas, se considera este distrito como epitermal polimetálico complejo, de edad triásica, similar a la mineralización polimetálica del distrito Castaño Viejo.

SAN JORGE

Este yacimiento se ubica en el valle de Uspallata, 40 km al norte de la localidad del mismo nombre, pro-

Mina	Rumbo	Buzamiento	Largo (m)	Espesor (m)	Profundidad (m)
La Toya	N - S	Subvertical	90	0,05 a 0,30	16 (laboreo)
El Jote	N 20° O	50 a 70° E	120	0,05 a 0,50	
San Jorge	N 30° E y NO	Subvertical	35	0,5 a 3	60 (laboreo)

Cuadro 3. Geometría de las vetas del distrito Puchuzum

vincia de Mendoza, sobre el borde occidental de una fosa tectónica de rumbo norte que separa la Precordillera, al este, de la Cordillera Frontal, al oeste.

La primera exploración registrada en el área de San Jorge se llevó a cabo en la década del '60. En 1964, Minera Aguilar adquirió el proyecto y completó un programa que incluía mapeo, realización de trincheras, muestreo de superficie, geofísica y perforación con diamantina, pero en 1968 lo descartó. Exploraciones Falconbridge Argentina SA (Falconbridge) tomó una opción para adquirir San Jorge en 1973 y llevó a cabo un programa que incluía mapeo geológico detallado, reinterpretación de geofísica regional, perforación con diamantina y pruebas metalúrgicas. En 1992, Recursos Americanos Argentinos (RAA) tomó una opción sobre el proyecto. Desde 1992 hasta 1996, RAA desarrolló un programa de exploración que incluía mapeo geológico, muestreo de superficie, reevaluación de la información existente de polarización inducida (IP), perforación con aire reverso y diamantina, y pruebas metalúrgicas. También se estimó el recurso y se completó un estudio preliminar de ingeniería conceptual. En 1994, Grupo Minero Aconcagua SA (GMA), una subsidiaria de Northern Orion, celebró un acuerdo con RAA para continuar la exploración en la mina San Jorge Segunda y en junio de 1995, Northern Orion compró RAA. Desde 1994 hasta 1998 GMA llevó a cabo un programa de mapeo geológico, muestreo de superficie, perforación con diamantina, y pruebas metalúrgicas. Durante este periodo se completaron estimaciones de recursos. También se efectuaron trabajos hidrológicos y ambientales y un estudio preliminar de prefactibilidad. En los noventa, Argentina Mineral Development (AMD) adquirió cierta cantidad de estaca minas rodeando la mina San Jorge Segunda. En marzo de 1999 se llegó a un acuerdo entre GMA y AMD para explorar y desarrollar el proyecto en forma conjunta. El acuerdo no prosperó y Northern Orion creó Minera San Jorge SA, que fue designada como tenedora de las propiedades mineras del proyecto en agosto de 2000. En 2005, Lumina Copper Corporation (Lumina) compró Minera San Jorge a Northern Orion, y completó un plan de reordenamiento societario por el cual transfería sus activos en Minera San Jorge a Global Copper Corp («Global»). Global rescindió formalmente el acuerdo entre Minera San Jorge y AMD ese mismo año. Minera San Jorge adquirió las propiedades mineras de AMD en 2005. En 2006 Coro Mining Corp (Coro) firmó un acuerdo a través del cual pasó a adquirir por medio de Minera Cielo Azul Ltda. el control accionario

de Minera San Jorge. Desde ese entonces, Minera San Jorge ha completado estudios de revisión y reanálisis químico de los testigos de perforación remanentes y completado un programa de 31 perforaciones con diamantina. También inició la preparación de un informe de impacto ambiental como parte del análisis de factibilidad (Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Mendoza, 2009).

En 2011 el gobierno provincial de Mendoza aprobó la Declaración de Impacto Ambiental, que fue enviada a la Legislatura provincial para su ratificación.

La información que se presenta fue tomada de Williams y Madrid (1999) y actualizada del sitio web de Coro Mining Corp.

La estratigrafía de la comarca comprende areniscas y limonitas de la Formación Ciénaga del Medio, de edad devónica, sobre las que en discordancia angular se depositaron sedimentitas de la Formación Yalguaraz, del Carbonífero, cubiertas a su vez en discordancia angular por las volcanitas permo-triásicas del Grupo Choyoi. Intrusivos dacíticos a andesíticos de edad pérmica, según dataciones radimétricas y a los cuales se vincularía la mineralización, se encuentran a lo largo del borde del valle.

La geología local está constituida por las sedimentitas marinas de la Formación Yalguaraz intruidas por un stock de pórfiro granodiorítico de color gris claro a rosado (fig.9); ambas unidades están intruidas por diques de pórfiro dacítico de color gris medio a rojizo. En el borde occidental del pórfiro granítico-granodiorítico aflora localmente una brecha de turmalina formada por clastos angulosos de sedimentitas en una matriz de turmalina-cuarzo-sulfuros, como así también una brecha de contacto compuesta por clastos angulosos de sedimentitas y pórfiro intensamente silicificados, en una matriz silícea con menor cantidad de turmalina. Al efecto de la interpretación estratigráfica, los autores citados distinguen además un horizonte de arenisca intensamente silicificada, color gris claro, en la que los granos originales han sido casi totalmente recristalizados y la textura sedimentaria destruida.

Desde el punto de vista estructural, se destaca un sistema principal de fracturamiento compuestos por fallas de rumbo norte a nornoroeste e inclinación de 70 a 75° al oeste. Las fallas de rumbo noroeste y este-nordeste constituyen sistemas secundarios, en los que los movimientos han sido normales. A estas fracturas se agrega un *stockwork* de venillas de espesor variable

entre un milímetro, y menos, hasta más de tres centímetros. La secuencia de rocas fue afectada por estructuras de rumbo NNE. Las mejores leyes de mineralización de oro y cobre coinciden con las brechas con turmalina (Coro Mining Corp., 2009).

La mineralización se presenta diseminada y en venillas (fig.10). Muestra una zonación vertical, desde mineralización hipogénica en profundidad que pasa hacia arriba a una zona supergénica enriquecida, a la que se superpone una zona de mineralización oxidada y fi-

nalmente un leach cap fino y pobremente desarrollado (Coro Mining Corp., 2009).

La zona hipogénica, o de mineralización primaria, que contiene más de 1% de calcopirita (0,35% Cu) se aloja en la secuencia sedimentaria y en parte del pórfiro granítico.

La diseminación tiene su mayor desarrollo en el horizonte de areniscas silicificadas y, en menor medida, en los intrusivos, teniendo en las primeras un contenido de >0,5% Cu. Las venillas son características de



Figura 9. Imagen Google Earth del yacimiento San Jorge.



Figura 10. Stockwork de yacimiento San Jorge (Coro Mining Corp. 2012)

las sedimentitas, con leyes de 0,2-0,4% Cu, y son escasas en el pórfiro granítico, en el cual presentan un tenor de 0,2% de cobre. Los minerales primarios presentes son calcopirita, pirita, cubanita, mackinawita y marcasita como principales sulfuros; en menor cantidad se encuentran pirrotina, arsenopirita, molibdenita, oro, esfalerita y trazas de bornita, galena y minerales de plata y bismuto. La zona de lixiviación está compuesta principalmente por goethita, acompañada por hematina y jarosita; en ella se encuentran boxworks de pirita y calcopirita.

La zona de oxidación, cuyas dimensiones son 800 m de largo, 400 m de ancho y 80 a 90 m de potencia promedio, se orienta en dirección nordeste localizándose a lo largo del contacto occidental del pórfiro granítico con las sedimentitas. Contiene malaquita, crisocola, delafossita, tenorita, brocantita y neotocita, que aparecen tapizando fracturas, como disseminaciones y adsorbidos en plagioclasas.

La zona de enriquecimiento supergénico posee un tamaño de 800 m por 250 m en dirección nordeste con una potencia máxima de 80 a 100 m, extendiéndose sobre el borde occidental de la zona de oxidación. Contiene calcosina, digenita y covellina asociadas a calcopirita y pirita.

La empresa Coro Mining Corp. (2009) señaló que existe una zonalidad vertical en la mineralización, que varía desde hipogénica en profundidad, y luego pasa a una zona supergénica enriquecida; a su vez, esta última está cubierta por una zona de mineralización de óxidos, culminando la zonalidad en un encape de lixiviación pobremente desarrollada.

Los procesos de lixiviación y supergénesis han sido favorecidos por las fallas y fracturas ya que facilitaron la infiltración y circulación de aguas meteóricas.

Lo más notable de la alteración hidrotermal en este depósito, como así también de la mineralización primaria asociada, es su distribución aproximadamente lineal y no concéntrica, señalando un fuerte control estructural.

Las alteraciones hidrotermales están vinculadas al intrusivo de pórfiro granodiorítico, pero en su distribución espacial se observan zonas de transición y superposición de eventos. Debido a esto último, no existe un núcleo potásico bien definido ya que la alteración potásica afecta a los pórfiros y a las sedimentitas. La alteración fílica es el rasgo más sobresaliente; se presentan en todas las rocas en distintos grados sin conformar un halo que rodee a la alteración potásica, sino que se le superpone. La alteración propilítica es retrógrada y el evento más tardío; no forma un halo que rodee a las alteraciones fílica y potásica.

Los productos de las alteraciones hidrotermales consisten en sílice, sericita, biotita, feldespatos potásico, calcita, turmalina, clorita, caolinita y menor cantidad de epidoto.

La silicificación es intensa y se presenta masiva y en venillas y, junto con sericita y biotita, afecta a los sedimentos y al pórfiro. El feldespatos potásico aparece en venillas asociado a cuarzo y cuarzo-turmalina en las rocas ígneas y sedimentarias. La calcita forma venas, ya sea sola o con cuarzo y clorita; esta última afecta a la biotita y, en menor medida, aparece en venas con calcita, cuarzo y sulfuros. La turmalina constituye la matriz de las brechas hidrotermales junto con sulfuros, manifestándose también en venillas y disseminaciones, afectando a las sedimentitas y al pórfiro granodiorítico. La caolinita y el epidoto se encuentran en zonas de falla.

Garrido *et al.* (2008a) describieron un cuerpo de brecha con turmalina que aparece en superficie y en los sondeos y lo definieron como un breccia pipe; este cuerpo presenta zonalidad en las texturas, en la alteración y en la mineralización hipogénica que coincide con la evolución de los fluidos en un pórfiro de cobre.

De acuerdo con una datación publicada por Sillitoe (1977) que dio 270 ± 4 Ma y otras posteriores de 257 ± 5 Ma y 263 ± 6 Ma (Williams y Madrid, 1999), la edad de este pórfiro cuprífero es pérmica inferior alta.

Coro Mining Corp. (2012) informó que en la zona de oxidación los recursos son de 32,276 Mt con 0,53% Cu, en la zona de enriquecimiento 25,963 Mt con 0,63% Cu y 0,21 g/t Au, y en la zona primaria 136,205 Mt con 0,43% Cu y 0,19 g/t Au.

El modelo corresponde al de un pórfiro de cobre.

3.3.4. FAJA MARAYES

La faja Marayes se ubica en el este de la provincia de San Juan, en la sierra de La Huerta (Sierras Pampeanas Occidentales). Tiene orientación NNO, y sus dimensiones son 90 km de longitud por 25 km de ancho.

Las cajas de los yacimientos metalíferos son metamorfitas precámbricas integradas en el Complejo Metamórfico Valle Fértil (Bossi, 1976, enm. Cuerda *et al.*, 1984) que comprende esquistos, gneises, calizas cristalinas, rocas ultramáficas, metatonalitas y metadioritas.

El cuadro 4 presenta una síntesis de las edades radiométricas obtenidas en yacimientos vinculados a la faja Marayes.

Las mineralizaciones están relacionados con pórfiros riolíticos vinculados al arco volcánico gondwánico, posiblemente relacionados a una migración del mismo hacia el antepaís (hacia el este) por un cambio del ángulo del plano de subducción (Ramos *et al.*, 1988).

Las manifestaciones de cobre en esta faja se reducen a zonas de alteración con anomalías de cobre y molibdeno (El Arriero, Marayes Viejo) y algunos cuerpos minerales pequeños asociados a cuerpos de skarn de Pb-Zn (La Lata).

El potencial de las zonas de alteración con anomalías está vinculado a la posibilidad de existencia de depósitos de pórfiro de cobre en profundidad; el de las

DEPÓSITO	ROCA (UNIDAD)	MÉTODO	EDAD (Ma)	ERROR (Ma)	REFERENCIA
Marayes (El Temblor)	riolita	K/Ar	246 y 256	8	Ramos <i>et al.</i> , 1988
Marayes (Cerro Blanco)	riolita	K/Ar	246	8	Ramos <i>et al.</i> , 1988
Marayes Viejo	pórfiro	K/Ar	259	13	Castro de Machuca <i>et al.</i> , 1998

Cuadro 4. Edades radimétricas en yacimientos vinculados a la faja Marayes

manifestaciones de cobre en los cuerpos vetiformes asociados a la mineralización polimetálica es bajo a nulo.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

LA LATA

La mina La Lata es una manifestación de mineralización polimetálica, cuyo principal componente es el cobre. Esta mina está ubicada en la quebrada Rosarito, a 9,5 km al norte de Marayes y a 147 km de San Juan, en la provincia homónima.

Las labores mineras desarrolladas en esta manifestación se realizaron a mitad del siglo XX.

Las rocas de caja son anfibolitas y gneises de edad precámbrica integrados en el Complejo Valle Fértil.

El depósito metalífero consiste en un cuerpo vetiforme con potencia de 2 a 2,5 m de espesor. Su longitud es de 20 metros. Tiene rumbo N-S y 40 a 50° de buzamiento al este. En superficie se localiza una faja de alteración limonítica de color amarillo claro a lo largo de la manifestación.

Los minerales metalíferos hipogénicos son pirita, calcopirita y oro? (escasos), mientras que la ganga está representada por cuarzo, calcita y minerales fibrosos. Hay además minerales supergénicos: limonitas, yeso, hematita, malaquita y covellina.

Faroux *et al.* (1974) indicaron contenidos de cobre entre 0,55 y 1,55 %, y valores entre 120 y 500 ppm de Zn y 80 ppm de Pb. Según Riveros (1986), las leyes son 2,5% de cobre y 1 g/t de oro.

No se han realizado estimaciones de reservas.

Si bien la mina ha sido explorada por cobre, se trata de una manifestación polimetálica similar a la de los otros cuerpos mineralizados polimetálicos asociados a cuerpos calcáreos localizados en la quebrada Rosarito y otras quebradas aledañas. En general son cuerpos pequeños, con sombreros de hierro con mineralización oxidada que no tienen continuidad en profundidad. Se lo ha clasificado como asociado a un modelo tipo skarn de cobre.

EL ARRIERO

La zona de alteración El Arriero está ubicada en la quebrada homónima, en las cabeceras de la quebrada

Santo Domingo. Dista 41 km de Marayes y 178 km de la ciudad de San Juan.

Un muestreo geoquímico realizado por Cardó (1981) reveló la existencia de anomalías de cobre y molibdeno, con valores máximos de 0,3% de cobre y 125 ppm de molibdeno, e indicios de oro y plata (0,5 ppm Au y 2,4 ppm Ag).

Castro de Machuca *et al.* (2003), Castro de Machuca y Meissl (2004) y Castro de Machuca *et al.* (2005a y b) realizaron estudios de detalle del área de alteración, que afecta a un pórfiro dacítico (Dacita El Arriero), tiene una extensión de un kilómetro de este a oeste y 800 m de norte a sur, y constituye un bajo en el relieve, parcialmente cubierto por depósitos aluviales cuaternarios.

El mineral predominante es pirita acompañada por limonitas. La pirita está además diseminada y en venillas en el cuerpo intrusivo, también formando nidos. Los granos de pirita alcanzan varios milímetros de tamaño. Las observaciones al microscopio indican la presencia de calcopirita, esfalerita, galena, tetraedrita-tennantita y plata nativa asociada a calcopirita. Los sulfuros están diseminados en el pórfiro alterado (Castro de Machuca *et al.*, 2007; Cardó *et al.*, en preparación).

Se ha observado alteración propilítica suave a moderada, arcilloso-sericítica moderada y potásica leve. Hay una intensa piritización que se extiende en la roca de caja, además de alteración arcilloso-sericítica moderada, con calcita (Castro de Machuca *et al.*, 2007; Cardó *et al.*, en preparación).

Para la Dacita El Arriero se determinó una edad Ar/Ar sobre biotita de 299,9±3,6 Ma (Castro de Machuca *et al.*, 2005b).

Las anomalías geoquímicas y modelo de alteración hidrotermal indican la posibilidad de existencia de un pórfiro de cobre-molibdeno.

3.3.5. FAJA BLOQUE DE SAN RAFAEL

La faja se localiza al oeste de la ciudad de San Rafael, provincia de Mendoza, y tiene aproximadamente 180 km de largo por 35 a 50 km de ancho y rumbo nor-noroeste, entre el río Seco de las Peñas y el límite con la provincia de La Pampa.

En gran parte de la faja es manifiesto el magmatismo posorogénico del Pérmico superior y Triásico inferior, representado por volcanitas silíceas y granitoides. Los intrusivos de edad triásica inferior son graníticos y corresponde al Grupo El Portillo; vinculados a ellos se localizan el depósito de cobre diseminado Infiernillo y otros filonianos polimetálicos, tales como los agrupamientos Santa Teresa y La Salvadora y los yacimientos San Jorge y Arroyo Agua del Guanaco, acompañados por depósitos de uranio, manganeso, vanadio y fluorita.

De acuerdo con Carpio *et al.* (2001), considerando el conjunto de anomalías geoquímicas y geofísicas, alteraciones hidrotermales y mineralizaciones conocidas, en esta faja hay condiciones favorables para la ocurrencia de depósitos de cobre, cobre-molibdeno y plomo.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

INFIERNILLO

Esta yacencia se encuentra a unos 50 km al oeste de la ciudad de San Rafael, provincia de Mendoza.

Los primeros estudios fueron realizados por Fuschini (1968), Zanettini y Carotti (1993) y Carpio *et al.* (2001). Posteriormente, Di Tommaso y Rubinstein (2004, 2005, 2007), Di Tommaso *et al.* (2005), Gómez y Rubinstein (2008, 2009, 2010) y Korzeniewski *et al.* (2008a) aportaron nuevos datos sobre la geología, la alteración hidrotermal, las inclusiones fluidas y la mineralización de Infiernillo.

La información que se presenta a continuación está resumida de los autores antes mencionados.

La geología local está constituida por un *stock* de pórfiro dacítico alterado y mineralizado de forma oval, de 4,5 km de largo en dirección norte por 3,5 km de ancho, que intruye con contactos netos a metamorfitas

eo paleozoicas de la Ectinita La Horqueta y a volcanitas y sedimentitas del Grupo Cochicó del Pérmico inferior. El pórfiro dacítico está, a su vez, intruido por un pórfiro riódacítico inalterado y diques basálticos. Con ubicación casi central en el *stock* se presenta un núcleo intrusivo de cuarzo masivo hidrotermal, de grano fino y estéril, de 200 m de longitud norte-sur y 60 m de ancho. Es de color gris oscuro y está rodeado por una zona decolorada, fracturada e inyectada con cuarzo, que alcanza 500 m de largo por 200 m de ancho y contiene abundante hematita en la proximidad del núcleo silíceo, encontrándose brechada y alterada a cuarzo-hematita en su sector noroeste.

El pórfiro dacítico presenta un área de alteración hidrotermal de posición central, que se desarrolla además en relación con estructuras mayores. Hay alteración potásica pervasiva. La silicificación se presenta masiva y en venas y venillas, la sericitización y la argilización afectan a los fenocristales del pórfiro y la propilitización es evidente en el sector central y sur del cuerpo (fig. 11).

A lo largo de fracturas son frecuentes las vetas y vetillas de cuarzo, cuarzo-calcita y/o calcita.

Distribuidas cerca de las márgenes del *stock* se encuentran fracturas menores rellenas por cuarzo acompañado de pirita y pequeñas cantidades de calcopirita, galena, esfalerita y arsenopirita.

Los estudios geoquímicos y geofísicos indican que, si bien estos minerales se hallan diseminados en toda el área, las anomalías de cobre y molibdeno se distribuyen de manera anular en el sector marginal del pórfiro dacítico, coincidiendo con las zonas de fracturación mayor, de rumbos NNE, NNO y ENE, revelando un control estructural de la mineralización hipogénica, válido también para las anomalías de plomo, cinc y arsénico. Por otro lado se observa que no hay paralelismo entre la



Figura 11. Infiernillo (Mendoza). Pórfiro dacítico intensamente silicificado. Faja Bloque de San Rafael. Gentileza: F. Carpio

alteración hidrotermal y anomalías geoquímicas, aunque sí coinciden las anomalías de arsénico con zonas silicificadas.

Korzeniewski *et al.* (2008a) identificaron inclusiones fluidas asociadas con la alteración cuarzo-magnetita y potásica del sector central del pórfiro. Los fluidos hidrotermales de alta temperatura tuvieron origen magmático. Las altas salinidades, la Th y la escasez de inclusiones ricas en vapor indicarían condiciones de formación profunda del pórfiro y la cámara magmática generadora de los fluidos hidrotermales. Los valores de las temperaturas de homogeneización y las salinidades son las siguientes:

Inclusiones I (con dos o más minerales transparentes): Th > 550° C, 40 a 55% NaCl en peso eq.

Inclusiones II (con un mineral transparente y uno opaco): Th > 550 a 390° C, 35 a 47% NaCl en peso eq.

Inclusiones III (con un mineral transparente y cantidades variables de fase líquido- vapor): Th 350 a 475° C, 30 a 40% NaCl en peso eq.

Inclusiones IV (acuosas con cantidades variables de fase líquido-vapor): Th 210 a 335° C, 0,5 a 20% NaCl en peso eq.

Las inclusiones de bajas temperaturas de homogeneización y bajas salinidades, procedentes de las vetas periféricas al pórfiro, indicarían eventos posteriores a la formación del pórfiro.

La investigación mediante perforaciones señala una zona de oxidación de hasta 20 m de espesor y escasa variación del tenor de cobre y molibdeno desde superficie hacia subsuelo, que es de 0,1% Cu y 0,01% Mo, aunque existen valores puntuales de hasta 1% Cu y 0,06% Mo. Los mejores valores de oro varían 0,10 y 0,68 g/t y los de plata oscilan de 1,3 a 118 g/t, guardando relación con las anomalías de arsénico (Zanettini y Carotti, 1993).

Las características del área sugieren que el pórfiro dacítico podría corresponder a un cuello volcánico peneplanizado por la erosión. De acuerdo con dataciones radimétricas (Sepúlveda *et al.*, 2007), su edad sería pérmica inferior alta a triásica inferior.

Próximas al pórfiro dacítico y en sus bordes se encuentran vetas con mineralización de pirita y galena acompañadas por arsenopirita, calcopirita, esfalerita y ocasionalmente oro, en ganga de cuarzo (Carpio *et al.*, 2001).

El modelo del depósito es el de tipo pórfiro cuprífero.

3.3.6. FAJA CHACHIL

Es una reducida faja de unos 35 km de largo por 15 km de ancho, situada a unos 60 km en línea recta al sudoeste de la ciudad de Zapala, entre el cerro Atravesada y el río Catán Lil, en la provincia del Neuquén.

En la faja afloran rocas metamórficas de la Ectinita Piedra Santa, de edad devónica, intruidas por granitoi-

des de arco magmático correspondientes al Complejo Plutónico del Chachil (Carbonífero superior a Pérmico inferior), cubiertas en discordancia por volcanitas posorogénicas del Grupo Choiyoi (Pérmico superior) y parcialmente por sedimentitas del Grupo Cuyo (Jurásico inferior) (Leanza *et al.*, 2001).

Relacionados a los granitoides, en el extremo sur de la faja se encuentra el yacimiento de pórfiro de cobre La Voluntad y en la parte norte se hallan depósitos vetiformes de plomo- cinc.

De acuerdo a las características de los modelos involucrados (mineral primario en superficie en el disseminado La Voluntad y escasa magnitud de los depósitos filonianos se estima que esta faja es de escasa importancia económica.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

LA VOLUNTAD

Este yacimiento se sitúa en la sierra del Chachil, 74 km al sudoeste de la ciudad de Zapala, provincia del Neuquén.

En 1934 se reconocieron vetas portadoras de mineralización cupromolibdenífera. Sabalúa (1975) sintetizó las tareas de exploración del sistema tipo pórfiro (mapeo geológico, geoquímica, geofísica y perforaciones) realizadas por la Dirección General de Fabricaciones Militares en la década del '70. Posteriormente Placer International Exploration Inc. llevó a cabo otras tareas de exploración.

De acuerdo con Garrido y Domínguez (1999) y Garrido *et al.* (2008a y b), la geología local está constituida por una granodiorita intruida por una tonalita y diques que integran el Complejo Plutónico del Chachil. El contacto entre la granodiorita y el stock tonalítico no se observa con claridad, aunque se ha constatado que no es neto.

La granodiorita es de color gris mientras que la tonalita es gris oscuro donde está menos alterada y gris claro a rojizo donde presenta alteración hidrotermal.

Dentro de la tonalita se encuentran un cuerpo pegmatoide de forma ovoidal, compuesto por cuarzo y biotita de grano grueso, y otros afloramientos irregulares de cuarzo macizo estéril interpretados como un estadio tardío del Complejo magmático. Asimismo, diques aplíticos, diabásicos y tonalíticos cortan a la tonalita y granodiorita con diversas orientaciones, sin intersecciones entre ellos.

Desde el punto de vista estructural, se destacan dos sistemas de fracturamiento compuestos por fallas de rumbos nordeste y noroeste.

Las alteraciones hidrotermales, como también así la mineralización, están vinculadas a la intrusión tonalítica y muestran la característica zonación para este tipo de yacencia mineral: una zona interna de silicatos

de potasio es rodeada por una intermedia fílica y ésta, a su vez, por otra externa propilítica.

La alteración de silicatos de potasio, compuesta por biotita, feldespato potásico, sericita y cuarzo, es mayormente penetrativa y afecta principalmente a la tonalita, siendo escasa en la granodiorita donde aparece como finas venillas de cuarzo y feldespato potásico. La alteración fílica, cuarzo-sericítica, es la más importante; forma venillas de espesores variables que en la parte central del depósito se superponen a la alteración potásica, observándose en las mismas rocas, aunque es difícil distinguirla en la granodiorita debido a la meteorización de la misma. La alteración propilítica carece de importancia y dentro de ella es dominante el desarrollo de clorita.

La mineralización se distribuye en una superficie de 0,5 km² presentándose diseminada y en venas y venillas formando stockworks. En la zona de alteración potásica la mineralización consiste en calcopirita, molibdenita y pirita dispuestas de manera diseminada y en venillas con biotita. En la zona de alteración fílica está compuesta por venillas de calcopirita, bornita, molibdenita, pirita, arsenopirita, esfalerita y wolframita.

La mineralización supergénica tiene poco desarrollo. El óxido de cobre, malaquita, se halla como relleno de fracturas. Los sulfuros supergénicos, calcosina y covellina, reemplazan a calcopirita. Las limonitas están asociadas a pirita y biotita.

Los contenidos en Cu informados por Sabalúa (1975) fueron de 0,1-0,2% Cu. Los datos obtenidos a partir de perforaciones revelaron valores de 0,25% Cu+Mo, con 20 ppb Au (Garrido y Domínguez 1999). Una estimación de recursos realizada por Franstrom *et al.* (1993) dio 250 Mt con 0,15% Cu (USGS).

De acuerdo con una datación radimétrica publicada por Sillitoe (1977), que dio 281±4 Ma sobre biotita hidrotermal, la edad de este pórfiro cuprífero sería pérmica inferior. Cinco nuevas edades Re-Os obtenidas por Garrido *et al.* (2008b) sobre molibdenita de cuatro muestras que representa tres tipos de venillas de alteración-mineralización (cuarzo-molibdenita, cuarzo-sericita-molibdenita y cuarzo-sericita-molibdenita±calcopirita-pirita) indican que se formaron entre ~312 y ~316 millones de años. Por lo tanto, el depósito es de edad carbonífera superior. Estos autores señalaron que La Voluntad es el pórfiro de cobre más antiguo reconocido en los Andes indicativo de la presencia de un arco magmático activo, con mineralización de cobre diseminado en el margen proto-Pacífico de Gondwana durante el Pennsylvaniano inferior.

3.3.7. FAJA LOS MENCUCOS

La faja es elongada en sentido E-O, asociada a la distribución de los afloramientos de las volcanitas del

Complejo Los Mencucos; su eje mayor alcanza 250 km mientras que la dimensión transversal es de 100 a 150 kilómetros.

La geología está compuesta por volcanitas y piroclastitas riolíticas y andesíticas triásicas a las que se asocian numerosas mineralizaciones de Pb-Zn y Ag, fluorita, Mn y baritina, con presencia minoritaria de minerales de cobre. Además hay extensas zonas de alteración hidrotermal que se han explotado como yacimientos de caolín (Malvicini y Vallés, 1984).

La edad de las mineralizaciones de la faja Los Mencucos queda restringida al Triásico superior, considerando la edad de las volcanitas del Complejo Los Mencucos en donde se alojan. Su posición en el borde noroeste del Macizo de Somún Cura implica que comparte algunos rasgos con las fajas Sierra Grande y Los Manantiales, con las cuales se la puede correlacionar.

La mayoría de las mineralizaciones de esta faja son de pequeñas dimensiones, y se exploraron y explotaron mediante piques y rajos. A la fecha, no se cuenta con datos sobre recursos de los depósitos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

DISTRITO LOS MENCUCOS

Los minerales de cobre en la zona de Los Mencucos (provincia de Río Negro) aparecen normalmente en forma subordinada asociados con mineralizaciones de plomo y/o cinc; integran depósitos polimetálicos que se vinculan a la evolución del magmatismo riolítico triásico y en los alrededores hay vetas de fluorita o silicificación.

En cuanto a la tipología de los depósitos, las asociaciones de minerales de mena y de ganga y las alteraciones del entorna permiten catalogarlos como epitermales polimetálicos complejos, que desarrollan en el entorno extensas áreas de alteración producidas por vapor ácido con características de alta sulfuración.

Mina Teresita: es una mineralización de Pb y Zn que contiene en forma minoritaria minerales de Cu y se aloja en volcanitas andesíticas-riolíticas. Se presentan tres vetillas subparalelas muy próximas entre sí, de 5, 10 y 30 cm de espesores respectivos, que poseen un rumbo de N 40° E e inclinan 70° SE. Son portadoras de cuarzo, galena y escasos minerales oxidados de cobre, que es la mineralogía observable megascópicamente. Las pequeñas estructuras han sido someramente exploradas con un pique de unos 9 m de profundidad.

La Posible: se halla ubicado a unos 12 km en línea recta de la localidad de Los Mencucos en dirección nordeste. La veta posee aproximadamente 300 m de extensión; la mineralización metalífera está contenida en dos bolsones, de 25 m y 50 m de corrida, con 0,70 m minados mediante rajo. El rumbo general es de N 70° O e inclina 85° S; se transforma en un *stockwork* silíceo que cubre una longitud de 20 m y un ancho

variable entre 2 y 4 metros. La estructura mineralizada encaja en ignimbritas riolíticas aunque un dique riolítico silicificado ocupa el hastial norte y es paralelo a la veta. La mena está compuesta por galena y esfalerita a las que se asocian calcopirita, pirita, cerusita, anglesita, malaquita, hematita y minerales oxidados de manganeso y vanadatos. Segal (2005), en un análisis calcográfico de la mena, describió también cuprita y oro nativo. La ganga está constituida principalmente por cuarzo y en forma local se reconoce arcilla y sericita. Las rocas de caja presentan silicificación, caolinización y limonitización. Sólo tiene importancia metalogenética.

Los Ñandúes: se ubica unos 300 m al norte de la anterior y a unos 500 m al sur de la ruta provincial 23. Alojadas en ignimbritas riolíticas, hay cuatro angostas vetillas de longitud individual no mayor a 5 m, con rumbos entre N 20-75° E, que se han explorado con pozos exploratorios. La mineralización, en ganga sílicea, está representada por galena, esfalerita, calcopirita minoritaria, pirita y limonitas. Segal (2005) determinó calcográficamente la presencia de covellina y bornita.

Cruz del Sur: se encuentra a 40 km en línea recta al ESE de Los Menucos. La estructura vetiforme posee una corrida de alrededor de 650 m, y se dispone con un rumbo general N-S, inclinando 80° al este. El hastial oeste de la mineralización está compuesto por ignimbritas riolíticas, mientras que en el este son andesitas (Hayase y Dristas, 1974). Domina cuarzo y calcedonia que engloban fragmentos de andesitas y la mineralización metalífera se presenta en un clavo del orden de 30 m de largo. Hayase y Dristas (1974) señalaron la presencia de esporádicas galena y hematita acompañados por anglesita, digenita, covellina, calcosina, azurita, malaquita, vanadinita-wulfenita, atacamita-paraatacamita, mottramita y goethita, calcita y yeso. Reconocieron silicificación, carbonatización, sericitización y además propilitización afectando a las andesitas. Gumiel (1998) sugirió que la mineralización está controlada por una estructura cizallante de sentido dextrógiro.

Toruel: se ubica a aproximadamente 22 km en línea recta al sudeste de Los Menucos. La mineralización se aloja en una zona de cizalla con rumbo general ONO, algo curva, que parece incluir a las vetas fluoríticas La Alegría y Dos Amigos. Se presentan dos fracturas paralelas subverticales, de rumbo N 70° E, separadas entre sí por 30 m, que inclinan subverticalmente, con corridas entre 300 y 1.000 m y potencia máxima de 1,30 metros. Se componen de cuarzo jasperoidal y calcedonia masivos. En forma local hay escasa galena, cerusita, azurita, malaquita, óxidos de manganeso coloformes, limonitas, escasos vanadatos y boxworks de pirita.

Otros indicios polimetálicos: en las inmediaciones de la mina Teresita, afloran pequeñas vetas cuarcíferas con escasa presencia de pirita, galena, posible cerusita, esfalerita, malaquita y azurita. También 3 km

al nordeste se encuentra la mina La Luz, que según Dristas (1972) corresponde a un sistema de vetas subparalelas de 120 m de largo máximo y espesores entre 0,30 y 1,50 m, con rumbo N 43° E a N 74° E e inclinaciones de 60° NO. En las escombreras hay galena argentífera, calcopirita, pirita, escasa esfalerita y minerales oxidados de cobre tales como malaquita, azurita y turquesa. Además Dristas (1972) informó la presencia de anglesita, covellina, cerusita, goethita, hemimorfita, descloizita, vanadinita y smithsonita, acompañadas por cuarzo, calcita y manganocalcita esporádica. Se aloja en ignimbritas riolíticas rojizas del Complejo Los Menucos con caolinización débil, carbonatización, sericitización y piritización poco importantes y alteración sílicea restringida. Según Cucchi *et al.* (1999), dos análisis de vetas de La Luz, realizados por la Dirección de Minería de Río Negro sobre sendas muestras extraídas transversalmente a las estructuras, presentaron los siguientes resultados: 41,9 y 0,5% Pb; 1,3 y 0,4% Cu; 0,5 y 1,8% Zn; 0,02 y 0,08% As; 2.275 y 80 g/t Ag.

3.3.8. FAJA SIERRA GRANDE

Esta faja presenta una morfología irregular, elongada en sentido norte-sur, que se extiende en el sector oriental de las provincias de Río Negro y Chubut.

El desarrollo de esta faja se asocia a la extensión jurásico-cretácica con la implantación de sistemas de *rift* de magnitud continental que culminan con la ruptura y deriva de África y América. En esta situación geotectónica se produce un intenso y extenso volcanismo riolítico, cuyo origen se atribuye a procesos de fusión cortical por subplacado basáltico (Rapela y Pankhurst, 1993 y referencias allí citadas). Se reconocen extensos plateau ignimbíticos de composición riolítica, asociados con flujos piroclásticos fríos, depósitos de caída, diques, domos y cuerpos subvolcánicos. Las rocas eruptivas son asignadas estratigráficamente al Complejo Marifil, con edades radimétricas entre 190 y 180 millones de años.

Está integrada por un importante número de mineralizaciones, que incluyen desde depósitos abandonados o agotados hasta indicios minerales y áreas de alteración de diversa magnitud.

Esta faja tiene similitudes con las fajas Los Menucos y Los Manantiales; esencialmente comparten episodios volcánicos bimodales, y otros con dominio riolítico o basandesítico.

Vallés (1978) reconoció la existencia de una asociación espacial entre las mineralizaciones polimetálicas y los cuerpos ígneos, lo que se interpreta como una evidencia de asociación genética. La existencia de un episodio metalogenético paleozoico superior-jurásico también ha sido identificada por Malvicini y Vallés (1984) y Busteros *et al.* (1998).

Los estudios posteriores sobre los granitoides del stock San Martín efectuados por Gozálvez (2008, 2009) proporcionaron una edad absoluta de cristalización pérmica para el intrusivo al que se asocia la mineralización de W y otros metales; ello permite establecer la existencia de al menos dos episodios mineralizantes en la faja. Uno sería de edad pérmica media, mientras que el otro sería más joven (Triásico-Jurásico inferior) en sentido amplio.

La presencia de áreas en donde se presenta Cu, como componente minoritario de las paragénesis, permite identificar en la faja los distritos Valcheta y Mina Gonzálito.

El sector Valcheta incluye las mineralizaciones vetiformes del grupo General San Martín (W-Pb-Zn-Cu-Sn-Sb-Ag) y las manifestaciones Paula Cecilia (Cu), agrupamiento San Patricio (Cu-Fe-Pb-Zn) y agrupamiento Don Tomás (Cu) (Gozálvez, 2008, 2009).

El sector Mina Gonzálito está compuesto por vetas de Pb-Ag-Zn con escaso V-Mo-Cu y otras menores de W, F y Mn, emplazadas en metamorfitas y granitoides de basamento y en andesitas, dioritas y riolitas. Está integrado por las minas Gonzálito y Vicentito como estructuras mayores, Don Lalo y Doña Emma (Pb-Zn-Cu), Tres Marías y San Octavio (Pb-Zn-F-V-Cu), agrupamiento La Leona (Mn-F-Cu) y Quién Sabe (Cu-Pb-F). Más próximas al paraje de Los Berros se encuentran Santa Margarita (Cu-Pb-F), La Cautiva (Cu-Pb-F), Los Berros y Llancafil (Cu-Pb) (Malvicini y Vallés, 1984; Busteros *et al.*, 1998).

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

DISTRITO VALCHETA

En esta comarca se destaca la presencia de mineralizaciones polimetálicas con dominio de tungsteno, bismuto y estaño, con menor participación de Pb, Zn y Cu. Se alojan en sedimentos, metamorfitas y granitoides del Paleozoico inferior a superior y en volcanoclastitas jurásico-cretácicas. En sentido amplio se las puede considerar como epitermales polimetálicas complejas con predominio de sulfuros en gangas de cuarzo y fluorita.

SAN MARTÍN

Se ubica a 27 km al norte de la localidad de Valcheta, provincia de Río Negro; fue descubierta en 1955 y estuvo en explotación entre 1955 y 1979. La mayor producción anual corresponde a 79 t en 1972 y a la fecha se encuentra abandonada desconociéndose la magnitud de sus recursos.

Consiste en un conjunto de vetas de orientación general N 60° E; son subverticales y tienen corridas del orden de 800 m y potencias entre 0,2 y 3 m y se alojan en un plutón granítico permo-triásico emplazado en micacitas y filitas. La mineralogía es hübnerita, pirita, arsenopirita, esfalerita, galena, calcopirita, sulfosales

de bismuto y plata, tetraedrita, casiterita y scheelita; los minerales secundarios y de enriquecimiento supergénico son calcosina, covellina, digenita y bornita (Brodtkorb y Brodtkorb, 1969; Bernabó *et al.*, 1984; Gómez, 1997; Gómez y Aliotta, 1999; Herrmann y Gozálvez, 2007).

Gozálvez (2008, 2009) realizó una datación en biotita del granito biotítico con el método de K/Ar, obteniendo una edad de cristalización pérmica (262±5,8 Ma). Además, señaló que la secuencia paragenética comenzó con un evento hidrotermal estéril (evento 1) que formó las vetas pre-mineralización y generó alteración potásica en la roca de caja. El segundo evento hidrotermal (evento 2) formó las vetas mineralizadas en dos episodios. En la etapa inicial del primer episodio (Ia) formó vetas masivas de cuarzo, feldespato potásico y wolframita. En la etapa final (Ib) precipitaron cuarzo y wolframita, sin feldespato potásico. El segundo episodio mineralizante (II) depositó sulfosales y sulfuros de metales de base, que incluyen Cu, y preciosos junto con cuarzo y fluorita, sin minerales de wolframio.

Otras manifestaciones de tungsteno en el área son Horizonte y Pachamama, con muy escasa participación de cobre. El conjunto se asigna al modelo de vetas de W asociadas a granitoides con presencia minoritaria de Cu.

SAN PATRICIO

Situada a 25 km al SO de Valcheta, consiste en pequeñas lentes cupro-hematíticas, dispuestas en forma discontinua con rumbo NNE sobre un plutón granítico permo-jurásico (Bernabó *et al.*, 1984). Se identificaron esfalerita y calcopirita, y rellenando diaclasas malaquita, azurita, calcosina, hematita y crisocola (Herrmann y Gozálvez, 2007).

PAULA CECILIA

Ubicada a 20 km al sudeste de Ramos Mexía, son vetas de 0,40 m (potencia máxima), que rellenan fracturas NE-SO. Según Herrmann y Gozálvez (2007), se emplazan en una roca ácida a mesosilícica alterada del Complejo Plutónico-Volcánico Navarrete. El rumbo es N 30° E. La mineralización consiste en esfalerita y calcopirita; los minerales secundarios se encuentran representados por bornita, malaquita y azurita. En el depósito hay laboreos superficiales.

DISTRITO GONZÁLITO

MINA GONZÁLITO

Localizada a 35 km en línea recta al NO de Sierra Grande, provincia de Río Negro, es un conjunto de vetas alojadas en una fractura del basamento metamórfico, de 7 km de largo y rumbo N-S; allí se disponen Gonzálito, La Querencia, Vicentito, 4Q y Polito, cubriendo una franja transversal de 800 metros. Mineralógicamente muestra galena argentífera, esfalerita, pirita,

calcopirita, pirrotina, arsenopirita, marcasita, hematita y luzonita-famatinita, en ganga de cuarzo y escasa rodocrosita (Del Mónaco, 1971). Poseen numerosos minerales secundarios de Pb, Zn y Cu con abundantes vanadatos. Gozálvez *et al.* (2008) mencionaron además minerales de plata. Fue descrita en 1951 y explotada entre 1953 y 1978 (Angelelli, 1984). A la fecha se encuentra abandonada y en proceso de remediación. Es la mineralización más grande de todo el distrito y produjo aproximadamente 500.000 t de mena, si bien el Cu no fue recuperado debido a su escaso contenido.

TRES MARÍAS Y MARÍA TERESA

Afloran a 10 km al NO de Gonzalito. Son sistemas vetiformes de potencias métricas, con corridas que alcanzan los 1.000 m de largo y rumbo general N-S. Se alojan en las metamorfitas del Complejo Mina Gonzalito y tienen una mineralogía compuesta por galena, esfalerita, calcopirita, en ganga de cuarzo, calcedonia y fluorita. Son frecuentes calcosina, neodigenita, bornita, cerusita, anglesita, malaquita y azurita (Angelelli, 1984).

AGRUPAMIENTO LA LEONA

Se ubica a 3 km al NE de Gonzalito; son vetas delgadas (máximo 0,60 m) con corridas de hasta 150 metros. Se alojan en metamorfitas precámbricas a eopaleozoicas y son portadoras de psilomelano, nsutita, criptomelano, pirolusita, fluorita, baritina, calcopirita, bornita, tennantita, galena, esfalerita, rodocrosita y especularita (Malvicini y Llambías, 1974).

DON LALO Y DOÑA EMMA

Son vetas que afloran 17 km al O-NO de Gonzalito; tienen rumbo general N 60 a 75° O, y están alojadas en granitos faneríticos afectados por epidotización. La potencia máxima es de 1,60 m y las corridas menores a 70 m, en tanto que el relleno está compuesto por galena, esfalerita, cerusita y óxidos de Mn y de Cu (Busteros *et al.* 1998).

3.3.9. FAJA LA LEONA

La faja se localiza en el sector oriental del Macizo del Deseado; su morfología es elongada en sentido NNO-SSE, y sus dimensiones son 200 km de largo por 40-50 km de ancho.

Se asocia al emplazamiento de los intrusivos someros, designados como Formación La Leona, pertenecientes al batolito de la Patagonia Central, con edades de cristalización entre 238 y 200 Ma (Rapela, 1999).

Aunque los depósitos de la faja responden a la tipología de las mineralizaciones diseminadas y su cortejo vetiforme, por su bajo volumen y leyes carecen de importancia económica al menos con la información disponible a la fecha.

Se destaca en esta faja el distrito La Leona.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

DISTRITO LA LEONA

Está constituido por un grupo de estructuras vetiformes polimetálicas (minas Bajo de La Leona, Veta Schultz y Tres Cerros), provincia de Santa Cruz, con predominio de Cu-Mo, y pequeños sectores con diseminación de Cu asociados con alteración potásica, fílica y arcillosa.

La mineralización fue descubierta en 1940-1942, cuando se efectuó exploración sobre las vetas principales mediante trincheras y algunos piques que no superaron los 30 m de profundidad (fig. 12). Los autores que realizaron diversos estudios en el área son Angelelli (1942), Catalano (1943), Sgross (1944), Quiroga (1965), Valania (1966), Kejner (1970), Godeas (1985), Márquez (1985a, 1994a), Giacosa *et al.* (1988, 1998a), Panza *et al.* (1994) y Rapela y Pankhurst (1996), entre otros.

Unos 50 km al norte reaparece la mineralización de cobre dispuesta como escasas vetas con calcopirita y Cu-Mo tapizando diaclasas de un granitoide triásico-jurásico datado en 202 ± 2 Ma, por el método Rb/Sr sobre roca total (Pankhurst *et al.*, 1993a), al que se asocia genéticamente.

Los datos geocronológicos de las rocas ígneas permiten establecer una edad máxima de las mineralizaciones de 202 ± 2 millones de años (Pankhurst *et al.*, 1993a). La edad mínima puede estimarse a partir de las relaciones geológicas, que muestran a los granitoides y las mineralizaciones asociadas cubiertos discordantemente por las rocas volcánicas de la Formación Chon Aike, datadas en 168 ± 2 Ma por Pankhurst *et al.* (1993b) mediante una isocrona Rb/Sr sobre roca total (Márquez y Godeas, 1999).

Las vetas son filones con potencias entre algunos centímetros y tres metros y sus corridas alcanzan un



Figura 12. Vista de los laboreos de la mina La Leona

máximo de 1.500 metros. Las estructuras mayores son La Leona, Tres Cerros, Schultz y Angelita. Muestran un relleno bandeado con sulfuros en ganga de cuarzo y carbonatos; localmente la estructura está poco definida, con guías angostas y paralelas ocupando diaclasas.

En el distrito La Leona, la mineralogía hipogénica es calcosina, pirita, calcopirita, bornita, tennantita, enargita, tetraedrita, betectinita, electrum, sulfosales de bismuto, galena, esfalerita, molibdenita, especularita, cuarzo, ankerita, calcita y turmalina?. Como minerales secundarios ocurren covellina, digenita, malaquita, azurita, crisocola, cuprita, delafossita y limonitas. La roca huésped granodiorítica está alterada en delgadas franjas paralelas a las vetas (menos de 1 m), con asociaciones de tipo cuarzo-sericítico, argílico, propilítico y turmalínico? (Godeas, 1985; Márquez, 1994a y b).

Las áreas con diseminación afectan a cuerpos intrusivos redondeados de 100 m o menos de diámetro, de textura porfírica y composición fenogranodiorítica a fenodacítica, que muestran diferencias morfológicas, texturales y colorimétricas con las granodioritas. Por sectores la pasta está totalmente reemplazada por un agregado secundario de grano fino de cuarzo-feldespato alcalino y menor proporción de biotita. Esta asociación define una alteración hidrotermal potásica fuerte, en fase feldespática (Godeas y Fernández, 1985).

En la comarca de la estancia La Calandria, Giacosa *et al.* (1998a) destacaron la presencia de vetas (0,20 m de potencia y 30 m de corrida) con calcopirita, pirita y cuarzo alojado en granitoides jurásico-cretácicos, que también tienen diaclasas tapizadas con calcopirita y molibdenita.

Los recursos totales de Cu, estimados por Valania (1966), son de 162.000 t con 1,71% de Cu y 26 g/t de Ag.

Analizadas en conjunto, estas mineralizaciones se tipificaron como tipo pórfiro asociado con vetas polimetálicas (Márquez y Godeas, 1999).

3.4. EPISODIOS ÁNDICOS

JURÁSICO-CRETÁCICO

Las fajas portadoras de mineralización de cobre comprendidas en los episodios ándicos (Jurásico-Cretácico) son: Rumicruz-Esperanza-La Niquelina, Martín Bronce-Juramento, Curuzú, Cristo Redentor, Las Cuevas-Las Damas, Malargüe-Cutral-có, Los Manantiales, La Ferrocarrilera, Cerro Cucho, Deseado y Cordillera Fueguina. La tipología incluye vetas polimetálicas ricas en Ni-Co-Cu, cobre alojado en sedimentos, depósitos asociados a volcanismo subaéreo, epitermales polimetálicos complejos, epitermales de baja sulfuración, tipo pórfiro y sulfuros masivos.

3.4.1. FAJA RUMICRUZ-ESPERANZA-LA NIQUELINA

Esta faja se ubica en el extremo norte de la Cordillera Oriental, en el ámbito de la sierra de Santa Victoria. Se extiende desde la manifestación Churquipampa, cercana al límite con Bolivia, por el norte, hasta el indicio El Quirusillal, en las sierras de las Cañas, por el sur. El largo es de aproximadamente 110 km, y en sentido transversal se desarrolla en unos 50 km desde la parte central de las sierras de Santa Victoria por el este hasta las cercanías de la localidad de Abra Pampa por el oeste.

La faja se vincula a un ambiente de zonas de cizalla en basamento neoproterozoico y eopaleozoico.

Los depósitos que incluye la faja corresponden a vetas epitermales polimetálicas ricas en As-Ni-Co o vetas de «cinco elementos», cuyas asociaciones minerales son poco comunes, con paragénesis de arseniuros, sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros de Ni-Co-Fe. Se trata de las minas La Niquelina, Esperanza y Quirusillal, en la provincia de Salta y el grupo de pertenencias de La Purísima-Rumicruz en la provincia de Jujuy.

Según Sureda *et al.* (1986), son filones de carácter mesotermal que presentan una mineralización compleja, con más de veinte especies minerales, entre las que se encuentran arseniuros de Co-Ni, pirita, plata nativa, pechblenda, calcopirita, bornita, arsenopirita, calcosina y oro nativo. La ganga generalmente está formada por cuarzo, calcita y dolomita. La localización de las vetas responde a un control estructural según fallas.

De acuerdo a Brodtkorb (1973), la génesis de las vetas comienza con la depositación de volúmenes escasos de U, Ni, Co, Bi y Ag, culminando con la cristalización principal constituida por sulfuros de Cu, Pb y Zn. La misma autora señaló que los depósitos que se incluyen en esta faja se vinculan a un mismo ciclo metalogénico. Lurgo Mayón (1999a) asoció el origen de estas yacencias tanto a rocas básicas como a rocas graníticas o con fracturas profundas, aunque no se advierte una vinculación directa con intrusivos. Rubiolo *et al.* (1997) señalaron la existencia de rocas básicas en la región. No obstante, la presencia de uranio en la paragénesis de los depósitos indicaría una probable vinculación con granitoides (Lurgo Mayón, 1999a).

Sureda *et al.* (1986) y Rubiolo *et al.* (1997) relacionaron el origen de las vetas con el magmatismo alcalino cretácico, representado en el área por el intrusivo lacolítico de Hornillos. A este intrusivo se vinculan diques leucocráticos, mesocráticos y melanocráticos, cuyo origen ocurre en un marco tectónico extensional al que se vincula el *rift* intracratónico cretácico.

Respecto de las expectativas económicas que presenta esta faja, si bien los tres depósitos más importantes que la definen (La Niquelina, Esperanza y La Purísima-Rumicruz) fueron explotados con mayor o menor

intensidad en distintas épocas, las dimensiones reducidas de las vetas mineralizadas, las leyes poco consistentes y fundamentalmente los exiguos volúmenes de las reservas conocidas no permiten alentar mayores expectativas de aprovechamiento económico de los depósitos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

LA NIQUELINA

Se encuentra en Rodeo de Tuctuca, en el borde occidental de la sierra de Santa Victoria, a 73 km al SE de La Quiaca, cercana a la localidad de Cóndor y al límite entre las provincias de Salta y Jujuy, en la vertiente oriental de la sierra de Santa Victoria.

El depósito se conoce desde 1944, habiendo sido estudiado por Angelelli (1950) y Fernández Lima (1953). En esa época se realizaron distintos laboreos de exploración, distribuidos en tres sectores que totalizaron más de 320 m de galerías, algunos piques y laboreos menores.

Al yacimiento lo constituyen un sistema de seis vetas, alojadas en lutitas ordovícicas o en el contacto de éstas con cuarcitas cámbricas, correspondiendo al tipo de relleno de fracturas con presencia de brechas en las lutitas. La dirección dominante de los filones es N 40° O con buzamientos de 70° al NE y con potencias de 0,25 a 0,60 m, aunque por sectores los espesores alcanzan hasta 3 m, si se considera la mineralización diseminada de las cajas (Méndez *et al.*, 1979).

La mena se presenta como una diseminación fina o como vetillas delgadas de hasta un mm, dentro de la estructura brechosa. La secuencia comienza con pechblenda, seguida por niquelina (con bandeamiento y contenidos promedio de 3% de azufre), y rodeada por gersdorffita. Un nuevo pulso mineralizador aportó azufre, formando bordes de argentopentlandita en niquelina y en las venillas, junto con calcopirita, acantita y menores cantidades de millerita y maucherita. En forma diseminada se observan granos de esfalerita, galena, tetraedrita-tennantita y pirita. Aparecen también bismuto nativo y argentita. Dentro de los componentes supergénicos se distinguen annabergita, hematita, limonitas y oxidados de cobre. La ganga la forman cuarzo dominante con cantidades menores de siderita y fragmentos de roca de caja (Brodtkorb, 1973; Lurgo Mayón, 1999a; Brodtkorb *et al.*, 2008).

Angelelli (1984) indicó leyes de la mena que varían de 0,45 a 1,65% Ni, 2,5 a 30% Pb y 1,5 a 21% Zn. El Cu se presenta de manera subordinada.

ESPERANZA (EX CHACABUCO)

El yacimiento se encuentra en la pendiente oriental del cordón de Zenta, en la quebrada del río San Juan, 6 km al norte de la localidad de Iruya, provincia de Salta.

Se descubrió en 1870, denominándose mina Chacabuco. Las primeras explotaciones se realizaron en 1907 con reactivaciones en 1935 y 1944 por la Compañía Argentina de Explotaciones Mineras, que extrajo 100 t de mineral con el 30% de Cu y 150 t de mena plumbocuprífera. En 1960, la Comisión Nacional de Energía Atómica realizó diversas tareas de exploración, incluyendo geofísica, e identificó en el clavo mineralizado principal valores importantes U_2O_3 , no obstante que los volúmenes de las reservas estimadas eran muy escasos. En la década del '70, La Dirección Provincial de Minas de Salta llevó a cabo tareas de exploración que acrecentaron el conocimiento del depósito (Lurgo Mayón, 1999a).

En la comarca, afloran metasedimentitas de la Formación Puncoviscana, cuarcitas del Grupo Mesón y pelitas y areniscas del Grupo Santa Victoria. Méndez *et al.* (1979) mencionaron la presencia de rocas básicas que a modo de diques afloran en las cercanías de la mina. Según Lurgo Mayón (1999a), estructuralmente se distinguen extensas fracturas de rumbo NNE-SSO con planos que buzaban hacia el oeste con ángulos pronunciados y una trama de marcada intensidad de fracturas de segundo y tercer orden que cruzan a las anteriores en distintas direcciones.

Al depósito lo conforman dos vetas alojadas en pizarras precámbricas que se intersectan con ángulo muy agudo; una es predominantemente cuprífera, mientras que en la otra son abundantes los minerales de plomo. La veta más importante donde domina la mineralización de cobre presenta estructura brechosa, orientándose en el nivel más profundo de la mina con rumbo N 75° O e inclinación de 80° a 85° al NE. En el nivel 55 se midió una potencia de 10 a 20 cm y una longitud de 80 m, conformando un ore shoot en una intersección tectónica que alcanza una profundidad estimada de 125 metros (Lurgo Mayón, 1999a).

En la veta plumbífera, la mineralización está compuesta por galena en ganga de baritina. En la veta cuprífera, hay calcosina acompañada de esfalerita y tetraedrita en los niveles superiores, mientras que en profundidad domina la bornita. Brodtkorb (1973) citó además pechblenda, gersdorffita, linneíta, bornita, calcopirita, tetraedrita-tennantita, calcosina, covellina, esfalerita, y galena. Parte de estos minerales también fueron identificados por Angelelli *et al.* (1970), quienes también reconocieron ullmannita y ankerita. Los minerales supergénicos son crisocola, azurita, malaquita, limonitas y posibles ocre de uranio en forma puntual. La ganga de esta veta está compuesta por dolomita dominante y cuarzo. En la veta plumbífera predomina la galena en ganga de baritina (Lurgo Mayón 1999a).

En la veta principal del depósito, las leyes alcanzan valores de 19 a 23% Cu, 9,75 a 10,3% Zn, 10 a 21% Pb y 0,14 a 0,35% U_2O_3 (Lurgo Mayón, 1999a).

DISTRITO MINERO RUMICRUZ

Se trata de numerosas manifestaciones vetiformes de cobre, plomo y baritina localizado a 19 km hacia el SE de la localidad de Abra Pampa, provincia de Jujuy, en el borde oriental de la Puna, cercano a las primeras estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental.

En la mina La Purísima los laboreos realizados alcanzaron más de 450 m de galerías, 40 m de piques y 30 m de chiflones.

La unidad litológica más importante corresponde a secuencias sedimentarias marinas ordovícicas del Grupo Santa Victoria integradas por psamitas finas, en parte lutíticas, areno arcillosas, color verde amarillento y grisáceo, dentro de las que se intercalan cuarcitas rosadas y grises. Por encima, en marcada discordancia, afloran por conglomerados y areniscas rojas, cretácicas, integrantes del Subgrupo Pirgua. Estructuralmente las secuencias ordovícicas se caracterizan por plegamientos estrechos y asimétricos, flanqueados por fracturas inversas de nivel regional de similar orientación. Un segundo sistema de fracturas está representado por fallas normales que generalmente intersectan en forma diagonal a las estructuras anteriores, mientras que un tercer sistema de estructuras que alcanza gran densidad en el distrito minero se orienta con dirección E-O y es donde se alojan los filones de las minas La Purísima y Rumicruz (Rubiolo *et al.*, 1997).

En la mina La Purísima la mineralización está controlada estructuralmente, localizándose en un sistema de brechas de fracturas orientadas hacia el E, ENE y ESE que buzan en general al norte con ángulos cercanos a 45°. La roca de caja está compuesta por areniscas feldespáticas y micáceas intercaladas con lutitas de la Formación Acoite. La mena, que impregna al sector brechado, es compacta, de forma tabular, con columnas enriquecidas. Los contactos con la roca de caja en general son claros, aunque a veces por el intenso craquelamiento se hacen algo difusos (Ramallo, 1975b; Lurgo Mayón, 1999a).

En el sector correspondiente a Rumicruz, ubicado hacia el NNE del anterior, afloran vetas de baritina alojadas en esquistos cuarzosos, con rumbo N 40-50° O e inclinación pronunciada de hasta 80° al SO. Las potencias van de 0,60 a 0,80 m y las corridas alcanzan hasta 200 metros (Lurgo Mayón, 1999a).

La mineralización es compleja. Chomnales *et al.* (1960) reconocieron calcopirita, calcosina, bornita, galena, esfalerita, niquelina, pirita y annabergita en ganga de baritina, cuarzo y calcita. A estos minerales se suman rammelsbergita, gersdorffita, pechblenda, tetraedrita-tennantita, oro y covellina identificados por Brodtkorb (1973).

La silicificación en las cajas cercanas a los filones es escasa. En la zona se reconocen tres halos de alteración caolínica, con oxidación férrica y presencia

de una malla de vetillas de baritina y cuarzo (Lurgo Mayón, 1999a).

En 1968 el Banco Industrial de la República Argentina definió reservas que entre probables y posibles ascienden a 6.750 t con 5,5% Cu, valores máximos de Pb del orden del 7% y contenidos de Ni entre 0,01 y 0,3% (Rubiolo *et al.*, 1997).

3.4.2. FAJA MARTÍN BRONCE-JURAMENTO

La faja, de forma irregular y orientada en sentido norte-sur, abarca sectores de la Puna Oriental, de la Cordillera Oriental y de las Sierras Subandinas de las provincias de Salta y Jujuy.

Se extiende desde algo al sur del paralelo de 22°, siguiendo el borde oriental de la Puna Jujeña y el flanco occidental de la Cordillera Oriental hasta las sierras de Santa Bárbara, Centinela y Maíz Gordo, por el este. Incluye también, hacia el sudoeste, ambos flancos del valle de Lerma, las sierras de Alemania, Carahuasi, León Muerto y El Tonco-Amblayo, mientras que hacia el sudeste se extiende por las sierras del Gallo, las sierras de San Antonio, de Lumbreras y de la Candelaria, ya en el límite con Tucumán.

La faja queda definida a partir de la distribución de una serie de mineralizaciones de cobre sedimentario estratoligado, ubicadas tanto en areniscas como en rocas calcáreas, vinculadas a la cuenca de *rift* intracratónica cretácica que fue rellenada por los componentes sedimentarios de ambiente continental y marino somero del Grupo Salta (Espisúa y Amengual, 1983).

De acuerdo a las características de los depósitos y las litofacies de las rocas en las que se alojan, se pueden distinguir depósitos estratoligados en areniscas y depósitos estratoligados en calizas.

Dentro de la faja, se localiza una serie de depósitos de cobre de origen sedimentario, de distintas características y tamaños. A partir de la información obtenida en las diversas exploraciones realizadas sobre esos depósitos, solamente en Juramento (León), Martín Bronce y Custodio los volúmenes y leyes de mineral de cobre que se reconocen alcanzan cierta consideración. A la fecha ninguno de esos depósitos ha podido desarrollarse, dado que dichos volúmenes y leyes no alcanzan valores que permitan su aprovechamiento económico. Por ello, y sobre la base de la información conocida, se considera que la faja Martín Bronce-Juramento presenta expectativas económicas moderadas.

a. Depósitos estratoligados en areniscas

En relación a las manifestaciones de cobre alojadas en niveles clásticos, generalmente correspondientes a sectores marginales de la cuenca cretácica, se reconocen dos tipologías diferentes. Ambas se localizan preferentemente en estratos de los Subgrupos Pir-

gua y Balbuena (Formación Lecho), aunque pueden alojarse en litologías equivalentes de otras unidades.

Según Sureda *et al.* (1986), en una de las tipologías se presentan concentraciones del tipo «capas rojas» (red beds), que muestran una geometría deposicional concordante. El origen se vincula a la deposición de minerales de cobre a partir de aguas circulantes en sedimentos conglomerádicos y arenosos donde suceden procesos locales de reducción y captura de cationes metálicos por restos orgánicos en sedimentos continentales. La mineralización cementa areniscas y conglomerados de baja selección y madurez, apareciendo calcosina, cuprita, bornita y cobre nativo, produciéndose frecuentemente concentraciones supergénicas posteriores con formación de minerales oxidados y redepositados a partir de las concentraciones primarias. Son en general depósitos pequeños, con posibilidades económicas de poca envergadura. Se incluyen en este tipo a los depósitos Custodio, Martín Bronce, Rey del Cobre, María Elena, Cajoncillo y otros.

En la otra tipología, la génesis de las manifestaciones de cobre se relaciona con las coladas basálticas mencionadas para la cuenca cretácica. Los depósitos de este tipo son escasos y de reducido volumen, mencionándose las vetas de cuarzo y baritina con cobre de las manifestaciones 1° de Mayo y Margarita y las impregnaciones y vetillas de las pertenencias Abundancia y Polinesia, cercanas a Alemania (Sureda *et al.*, 1986).

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

MARTÍN BRONCE Y REY DEL COBRE

Las mineralizaciones de cobre se localizan en el flanco oriental del extremo norte de la sierra de Santa Bárbara, hacia el oeste de la localidad de Palma Sola, en el borde oriental de la provincia de Jujuy y a 150 km de San Salvador de Jujuy.

Durante la exploración y explotación se desarrollaron tres niveles de galerías que en conjunto alcanzan poco más de 100 metros.

Según Ávila (1999), el depósito se ubica en niveles conglomerádicos y arenosos de la Formación Lecho, (Subgrupo Balbuena) del Cretácico superior, que apoya sobre areniscas y conglomerados del Subgrupo Pírgua, el que a su vez se encuentra en discordancia sobre sedimentitas devónicas de la Formación Arroyo Colorado. La estructura del sector está representada por un anticlinal fallado en su eje, conservándose el flanco oriental del mismo que se orienta con rumbo N 10° O e inclinación 25° E, que se donde se encuentra la mineralización cuprífera.

El manto mineralizado es de potencia variable con valores medios de 10 m y máximos de hasta 18 metros. La mineralización cementa los clastos de areniscas y

conglomerados, y rellena fisuras y microfisuras en ellos, de acuerdo con Ávila (1999).

El componente dominante de la mineralización es malaquita compacta, de grano muy fino o en cristales aciculares radiales de hasta 0,5 milímetros. En menos cantidad aparecen brochantita, azurita, hematita, limonita, calcosina, covellina, pirita y calcopirita. Los sulfuros aparecen como individuos aislados de 0,01 a 0,1 mm, generalmente alterados a minerales oxidados de cobre y hierro. Es generalizada la presencia de Ag con valores de 20 a 600 g/t (Ávila *et al.*, 1984; Ávila, 1999).

Según Giuliani y Rayces (1981), se determinó un total de reservas de 3.235.000 t con 2,41% Cu, discriminadas en 32.400 t de mineral medido, 112.000 t de mineral probable y 3.090.400 t de mineral posible.

La ubicación del depósito en las cercanías del borde de cuenca de la sedimentación cretácica, próximo a la dorsal Salto-Jujeña, indicaría que el origen primario de la mineralización provendría de esa dorsal, siendo transportado hacia la roca alojante por aguas circulantes, depositándose posteriormente a la diagénesis de los sedimentos. La existencia de covellina y calcosina con transformación periférica a minerales oxidados de cobre indicaría una mineralización primaria de sulfuros por debajo de la capa freática (Ávila, 1999).

CUSTODIO

El depósito, que incluye las pertenencias Custodio, San Martín, Salamanca y otras, se localiza en la cuesta del Obispo, poco más de un km al norte de la quebrada de Escoipe, cerca del camino que une Salta con la localidad de Cachi, provincia de Salta.

Fue explorado por Morello (1983), quien realizó mapeos geológicos y geoquímica de superficie, y estudió 517 m de sondeos distribuidos en 18 pozos.

La mineralización de sulfuros de cobre aparece como granos muy finos y ocasionalmente como venillas delgadas distribuidas erráticamente, dentro de la fracción de grano mediano a grueso en un nivel subhorizontal, de 2 a 3 m de potencia, que sobreyace a la unidad brechosa conglomerádica mencionada anteriormente.

El mineral principal es calcosina, mencionándose también bornita encerrada dentro del sulfuro anterior y trazas de covellina, además de minerales oxidados de cobre (Morello, 1983).

A partir de la exploración realizada el mismo autor cubrió 152.000 t con ley media de 0,7% Cu.

Custodio fue definido como un depósito estratoligado en areniscas calcáreas, de dimensiones y volúmenes de mineralización reducidos. La localización de la mineralización se vincula a un posible fracturamiento sindeposicional desarrollado en el borde de cuenca de la Formación Lecho. No obstante la posición discordante de la mineralización hacia el tope de la misma, indicaría un origen post sedimentario. La falta

de materia orgánica en los sedimentos señalaría que la depositación de las soluciones portadoras de cobre ocurrió a partir del reemplazo de pirita diagenética (Morello, 1983).

b. Depósitos estratoligados en calizas

Conforman una faja con manifestaciones de cobre que se extiende por unos 150 km desde la sierra de Santa Bárbara por el norte hasta las sierras de Metán y Guanacos por el sur. Juramento o León, ubicado en el sector central de la faja, es el que presenta mayores expectativas mineras. Relacionadas con la mineralización de Juramento, hacia el norte, se ubican las manifestaciones El Salto, Punilla, Vampiros, Arroyo Colorado y otras, mientras que hacia el sur aparecen Veracruz y Árbol Solo (Peral y Wormald, 1999).

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

JURAMENTO (LEÓN)

El depósito se ubica al sur del río Juramento, en el extremo norte de la Cuchilla de la Reina, cercano a la ruta 47 que une la presa de Cabra Corral con la ruta 34, provincia de Salta.

En la zona se ubican las pertenencias Elba, María y León. Entre 1979 y 1981 la empresa Pecomrio SA realizó exploraciones en el sector conocido como cerro del Cobre con desarrollo de mapeos, trincheras y muestreos de superficie. En el período 1995-1998 la empresa Minera Paramount SA efectuó trabajos de exploración que culminaron en la perforación de 25 sondeos de 150 a 200 m cada uno. En 2005 la empresa Alexander Gold comenzó trabajos de exploración en el área completando 20.000 m de sondeos.

De acuerdo a Peral y Wormald (1999), el sector que incluye a los cerros del Cobre y del Plomo sugiere la presencia de un pliegue anticlinal de rumbo norte-sur, afectado por varias fracturas transversales de rumbo NO-SE (fig. 13).

La estructura del cerro del Cobre corresponde a un pliegue gravitacional, desarrollado sobre un plano de falla de rumbo N-S e inclinación hacia el oeste, coincidente con el contacto normal entre las Formaciones Lecho y Yacoraite. En la parte central del cerro aflora una brecha caótica que afecta a rocas de la Formación Yacoraite, con bloques de varios metros cúbicos hasta fragmentos menores a un guijarro, con matriz arenosa de roca molida. El flanco occidental está compuesto por estratos de rumbo N-S y posición invertida de la Formación Tunal (Espisúa y Amengual, 1983).

En el cerro del Cobre, donde predominan las concentraciones de ese elemento, la mineralización se presenta como cemento de las rocas alojantes, ocupando espacios interoolíticos e interclásticos y rellenando espacios abiertos (grietas de desecación, fisuras, diaclasas) durante los procesos de diagénesis. En algunos

casos, el mineral conforma estructuras tipo *stockwork*, como disseminación y también en forma estratificada como láminas muy delgadas, ubicadas particularmente en niveles pelíticos.

Dentro de los minerales primarios se identifican bornita, tennantita y tetraedrita como dominantes, mientras que aparecen calcosina rómbica y calcopirita como

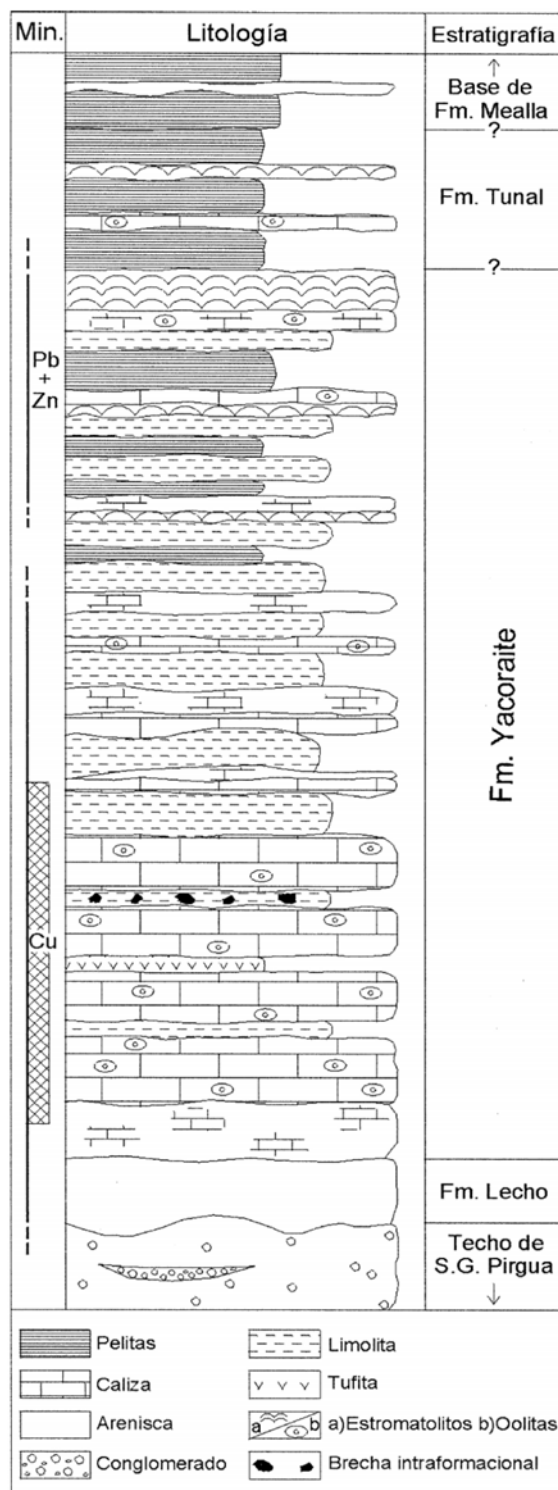


Figura 13. Juramento. Esquema del depósito y ubicación de la mineralización. Tomado de Peral y Wormald (1999)

subordinados. Los contenidos de plata se atribuyen únicamente a la presencia de tetraedrita. Entre los minerales secundarios aparecen calcosina azul, covellina, malaquita, azurita y tenorita-cuprita. La ganga la componen dolomita, baritina y anhidrita. En el cerro del Plomo la mineralización es plumbífera con galena y esfalerita subordinada, no registrándose contenidos de plata (Espisúa y Amengual, 1983).

A partir de los trabajos realizados por Pecomrio SA, se cubicaron 55 Mt de mineral probable con 1% Cu y 21 g/t Ag (Espisúa y Amengual, 1983). La exploración realizada por Paramount SA permitió cubicar reservas medidas de 11,5 Mt con 0,83% Cu y 19,2 g/t Ag (Peral y Wormald, 1999). Las tareas llevadas a cabo por Alexander Gold permitieron determinar la existencia de 5,02 Mt de mineral indicado con 0,64% Cu y 18,3 g/t Ag. La misma empresa estimó una producción de 3.000 t de cátodos de cobre por año a partir de lixiviación en pilas, planta de extracción por solventes y electro obtención (Alexander Gold, 2008).

El depósito se encuadra en el modelo estratoligado alojado en calizas.

3.4.3. FAJA CURUZÚ

En la Mesopotamia, la faja Curuzú está representada por basaltos de la Formación Serra Geral, que se extienden desde el norte en Misiones y hacia el sur en el subsuelo hasta el sur de Entre Ríos.

Los basaltos de la Formación Serra Geral fueron originados probablemente por una pluma mantélica, que en un lapso corto controló la efusión de grandes coladas, en un contexto de apertura del océano Atlántico sur (Ramos, 1999b). Las edades varían entre 134,6 y 131,5 Ma (Turner *et al.*, 1994, Thiede *et al.*, 2010; Luchetti *et al.*, 2014). Este evento generó fluidos portadores de cobre, que al depositarse en vesículas y fracturas de los basaltos originaron manifestaciones de tipo manto en Curuzú.

La manifestación Curuzú en la provincia de Corrientes fue estudiada por Herrmann y Segal (2005), quienes señalaron que la mineralización hallada en los basaltos consiste en ilmenita, magnetita, hematita, cobre nativo, cuprita, malaquita y chispas de electrum; además hay boxworks de calcopirita. Los dos primeros minerales se asocian al clinopiroxeno de los basaltos.

La litología favorable para la mineralización está representada por los basaltos, mientras que las estructuras favorables corresponden a las fracturas locales.

Desde el punto de vista económico, esta faja tiene muy baja potencialidad.

3.4.4. FAJA CRISTO REDENTOR

Se localiza en la Cordillera Principal del noroeste de la provincia de Mendoza y sudoeste de la provincia

de San Juan, y tiene unos 25 km de largo por 5 km de ancho.

Comprende depósitos vinculados a volcanismo de arco durante el Cretácico inferior alto a superior bajo, contenidos en las Formaciones Juncal y Cristo Redentor, las cuales se interdigitan lateral y verticalmente (Ramos y Aguirre Urreta 1992; Sanguinetti y Ramos, 1993).

De norte a sur comprende las manifestaciones El Indio, Germinal, Santa Ana, San Sebastián, La Tierra y Sol, provincia de Mendoza. Palacio y Wlekinski (1951) realizaron someras observaciones, desconociéndose datos sobre leyes y reservas.

Las mineralizaciones El Indio y Germinal se asocian con piroclastitas y volcanitas andesíticas de la Formación Juncal, donde forma vetillas de relleno de fracturas, con ganga de cuarzo y calcita.

La mineralización de las restantes yacencias se encuentra vinculada a rocas sedimentarias y piroclásticas de la Formación Cristo Redentor, en la que en varios horizontes el mineral se presenta diseminado, como relleno de brechas y como vetas de 30 a 50 cm de potencia en corridas de 200 a 250 m de longitud. Consiste en calcopirita, bornita y pirita como primarios en ganga de cuarzo, acompañados por calcosina, malaquita y azurita como secundarios.

Considerando las escasas dimensiones de las manifestaciones conocidas, se estima que la faja considerada tiene baja potencialidad económica.

3.4.5. FAJA LAS CUEVAS-LAS DAMAS

La faja se localiza en la Cordillera Principal de la provincia de Mendoza, en una región limítrofe con Chile, país en la que tiene mayor desarrollo. Por ello, en territorio argentino se presenta dividida en dos secciones. La parte norte, con una longitud de 30 km y un ancho de 9 km entre la localidad de Las Cuevas y el portezuelo de Navarro, es geográficamente coincidente con la Faja Cristo Redentor, en tanto la sección sur tiene 80 km de largo y 18 km de ancho y se localiza entre el portezuelo de las Lágrimas y el paso Vergara.

La faja se caracteriza por la presencia de depósitos volcano-sedimentarios de intraarco que se habrían generado como resultado de la expansión del arco volcánico en un régimen extensional durante el Kimmeridgiano-Tithoniano inferior (Ramos y Aguirre Urreta, 1992; Sanguinetti y Ramos 1993). Ellos constituyen una facies lateral de la Formación Tordillo reconocida como facies Río Damas (Méndez *et al.*, 1995) o Formación Río Damas. Por su diferente edad se la diferencia de la Faja Cristo Redentor.

En todas las yacencias de esta faja las características de la mineralización son similares. Si bien los elementos sedimentarios son localmente anómalos en

cobre, la mineralización cuprífera se vincula a los mantos volcánicos andesíticos.

Los depósitos se encuentran en tres agrupamientos. El agrupamiento Las Cuevas comprende las minas San José, Catalina y La Campeona, situadas al sur de villa Las Cuevas, de las que solamente se explotó la mina San José. El agrupamiento Valle de la Matancilla comprende las yacencias Amelia, Borsuno, Juanita, Marcial, Clotilde, El Burrero, Victoria, Adriana, Sybil, Anita, Cordón del Cobre (fig. 14), El Guanaco (fig. 15 y 16) y Loma de la Vega, habiendo sido productoras El Burrero y, en menor escala, El Guanaco. El agrupamiento Paso Vergara incluye las minas Villagra y Clotilde y cierra la faja de cobre volcanogénico en su extremo sur.

Según Zanettini (1984), en las volcanitas mineralizadas hay una fina disseminación primaria de calcopirita y, subordinada, bornita, presentándose también magnetita y tetraedrita.

Siguiendo a Angelelli (1946), Palacio y Wleklinski (1951) y Zanettini (1984, 1998), la mineralización hidrotermal primaria consiste en calcosina gris, calcopirita, bornita y, en menor proporción, digenita, cobre nativo y magnetita. Se hallan también calcopirita y cobre nativo incluidos en prehnita y en datolita que rellenan alvéolos. Escasas arsenopirita y diminutas chispas de oro se detectaron en uno de los depósitos (El Guanaco).

Los minerales supergénicos son calcosina azul en gran proporción, covellina como reemplazo de la anterior, malaquita, azurita, crisocola, cuprita, tenorita, hematita y limonitas. Malaquita y azurita se extienden, localmente, a las rocas sedimentarias subyacentes al manto efusivo mineralizado.

Los minerales de ganga que acompañan a los anteriores son, de manera predominante, prehnita y calcita, reconociéndose además calcedonia, ópalo y cuarzo.

De acuerdo con Zanettini (1984) en las rocas efusivas las alteraciones hidrotermales se hallan superpuestas por lo que no definen zonaciones. Las asociaciones presentes determinan estadios mesotermales y epitermales.

Se encuentra alteración propilítica (clorita-epidoto) afectando a la roca y alteración prehnítica (prehnita-datolita-calcita-clorita) y ceolitas como relleno alveolar y de fisuras discordantes. Con estas disposiciones suele ocurrir también sílice (cuarzo blanco, ópalo, calcedonia), acompañando o no a la alteración prehnítica, y epidoto. Se observa además que la alteración sericítico-caolínica ataca a los feldespatos y los minerales máficos se muestran serpentinizados, lo cual se interpreta como productos de meteorización.

Con referencia a la génesis de estos depósitos, Zanettini (1984) expresó que las alteraciones hidrotermales y la mineralización provienen de fluidos hidrotermales derivados del proceso volcánico que originó las coladas de lava, no afectando a las sedimentitas.

La distribución de las alteraciones sugiere que primero ocurrieron alteraciones mesotermales de tipo propilítico, que afectaron a minerales primarios de las volcanitas, y luego, por descenso de la temperatura, se depositaron los minerales epitermales que rellenaron vesículas y fisuras de las coladas.

Parte del mineral cuprífero, calcopirita y bornita, es petrogénico, habiéndose consolidado disseminado conjuntamente con las lavas. El mineral de cobre hidrotermal, en cambio, se originó al comienzo de la etapa epitermal y durante ésta, ya que calcosina gris, calcopirita y bornita se hallan en venillas junto con prehnita y calcita, aunque los metalíferos fueron primeramente depositados, y además se encuentra calcopirita y cobre nativo disseminados en prehnita y en datolita.

Los yacimientos son, por lo tanto, estratoligados singenéticos hidrotermales, asociados a procesos volcánicos, conocidos también como cobre tipo manto.



Figura 14. Cordón del Cobre (Mendoza), parcial, visto desde el sudeste. Depósitos del agrupamiento Valle de la Matancilla. Faja Las Cuevas-Las Damas. Gentileza: S. Crosta



Figura 15. El Guanaco (Mendoza). Bocamina e impregnación de óxidos de cobre en andesitas porfíricas de la Formación Río Damas. Agrupamiento Valle de la Matancilla. Faja Las Cuevas- Las Damas. Gentileza: S. Crosta

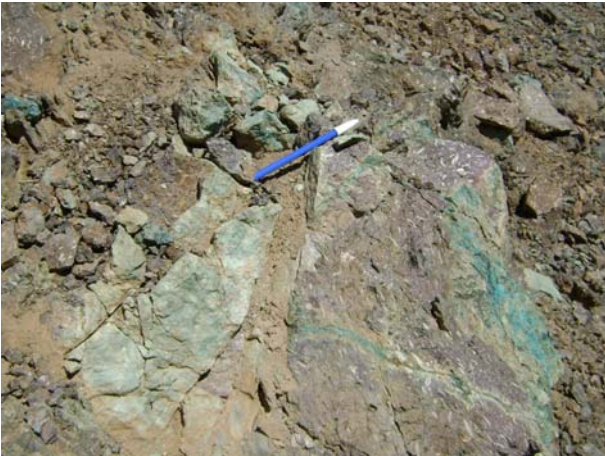


Figura 16. El Guanaco (Mendoza). Óxidos de cobre en andesitas porfíricas de la Formación Río Damas. Agrupamiento Valle de la Matancilla. Faja Las Cuevas-Las Damas. Gentileza: S. Crosta

Sin descartar tareas de prospección minera, se estima que, excepto el yacimiento San José, el sector norte de la faja no ofrece perspectivas de interés para la ubicación de nuevas yacencias cupríferas. Los yacimientos conocidos en el sector sur tuvieron baja producción; sin embargo, la existencia de anomalías geoquímicas de cobre en los sedimentos de corriente de arroyos que desaguan en el cordón fronterizo con Chile lleva a alentar una prospección por cobre a lo largo del mismo.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

SAN JOSÉ

Este yacimiento se ubica a 6,5 km al sudeste de la villa Las Cuevas, provincia de Mendoza, en un ambiente sedimentario-volcánico que constituye una facies lateral de la Formación Tordillo, de edad jurásica superior, conocida como Formación Río Damas.

Fue explotado a cielo abierto y mediante galerías a principios del siglo XX, contando con una planta de molienda y concentración.

La geología local está constituida por el complejo volcano-sedimentario de la Formación Tordillo, de unos 900 m de potencia e inclinado 25° al oeste.

De acuerdo con Palacio y Wleklinski (1951), el paquete mineralizado se halla en la sección inferior de la unidad, a 625 m de la base de la secuencia, integrado con mantos de volcanitas de 5 a 15 m de espesor, de colores verdosos, rojizos y amarillentos.

Distribuidos en 120 m de potencia se encuentran seis niveles mineralizados desconectados entre sí, de uno a cuatro metros de espesor, en los que el mineral se halla rellenando vesículas, de hasta 15 cm de diámetro, en la parte superior de las coladas, en planos de separación entre mantos y como guías en diaclasas de uno a tres centímetros y hasta 10 cm de ancho. Se han

definido tres cuerpos principales discontinuos en una superficie de 1,26 kilómetros cuadrados.

El tenor de los elementos es de 1,70% Cu, 0,28% Zn, 25 g/t Ag y vestigios de oro, habiéndose estimado reservas de 242.700 t de mena y 2.000 t de cobre fino. Con respecto a la producción, se alcanzó entre 500 y 1.000 t de concentrado.

AGRUPAMIENTO VALLE DE LA MATANCILLA

EL BURRERO

Se localiza en el faldeo occidental del cordón del Burrero, en la confluencia del arroyo Las Choicas con el río Tordillo, a unos 20 km al noroeste del complejo turístico Las Leñas, provincia de Mendoza.

En la comarca se encuentra la facies lateral volcano-sedimentaria de la Formación Tordillo, nominada como Formación Río Damas, de edad jurásica superior, que sobreyace en discordancia a los depósitos evaporíticos de la Formación Auquillo y está cubierta concordantemente por sedimentitas marinas de la Formación Vaca Muerta.

Según Angelelli (1946) y Zanettini (1984), localmente aflora la Formación Río Damas, que engrana lateralmente con la Formación Tordillo, compuesta por areniscas rojas y pardas con intercalaciones de andesitas porfíricas rojo violáceas y grises, compactas y vesiculares, de rumbo 340° e inclinación de 40°-50° NE.

La mineralización se dispone ocupando alvéolos de uno a cinco centímetros de diámetro y en venas y venillas de pocos milímetros hasta 14 cm de espesor rellenando grietas y diaclasas, a manera de *stockwork*, en la parte superior del manto andesítico; en intersecciones de grietas se han registrado espesores de 40 centímetros.

El yacimiento tiene una ley de 1,50% Cu, habiéndose obtenido hasta 15,50% Cu, 9,5 g/t Ag y 0,08 g/t Au en muestras seleccionadas (Zanettini, 1984). Se estima una reserva de 150.000 t (Méndez *et al.*, 1995). Para el desmonte de la mina, Angelelli (1946) calculó 5.000 t de mineral cuprífero y comunicó una producción de 350 t de concentrado, con ley media de 46,50% Cu.

AGRUPAMIENTO PASO VERGARA

VILLAGRA

De acuerdo con Zanettini (1984), el depósito se sitúa 13 km al nordeste del volcán Peteroa y a 2,4 km al sudeste del paso internacional Vergara, provincia de Mendoza.

Fue explotado por mineros chilenos y a la fecha sus labores superficiales y subterráneas se encuentran abandonadas y soterradas.

La litología del entorno comprende las evaporitas de la Formación Auquillo cubiertas en discordancia por el complejo sedimentario-volcánico de la Forma-

ción Río Damas, ambas unidades de edad jurásica superior.

En el depósito aflora la Formación Río Damas, integrada por un manto de andesita gris oscuro, que se intercala en areniscas y conglomerados color pardo rojizo oscuro.

La mineralización está localizada en los sedimentos y en la andesita, como delgadas venillas, impregnaciones y diseminada. La primaria consiste en calcopirita y magnetita, en tanto que la secundaria está compuesta por malaquita, azurita, cuprita, cobre nativo, covellina, digenita y limonitas (S. Crosta, com. personal).

Se observa solamente alteración propilítica en el manto andesítico, integrada por calcita y ceolitas.

Las leyes son de 7,60% Cu en escombreras, 1% Cu en desmontes y 0,24% Cu en la volcanita (Zanettini 1984).

3.4.6. FAJA MALARGÜE-CUTRAL-CÓ

Se localiza en el sur de Mendoza y en el norte y centro de la provincia del Neuquén, entre Malargüe y el paralelo 40° de latitud sur, con una longitud de 460 km y un ancho de 50 a 90 kilómetros.

En esta faja los depósitos se distribuyen arealmente de manera dispersa, controlados por litologías favorables de las secuencias sedimentarias que constituyen el relleno de la Cuenca Neuquina, constituyendo un dominio.

El principal elemento estratigráfico componente de esta faja son las sedimentitas pedemontanas y de llanura aluvial, variables entre conglomerados y arcilitas, del Grupo Neuquén, de edad cretácica superior, sobre las que se disponen materiales sedimentarios continentales y volcánicos de retroarco magmático que representan el tiempo cenozoico.

Los yacimientos cupríferos de esta faja son estratoligados epidiagenéticos. Su mineralización se distribuye controlada por las estructuras sedimentarias, las condiciones de permeabilidad y la presencia de vegetales fosilizados o de bitumen el cual, por efectos de reducción química, facilitó la precipitación del cobre y otros elementos desde las aguas circulantes por efectos de reducción química. En tal sentido, esta faja no es estrictamente una faja metalogenética, sino que los niveles litológicos favorables que controlan la localización de las mineralizaciones constituyen metalotectos litológicos distribuidos en diversos niveles estratigráficos de la Cuenca Neuquina.

Asociados con los minerales de cobre, en numerosos casos se presentan minerales de uranio y vanadio, que permiten establecer un subdominio de cobre-uranio en la provincia de Mendoza y otro en la del Neuquén y un tercero de cobre-vanadio en Mendoza, que tienen

una ubicación proximal con respecto a las posibles áreas de aporte ubicadas al oeste.

La faja tiene mayor importancia económica en la provincia del Neuquén. De acuerdo con Giusiano (2007), se considera que se encuentran inexploradas las mineralizaciones de cobre contenidas en la Formación Tordillo, que son altamente favorables para hallar depósitos de alta ley. En el Grupo Neuquén, se concentran los principales yacimientos conocidos y las últimas actividades exploratorias han permitido descubrir nuevos depósitos cupríferos. Áreas con buena respuesta geoquímica de superficie podrían constituir yacencias de tamaño mediano.

Los depósitos más conocidos, como El Porvenir, Barda González y Tordillo, tienen un buen potencial para sumar reservas en profundidad.

a. Mineralización de cobre

La mineralización de cobre se aloja en areniscas calcáreas del Grupo Neuquén, distribuida en uno o varios niveles que presentan decoloración y contienen restos vegetales silicificados y/o bitumen asfáltico. Son impregnaciones irregulares, de forma lenticular y aisladas, asociadas a las sedimentitas más permeables y receptivas y a los vegetales fosilizados, que por lo general desaparecen en corto espacio tanto en sentido horizontal como en vertical; se presenta también como relleno de fisuras.

Los minerales presentes son malaquita, azurita y calcantita, con cantidades menores de cuprita y calcosina; limonitas y óxidos de manganeso suelen acompañarlos. De acuerdo con datos del Plan Cordillero Centro (1969) y de Zanettini (1998) la mineralización ocurre con potencias variables entre 0,30 m y 2,00 m, en corridas de 40 m a 2.500 m y con leyes oscilantes entre 0,10 y 7,90% Cu.

En la provincia de Mendoza, al sur de Malargüe, se conocen los depósitos Liu Cullín, El Manzano, Don Víctor, Costa Rica, César, Pablo Daniel, La Carmelita, Alejandro, Manhattan, San Romeleo y otras ocurrencias menores.

En Neuquén se localizan en una amplia región del centro de la provincia, hacia el norte y sur de la ciudad de Cutral-Có. Los depósitos con mayor desarrollo son Barda González, Tordillos, Porvenir (o Cerro Granito), Cerro Mesa, Sauzal Bonito, Barda Negra, Puesto Lago, Don Julio y Doña Juana. Manifestaciones menores, sin interés económico, son Raco, Astra, Tobiano y Challacó.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

SAN ROMELEO

Es el yacimiento más importante localizado en la provincia de Mendoza. Se ubica en el Bordo Alto del Payún, a unos 35 km al este de la localidad de Ranquil Norte.

A partir de 1967 fue explorado mediante geoquímica y perforaciones por empresas privadas y organismos estatales, con vistas a establecer sus reservas. El laboreo efectuado en el yacimiento (sector San Romeleo) ha sido la extracción manual, superficial y selectiva de 280 t de mineral con una ley media del 10% Cu durante 1966-1967.

De acuerdo con Navarro (1967) en el área mineralizada afloran areniscas calcáreo- yesosas, en parte bituminosas, de grano mediano, color gris a pardo, con estratificación cruzada; se intercalan bancos lenticulares de arcilitas yesosas rojizas y ocreas. El conjunto corresponde a la sección inferior del Grupo Neuquén (Formación Diamante) y se encuentra intruido por diques y stocks traquíticos que constituyen los cerros de las inmediaciones.

El depósito consta de tres sectores: San Romeleo, Agua Amarga y El Alambre, habiéndose desarrollado alguna explotación en el primero.

En el sector San Romeleo la mineralización cuprífera está contenida en las areniscas calcáreas que presentan rumbo este e inclinan 31° N, con una potencia que alcanza unos 12 m, las que están confinadas entre arcilitas yesosas, sobre una superficie de 14.250 metros cuadrados.

La mineralización se presenta en bancos de areniscas feldespáticas con cemento calcáreo y yesoso, entrecruzadas, y en fisuras.

En los bancos constituye gránulos y plaquetas de calcantita de hasta 12 mm de diámetro agrupados en las superficies de los estratos, en alineaciones que siguen los planos de estratificación o con disposición irregular. La calcantita rodea núcleos de malaquita y menor cantidad de azurita, reemplazando selectivamente sectores yesosos.

Las fisuras son cortas y tienen rumbo nordeste y este, subverticales, de hasta 25 cm de ancho, con ramificaciones subhorizontales, donde el mineral constituye venas de malaquita- azurita con núcleos lentiformes de calcosina-cuprita. La calcosina presenta clivaje rómbico ocupado en parte por covellina azul, mientras que la cuprita es alotriomorfa y con chispas de cobre nativo (Brodtkorb, 1967).

Otros minerales presentes en menores proporciones son brocantita, antlerita y raramente calcopirita y pirita.

En el sector Agua Amarga, 100 m al este de San Romeleo, sobre una superficie de 4.000 m², se encuentra un banco de areniscas feldespáticas pardas a negruzcas, bituminosas, de rumbo norte e inclinación 10° O y 12 m de potencia, sobre e infrayacidas por arcilitas yesosas rojizas, en el cual la mineralización se presenta en un espesor de ocho metros constituida por franjas de malaquita-calcantita regularmente espaciadas, con un intenso moteado de calcantita entre ellas. Se observan además pequeñas

fracturas subverticales de rumbo este rellenas con mineral cuprífero.

El sector El Alambre es similar al anterior, ocurriendo la mineralización en unos 100 m de largo por 10 m de espesor.

El sector San Romeleo presenta una ley de cobre entre 0,11 y 5,44% con una media de 1,70%; potencia entre 2,20 m y 10,00 m con una media de 5,30 m y reservas de 85.416 t probadas, 22.809 t probables y 75.807 t posibles.

En Agua Amarga se midieron 88.000 t posibles de mineral con una ley media de 0,73% Cu.

BARDA GONZÁLEZ

Se halla ubicado a unos 35 km al nordeste de la ciudad de Cutral Có, provincia del Neuquén.

Entre 1994 y 1998 empresas mineras privadas lo exploraron mediante sondeos de circulación reversa. Lyons (1999), Giusiano *et al.* (2008) y Pons *et al.* (2009) realizaron estudios sobre la mineralización de Cu y el bitumen del depósito.

La información que se presenta fue tomada de Lyons (1999) y Pons *et al.* (2009).

Este yacimiento se manifiesta en una superficie irregular de unos 2,5 km² en la que la mineralización visible se hospeda en areniscas de grano fino, de colores pardos claros a rojizos, con estratificación subhorizontal, en las cuales se intercalan en forma esporádica bancos conglomerádicos de hasta 50 cm de espesor, correspondientes a la Formación Portezuelo del Subgrupo Río Neuquén (Grupo Neuquén).

En la zona mineralizada las areniscas están irregularmente lixiviadas y decoloradas, conteniendo troncos fósiles reemplazados, en algunos casos, por malaquita y escasa crisocola.

Los minerales se encuentran diseminados, en tubos o nódulos siempre en contacto con bitumen. Los horizontes mineralizados son lenticulares, de uno a 5 m de potencia, alcanzando ocasionalmente hasta 30 m; se repiten en la secuencia y están separados por capas de arcilitas o limolitas.

La mineralización consiste en malaquita, cubriendo y cementando granos de cuarzo, acompañada por escasa cantidad de azurita, calcosina, pechblenda, carnotita, minerales de vanadio y limonitas, con gránulos de calcita como ganga. Se halla además bitumen asfáltico en gránulos, láminas o pequeñas masas asociadas a los minerales de cobre y de uranio.

Entre 1969 y 1979 el yacimiento fue explotado en reducida escala, extrayéndose 325 t de mineral seleccionado con ley de 9,7% Cu. Datos posteriores señalan reservas por 50 Mt con leyes entre 0,15 y 0,50% Cu (Lyons, 1999; Pons *et al.*, 2009).

Respecto al origen del bitumen, sus características geoquímicas coinciden con las características de los hidrocarburos generados en la Formación Vaca

Muerta (Villar *et al.*, 2005). Sin embargo, para este sector de la Dorsal de Huincul, esta Formación no habría alcanzado la madurez para entrar en la ventana de generación de petróleo (Cruz *et al.*, 2002; Villar *et al.*, 2005). Si los hidrocarburos de Barda González se generaron en la Formación Vaca Muerta, debieron haber experimentado una migración lateral importante hasta interceptar las fallas subverticales de la Dorsal de Huincul que permitieron la conexión con los estratos permeables de las secciones media y superior de la Formación Portezuelo (Pons *et al.*, 2009).

TORDILLOS

Se localiza a unos 45 km al norte de la ciudad de Cutral Có, provincia del Neuquén, en un ambiente dominado por las sedimentitas del Grupo Neuquén, de edad cretácica superior.

En el área aflora el Miembro Huincul de la Formación Río Limay (Grupo Neuquén), compuesto por areniscas arcósicas de colores grises, dispuestas subhorizontalmente con estratificación entrecruzada, entre las que se intercalan limolitas y arcilitas. En ellas se encuentran restos fósiles de dinosaurios y de vegetales teñidos por minerales de cobre.

Se distinguen tres niveles de mineralización cuyo límite inferior son las sedimentitas más finas. Los minerales presentes son malaquita, crisocola y calcosina recubriendo los clastos de las areniscas, existiendo gránulos de carbonato como ganga.

De los estudios realizados entre 1993 y 1994 se estima una reserva de 9,5 Mt con una ley promedio de 0,42% Cu (Lyons, 1999).

PORVENIR (O CERRO GRANITO)

Se encuentra a unos 45 km al sudoeste de la ciudad de Cutral Có, provincia del Neuquén, habiendo sido estudiado en la década del '40, mediante trincheras y perforaciones, por la Dirección de Minas, Geología e Hidrogeología y, más tarde, por una empresa minera privada.

Como en el caso anterior, en el área aflora el Miembro Huincul de la Formación Río Limay (Grupo Neuquén), integrado con areniscas arcósicas de colores grises a blanquecinos, dispuestas en bancos subhorizontales o levemente inclinados, lentiformes, entre las que se intercalan niveles conglomerádicos, limolitas y arcilitas. Se encuentran restos fósiles de dinosaurios y vegetales teñidos por minerales de cobre.

La mineralización consiste en crisocola, malaquita, azurita y calcosina, con variable cantidad de gránulos de carbonato como ganga y material bituminoso.

La exploración realizada durante la década de 1970 determinó cierta continuidad en la mineralización, estimándose una reserva de 320.300 t con una ley de 1,86% Cu sobre un espesor promedio de 1,73 m (Fernández Aguilar, 1945).

En el período 1996-1997 la exploración de una amplia zona alrededor de lo conocido, permitió especular la existencia de una posible reserva de 2 Mt con una ley de 0,50% Cu (Lyons, 1999).

b. Mineralización de cobre-uranio

Se encuentran depósitos epidiagenéticos de cobre-uranio al oeste y sur de Malargüe, cuya génesis se vincula a fenómenos de reducción química, en relación con material bituminoso, que se produjeron en el Grupo Neuquén.

El mineral se aloja en areniscas y conglomerados de los sectores inferiores y medios del Grupo Neuquén, distribuido en uno o varios niveles que presentan decoloración y bituminización. Son impregnaciones irregulares, lentiformes y aisladas que en la mayoría de los casos desaparecen a los pocos metros de profundidad.

La mineralización de cobre comprende malaquita, azurita y escasa cuprita, con calcosina en subsuelo, en tanto que los minerales de uranio ocurrentes son autunita, torbernita y uranofano, apareciendo pechblenda como primario; limonitas y óxidos de manganeso acompañan a los anteriores. Las leyes de cobre varían entre 0,5 y 7%, con 0,01 a 0,5% U_3O_8 .

En Mendoza, al sur de Malargüe, se conocen las yacencias Huemul, Las Vegas, Cerro Mirano y depósitos menores tales como Agua de la Bombilla, Cerro Mollar, La Atómica, Km 373, Puesto Moya, Uryco, Rosa, Nelly, María Elena, Ceferino y otras manifestaciones como Porky, Casa de Piedra, Lencinas, Los Leones, Medina, Carrasco, Ureña, Epico y Valmont.

En Neuquén se encuentran yacencias de escaso desarrollo, tales como Mallín Quemado, Rahueco, Cerro Mesa, Los Chihuidos, Palo Quemado y María Teresa.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

HUEMUL

Se halla ubicado en el paraje Agua Botada, provincia de Mendoza, a unos 40 km al sur de la ciudad de Malargüe.

Descubierto en 1952, este yacimiento fue explotado por uranio por la Comisión Nacional de Energía Atómica hasta 1976.

De acuerdo con Belluco *et al.* (1974), la mineralización se distribuye en areniscas y conglomerados decolorados, confinados por pelitas negras, de la sección media del Grupo Neuquén (Formación Diamante), cementadas por material calcáreo, en parte, y asfáltico.

El yacimiento consta de tres sectores: Huemul, Arroyo Seco y Agua Botada, habiéndose desarrollado en el primero y en el último la exploración-explotación principal.

En la parte superior de los depósitos se reconoce una zona de oxidación con carbonatos y silicatos de cobre asociados a carnotita, tyuyamunita, uranofano,

autunita y limonitas. En subsuelo aparecen los minerales primarios: diseminación de calcopirita, bornita, esfalerita, galena, pirita, marcasita e idaita y esferulitas de pechblenda englobadas en material asfáltico; se han formado sulfuros secundarios de cobre, calcosina y covellina, a partir de bornita (Brodtkorb, 1966).

En Huemul se han reconocido tres niveles con mineral siendo el más importante una arenisca arcósica, en partes conglomerádica, en la que la mineralización ocupa la porción central del banco acuñándose hacia el sur y dividiéndose en varias lentes en su extremo norte. La mineralización se elonga 300 m sobre la inclinación del banco y se mantiene por 100 m siguiendo su rumbo norte; la potencia varía entre 0,60 y 2 m con leyes de 2,00% Cu, hasta 0,25% U_3O_8 y 0,20% V_2O_5 .

En Arroyo Seco se exponen dos niveles, pero la mineralización es pobre y dispersa; la parte de mayor interés tiene 80 m de longitud según inclinación y 25 m según el rumbo, con espesor medio de un metro y ley de 1,50% Cu y 0,20% U_3O_8 .

El cuerpo de Agua Botada se encuentra en posición estratigráfica sobreyacente a los anteriores, habiéndose reconocido cinco niveles mineralizados. El más importante es un banco de arenisca que contiene mineralización por 300 m según la inclinación y 600 m según el rumbo, con potencias entre 0,30 y 1,20 m; el tenor medio es de 1% Cu y 0,15% U_3O_8 .

De este depósito se procesaron 128.504 t de mineral, recuperándose 149 t de uranio y 861 t de cobre (Rojas, 1999).

c. Mineralización de cobre-vanadio

En la provincia de Mendoza, al sur de Malargüe, se encuentran manifestaciones de cobre- vanadio contenidas en niveles arcilítico-yesosos del Grupo Neuquén (Formación Diamante), aunque se reducen a afloramientos pequeños, distribuidos muy espaciadamente y esporádicos, en los que la mineralización carece de valor económico (Zanettini, 1998).

Las ocurrencias se distribuyen en varios afloramientos ubicados en El Manzano, Mechanquil, Arroyo Quili-Có, Calmucó y Río Barrancas.

Consisten en nódulos de forma esférica a elipsoidal, de composición arcilítica a arcilítica arenosa, color verde oliva claro con tonalidad a veces amarillenta, distribuidos de manera espaciada y escasa en niveles de arcilitas con intercalaciones lenticulares y delgadas de yeso. Los nódulos son de tamaño variable entre 2 y 10 cm, pero en ocasiones alcanzan de 15 a 20 cm de diámetro, y contienen de manera no siempre visible macroscópicamente minerales de cobre y vanadio, malaquita y cristales amarillos de volcovrita.

Los análisis realizados sobre los nódulos por el Plan Cordillerano Centro (1969) arrojaron los siguientes resultados: 0,004 a 5% Cu y 0,0025% a 1,00% V. En muestras de arcilitas carentes de nódulos se obtuvo

de 40 a 130 ppm Cu y de 0,01 a 0,022% V (Zanettini, 1998).

3.4.7. FAJA LOS MANANTIALES

La morfología de la faja es elongada en sentido norte-sur, alcanza 350 km de largo y un ancho de hasta 100 km. Ocupa la región centro-oeste de las provincias de Río Negro y Chubut.

Esta faja se define por la concurrencia de un grupo de unidades litoestratigráficas, que en orden decreciente de edad, son el Complejo Los Menucos, la Formación Lonco Trapial y la Formación Cañadón Asfalto. Su posición cronológica establecida a partir de las relaciones estratigráficas se ubica en el Jurásico temprano. Por su contenido aurífero fue incluida entre las fajas auríferas por Cardó *et al.* (2004).

Incluye varias minas, algunas agotadas o abandonadas y algunos proyectos en exploración avanzada como Navidad (el mayor proyecto argentífero del país), Calcatreu (con más de 500.000 oz de Au), Flamingo y Fortuna (ex Cerro Risquero). Las manifestaciones, depósitos y algunas minas que integran esta faja son: Mina Ángela y Sahuel, Cañadón Bagual, Stella Maris, Del Mallín, Cateo Olte y Santa Máxima. Poseen proporciones variables de sulfuros, con dominio de Pb-Zn y cobre minoritario, en ganga de baritina, calcita o cuarzo. Los depósitos minerales y las áreas de alteración asociadas responden a modelos metalogénéticos epitermales de baja sulfuración y polimetálicos complejos. Sus edades son imprecisas, pero cubrirían el lapso Triásico superior a Jurásico superior.

Por similitud de las unidades geológicas involucradas, esta faja se podría correlacionar con las fajas Los Menucos y Sierra Grande, aunque en esta última el volcanismo riolítico es dominante y abundan las mineralizaciones fluoríticas.

El proyecto Navidad muestra características geológicas y minerales propias. Se aloja en rocas de la Formación Cañadón Asfalto, posee ganga carbonática y barítica menor y sílice casi ausente, y tiene una mena argentoplumbífera con participación variable de cinc y muy escaso cobre, sin oro. En forma preferencial, la mineralización se aloja en brechas volcánicas (?) o hidrotermales (Márquez y Zubia, 2008).

La faja es de carácter polimetálico y se considera de gran importancia económica como portadora de metales preciosos, aunque los contenidos de cobre son pequeños y sólo pueden ser aprovechados como un subproducto minoritario de la explotación minera de otros elementos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

DISTRITO LOS MANANTIALES

Se localiza a 35 km en línea recta desde la localidad de Gastre (Chubut).

La existencia de estos depósitos se conoce desde 1933, cuando fue descubierta por pobladores de la región. Ya en 1950 Angelelli realizó su primera descripción; en esa época el depósito estaba siendo explorado-explotado por Minera Fénix, que en 1974 lo transfirió a Norandex SA. En 1980 fue adquirido por la empresa Cerro Castillo que en 1999 lo negoció con la empresa Lonrho que efectuó el cierre del yacimiento.

Las mineralizaciones de este distrito son principalmente sistemas vetiformes con menor proporción de diseminados, en asociación con áreas de alteración cuya potencialidad aún no está bien establecida. Los sistemas hidrotermales se alojan en una secuencia volcanoclástica de composición mesosilícica, compuesta por brechas con litoclastos de tamaño variable en una pasta de grano fino con intercalaciones de flujos lávicos andesíticos atravesada por un potente dique riolítico de algunos kilómetros de largo por 10 a 20 m de ancho.

Las estructuras vetiformes tienen rumbo dominante N 42° E con variaciones entre N 30° y 60° E; son sub-verticales con valores de 80° al nordeste y tienden a verticalizarse en profundidad. Los espesores varían desde centímetros a 3 m y muestran un comportamiento irregular, con clavos mineralizados que inclinan con ángulos diversos sobre el plano de la veta, conectados por fallas casi sin mineralización (Bassi y Rochefort 1979). Esta distribución de la mineralización puede responder a un control de estructuras de desplazamiento de rumbo con alabeos sobre el plano, que producen sectores de transpresión (falla estéril) y transtensión (clavo mineralizado).

El conjunto de estructuras mineralizadas, incluyendo las áreas de alteración, se distribuyen como una franja orientada al NE de 10 km de largo y 3 a 4 km de ancho.

Se disponen en dos franjas principales. Una se denomina Ángela o agrupamiento Ángela, que contiene numerosas vetas con corridas individuales de hasta 500 m y con un largo total de 1.600 metros (fig. 17). La otra franja se ubica 500 m al noroeste y contiene a la veta Clara Natividad entre otras; son en general más cortas y menos continuas.

A 4,5 km hacia el oeste-suroeste y en posición paralela aflora la estructura denominada Sahuel, que tiene 750 m de corrida y potencias variables con máximos de hasta 3 metros. La morfología en planta de la veta Sahuel es coincidente con el diseño de un jog dilatacional, lo que apoya la idea de que las estructuras son fallas de desplazamiento de rumbo, en este caso con levógiras.

En el agrupamiento Ángela se reconocen las siguientes vetas: Cobre, Susana Beatríz, Facundo, Esperanza, Salvador, Vikingo-Aída, Platífero, Platífero Este, Platífero Oeste, Fernanda, Chileno, Caldén y Buitre.

En el agrupamiento Clara Natividad aparecen: San Pedro, Intermedia, Veta 115 y Veta del Alto; las tres últi-



Figura 17. Agrupamiento Ángela. Vista detallada de las vetas

mas constituyen en sector denominado Camila. Sobre la continuidad del rumbo hacia el noreste afloran las vetas pequeñas denominadas Cristina y María Adela.

Diversos autores han establecido la presencia de algunas fallas posmineralización dispuestas en forma subparalela a las vetas que la brechan localmente, aunque serían pocas las fallas transversales que desplazan las vetas.

En el momento de mayor actividad del yacimiento, la producción alimentada por la explotación subterránea en varios frentes y algunos sectores con rajos amplios era de 400 t/día de mena con una ley media de 3,09 g/t de Au; 50 g/ de Ag, 5,6% de Zn, 2,9% de Pb y 0,38% de Cu. La mena se trataba en una planta local; se obtenían dos concentrados, uno que contenía el mineral de Zn±Au y otro con Pb, Ag y Cu, que se exportaban a refinerías en el exterior.

Los depósitos diseminados se vinculan espacialmente a las vetas y pueden constituir áreas elongadas de hasta 250 m de largo por 20 m de ancho, con profundidad comprobada hasta el nivel -50. El más importante es el diseminado San José, que se localiza sobre la traza de las vetas Cobre y Platífero y que por su diseño en planta se infiere que puede tratarse de un gran jog dilatacional, asociado con fallas sintéticas menores que transfieren el rechazo de las principales.

La mineralización que compone estos cuerpos se distribuye mayoritariamente como sistemas de venillas de cuarzo y sulfuros de metales base, que ocupan fracturas extensionales, con el diseño de un *stockwork* de trama abierta. Los sulfuros realmente diseminados son más escasos, se restringen a pirita con menor participación de esfalerita y galena, dispersos en los fragmentos de volcanitas, bordeando las venillas o en forma restringida y discontinua al borde de las vetas principales.

En el área del diseminado San José aparecen rocas con un conspicuo brechamiento, integradas por fragmentos de los distintos tipos litológicos que participan de la secuencia volcanoclástica, tales como andesitas brechosas, andesitas, diabasas y también fragmentos de los diques riolíticos. Los clastos son redondeados a angulosos y sus tamaños varían desde decenas de centímetros hasta milímetros y se encuentran envueltos por fragmentos polimícticos menores que constituyen la matriz de la brecha (harina de roca). La matriz se asocia con minerales de alteración cuarzo-sericítico-arcillosa y con una importante proporción de cristales euhedrales de metales base; el conjunto de características descriptas permiten clasificar a la roca como una brecha hidrotermal. Otros cuerpos diseminados menores se localizan en proximidades de las vetas Platífero y Susana Beatriz, como asimismo en caballos de piedra y hastiales de la veta Sahuel.

Entre las áreas de alteración, la mayor del distrito es Cerro Bayo, que se localiza en la continuación suroeste de las mineralizaciones vetiformes y constituye el mayor resalto topográfico y de coloración anómala de la comarca (Bassi, 1982).

Se emplaza en una zona de cruce de líneas estructurales mayores que cortan a la secuencia volcanoclástica, donde las rocas pierden totalmente su identidad transformadas en un agregado silíceo-arcilloso y con óxidos de hierro diseminados o concentrados en pequeñas venillas. Al microscopio se reconoce la textura porfírica, con fenocristales de feldespato y minerales máficos totalmente reemplazados por un agregado fino de cuarzo±sericita±arcillas (Fernández, 1998).

El estudio de minerales pesados obtenidos de un muestreo de suelos de laderas ha determinado la presencia de sulfuros de metales de base similares a los que integran las vetas y oro; la investigación geofísica indica anomalías de diseño lineal, descartando a priori la existencia de mineralización diseminada (Bassi, 1982).

A unos 5 a 6 km al sur aflora otra área de alteración vinculada espacialmente a un intrusivo riolítico denominado Cerro Bandera, que posee similares características pero tiene menor dimensión que Cerro Bayo.

Además de las áreas alteradas descriptas, aparecen alteraciones hidrotermales vinculadas espacialmente a las mineralizaciones, que se distribuyen en forma lineal o en franjas apareadas a las vetas y producen un blanqueo en la roca hospedante, al que se le asocian cantidades variables de óxidos de hierro y cuarzo (Bassi y Rochefort, 1979). Para las rocas decoloradas, Domínguez (1981) definió una paragénesis de alteración cuarzo-sericítica, que pasa en forma gradual a alteración propilítica y también establece la existencia de un episodio de alteración constituido por venillas de cuarzo±clorita±pirita±adularia, que es posterior a la generación principal de sulfuros. Varela (1994) de-

terminó la existencia de franjas de alteración, con distribución similar que las vetas, lo que expresaría su control estructural.

Cuando se observa el mapa geológico del distrito, se destaca el diseño lineal de la alteración y su vinculación a las estructuras que controlan las mineralizaciones, mientras que Cerro Bayo presenta una morfología irregular de 1.500 m de diámetro máximo.

Los estudios petrográficos de las rocas alteradas del distrito realizadas por Fernández (1998) identificaron asociaciones paragenéticas compuestas por: a) cuarzo±sericita±arcillas, con diferentes intensidades y granulometría, acompañadas con frecuencia por pirita; b) clorita±calcita±albita±epidoto reemplazando fenocristales en las volcanitas o como venillas, lo que se corresponde a una alteración propilítica de distribución areal extendida; c) adularia±cuarzo±pirita como venillas, cortando los diques riolíticos, acompañando el relleno de las brechas hidrotermales y como una de las últimas etapas de mineralización en las vetas.

Los estudios mineralógicos realizados sobre las vetas del agrupamiento Ángela (Domínguez, 1981; Bengochea *et al.*, 1984; Arizmendi, 1985; Arizmendi *et al.*, 1993, 1996) establecieron la presencia de diversas especies minerales, distribuidos en dos a tres etapas principales, sumadas a una etapa previa de alteración hidrotermal y otra posterior de oxidación en superficie. En las etapas hipogénicas se presenta pirita, esfalerita, galena, calcopirita, bornita, pirrotina, enargita, wittichenita, tetraedrita, benjaminita, boulangerita, oro, plata, electrum y hematita, en ganga de cuarzo con carbonatos minoritarios. Las etapas más tempranas muestran un dominio de los sulfuros de metales base, mientras que las tardías son ricas en oro±hematita±cuarzo±adularia e influyen de manera profunda en el valor de la mena.

En la zona de oxidación y enriquecimiento supergénico hay limonitas, malaquita, cuprita, azurita, tenorita, anglesita, yeso, cobre nativo, argentita, idaita, covellina y neodigenita.

En síntesis, las mineralizaciones polimetálicas del distrito Los Manantiales están vinculadas espacial y genéticamente a diques de composición riolítica, que produjeron la anomalía térmica y aportaron parte de los fluidos para el funcionamiento del sistema hidrotermal. Son portadoras de sulfuros de Zn-Pb-Cu con menores contenidos de Au-Ag en ganga de cuarzo, a los que se asocia alteración hidrotermal de tipo cuarzo-sericita y adularia, dispuestos como vetas y diseminados (brechas hidrotermales y stockworks más o menos paralelos). Las vetas tienen diseño de clavos de alta ley, alojados en zonas de transtensión de fracturas de desplazamiento de rumbo, que también controlan el desarrollo de las alteraciones hidrotermales y la ubicación de brechas hidrotermales.

Se clasifican como mineralizaciones epitermales de baja sulfuración con alta proporción de sulfuros en el subtipo alojado en rocas eruptivas mesosilícicas.

Por su asociación genética con el magmatismo, las mineralizaciones se asignan al Jurásico superior, si bien la presencia en el área de intrusivos ácidos de edad miocena inferior y la falta de relaciones estratigráficas concluyentes no permiten descartar a la fecha su posible relación con este último magmatismo.

Mina Ángela se encuentra a la fecha remediada. Se la ha abandonado en forma permanente, se cerraron las labores subterráneas y la mayoría de las superficiales, se destruyeron las obras de infraestructura. No existirían recursos minables en el área.

3.4.8. FAJA LA FERROCARRILERA

La faja se localiza siguiendo el borde oriental del Batolito Patagónico Cordillerano y tiene una extensión del orden de los 150 km en sentido N-S, con un ancho menor a los 50 kilómetros. Involucra numerosas mineralizaciones polimetálicas vinculadas genéticamente a la implantación y evolución del arco magmático del Cretácico inferior alto (Aptiano-Albiano). Este arco se ubica en el borde continental sudamericano y su desarrollo se vincula a la zona de subducción pacífica. Las rocas son calcoalcalinas y bimodales, abundan las ignimbritas riolíticas y las brechas-lavas riolíticas y riolíticas, identificadas como Grupo Divisadero. En este contexto aparecen las mineralizaciones asociadas a cuerpos subvolcánicos como diques, pequeños stocks y domos de composición ácida.

A ella se vinculan las mineralizaciones polimetálicas chilenas de Katterfeld, Ñirihuao, La Paloma y Toqui, y con las áreas de alteración y manifestaciones menores de la cordillera del Gato, El Abuelo y El Solcito. El conjunto constituiría una sola faja asociada al volcanismo bimodal del Grupo Divisadero.

La faja reúne mineralizaciones vetiformes como el grupo que constituye La Ferrocarrilera, Arroyo Canogas y Cerro Blanco, que corresponderían a depósitos epitermales polimetálicos complejos, y Alto Arroyo Flores como epitermal polimetálico. Afloran en la Cordillera de Sakmata sistemas vetiformes asociados con alteraciones que sugieren condiciones de alta sulfuración (Cerro Bayo), sínter como Arroyo Los Alevinos y depósitos metasomáticos como los mantos de sulfuros (Pb-Zn-Cu±Au±Ag de la mina Toqui (Chile). Otros depósitos importantes son las mineralizaciones denominadas Ñirihuao (vetiforme) y Katterfeld (diseminada), ambas en Chile (Márquez, 1999a). Hacia el norte incluye la manifestación La Paquita.

Las mineralizaciones metalíferas son portadoras de minerales de Zn y Pb y/o valores anómalos de Ag/Au, mientras que las áreas de alteración contienen arcillas y tienen un origen hidrotermal en condiciones epitermales. Constituyen diferentes partes de un mismo sistema hidro-

termal y están vinculadas espacialmente; los minerales de alteración más difundidos son cuarzo±sericita±arcillas, que en el caso del Cerro Bayo constituyen alteración arcillosa avanzada (alunita), lo que permite establecer la presencia de sistemas de alta sulfuración.

Dominan las vetas, venillas y stockworks paralelos; existe una manifestación de sínter y las áreas de alteración son amplias. En Chile, muy cerca del límite hay un yacimiento de skarn con vetas asociadas.

Los procesos de oxidación son leves y los sulfuros hipogénicos aparecen próximos a la superficie, quizás debido a la intensa glaciación cuaternaria que erosionó la cubierta meteorizada.

La estrecha asociación espacial entre cuerpos ígneos hipabisales y las mineralizaciones indica una relación genética; los intrusivos son responsables del aporte térmico y de parte de los fluidos, en tanto los metales provendrían de fuentes híbridas, aunque predominantemente de la roca encajante.

La ubicación cronológica de las mineralizaciones, de acuerdo con la información existente, respondería a la existencia de dos episodios: a) uno desarrollado durante el Jurásico medio superior vinculado a la actividad superficial y final del volcanismo que produce un sínter y quizás otras mineralizaciones menores, y b) un período que abarca a la mayoría las manifestaciones minerales que habría sido más intenso y que se vincula al estadio final del volcanismo ácido a mesosilícico del Cretácico inferior tardío a Cretácico superior temprano. Una evidencia importante sobre la existencia del último episodio mineralizante la proporcionan las dataciones radimétricas de los intrusivos localizados alrededor de los yacimientos chilenos Toqui, Katterfeld, ubicados en las proximidades, que dan valores entre 96 y 108 Ma (Palacios *et al.*, 1994; Townley, 1996).

La potencialidad de las mineralizaciones, de acuerdo a los parámetros actuales, es baja; no obstante, y debido a que gran parte del sector está cubierto por densa vegetación y existe un ambiente geológico favorable, se considera que las expectativas de descubrir nuevos depósitos son importantes.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

DISTRITO LAGO FONTANA

Se describen a continuación las numerosas manifestaciones de minerales metalíferos y áreas de alteración (anomalías de color). Con respecto a las características metalogenéticas de estas mineralizaciones, por sus rasgos pueden clasificarse como integrantes de sistemas epitermales polimetálicos de baja sulfuración.

LA FERROCARRILERA

Se encuentra en la margen sur del lago Fontana, a 65 km en línea recta de la localidad de Alto Río Sengerr, provincia de Chubut. Es una mineralización vetiforme,

que tiene rumbo 20-50° E, una corrida de 1.500 m y 7 m de potencia máxima (fig. 18). Posee minerales de Zn-Pb-Ag y escaso Cu-Au en ganga de cuarzo y se asocia escasa alteración cuarzo-sericitica±propilitica (Ramos, 1981b). Continúa del lado chileno en la veta Katterfeld. Se aloja en andesitas jurásicas de la Formación Lago La Plata. Es un depósito epitermal (200° C, según Domínguez, 1981) con afloramientos de domos dacíticos con textura porfírica fluidal en su entorno.

La temperatura de formación obtenida a partir de cuarzo, clorita y esfalerita está comprendida entre 340 y 180° C; las salinidades estimadas varían entre 2 y 7% en peso equivalente de NaCl, que implican mayor participación de aguas meteóricas que la magmática (Etcheverry *et al.*, 2008). Las características geológico-mineras del depósito permiten clasificarlo como un epitermal polimetálico.

Estudios de isótopos de Sr y Pb de minerales hidrotermales y de rocas inalteradas del depósito fueron llevados a cabo por Etcheverry *et al.* (2008). Los valores de isótopos de Pb en galena se agruparon alrededor de 18,52 para la relación de $^{205}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, 15,63 para $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ y 38,45 para $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$; estos resultados son similares a los obtenidos para el Batolito Patagónico. Las relaciones iniciales de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ alcanzaron 0,7090. Los isótopos de S en sulfuros también indicaron procedencia magmática. Todos los datos isotópicos indican que la mineralización de La Ferrocarrilera no estaría vinculada a las rocas andesíticas que la alojan, sino a un intrusivo no aflorante.

Las edades geocronológicas obtenidas mediante isocronas de Rb/Sr indicarían que La Ferrocarrilera y Cerro Bayo se formaron entre el Berriasiano y el Aptiano (Cretácico inferior) (Etcheverry *et al.*, 2008).

La Ferrocarrilera sólo alcanzó la etapa de exploración avanzada con ejecución de galerías sobre veta, y a la fecha se encuentra abandonada.

ARROYO CANOGAS (ESCONDIDA)

Aparece en claros del bosque, unos 2 km al NO de La Ferrocarrilera. Está compuesto por vetas cortas y



Figura 18. La Ferrocarrilera. Detalle de las brechas hidrotermales cementadas con galena, esfalerita, calcopirita y cuarzo

venillas de cuarzo con minerales de Cu, Pb y Zn, alojadas en sedimentitas y volcanitas andesíticas de las Formación Lago La Plata, que se vinculan a silicificación y diques riódacíticos (Márquez y Parisi, 1995b). Sobre el arroyo hay rastros de lavaderos de Au, que beneficiaban aparentemente aluviones provenientes de sedimentos fluvioglaciales que se denominan Mina Círculo.

CORDILLERA DE SAKMATA (MINAS DEL FINADITO)

Se localiza 22 km al oeste de la localidad de Apeleg, en el cordón montañoso bordeado por los arroyos Apeleg Chico y Grande, provincia de Chubut. Es un sistema vetiforme de 12 km de corrida discontinua con rumbo noroeste, que se emplaza en areniscas de la Formación Apeleg. Está compuesto por cuarzo con muy escasos sulfuros de metales base y contenidos erráticos de Ag. Tiene franjas apareadas de alteración silícea-arcillosa, que en el extremo norte de la corrida culminan como una amplia zona de alteración hidrotermal conocida como Cerro Bayo. Se vinculan espacialmente con diques de composición mesosilícea-ácida (Hayase, 1970; Ramos, 1981b; Fondo Rotatorio, 1982).

No hay recursos económicos identificados.

CERRO BLANCO

Se encuentra 50 km al O de la localidad de Alto Río Sengerr (Chubut) y posee una manifestación compuesta por varias vetas de cuarzo con escasos sulfuros de Cu, Pb y Zn, con rumbo nornoroeste de 120 m de corrida máxima y 2 m de potencia máxima. Se ubica en el contacto de un pequeño stock dacítico con volcanitas y sedimentitas de la Formación Lago La Plata y muestra sericitización-silicificación y argilización (Márquez y Parisi, 1995a). Unos 1.000 m hacia el oeste-suroeste aflora otra mineralización similar denominada Arroyo Verde.

ALTO ARROYO FLORES

Son venas y vetillas de cuarzo±calcita con minerales de Cu, emplazadas en volcanitas andesíticas jurásicas cerca del contacto con un dique andesítico (Fondo Rotatorio, 1982; Márquez y Parisi, 1994).

LAGO LA PLATA

Las manifestaciones se disponen sobre granitoides del Batolito Patagónico y consisten en delgadas venillas de minerales de cobre acompañadas por cuarzo (Ramos, 1981b).

ÁREAS DE ALTERACIÓN

Con el sólo objetivo de precisar la extensión y morfología de la faja, se describen sintéticamente las características de las áreas de alteración más importantes asociadas a las mineralizaciones, que coinciden generalmente con anomalías de color destacadas.

Cerro Bayo presenta alteración arcillosa avanzada en areniscas de la Formación Apeleg afectando un área extensa (Hayase, 1970; Hayase *et al.*, 1973; Maiza, 1981; Ramos, 1981b) y anomalías de Ag en el muestreo litoquímico (Parisi y Butrón, 1993). La alteración se generó a partir de fluidos con temperaturas entre 140 y 185° C; los valores de las relaciones iniciales de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ alcanzaron 0,7061 para Cerro Bayo. Al igual que en La Ferrocarrilera, los isótopos de S en sulfuros indican una procedencia magmática (Etcheverry *et al.*, 2008).

Cordillera del Gato está compuesta por varios sectores controlados estructuralmente que se desarrollan en dacitas del Grupo Divisadero (Hayase, 1971; Maiza, 1981; Márquez y Parisi, 1994). Sobre las dos áreas mencionadas que poseen abundantes arcillas se realizaron hicieron intentos de explotación. En la cordillera del Gato, Etcheverry *et al.* (2008) definieron una zonación vertical dada por un sector superficial intensamente silicificado; hacia abajo sigue un manto de alunita, y luego otro manto formado por un banco caolinitico, con escaso cuarzo, dickita y alunita. Los isótopos estables de O y D y las determinaciones mineralógicas en las kandas confirman su origen hidrotermal. Estos autores señalaron que estas alteraciones se deben a la condensación de vapores ascendentes ricos en H_2S producidos por ebullición, que se mezclaron con aguas meteóricas en niveles cercanos a la superficie.

Katterfeld es una zona de 0,5 km² con fuerte alteración arcillosa±sericitica±silicea acompañada de escasas vetas de cuarzo, emplazada en rocas volcanoclasticas de la Formación Lago La Plata (Márquez, 1995).

Además afloran mineralizaciones y/o áreas de alteración menores en distintos sectores que no se incluyen y aureolas de metamorfismo-metasomatismo de contacto asociados con proporciones variables de pirita como Cerro Mineral y Cerro Victoria.

3.4.9. FAJA CERRO CUCHE

La faja abarca un grupo de depósitos que se ubican en el tramo sur del cordón Caquel. Su forma es elongada en sentido NNE-SSO, y tiene unos 100 km de largo por 30 km de ancho.

Se vincula con un cortejo de stocks asociados al emplazamiento de los grandes batolitos del Cretácico superior, que recibe numerosas designaciones pero que en el sector se los identifica como Formación Río Hielo y forman parte de las apófisis más orientales del Batolito Patagónico Cordillerano en la parte septentrional de la Cordillera Patagónica. Los granitoides son de tipo I, con predominio de composiciones granodioríticas-tonalíticas con abundantes anfíboles y enclaves microgranulares máficos y su origen se relaciona con el desarrollo de un arco magmático asociado a la subducción pacífica.

Comprende mineralizaciones polimetálicas cuyas características permite asignarlas a un modelo metalogénico de tipo pórfiro, que se diferencian claramente de las restantes que se distribuyen en la zona noroeste de la provincia del Chubut. Comparte algunos rasgos con las áreas de alteración metasomática localizadas sobre el borde oriental del Batolito Patagónico que se incluyen en la faja Huemules.

De sur a norte los sectores mineralizados son: Cerro Cuche, Cerro Gonzalo, Arroyo El Rápido y Arroyo Luque, a los que se asocian otras manifestaciones menores, en general portadoras de Cu y Mo.

No hay registro de recursos en ninguno de estos depósitos; por lo tanto, en función de la información que se dispone a la fecha, su importancia económica es escasa.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

CERRO CUCHE

Está ubicado en el extremo sur del cordón Caquel, 28 km en línea recta al O de la localidad de Tecka, provincia de Chubut. El área fue reconocida en las décadas de 1960-1970 por diversas empresas mineras y el Plan Patagonia-Comahue Geológico Minero. Posteriormente se efectuaron mapeos y muestros detallados mediante convenio con JICA. Sus resultados fueron descriptos por Pezzuchi y Takigawa (1983), quienes determinaron que la mineralización se aloja en lavas y piroclastitas andesíticas de la Formación Lago La Plata, intruidas por granitos biotíticos y stocks de pórfiros dioríticos, riolíticos y andesíticos. Se observa mineralización vetiforme y diseminada con menor intensidad. Afloran vetas de molibdenita-cuarzo, galena-cuarzo y arsenopirita-cuarzo. Tienen potencias centimétricas y las corridas son de pocos metros.

Con las vetas de arsenopirita-cuarzo se asocian galena, esfalerita, covellina, pirita y minerales de plata. La mineralización diseminada es de distribución irregular y muestra calcopirita, molibdenita, galena y mineral de plata. Como alteraciones hidrotermales se reconocen turmalinización, silicificación, propilitización y alteración potásica en fase biotítica. El sector cubre una superficie de varios kilómetros cuadrados (fig. 19).

Sus características geológicas permiten clasificarlo como una mineralización de tipo pórfiro cupromolibdenífero. No se ha establecido la existencia de recursos minerales explotables económicamente.

ARROYO LUQUE, CERRO GONZALO

Estas manifestaciones se localizan unos 30 km al norte del cerro Cuche sobre el faldeo oriental del cordón Caquel (Chubut). Geológicamente se ubican en la zona de contacto entre la secuencia de volcanitas y piroclastitas liásicas de la Formación Piltriquitrón, con



Figura 19. Cerro Cucho. Vista al nordeste del área de alteración

los granitoides cretácicos del Batolito Cordillerano Patagónico.

Arroyo Luque ocupa un área de unos 2 km² de la zona de contacto y muestra desarrollo de mineralización diseminada de piritita, calcopiritita y molibdenita en bajas concentraciones, afectando tanto a los granitoides como a las volcanitas. Se le asocian alteraciones de tipo potásico, arcilloso, cuarzo-sericítica y propilítica, además de algunas brechas hidrotermales.

Cerro Gonzalo es una brecha hidrotermal rellena con sulfuros de 120 m de largo por 50 de ancho máximo, emplazada en los granitoides. En superficie aparece un sombrero de hierro constituido por boxworks de piritita y limonitas variadas. La mineralización consiste en piritita, cobre nativo, molibdenita, cupritita, tenorita, malaquita y oro.

Ambas mineralizaciones están asociadas espacialmente, junto a otras manifestaciones menores; poseen rasgos geológicos que indican modelos de tipo pórfiro de cobre y brechas turmalínicas $\pm$ Cu $\pm$ Ag, y no hay recursos minerales determinados (Márquez, 1989).

3.4.10. FAJA DESEADO

La faja tiene una morfología trapezoidal irregular. Localizada en la provincia de Santa Cruz, sigue por el norte el cauce del río Deseado, en tanto que el límite oeste es en parte el río Pinturas, el río Chico de Santa Cruz y el río Salado. Es muy angosta al noroeste y muy ancha hacia el océano Atlántico (47-51° S y 65-70° O) en coincidencia con la distribución de las volcanitas riolíticas que caracterizan al Macizo del Deseado.

En la faja afloran las volcanitas y piroclastitas del Grupo Bahía Laura, que define a grandes rasgos la provincia geológica del Macizo del Deseado, de forma irregular. El origen de esta unidad volcanogénica se vincula a la extensión generalizada que constituye la fase de *rift* asociada a la ruptura de Gondwana.

En esta unidad metalogenética esencialmente auroargentífera, las mineralizaciones son de Au-Ag en ganga de cuarzo y están vinculadas genéticamente al volcanismo extensional riolítico jurásico. En este contexto se ha observado la presencia de cobre como un

elemento muy minoritario, integrando la fracción de sulfuros (galena-esfalerita-calcopiritita-piritita), los que podrían clasificarse como polimetálicos. Con frecuencia los sulfuros son de grano fino y se localizan en sectores donde el cuarzo toma coloración gris oscura a negra.

En superficie aparecen minerales oxidados de cobre, por ejemplo en los depósitos La Josefina, Manantial Espejo, El Piche-El Pingüino-Veta Ivonne (Jovic *et al.*, 2004, 2005; Zubia *et al.*, 2008), o en sectores de Cerro Vanguardia, en Huevos Verdes, Cerro Moro y Don Nicolás (antes La Paloma) (Schalamuk *et al.*, 2002; Jovic *et al.*, 2005; Zubia, com. personal). Un caso particular lo constituye el depósito conocido como El Piche-El Pingüino o Veta Ivonne, que aunque está encajado en sedimentitas-piroclastitas de la Formación El Tranquilo, su origen está vinculado a granitoides liásicos como los que constituyen el Batolito de la Patagonia Central y las mineralizaciones cupromolibdeníferas de la faja La Leona; Jovic *et al.* (2004) lo consideraron como un subtipo dentro del modelo epitermal de sulfuración intermedia.

Debe destacarse que en ninguno de los casos el Cu es un subproducto de los depósitos o puede considerarse un yacimiento cuprífero. Sólo es un elemento minoritario junto con el W, Sn y F.

3.4.11. FAJA CORDILLERA FUEGUINA

Las mineralizaciones metalíferas portadoras de cobre en Tierra del Fuego se concentran en las estribaciones australes de la Cordillera Fueguina. Con cierto grado de incertidumbre puede delinearse una franja prospectiva principal de orientación oeste-este con una extensión de más de 20 km, que reuniría las mineralizaciones portadoras de Cu que se alojan en rocas volcánicas riolíticas y en sedimentitas del Jurásico medio hasta el Cretácico inferior (Formación Lemaire y Formación Yaghán respectivamente).

Los depósitos son en general de pequeño tamaño, de morfología lenticular (?), vetiforme, como venillas y diseminados localizados. Su relación con las rocas que los alojan es discordante a pseudoconcordante y en general se las puede identificar asociadas con estructuras de falla con diversas orientaciones.

Los sulfuros son los minerales dominantes, con galena, esfalerita, calcopiritita y piritita, en proporciones variables; aparecen con textura crustiforme acompañados por cuarzo y calcita como ganga y se asocian con alteraciones metasomáticas como piritización, silicificación y cloritización de distinta intensidad. Con frecuencia se observan varias lentes-vetas subparalelas en el mismo depósito como en el caso de Arroyo Rojo, ubicada 14 km al NE (Yamana, 1996).

Puntualmente en la mina Beatriz, aflorante 12 km al OSO de Ushuaia, los minerales que constituyen un

depósito tabular (?) aparecen intensamente fragmentados, como un agregado microcristalino con dominio de algunos de los sulfuros sobre otros, constituyendo franjas. Esto se asigna al comportamiento reológico diferencial de los distintos sulfuros frente a la deformación tectónica (Márquez y Sangster, 2001).

En el sitio donde se encuentran las manifestaciones minerales mayores no se ha determinado la presencia de intrusivos. Si bien en la mina Beatriz se identifica un domo riolítico, intruido y participando como clastos en las pelitas de la Formación Yaghán, las condiciones del volcanismo son subaéreas a submarinas someras; no se asocian con extensas áreas piritizadas ni con depósitos químicos exhalativos tales como chert, BIF o BIMF.

En cuanto al origen de estas mineralizaciones metalíferas portadoras de cobre, existen dos hipótesis contrastadas. Una postula que son depósitos de sulfuros masivos o VMS (volcanic massive sulfides), cuya generación se asocia a la evolución del volcanismo mesosilíceo del Jurásico medio a superior, localmente tectonizados y afectados por metamorfismo (Zubia *et al.*, 1989; Ametrano *et al.*, 1999). La otra los considera depósitos vetiformes polimetálicos con cuarzo, emplazados en fallas que posteriormente se reactivaron y milonitizaron los minerales metálicos y fragmentaron el cuarzo (veta milonitizada) y cuyo origen se asociaría tentativamente con el magmatismo del Cretácico superior (Márquez y Sangster, 2001). Un elemento adicional de análisis lo conforman las mineralizaciones de Pb-

Zn-Cu ubicadas en la continuidad chilena de la Cordillera Fueguina de Tierra del Fuego y de la Cordillera Patagónica Austral. Se denominan Ancón Sin Salida (veta Zn-Pb-Cu-Ag), Cutter Cove (veta), La Serena (estratiforme Cu-Ag) y Yendegaia (estratiforme Cu-Au), y constituyen manifestaciones intercaladas en filitas-esquistos paleozoicos o en contacto con metabasaltos. Son cuerpos lenticulares, masivos y se les asigna un origen volcánico exhalativo (Ruiz y Peebles, 1988). Debe mencionarse que en el entorno de algunas de las manifestaciones afloran cuerpos graníticos cretácicos o terciarios y que algunas de las mineralizaciones son rellenos de estructuras de morfología claramente vetiforme (Vivallo *et al.*, 1999).

En general las manifestaciones tienen escasa magnitud aflorante y no cuentan con determinación de recursos. En muestras de suelos, Zubia *et al.* (1989) citaron valores orientativos de hasta más de 240 ppm Cu, más de 480 ppm Pb y más de 640 ppm Zn.

De acuerdo a las evidencias geológicas y mineralógicas en Arroyo Rojo, Biel *et al.* (2010) propusieron un origen vinculado a la depositación de los sulfuros en una fuente de salmueras (brine pool). Mencionaron además que las perforaciones exploratorias interceptaron en profundidad leyes de 1% Cu, 1,4% Pb and 3% Zn para espesores de 3 y 18,6 metros.

La figura 20 muestra la geología y ubicación de las manifestaciones de la porción sur de Tierra del Fuego (Ametrano *et al.*, 1999).

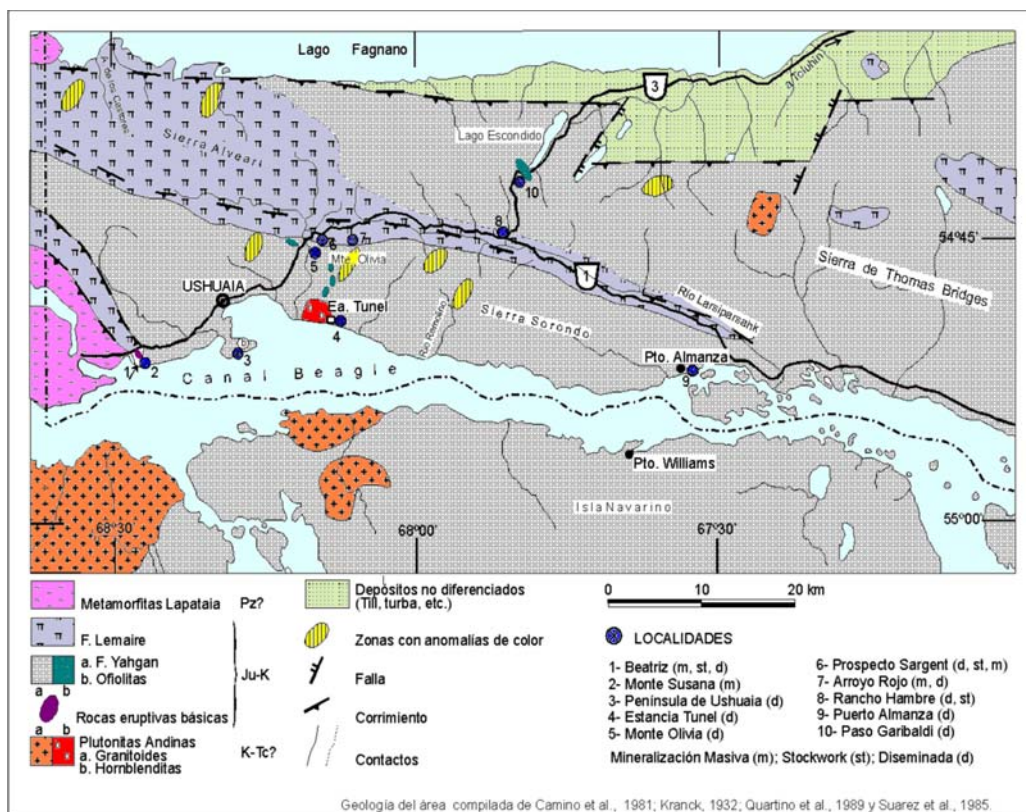


Figura 20. Marco geológico y ubicación de las manifestaciones en la porción sur de Tierra del Fuego. Tomado de Ametrano *et al.* (1999)

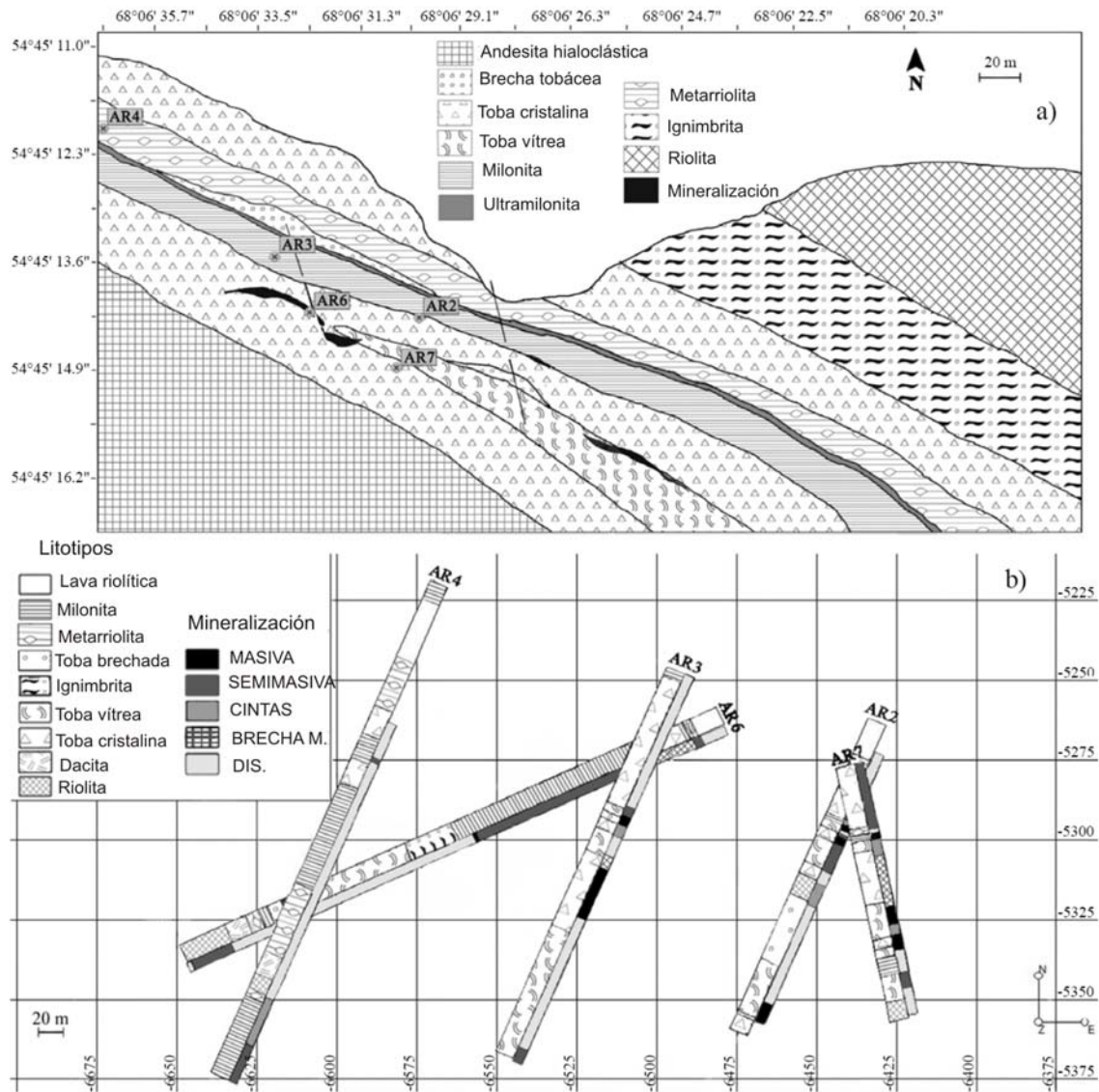


Figura 21. Mapa geológico de Arroyo Rojo mostrando la ubicación de las perforaciones. Los lentes de sulfuros masivos están dibujados en negro. La figura inferior muestra las perforaciones y la relación entre la mineralización y la litología. Tomado de Biel *et al.* (2010)

La figura 21 ilustra el mapa geológico de Arroyo Rojo con la ubicación de las perforaciones según Biel *et al.* (2010).

DEPÓSITOS AISLADOS

EL POTRO

El proyecto El Potro se localiza en el cerro homónimo cerca del límite de la provincia de San Juan con la provincia de La Rioja, en las cabeceras de los arroyos Macho Muerto y Blanco.

Se realizaron tareas de exploración geoquímica en la década del '70, llevada a cabo por el Plan La Rioja del Servicio Geológico Minero Nacional. También trabajaron la empresa El Dorado y JICA-MMAJ.

La información que se presenta a continuación fue tomada de JICA-MMAJ (1999).

En la zona aflora el basamento constituido por granitos permotriásicos intruidos por diques de diabasa, stocks de dioritas y riolitas y pórfiros dacíticos.

Las rocas de caja en general son granitos de grano fino (de edad cretácica) y granitos de grano grueso con presencia de hematita especular (de edad permotriásica).

Hay mineralización de óxidos de cobre y magnetita. La mineralización principal está constituida por calcopirita, pirita, y sulfuros. Se distribuyen ampliamente pirita y alunita.

La alteración potásica se desarrolla en una roca granítica de grano fino. Tiene 500 m de diámetro en el núcleo y está rodeada por la alteración fílica (cuarzo-sericita), de unos 200 m de espesor. En ambas se observa un *stockwork* de cuarzo, con venillas de 1 mm a 3 cm de espesor. El cuarzo está asociado con pirita normal-

mente oxidada. La alteración potásica presenta diseminación de minerales oxidados de cobre.

Es probable que exista una capa de enriquecimiento secundario, debido a la superposición de la alteración cuarzo-sericitica y la lixiviación de la pirita oxidada (JICA-MMAJ, 1999).

De acuerdo a los estudios realizados por JICA-MMAJ (1999), se observan dos tipos de inclusiones en las venillas de cuarzo: 1) con altas concentraciones de sales: 25,5, 50,9 y 47,8% en peso de NaCl; 2) con bajas concentraciones de sales (2,1 y 2,3% en peso de NaCl). Las temperaturas de homogeneización no presentan grandes variaciones (256-305° C).

JICA-MMAJ (1999) realizó dos dataciones por el método K/Ar, una en granitos finos sericitizados y otra en granitos finos con alteración débil (propilitización). Los resultados dieron $73,7 \pm 1,2$ Ma y $88,9 \pm 1,4$ Ma (Cretácico superior), respectivamente.

Las leyes son muy variables. Alcanzan valores de hasta 15 g/t Au, de acuerdo a los registros de la exploración geoquímica de la década del '70 realizada por el Plan La Rioja del Servicio Geológico Minero Nacional. Según estudios realizados por El Dorado, la ley de oro es de 0,3 gramos por tonelada. JICA-MMAJ (1999) obtuvo valores de 50 a 330 ppb Au en muestreos superficiales y contenidos de hasta 3.190 ppm Cu y 80 ppm Mo.

El modelo corresponde al de tipo pórfiro.

PALEÓGENO

Para los episodios ándicos paleógenos se definieron tres fajas: Taca Taca, Neuquén y Huemules; en ellas se incluyeron depósitos cuya tipología abarca los de tipo pórfiro, epitermales de baja sulfuración, asociados a granitoides, epitermales polimetálicos complejos, metasomáticos de contacto y asociados a volcanismo subaéreo. Dos de ellas (Taca Taca y Neuquén) son asimismo fajas auríferas (Cardó *et al.*, 2004).

3.4.13. FAJA TACA TACA

La faja se extiende siguiendo el borde norte y occidental del salar de Arizaro, hasta el salar de Río Grande. Comprende tres sectores principales, uno hacia el norte que corresponde al cerro Chivinar, otro hacia el noroeste del salar de Arizaro que incluye a la sierra de Taca Taca y la zona de Agua del Desierto y un tercero que se extiende desde Chuculaqui hasta el sur de la vega de Samenta.

Se relaciona al desarrollo de volcanismo de extensión del arco ocurrido durante el Paleógeno (Eoceno-Oligoceno inferior) (Zappettini, 1999b) en el ámbito de la Puna, en el sector occidental de la provincia de Salta, vinculado a la fase diastrófica Incaica del Eoceno. En principio, el magmatismo se manifestó en la vertiente occidental del área andina, con numerosos yacimientos

de grandes dimensiones con mineralización diseminada, tales como Chuquicamata y Escondida. La migración del arco hacia el este origina en el flanco oriental cordillerano una intensa actividad volcánica, representada por la intrusión de pórfiros de composición dacítico-riolítica y espesas secuencias volcanoclásticas en las áreas de Taca Taca, Samenta y Chivinar. Esto da lugar a la localización de varios cuerpos intrusivos con alteración hidrotermal y mineralización de Cu-Au referidos al Oligoceno medio, lo que significa edades algo menores que las de los grandes depósitos de Chile mencionados.

La unidad litológica principal a la que se vinculan las mineralizaciones es el Complejo Volcánico Santa Inés, formado por dacitas, secuencias de ignimbritas y tobas dacíticas y diques y cuerpos porfíricos dacíticos a riolíticos, apareciendo localmente brechas intrusivas y zonas de alteración hidrotermal (Zappettini y Blasco, 1998).

La faja incluye depósitos de tipo pórfiro Taca Taca Alto (Cu-Mo), Taca Taca Bajo (Cu-Mo-Au) y Cerro Samenta (Cu-Au); las zonas de alteración hidrotermal de Cerro Tugle y Huaico Tugle y Chivinar-Chachas; depósitos epitermales de baja sulfuración como Taca Taca Sur (Au-Ag) y mineralizaciones periféricas vetiformes de Cu, como las de los depósitos Hortencia, Taca Taca I y II, Eugenia y Chachas, entre otras.

Estructuras regionales y locales con orientaciones determinadas favorecieron las localizaciones de las intrusiones y el posterior desarrollo de sistemas hidrotermales con zonas de alteración hidrotermal y mineralizaciones diseminadas.

Esta faja alienta expectativas de hallazgos de nuevos depósitos de Cu (Au) con características similares a los mencionados anteriormente, vinculados al lineamiento Taca Taca- Cerro Samenta, teniendo en cuenta que una parte considerable del sector aparece cubierta por sedimentos y material volcánico moderno.

Descripción de los depósitos

TACA TACA BAJO

El depósito Taca Taca Bajo se encuentra en la Puna salteña, en el borde occidental del salar de Arizaro, a un costado del camino que une Tolar Grande con la estación Socompa, provincia de Salta.

Durante una comisión efectuada en 1967 por el Plan Cordillerano de la Dirección General de Fabricaciones Militares, a cargo de R. Romani y A. M de Grys, se efectuó el primer reconocimiento del área de alteración. Los primeros trabajos de exploración realizados en el área correspondieron a la empresa Falconbridge, que en 1975 perforó tres sondeos con resultados poco favorables, lo que llevó a desestimarla. La propiedad fue cedida a TACSA (Taca Taca SA). En 1992, Recursos Americanos Argentinos acordó un joint venture con GENCOR, la que realizó una serie de trabajos exploratorios. Recursos Americanos

Argentinos reintegró el área a TACSA. En octubre de 1995 TACSA firmó una opción de compra con Corriente Resources, que se asoció con BHP. Desde 1996, BHP desarrolló trabajos de topografía, geología y geoquímica que culminaron con la perforación de cuatro sondeos a diamantina que totalizaron 1.652 metros. La información obtenida confirmó la existencia de una cubierta lixiviada de más de 250 m de espesor, encontrándose por debajo de la misma mineralización primaria con valores de 0,2% de Cu y niveles enriquecidos entre 256 y 300 m, con leyes de hasta 1,3% de Cu. En 1997 el programa de sondeos había perforado 10.996 m distribuidos en 33 pozos con profundidades entre 91 y 520 metros. En 1998 BHP dejó el joint venture, y en 1999 Corriente Resources acordó con RTZ para continuar los trabajos de exploración. En 2008, la propiedad fue adquirida por Lumina Copper Corp., operando en Argentina como Corriente Argentina S.A.

El área se caracteriza por una zona fuertemente decolorada, con intensa alteración hidrotermal, elongada en sentido N-S, de 3,4 por 2 kilómetros (fig. 22), que afecta a una granodiorita de grano grueso, integrante de la Formación Taca Taca, de edad ordovícica. Intruyendo a la granodiorita, aflora un cuerpo de pórfiro dacítico de 2 km de largo y hasta 400 m de ancho, dataado en $28,7 \pm 0,20$ y $29,4 \pm 0,20$ Ma (Rojas *et al.*, 1999) y orientado en sentido nordeste-sudoeste, mientras que hacia el norte aparecen diques de similares características, todos pertenecientes al Complejo Volcánico Santa Inés de edad paleógena. El conjunto está afectado por estructuras orientadas NNO y NE. Este sistema de fracturas a su vez es cortado por fallas de rumbo NO, las que corresponderían a la reactivación de estructuras regionales más antiguas.

La mineralización primaria de Taca Taca Bajo se presenta en forma diseminada y asociada a venillas de cuarzo, alojándose principalmente en la granodiorita eopaleozoica y en menor medida dentro del intrusivo porfírico. Está relacionada con la alteración cuarzo-sericítica. Son sus componentes dominantes calcopirita y covellina, y cantidades menores de bornita, molibdenita y oro. El oro está asociado con la silicificación masiva y con venillas de cuarzo. Existe un buen desarrollo de enriquecimiento supergénico, con un potente horizonte

lixiviado y niveles de cementación de sulfuros ubicados por encima de la zona de mineralización primaria. En la parte central del depósito, la zona lixiviada, tanto en rocas graníticas como en el pórfiro riódacítico, alcanza hasta 360 m de espesor, disminuyendo hacia los bordes, donde sólo se extiende por 20-40 m de potencia. Por debajo aparece un nivel con enriquecimiento supergénico inmaduro, con espesores que van de 20 a 40 m, donde se depositó calcosina y covellina sobre calcopirita y pirita. Se distingue una zonación en la distribución de los sulfuros secundarios, con predominio de calcosina en la parte superior que tiende a desaparecer hacia abajo dando lugar a covellina terrosa. En el nivel enriquecido los valores de cobre van de 0,7 a 1,3% para la parte central, empobreciéndose hacia la periferia donde las leyes varían entre 0,1 y 0,4% Cu. Respecto a la edad de los procesos que generaron el enriquecimiento, en tres muestras de alunita supergénica se obtuvieron edades K/Ar de $23,89 \pm 0,24$ Ma, $22,7 \pm 0,2$ Ma y $21,2 \pm 0,2$ Ma, lo que indicaría que el enriquecimiento se produjo en el Mioceno inferior (Rojas *et al.*, 1999).

El sistema hidrotermal desarrollado en la zona produjo alteraciones potásica, cuarzo-sericítica, sílicea, arcillosa intermedia y propilítica (fig. 23). En la parte central del cuerpo, afectando tanto al pórfiro como a las rocas que intruye, aparece alteración potásica que parcialmente está enmascarada por alteraciones posteriores. La alteración cuarzo-sericítica es la más desarrollada, siendo muy intensa en la parte central del área, donde llega a transformar totalmente tanto al pórfiro como a la granodiorita, en un agregado caótico de sericita y cuarzo que suele ir acompañado por un *stockwork* de cuarzo. Dentro de esta zona ocurre también silicificación masiva formada por cuarzo microcristalino. Una datación realizada sobre sericita dio una edad de $33,6 \pm 0,5$ millones de años. Hacia las márgenes de la zona de alteración, la sericitización se hace moderada a débil. En el sector noroeste aparece sericitización moderada y argilización intermedia. En los bordes del sistema la alteración se atenúa pasando a propilítica con clorita-epidoto-calcita, afectando a las rocas graníticas, las volcanitas permo-triásicas y los sedimentos pérmicos (Rojas *et al.*, 1999).



Figura 22. Taca Taca Bajo. Vista panorámica desde el salar de Arizaro

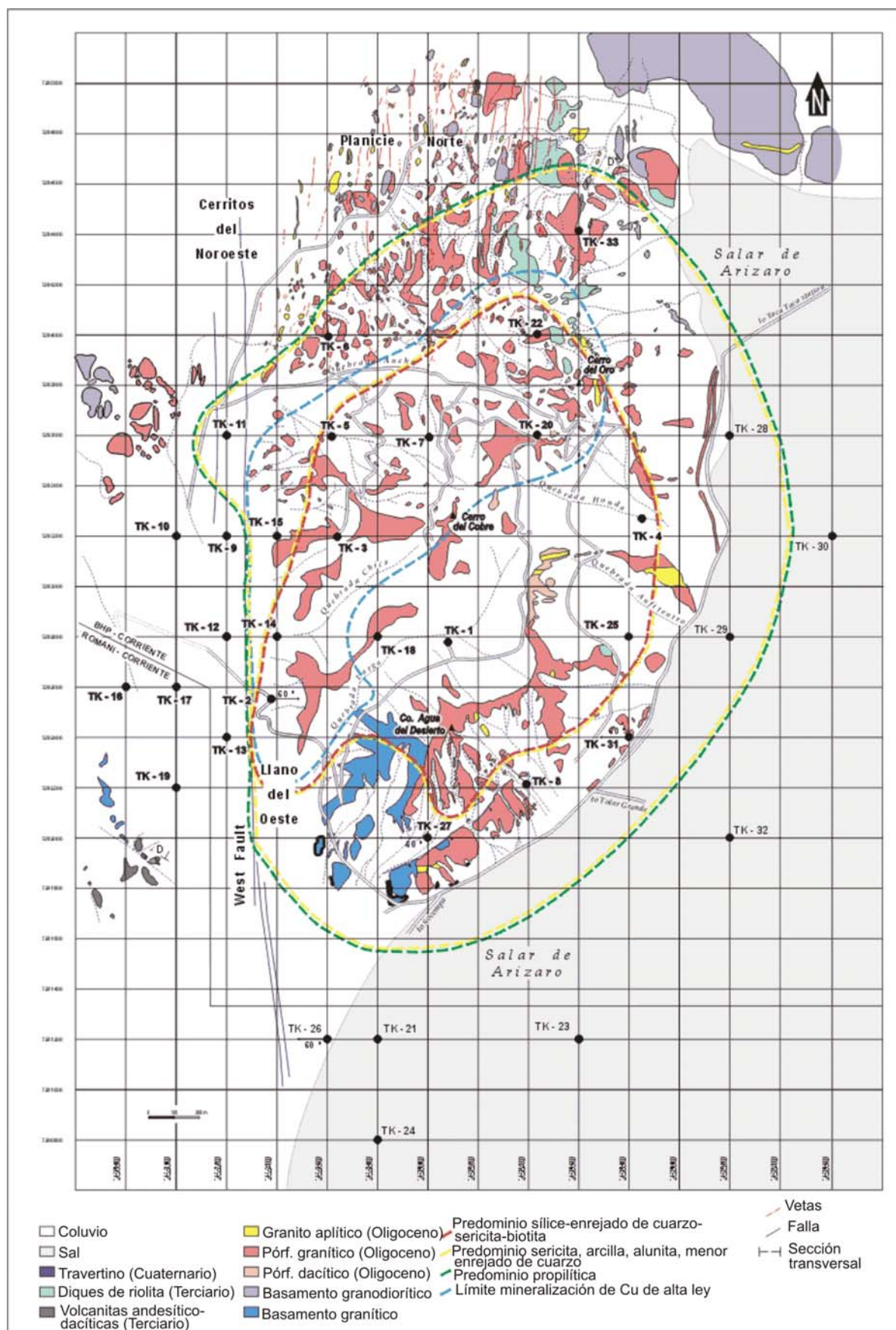


Figura 23. Mapa geológico y de alteración de Taca Taca Bajo. Tomado de Lumina Copper Corp. (www.luminacopper.com)

A partir de los trabajos de exploración realizados por Corrientes Resources y BHP en la zona, se determinó que los recursos minerales definidos existentes alcanzan a 440 Mt con 0,58% de Cu, 0,18 g/t de Au y 0,02% de Mo. En los niveles superiores hay 113 Mt con 0,38% de Cu y valores de poca significación de Au y Mo (Rojas *et al.*, 1999). Lumina Copper realizó entre 2010 y 2011 más de 36.000 m de perforaciones, lo que llevó a aumentar las reservas indicadas a 516 Mt con 0,58% de Cu, 0,12 g/t de Au y 0,018% de Mo, en tanto se cubicaron 880 Mt en la categoría de reservas inferidas con leyes de 0,43% de Cu, 0,08 g/t de Au y 0,015% de Mo (Sim y Davis 2011). La exploración realizada por Lumina Copper permitió identificar asimismo importantes zonas con mineralización primaria de alta ley en Cu (mayor que 0,5%) a profundidades superiores a los 800 m en el sector norte del cuerpo mineralizado. Por otra parte, en la zona lixiviada hay mineralización aurífera que constituye un recurso inferido de 190 Mt con 0,25 g/t de Au, 0,06% de Cu y 0,017% de Mo.

La última evaluación de reservas (Sim *et al.*, 2013) dio: indicadas: 2.165 Mt, con 0,44% Cu, 0,08 g/t Au y 0,013% Mo, e inferidas: 921 Mt, con 0,37% Cu, 0,05 g/t Au y 0,012% Mo (Sim *et al.*, 2013; luminacopper.com).

El modelo corresponde al de un pórfiro de cobre.

TACA TACA ALTO

El pórfiro de cobre y molibdeno de Taca Taca Alto se localiza en el borde occidental del salar de Arizaro, en las estribaciones sudoccidentales de la sierra de Taca Taca, hacia el oeste de Taca Taca Bajo y al noroeste del paraje Agua del Desierto, provincia de Salta.

En enero de 1971, durante la exploración regional realizada por la Dirección General de Fabricaciones Militares y Naciones Unidas, a través del Plan NOA I, se descubrió Taca Taca Alto. Durante el mismo año comenzaron los trabajos de exploración con un muestreo geoquímico de detalle, mapeo topográfico-geológico y de alteraciones. A fines de 1971 y en la primera mitad de 1972 se desarrolló un programa de sondeos a diamantina, perforándose nueve pozos con un total de 1.089 m (Daroca, 1975). En 1994 la empresa sudafricana Gencor efectuó trabajos de geoquímica y geofísica y posteriormente en 1995 RTZ realizó estudios geofísicos. Rubinstein *et al.* (1999) estudiaron el pórfiro, su alteración y mineralización.

Las litologías presentes en la zona se corresponden con las señaladas para el depósito descrito anteriormente. Los pórfiros de composición dacítica y riolítica del Complejo Volcánico Santa Inés intruyen a las rocas graníticas del Complejo Plutónico Lullailaco, de edad permo-triásica, con contactos generalmente desdibujados por la alteración hidrotermal (Ramallo *et al.*, 2006). En distintos sectores de la zona afloran brechas que en relación a su origen son de dos tipos: de craquelación o autobrechas e intrusivas que aparecen

como cuerpos irregulares o como diques, de dimensiones reducidas, que atraviesan el pórfiro dacítico. Las brechas están cementadas por magnetita, turmalina y epidoto en venillas y hematita como pátinas.

En el área existen dos sistemas de fracturas de rumbo norte-sur y nordeste-sudoeste que condicionan la posición de los diques y cuerpos riolíticos y dacíticos. Un fallamiento posterior, más denso que los anteriores, de rumbo NO-SE, probablemente simultáneo al proceso de alteración hidrotermal, afecta a los diques y cuerpos riolíticos y dacíticos (Ramallo *et al.*, 2006).

La mineralización se dispone en venillas, pátinas y en forma diseminada.

Los minerales primarios que se depositaron en una primera etapa son magnetita, pirrotina, pirita, calcopirita y bornita, existiendo posteriormente una segunda generación de pirita y molibdenita; también hay esfalerita y galena. Los minerales producto de enriquecimiento secundario y oxidación son digenita, covellina, calcosina, cuprita, hematita, turquesa, crisocola y limonitas (Daroca, 1975; Rubinstein *et al.*, 1999).

La alteración hidrotermal es de distribución irregular e intensidad variable, afectando tanto a los pórfiros paleógenos como a las rocas graníticas más antiguas que ellos intruyen, identificándose cuatro tipos de alteración: potásica, fílica, arcillosa avanzada y propilítica, registrándose también silicificación y escasa turmalinización (Daroca, 1975; Rubinstein *et al.*, 1999).

Según Rubinstein *et al.* (1999), las inclusiones fluidas primarias presentes en el cuarzo de venas en muestras procedentes de perforaciones en general tienen un desarrollo muy escaso. Predominan las inclusiones bifásicas de líquido+vapor, donde el líquido es la fase dominante. En orden de abundancia, siguen las inclusiones monofásicas de líquido y las monofásicas de vapor. Finalmente, en escasa cantidad hay inclusiones multifásicas con líquido+vapor+cristales de halita.

Como resultado del programa de exploración llevado a cabo por el plan NOA I, para Taca Taca Alto se estimaron como reservas posibles 19 Mt con 0,29% de cobre, 0,08% de molibdeno y 0,03 g/t de oro (Daroca, 1975).

CERRO SAMENTA

Cerro Samenta se localiza próximo al borde sudoccidental de salar de Arizaro, hacia el norte del salar de Río Grande, cercano al camino que une la estación Caipe con La Casualidad, provincia de Salta.

En la década del '70 se llevaron a cabo los primeros trabajos de exploración en el sector sur de la zona, a cargo del Plan de Exploración NOA I de la Dirección General de Fabricaciones Militares y Naciones Unidas, estableciéndose el Área de Reserva nº 21, Santa Inés. Durante los años 1995-1996 las empresas Mansfield

Minera SA y Teck Corporation completaron un programa de exploración en un sector mayor al originalmente delimitado para el Área «Santa Inés», incrementando la superficie de exploración hacia el norte. Se realizaron muestreos de rocas y suelo, cartografía de litologías y alteraciones, desarrollo de varios km de trincheras de muestreo y magnetometría. Los trabajos concluyeron con tres perforaciones a diamantina que totalizaron 612 metros. En 1998 el área fue evaluada por Codelco Chile, que efectuó cartografía geológica y muestreos geoquímicos. En el año 2000 Mansfield Minerals Inc. continuó con la exploración, perforando 1.200 m de sondeos a diamantina, distribuidos en cinco pozos en el sector Norte y cinco en el sector Sur (Mansfield Minerals Inc., 1999).

En la parte sur afloran las rocas más antiguas reconocidas en la zona, correspondiendo a asomos reducidos de pizarras con algunas intercalaciones de estratos arenosos. Sobre la base de relaciones estratigráficas se asigna a estos metasedimentos una edad mínima paleozoica inferior, probablemente ordovícica inferior. En el mismo sector cuerpos de composición diorítica intruyen a las pizarras, designados como Diorita Río Grande (Zappettini y Blasco, 1998).

En la parte norte y central aflora una tonalita o diorita cuarcífera de la Formación Chuculaqui. Los afloramientos más importantes del depósito, en el sector central de la zona Sur y en la parte meridional de la zona Norte son microgranitos calcoalcalinos que corresponden al Complejo Plutónico Llullaillaco de edad permo-triásica. En esta unidad es donde se manifiestan con mayor intensidad los procesos de alteración hidrotermal. Diques de pórfiro riódacítico de edad paleógena, asignados al Complejo Volcánico Santa Inés, intruyen las unidades anteriores. Como producto de una intensa actividad tectónica, en la zona sur de Cerro Samenta se localizan afloramientos de brechas integradas por clastos de microgranito calcoalcalino cementados por sílice. Las brechas se ubican en sectores afectados por fracturas y coinciden con el mayor desarrollo de la actividad hidrotermal, donde la argilización es muy intensa y va acompañada por sericitización y silicificación (Ramallo, 1975a).

El esquema estructural es complejo; no obstante, se interpreta que existe una zona central donde convergen dos o más juegos de estructuras. Con rumbo general NNE, se identifica un grupo de fallas coincidentes con una estructura mayor, de carácter regional que afecta a las rocas graníticas y a la que están relacionadas manifestaciones volcánicas cuaternarias. La estructura mayor se extiende por kilómetros hacia el norte. Otro juego de fracturas intersecta al anterior con dirección ONO (Ramallo, 1975a). También atraviesa la zona con rumbo ONO-ESE un lineamiento de carácter regional, reconocido como Llullaillaco-Archibarca-Galán, que más al oeste, en territorio chileno, está relacionado con

los depósitos tipo pórfiro de La Escondida, Zaldívar y Quebrada Blanca (Richards, 1995).

La mineralización de tipo pórfiro de Cu se encuentra en forma diseminada y en venillas.

En superficie se observan escasa pirita, magnetita, minerales secundarios de cobre y limonitas. En el sondeo realizado por la Dirección General de Fabricaciones Militares se señala la presencia de pirita finamente diseminada y en venillas delgadas acompañada ocasionalmente por covellina y bornita (Ramallo, 1975a).

A partir de las vías de ascenso producidas por el marcado tectonismo que afectó al sector, se produjeron procesos de alteración hidrotermal que afectaron a casi todas las litologías presentes. En algunos casos se llega a la obliteración total de sus componentes aunque en otros apenas los enmascaró. En general la alteración es de mediana intensidad. La distribución de los distintos tipos de alteración no responde a un esquema ordenado de halos concéntricos, sino que se extiende en forma irregular. No obstante, existe un control estructural. Se observa un sector central donde las alteraciones potásica, fílica y arcillosa alcanzan su máximo desarrollo, disminuyendo hacia los bordes, apareciendo propilitización sólo en los márgenes (Ramallo, 1975a).

Los trabajos realizados durante las distintas etapas de exploración, permitieron estimar reservas potenciales del orden de 40 Mt con valores medios de 0,5% de Cu (Mansfield Minerals, 1999).

3.4.14. FAJA NEUQUÉN

La faja se encuentra en el centro-oeste de la provincia del Neuquén, desarrollándose a lo largo de 170 km por unos 75 km de ancho, entre el paso del Macho, en el límite con Chile, y la localidad de Huarenchenque.

Está conformada por rocas magmáticas silíceas a mesosilíceas que incluyen a la Granodiorita Varvarco y stocks y diques asociados, tales como la Tonalita Butalón, así como el Grupo Campana Mahuida y cuerpos subvolcánicos mesosilíceos correspondientes a la Andesita Colipilli, que revelan la existencia de un arco magmático del Cretácico superior-Paleógeno. Estas rocas intruyen a sedimentitas y volcanitas del Paleozoico superior, y sedimentitas jurásicas y cretácicas que forman parte del relleno de la Cuenca Neuquina,

La faja es esencialmente paleocena desde el punto de vista de la edad de las mineralizaciones, si bien hay evidencias de que el magmatismo se inicia en el Mastrichtiano (edades de la Granodiorita Varvarco y de intrusivos en Los Maitenes-El Salvaje y Campana Mahuida -ver más adelante).

Vinculados a las intrusiones silíceas a mesosilíceas del Grupo Campana Mahuida, en el sector occidental de la faja, en su parte sur, se encuentran el depó-

sito tipo pórfiro cuprífero Campana Mahuida y el área de alteración hidrotermal con mineral diseminado Pino Andino; en la parte norte, se reconocen las áreas de alteración hidrotermal Cajón de los Chenques, Butalón Norte y Los Maitenes-El Salvaje. Una datación K/Ar en roca total en el stock tonalítico, realizada por Domínguez *et al.* (1984) en Los Maitenes-El Salvaje, dio 67 ± 3 millones de años.

En el sector oriental de la faja se hallan yacimientos vetiformes epitermales polimetálicos tales como Aquihueco, Arroyo Butalón (o Los Mellizos), Tres Chorros, La Buitrera, Naunauco, Cerro del Diablo, Cerro de los Bueyes y el diseminado de Quebrada del Bronce, ligados a las intrusiones subvolcánicas eoceanas de la Andesita Colipilli. Existen dataciones llevadas a cabo por Franchini *et al.* (2003) en Cerro del Diablo ($48,4 \pm 2,4$ Ma), y también en otras áreas con rocas ígneas del Cretácico superior-Paleógeno, que

permiten definir los límites de la faja en consideración (fig. 24). En este sector de la faja se encuentran también depósitos de plomo y de hierro de igual vinculación genética que los de cobre. Aunque situados en el sector occidental, corresponden también al Eoceno las manifestaciones filonianas Cura Mallín y el agrupamiento Milla Michicó (Milla Michicó, Silvia y Graciela).

Estas yacencias filonianas, de escasas dimensiones, son vetas generalmente lentiformes localizadas en zonas de fallas de tensión de rumbo nordeste, con longitudes variables entre 15 y 300 m y potencias de 0,30 a 1,50 metros. La mineralización primaria que puede hallarse es, principalmente, calcopirita, a la que en algunos casos acompañan bornita, esfalerita y galena; los minerales oxidados consisten en malaquita, azurita, calcosina y limonitas. Las leyes varían entre 0,8 y 11% de cobre.

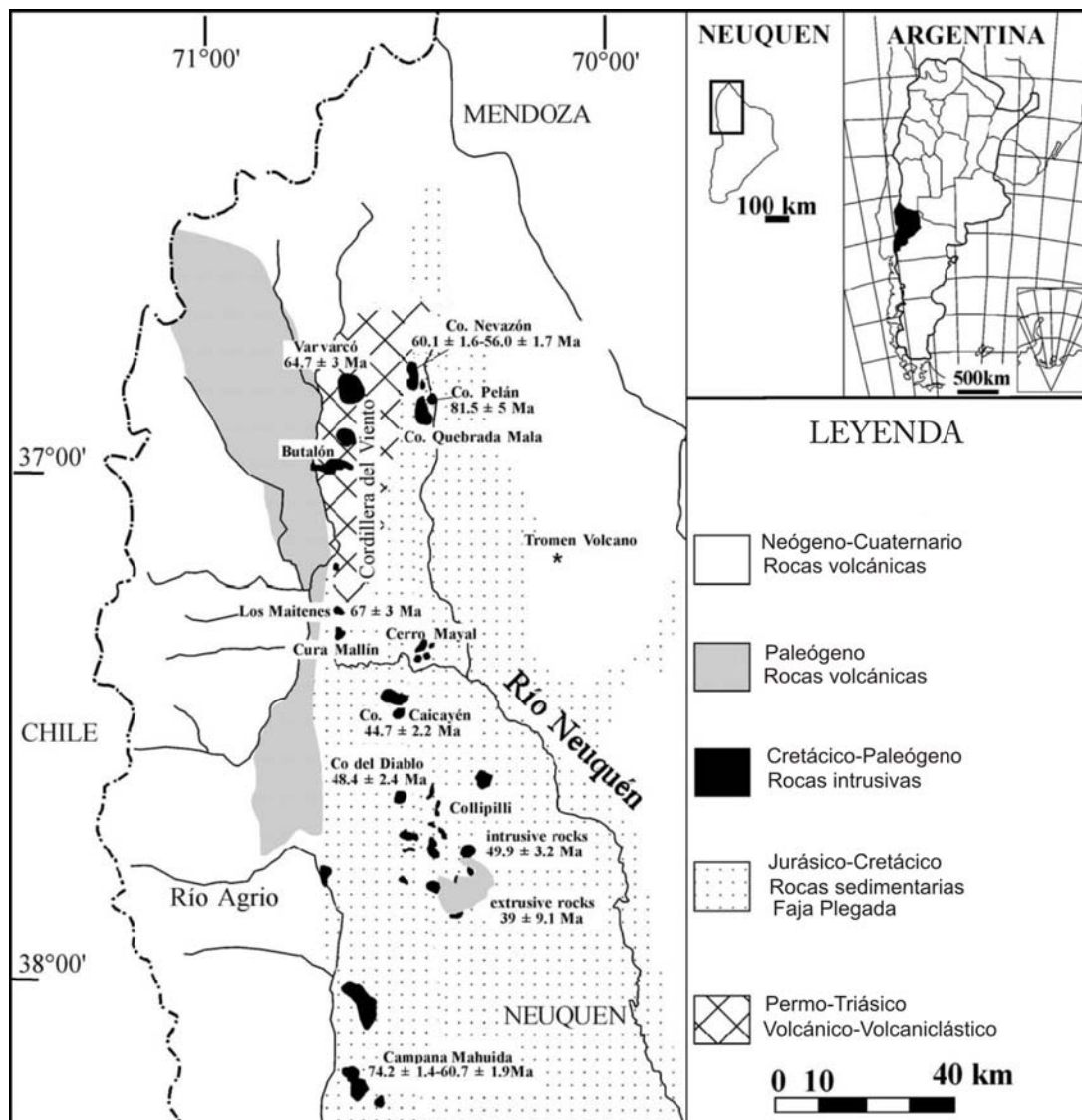


Figura 24. Ubicación de rocas ígneas del Cretácico superior-Paleógeno con dataciones, noroeste de la provincia del Neuquén. Tomado de Franchini *et al.* (2003)

Desde el punto de vista de los depósitos de cobre diseminado, la faja es de potencialidad media, considerando las dimensiones del yacimiento Campana Mahuida y un grupo de áreas de alteración hidrotermal anómalas en cobre y, en algún caso, oro, que requieren mayor actividad exploratoria para ajustar su conocimiento y posibilidades económicas. Los demás modelos presentes, filonianos y metasomáticos, son de escasa envergadura, por lo que no es de esperar un hallazgo de primer nivel con referencia a ellos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

CAMPANA MAHUIDA

Se ubica a 16 km al sudeste de la localidad de Loncopué y a 5 km al este del paraje Campana Mahuida, en la falda sudoeste del cerro Tres Puntas, provincia del Neuquén.

El depósito fue descubierto en 1966 y explorado de manera preliminar durante el Plan Cordillerano, realizándose mapeo geológico, estudios geoquímicos y geofísicos y cuatro perforaciones. Posteriormente, entre 1972 y 1996, Falconbridge SAMA, la Dirección General de Fabricaciones Militares, CORMINE SEP, Recursos Americanos Argentinos SA y Grupo Minero Aconcagua SA efectuaron sucesivamente estudios detallados, llegando al nivel de cálculo de reservas, plan de minado, ensayos metalúrgicos y prefactibilidad. En 1996, Grupo Minero Aconcagua SA conformó un joint venture con Brooks Resource para ejecutar un plan de exploración, con perforaciones, estimación de recursos, cálculo de reservas y ensayos metalúrgicos, como así también un perfil de prefactibilidad. En 1997 entre Grupo Minero Aconcagua SA y CORMINE SEP se firmó un contrato de exploración con opción de explotación. Entre CORMINE SEP y Emprendimientos Mineros se realizó en 2007 un contrato de exploración con opción a compra. En 2011 este contrato se declaró nulo, y a la fecha las

tareas de exploración y explotación se encuentran suspendidas.

Curci *et al.* (1999) estudiaron las inclusiones fluidas, y Franchini *et al.* (2007b) la mineralogía de las arcillas y su importancia en la exploración de pórfiros de cobre.

La información que se presenta a continuación se sintetizó a partir del trabajo de Chabert y Zanettini (1999).

En la comarca afloran areniscas de la Formación Lotena (Calloviano superior- Oxfordiano inferior), sobre la que yacen en discordancia calcáreos de la Formación La Manga (Oxfordiano). Siguen en concordancia areniscas y pelitas con intercalaciones de areniscas tobáceas y tobas de la Formación Tordillo (Kimmeridgiano). El conjunto es intruido por las rocas ígneas del Grupo Campana Mahuida (Paleoceno), integrado por granodiorita, diorita y pórfiro tonalítico de la Granodiorita Tres Puntas y cuerpos hipabisales de pórfiro andesítico y dacita de la Andesita El Sillero, la cual también intruye a la Granodiorita (fig. 25).

La edad de la mineralización se considera paleoocena, a partir de la datación K/Ar en hornblenda de una diorita vinculada con la mineralización que dio $60,7 \pm 1,9$ Ma (Franchini *et al.*, 2003). Previamente, una edad K/Ar de $74,2 \pm 1,4$ Ma obtenida por Sillitoe (1977) en biotita hidrotermal de diques de andesita del distrito, sugería un edad cretácica superior para el depósito (Zanettini 1979 a y b).

De acuerdo con Zanettini (1979a y b) y Chabert y Zanettini (1999), la Granodiorita Tres Puntas originó el metamorfismo de contacto que decoloró y transformó en calizas cristalinas a las rocas de la Formación La Manga y en hornfels y pizarras a las sedimentitas de las Formaciones Lotena y Tordillo, mientras que los procesos de alteración hidrotermal y mineralización que afectan al conjunto se vinculan a la Andesita El Sillero. Esta última, localmente, ha ocasionado un reemplazo



Figura 25. Campana Mahuida. Vista hacia el este; se observa la parte central del pórfiro. Atrás se ve el cerro Tres Puntas. Gentileza: M. Chabert

total de las calizas de la Formación La Manga por cuarzo, ópalo y calcedonia, formándose también pequeños cuerpos de skarn de hierro.

En la parte central del depósito se observa una intensa fracturación y craquelamiento que afecta a los metasedimentos de la Formación Tordillo. A mayor escala se distinguen dos sistemas de fracturación compuestos por fallas tensionales subverticales, de rumbos NNE y ONO, que condicionaron la intrusión de la Andesita El Sillero y parcialmente la distribución de la alteración hidrotermal.

Las alteraciones hidrotermales muestran la característica zonación para este tipo de yacencia mineral: una zona interna de silicatos de potasio es rodeada por una intermedia fílica y ésta, a su vez, por otra externa propilítica. Sus límites son transicionales y no guardan relación en sus formas, lo cual se debería a un control litológico-estructural y a la distribución de la Andesita El Sillero en el subsuelo. La alteración de silicatos de potasio afecta con mayor intensidad a las rocas de la Andesita El Sillero y de la Formación Tordillo, haciéndolo en menor grado con las de la Granodiorita Tres Puntas. La alteración fílica se observa en las mismas rocas y en menor proporción en las de las Formaciones La Manga y Lotena. La alteración propilítica afecta a todas las litologías del depósito.

En las zonas de alteración potásica y fílica, la mineralización consiste en calcopirita, bornita, cobres grises, molibdenita, magnetita, pirrotina, oro y pirita, que se disponen de manera disseminada, en microvenillas y en venillas con o sin cuarzo; en la zona potásica domina la disseminación, mientras que en la fílica sobresale el venilleo. En la zona propilítica solamente se encuentran venillas y escasa disseminación de pirita y, muy subordinada, magnetita.

Los minerales oxidados y los sulfuros supergénicos de cobre se distribuyen en tres zonas verticales con desarrollo controlado por la alteración-mineralización hipogénica y por la fracturación. La zona de lixiviación tiene un espesor máximo de 70 m en la periferia del depósito, encontrándose en ella goethita, jarosita, hematita y ferrimolibdita. La zona de oxidación supera los 50 m de potencia y desaparece hacia la periferia; contiene tenorita, delafossita, malaquita, crisocola, escasa turquesa y brocantita, muy escasa cuprita, cobre nativo y tennantita y limonitas. Los minerales oxidados de cobre se hallan como relleno de fracturas. De manera neta o transicional se pasa a la zona de cementación, cuyos mayores espesores sobrepasan los 50 m, coincidiendo su distribución con los más altos tenores hipogénicos de cobre y, por lo tanto, con la zona de alteración potásica y borde interno de la zona fílica; en ella están presentes calcosina y escasa covellina, que se encuentran disseminadas, en venillas y en pátinas.

Los tenores hipogénicos son: en la zona de alteración potásica 0,52 a 0,11% Cu, 48 a 7 ppm Mo y 0,27 a

0,10 g/t Au; en la zona fílica 0,20 a 0,11% Cu, 2 ppm Mo y 0,02 g/t Au.

En 1997 el Grupo Minero Aconcagua SA efectuó una estimación de recursos calculando sólo el mineral lixiviable de las zonas de oxidación y de enriquecimiento supergénico, que arrojó en total 29,01 Mt medidas indicadas con ley de 0,48% Cu total y 11,18 Mt inferidas con ley de 0,50% Cu total, siendo de 194.330 t el cobre contenido. Los datos aportados por USGS indican 194 Mt con 0,49% Cu y 0,098 g/t Au.

Fuera de la mineralización principal, de tipo pórfiro de Cu, hacia el oeste y sur, se encuentran yacencias vetiformes de galena, baritina y hematita que conforman un sistema periférico.

QUEBRADA DEL BRONCE

Se ubica a unos 15 km al sudoeste de la ciudad de Chos Malal, en el paraje Rahueco, sobre el flanco nororiental del cerro Caicayén, provincia del Neuquén.

Esta yacencia fue estudiada por Llambías y Malvicini (1978) y Casé (1996, 1997).

Según CORMINE SEP (1996a) y Casé y Malvicini (1999), en la comarca afloran las secuencias sedimentarias del Jurásico y Cretácico inferior de la Cuenca Neuquina- Sudmendocina, intruidas por rocas subvolcánicas de la Andesita Colipilli (Eoceno inferior a medio); esta unidad está integrada por lacolitos de microdioritas cuarzosas y filones capa de andesitas y pórfiros andesíticos cuarzosos y hornblendíferos, a las que se vinculan los procesos de alteración hidrotermal y mineralización presentes.

Las alteraciones hidrotermales que se desarrollan en este depósito mineral responden a un esquema de halos concéntricos compuesto por alteración potásica (biotita-feldespato potásico-cuarzo-sericita) incipiente a moderada, que afecta a los pórfiros andesíticos; alteración fílica (sericita-cuarzo-pirita) incipiente a intensa, masiva y en venillas, que afecta a todas las litologías; alteración arcillosa (caolín-montmorillonita) incipiente a moderada, que afecta a microdioritas y pórfiros andesíticos; y alteración propilítica (clorita-calcita-epidoto) incipiente a moderada, que afecta a microdioritas y pórfiros andesíticos.

La mineralización es disseminada y también rellena fracturas y diaclasas. Está ligada a las zonas de alteración potásica y fílica, constituida por calcopirita, pirita, pirrotina, esfalerita, oro y magnetita. Los minerales supergénicos consisten en malaquita, azurita, crisocola, hematina, limonitas y, raramente, enargita y covellina.

El yacimiento carece de una zona de enriquecimiento debido al bajo contenido de pirita y a la capacidad neutralizante de la roca de caja calcárea.

Las leyes promedio del mineral son 0,64% Cu, 0,06 g/t Au y 0,78 g/t de plata.

Las relaciones isotópicas $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ halladas en las rocas ígneas sugieren que el sistema magmático pudo originarse en el manto subyacente, contaminado por bajas proporciones de material cortical.

La edad K/Ar sobre roca total de $44,7 \pm 2,2$ Ma determinada para una microdiorita del cerro Caicayén (Llambías y Rapela, 1989) se puede extrapolar para el depósito mineral.

Quebrada del Bronce es un pórfiro de cobre con valores bajos de oro, al que se asocia un skarn cálcico de hierro y cobre localizado en un *stock* de epizona, relacionado con el arco magmático externo paleógeno.

3.4.15. FAJA HUEMULES

La faja tiene un diseño elongado con orientación aproximadamente N-S, con 450 km de largo por 80 de ancho.

Se vincula con el arco magmático paleógeno y en ella sólo se ha identificado un yacimiento de importancia económica, en tanto el resto de las mineralizaciones son sólo manifestaciones.

Comprende dos tipos de mineralizaciones, cuya distribución espacial es casi coincidente. Una tipología es vetiforme epitermal polimetálica rica en Pb, Zn, Cu, $\text{Au} \pm \text{Ag}$ en general alojadas en volcanitas mesosilíceas de la Formación Lago La Plata. El otro modelo es de tipo metasomático diseminado y se localiza en el contacto entre apófisis de granitoides pertenecientes al Batolito Patagónico Cordillerano (Cretácico superior sensu lato) y volcanitas mesosilíceas jurásicas (Formación Lago La Plata, Grupo Divisadero).

Las mineralizaciones vetiformes alcanzan longitudes que superan los 1000 m con potencias máximas de hasta 6 m, pero con frecuencia menores a un metro o centimétricas. Son cuerpos tabulares que se disponen en posición vertical a subvertical, en ocasiones en rosario o con lazos sigmoides y terminaciones en cola de caballo; pueden mostrar crustificación grosera (Viera, 2001). El rasgo más notable es la asociación espacial y genética con diques mesosilíceos, de edad incierta pero atribuidos por evidencias geológicas al Eoceno-Oligoceno como parte de la evolución del arco magmático que produjo la Formación Ventana.

En este grupo, además del yacimiento Huemules, se incluyen Cerro Coihue, la parte vetiforme de Condorcanqui, Mallín Blanco, Los Pozones, Las Mentas, Cerro Risquero, Arroyo Blanco, Manifestación Lastra, Cerro Ver, Libertador General San Martín, Cordón Situación, Arroyo El Puma y Río Plomo (Castrillo, 1976; Márquez *et al.*, 1994, 2006). Tienen como características comunes la presencia de sistemas vetiformes con mineralización de $\text{Pb-Zn-Cu} \pm \text{Ag-Au}$, asociadas a zonas de alteración cuarzo-sericitica, arcillosa y propilítica de dimensiones variables. En otros domina la silicificación.

La faja continúa en el territorio de Río Negro, tanto en Precordillera como en la Cordillera Patagónica, donde están las manifestaciones vetiformes denominada María (Pb-Zn- Ag-Cu) y Cullín Mahuida, y las mineralizaciones diseminadas de La Veranada y Cerro Áspero (Giacosa *et al.*, 2001).

La otra tipología está caracterizada por mineralización diseminada, siendo el proceso generador el metasomatismo de contacto. Las áreas son de extensiones kilométricas y constituyen anomalías de color amarillento rojizo por lixiviación ácida de los sulfuros que no dejan limonitas en los boxworks. Quizás el mejor representante de este grupo es Cerros Colorados (Cordovado) y además Cerro Colorado (Lago Vinter), Poncho Blanco, Cerro Colorado (Lago Futalaufquen), Cordón Situación, Cerros Colorados, Cerro Cono, Cerro Bayo Moro, Cerro Herrero, Palenque S, Cerro Poncho Moro, Valle Hondo y Cerro Riñón (Márquez *et al.*, 1994; Haller y Viera, 2001).

Ninguna de estas grandes áreas de alteración y mineralización ha mostrado contener metales de base o preciosos en cantidades mínimas, a pesar de las numerosas prospecciones y exploraciones realizadas (Márquez *et al.*, 2006). Sólo en el yacimiento Huemules se han localizado bolsones de alta ley aurífera, de distribución irregular que motivaron la explotación realizada, aunque los contenidos de cobre son minoritarios.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

DISTRITO FUTALAUQUEN

HUEMULES

Se localiza sobre el faldeo este del Cordón oriental del Futalaufquen, a 20 km en línea recta de la ciudad de Esquel, provincia de Chubut.

La existencia de minerales de interés se conoce desde 1965 por datos de un poblador de la comarca; luego en 1972 los derechos mineros fueron adquiridos por Minera Aguilar y a partir de 1977 formó parte del área de trabajo del Fondo Rotatorio de las Naciones Unidas, que efectuó los mayores trabajos de exploración del depósito (Viera y Hughes, 1999).

La presencia de metales preciosos y metales de base se observa a lo largo de 3.600 m en estructuras vetiformes en ganga de cuarzo, como relleno de una falla de orientación N 320- 340°. Las potencias varían desde centímetros hasta 5 ó 6 m, presentando el clásico diseño en «cola de caballo»; abundan los diques microdioríticos de rumbo noroeste-sureste. La mineralización principal es de sulfuros, la mayoría de los cuales se emplazan como relleno de espacios vacíos, en venillas, como relleno de brechas de cuarzo, en vetas sigmoidales, en lentes, en *stockwork* y diseminada (fig. 26).



Figura 26. Detalle del área de alteración hidrotermal de Huemules

Los contenidos en oro son erráticos y oscilan entre 0,34 y 815 g/t, con un coeficiente de variabilidad del 500%. La plata muestra una anomalía alta: hasta 4,65 kg por tonelada. Hay oro nativo, plata?, calcopirita, esfalerita, galena, calcosina y covellina en proporciones variables con calcita y cuarzo como ganga. También se identifican rodonita, baritina, fluorita y scheelita (Viera *et al.*, 1988).

La mineralización se aloja en una secuencia de rocas volcánico-piroclásticas de composición dominante andesítica, que podría constituir parte de un estratovolcán, intruida por enjambres de diques microdioríticos asociados a stocks de similar composición y por diques riolíticos. Los intrusivos son atribuidos al Jurásico medio (Viera *et al.*, 1988) o al Eoceno por Márquez y Giacosa (1989). Los autores mencionados en último término vincularon Huemules a diques de edad terciaria, junto con un grupo grande de mineralizaciones del oeste del Chubut. Sin embargo, por su posición próxima al borde continental pacífico, cualquiera de las dos edades implica un ambiente de arco magmático, aunque tendrían rasgos particulares que los diferencian.

En cuanto a las reservas del depósito, de acuerdo a Viera y Hughes (1999) y calculada en 1993, asciende a 780.000 t de recursos inferidos con una ley media de 10 g/t Au y 750.000 t de recursos prospectivos con una ley de 9 g/t Au.

Características similares presentan diversas mineralizaciones del entorno; son en general vetiformes y se alojan en rocas jurásico-cretácicas. Entre ellas pueden incluirse, con cierto grado de certeza, a Cerro Colorado, Las Mentas, Arroyo Blanco, Mallín Blanco, Poncho Blanco y Libertador General San Martín, o episodios cenozoicos como los que ocurren en Cordón Situación o Cerro Riscoso, Los Pozones, Cerro La Portada, Lastra, Arroyo del Puma, entre otras (Castrillo, 1976; Márquez *et al.*, 2006).

Hacia el norte, ubicada a 10 al NNE de la localidad de Epuyén, aparece la manifestación Cerro Coihue, que se incluye en este grupo de mineralizaciones cenozoicas por su relación con diques o stocks mesosilícicos.

Son manifestaciones vetiformes de tipo epitermal polimetálico complejo, ricos en sulfuros de metales de base y con cantidades variables de Au y Ag (Genini *et al.*, 1988).

CONDORCANQUI

Asociada a la cuenca liásica, en el contacto intrusivo con una apófisis granodiorítica liásica (próximo al paralelo de 42° S) se localiza una mineralización metasomática de contacto portadora de Cu denominada Condorcanqui y otras menores como La Nueva y la zona del lago Epuyén (Márquez *et al.*, 2006).

El depósito Condorcanqui, ubicado entre las localidades de El Hoyo y Epuyén, muestra diseminación y relleno de vesículas con calcopirita, bornita, calcosina, digenita, magnetita e ilmenita y sus productos secundarios y/o supergénicos, distribuidos de manera heterogénea. Los minerales metalíferos se asocian sistemáticamente o están intercrecidos con clorita±epidoto±calcita±sílice, donde los sulfuros constituyen la última etapa del relleno de cavidades. No se observan venillas mineralizadas y no hay control estructural para la mineralización de cobre. Se destaca el control litológico asignado a la porosidad y permeabilidad primaria de la roca encajante. Cortan la mineralización diques de andesita-basalto a los que se asocian venas-vetas de cuarzo con muy escasa calcopirita, galena y esfalerita (Ametrano *et al.*, 1979; Pezzutti y Genini, 1999; Márquez *et al.*, 2006).

DISTRITO CORDILLERANO

MINA MARÍA

Está ubicada a 50 km al nor-noroeste de la localidad de Ñorquínco, provincia de Río Negro. La mineralización es vetiforme y se aloja en andesitas de la Formación Ventana (Eoceno-Oligoceno). La veta mayor posee 52 m de corrida aflorante y 1,57 m de potencia promedio, y está contenida en una zona de cizalla (N 11-30° E y subvertical al O). Se acuña hacia el suroeste, aunque hacia el nordeste la lente mineralizada finaliza como venillas subparalelas. Forman la mineralización hipogénica esfalerita, galena, pirita, calcopirita, hematita, tetraedrita, Ag?, cuarzo y clorita. Hay valores orientativos de 11,75 % Pb, 12,70 % Zn, 1,80% Cu y 45,41 g/t Ag. Tiene textura brechosa y evidencias de deformación posmineral. Las salbandas de la veta están silicificadas y propilitizadas (Greco y Bernabó, 1973). Posee laboreo de superficie y subterráneo escaso.

VETAS DEL CERRO PILTRUITRÓN

Unos 800 m al oeste-suroeste de la confluencia de los arroyos Los Repollos y El Ternero (Río Negro), aflora una pequeña veta de 0,30 m de potencia y 10 m de corrida aflorante, con rumbo N 30° E e inclinación subverti-

cal. La manifestación es portadora de calcopirita, bornita, galena, piritita y minerales oxidados de cobre, en ganga de cuarzo y calcita intercrecidos. El cuarzo es absolutamente dominante, presentándose los sulfuros en granos aislados y dispersos. La textura de la veta es brechosa, con clastos angulosos de la roca de caja cementados por la mineralización. La actitud de yacencia de la veta es de franca discordancia con la de las sedimentitas de la Formación Mallín Ahogado (Paleoceno), de acuerdo a las descripciones de Giacosa *et al.* (2001).

MINA CULLÍN MAHUIDA

Ubicada en las nacientes del río Chubut, a 55 km al NNE de la localidad de El Maitén (Río Negro), consiste en minerales oxidados de cobre (malaquita y turquesa) y limonitas que tapizan diaclasas en andesitas propilitizadas de la Formación Ventana del Eoceno-Oligoceno (Herrero, 1978).

INDICIO LA VERANADA

En el área, que se encuentra a un kilómetro al oeste del lago Guillermo, cerca de su extremo sur (Río Negro), se cita mineralización menor de piritita y calcopirita subordinada, relacionada a diques básicos y mesosilícicos (Secretaría de Minería, 1993; Giacosa *et al.*, 2001).

INDICIO CERRO ÁSPERO

En el cerro homónimo, unos 5 km al sur-sureste del asomo mineral mencionado previamente, se registró la presencia de piritita, calcopirita y covellina diseminadas en rocas graníticas intruídas por diques dacíticos y riódacíticos (Secretaría de Minería, 1993).

3.4.16. DEPÓSITOS AISLADOS

Fuera del ámbito de estas fajas, en el ámbito extrandino de la provincia de Santa Cruz se conoce una manifestación aislada, denominada El Changuito, constituida por escasas y delgadas venillas con minerales de cobre vinculado a un basalto alcalino eoceno (Genini *et al.*, 1986) asociado a un episodio extensional. No se conocen evidencias de otras mineralizaciones de este tipo en la región.

NEÓGENO

Entre los episodios ándicos neógenos se han reconocido las siguientes fajas cupríferas: Puneña, Farallón Negro, La Mejicana, Maricunga-Josemaría, Valle del Cura-El Indio, Jagüelito, El Pachón, Cordillera Principal y Cordillera Patagónica Austral; la tipología de estas fajas incluye depósitos tipo pórfiro, epitermales polimetálicos complejos, epitermales de alta sulfuración, asociados a granitoides, skarns, IOCG y diseminados distales.

3.4.17. FAJA PUNEÑA

Se localiza en la Puna de Salta y Jujuy; se extiende siguiendo el borde occidental de estas provincias con una longitud aproximada en sentido norte-sur de 400 km y un ancho variable cuya media es del orden de los 180 kilómetros.

Las mineralizaciones de cobre localizadas en esta faja, particularmente las ubicadas del lineamiento Calama-Olapato-El Toro hacia el sur, se vinculan a un arco magmático neógeno que incluye dacitas, andesitas, ignimbritas dacíticas, cuerpos subvolcánicos ácidos y brechas hidrotermales de las Formaciones Agua Caliente, Centenario, Bequerville e Inca Viejo, y los Complejos Volcánicos Negra Muerta, Organullo y otros, cuyas edades van del Mioceno superior al Plioceno.

El magmatismo en gran medida efusivo que ocurrió en la región se vincula a la fase Pehuenche entre el Oligoceno alto y el Mioceno, y prosigue hasta el Cuaternario, manifestando su máxima actividad durante el Mioceno-Plioceno. A partir de la localización de los grandes aparatos volcánicos, típicos de la Puna, se distinguen en la región dos fajas de actividad volcánica: una occidental, continua, localizada hacia los límites con Chile y Bolivia y otra oriental, discontinua, que afecta el borde oriental de la Puna e inclusive algunos sectores occidentales de la Cordillera Oriental. Esta última faja se evidencia por grandes estratovolcanes y complejos de caldera de grandes dimensiones, a los que se vinculan domos y cuerpos subvolcánicos ácidos e intermedios. La localización de los grandes estratovolcanes, sistemas de calderas y cuerpos subvolcánicos está vinculada a rasgos tectónicos de primera magnitud representados por megatrazas de rumbo norte-sur, que afectan al basamento de la Puna y Cordillera Oriental y que consisten en grandes zonas de cizalla cuyo origen se remonta al Neoproterozoico y Paleozoico inferior, con reactivaciones recurrentes durante el Jurásico-Cretácico y Cenozoico (Hongn 1995) y por lineamientos transversales de rumbo ONO-ESE, tales como los de Ollagüe-Lípez-Coyaguaima, Calama-Olapato-El Toro y Lullaillaco-Archibarca-Galán (Sureda *et al.*, 1986; Chernicoff *et al.*, 2002).

Desde un punto de vista metalogenético, tanto los grandes estratovolcanes como los cuerpos subvolcánicos asociados, emplazados siguiendo los lineamientos antes mencionados, revisten singular importancia ya que a ellos se vinculan sistemas hidrotermales a los que se relacionan depósitos de tipo pórfiro de Cu (Au), brechas intrusivas, zonas de alteración hidrotermal y depósitos vetiformes polimetálicos complejos, controlados por estructuras esencialmente N-S (Sureda *et al.*, 1986; Chernicoff *et al.*, 2002; Seggiaro, 2009).

Para los sistemas megacaldéricos de la Puna Norte, Coira (1999) señaló que las condiciones óptimas para la formación de depósitos minerales se dieron entre

el Mioceno medio e inicios del Mioceno superior, precediendo a las emisiones ignimbríticas más voluminosas del Mioceno superior.

En los complejos de domos volcánicos de la región de la Puna Norte, Caffè y Coira (1999) postularon que las etapas iniciales del volcanismo andino sucedieron entre el Oligoceno superior y el Mioceno medio. Estos episodios tempranos se caracterizaron por la extrusión de un magmatismo esencialmente dacítico, dispuesto ampliamente a nivel regional. El estilo eruptivo abarcó eventos intrusivos y subaéreos, con un amplio predominio de los representantes volcánicos. Por sus características, estas rocas se definieron como complejos volcánicos de morfología dómica, implicando su localización subaérea. En la Puna Norte y el sur de Bolivia, estos cuerpos magmáticos están vinculados a mineralización polimetálica de metales de base (Pb-Zn) rica en metales preciosos (Au-Ag), o con altos tenores de Sn ($\pm$ W-Bi-Sb).

Los depósitos de cobre que se ubican en esta faja corresponden a modelos tipo pórfiro de Cu (Au-Mo) y zonas de alteración hidrotermal con mineralización de Cu-Au de Inca Viejo, Cerro Juncal, Cerro Gordo, Negra Muerta, Río Grande, Arizaro, Cerro Lindero, Pancho Arias, Incahuasi y Las Burras, a los que se suman los depósitos vetiformes polimetálicos de los distritos Negra Muerta, Organullo, Las Capillas-Las Cuevas, etc., en Salta, y El Oculto en Jujuy. Se incluye también el depósito epitermal de alta sulfuración Farallón Alto (Antofalla Este) en Catamarca. Tanto Cerro Lindero como Arizaro fueron definidos por Dow y Hitzman (2002) como depósitos IOCG muy jóvenes, si bien son considerados depósitos tipo pórfiro de Cu-Au pobres en Cu.

Los depósitos incluidos en esta faja indican un importante potencial minero, teniendo en cuenta que en muchos casos los niveles de exploración llevados a cabo en los distintos depósitos no han sido completados.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

INCA VIEJO

Se ubica en el sector oriental de la Puna austral salteña, en los contrafuertes occidentales de las Cumbres de Luracatao y en el borde oriental del salar de Ratones, provincia de Salta.

En 1969 la Empresa Materias Primas Argentinas realizó tareas de exploración minera en el área, que incluyeron mapeo litológico y de distribución de la mineralización y muestreo de rocas en superficie. Cox (1971) llevó a cabo un informe geológico y de evaluación. Sillitoe (1971) realizó un informe para el Plan NOA I de la Dirección General de Fabricaciones Militares y Naciones Unidas.

En 1994 el Grupo Minero Aconcagua ejecutó un programa de trabajos, que incluyeron un relevamiento

geológico con determinación de litologías, alteraciones, mineralización y estructuras, un relevamiento geofísico con el desarrollo de 11.500 m de líneas de PI en 11 perfiles y un relevamiento geoquímico con muestreo de rocas de superficie. Al año siguiente el programa culminó con la perforación con aire reverso, de 1.944 m de sondeos distribuidos en 8 pozos.

El intrusivo de Inca Viejo se emplaza en rocas del Complejo Metamórfico Río Blanco como un cuerpo elongado en sentido norte-sur, flanqueado a ambos lados por fallas del mismo rumbo (fig. 27). Aflora con una longitud de 2200 m y un ancho de 250 a 500 metros. Hacia el oeste aparece un cuerpo de características similares de 1000 m de largo por 100 a 200 m de ancho, probablemente separado del cuerpo principal por una fractura.

El cuerpo es un pórfiro dacítico biotítico de 15 Ma (Sillitoe, 1977). Según Chabert (1999), vinculados al intrusivo afloran varios cuerpos de brecha, que se definen en dos tipos. Las formadas por clastos de roca de caja angulosos dentro de matriz compuesta por fragmentos más pequeños de la misma roca, definidas como de craquelación y las brechas hidrotermales intrusivas ubicadas en la parte central y sur del sistema, formadas por clastos redondeados de pórfiro dacítico y angulosos de roca de caja, en matriz de harina de roca y cemento de sílice y turmalina.

En la roca porfírica y en la caja se encuentran vetas y estructuras rellenas de cuarzo, muy limonitizadas y con restos de sulfuros oxidados (Chabert, 1999).

La mineralización de superficie está representada por turquesa y crisocola, particularmente en el núcleo, aunque también se encuentran malaquita, azurita, pirita, calcopirita, molibdenita y oro. Las limonitas, poco abundantes, de tipo jarosítico, generalmente son transportadas, siendo esporádicos los casos de limonitas vivas (Chabert, 1999).

El área de mayor alteración hidrotermal se centra en un núcleo de naturaleza porfírica, clasificado



Figura 27. Inca Viejo. Vista panorámica desde el norte

como pórfiro dacítico, donde se distingue una facies central con alteración arcillosa dominante, producida a partir de feldespato potásico y plagioclasa, y alteración potásica con biotita neoformada, alrededor de la que se extiende una zona anular con alteración cuarzo-sericítica. Se suman cuerpos de brechas hipogénicas, distribuidos irregularmente, con silicificación fuerte y formación de calcedonia y cuarzo oqueroso, en algunos casos muy turmalinizadas (Chabert, 1999).

A partir de la exploración realizada, se determinaron contenidos de cobre que en muestreos de superficie estuvieron en su mayoría en el orden de 200 ppm con máximos de 5.000 ppm en lugares con minerales oxidados de cobre a la vista. En profundidad, particularmente en los niveles con enriquecimiento supergénico, los valores oscilan entre 0,1 y 0,25% Cu con máximos de 0,7% Cu. En las zonas de lixiviación y mineralización primaria los valores se mantienen por debajo de 0,1% Cu (Chabert, 1999).

En relación al oro, los valores obtenidos en superficie se distribuyen en forma relativamente similar a la del cobre. En los afloramientos de pórfiro dacítico los valores son del orden de 90 ppb con sectores que alcanzan entre 200 y 436 partes por billón. En distintos tramos de los sondeos, en la zona de lixiviación los valores varían entre 0,1 y 0,2 g/t Au. Estos valores se repiten en tramos cortos en tanto en la zona de enriquecimiento como en la zona primaria (Chabert, 1999).

Con respecto al origen de la mineralización de cobre de Inca Viejo, asociado a la intrusión del cuerpo porfírico se desarrolló un modelo de alteración-mineralización del tipo pórfiro de Cu (-Au), que presenta ciertas diferencias con el esquema clásico en cuanto a la distribución de las alteraciones (Chabert, 1999).

CERRO GORDO

Cerro Gordo se ubica en el faldeo occidental de los Nevados de Palermo, al norte del Nevado de Cachi, provincia de Salta.

Fue explorado en la década del '70 por el Plan de Exploración NOA I de la Dirección General de Fabricaciones Militares (Área de Reserva nº 20, Sierra de Pastos Grandes), realizándose distintos trabajos que incluyeron muestreos de sedimentos y rocas, levantamiento geológico y 6.000 m de perfiles geofísicos que permitieron definir una zona anómala de 5 km de largo por un ancho promedio de 500 metros. Los trabajos concluyeron con un sondeo a diamantina que alcanzó 100 m de profundidad (Ramallo, 1975c). Valores obtenidos sobre los testigos del sondeo indicaron entre 5 y 60 m de profundidad, y valores medios de 0,1 a 0,35 g/t Au, con un máximo de 1,2 g/t Au a 33 metros. Posteriormente, a fines de 1994 la empresa Argex-Mansfield Minera SA realizó distintos trabajos de exploración que culminaron con 2.413 m de sondeos por aire reverso distribuidos en nueve pozos; el resultado más significativo

se obtuvo en el sondeo nº 7, donde se delimitó un tramo de 57 m con valores de 1,11 g/t Au y 1,2% Cu, dentro del cual se individualizan 14 m con 2,3 g/t Au y 2,26% Cu (Mansfield Minera, SA 1998).

La unidad litológica donde se ubica Cerro Gordo corresponde a la Formación Puncoviscana, secuencia sedimentaria neoproterozoica, de origen marino. A lo largo del faldeo occidental de los Nevados de Palermo se extiende una falla de tipo inverso, de magnitud regional que afecta a las metasedimentitas precámbricas, orientada con rumbo NNE-SSO, con plano inclinado hacia el este con valores algo mayores a 50°. Esta fractura se relaciona con megaestructuras orientadas con rumbo norte-sur, definidas por Hongn (1995) para la región, como grandes zonas de cizalla con actividad recurrente. Existen además varias fallas menores transversales de orientación NO-SE. A la estructura mayor de rumbo meridiano se vincula una zona de alteración hidrotermal de aproximadamente 5 km de largo con un ancho medio de 500 m que hacia el sudoeste alcanza hasta 1.500 m, donde se identifican brechas tectónicas e hidrotermales (Ramallo, 1975c).

La mineralización se encuentra en venillas y diseminada.

De acuerdo a la información obtenida de los sondeos, en la parte superior aparece una zona lixiviada que se extiende hasta los 25-30 m y en algunos casos hasta los 50 m, donde son abundantes los boxworks rellenos de limonitas originados en el diseminado de pirita. Por debajo se observa pirita en venillas, como un diseminado muy fino aunque en algunos casos se presenta en forma masiva, acompañada por marcasita masiva con formas botroidales. Por debajo de los 30 m y hasta los 75 m, se identifica calcosina como pátinas delgadas que cubren a la pirita y cantidades menores de calcopirita y covellina (Mansfield Minera SA, 1998).

La alteración hidrotermal presenta una cierta zonación con predominio de silicificación hacia la parte central, a la que se asocia alteración sericítica y arcillosa, con predominio de la primera. Estas zonas están rodeadas por alteración propilítica identificada por epidoto y clorita. Alunita, jarosita, goethita y hematita ocurren en pequeñas fracturas, diseminados y en venillas. En el núcleo de la zona alterada, especialmente en los sectores brechados aparece una fuerte impregnación de jarosita, goethita y limonitas, que se extiende hasta los 20 m de profundidad, producidas por la lixiviación de un fino diseminado de pirita y marcasita dentro de la brecha y en menor grado en los metasedimentos. La mineralización de oro se asocia a la sílice de los stockworks y a las brechas (Mansfield Minera SA, 1998).

Los valores más altos de oro se vinculan a las concentraciones de pirita y donde las alteraciones sílice y sericítica son más intensas, a excepción de un caso donde se registraron valores de 1,5 g/t Au en me-

tasedimentitas propilitizadas (Mansfield Minera SA, 1998).

El modelo del depósito corresponde a un pórfiro de cobre-oro.

CERRO JUNCAL

Cerro Juncal se localiza al sudoeste de la localidad de Sijes, en el extremo norte del filo de Copalayo, provincia de Salta.

En el sector, la empresa Gencor Argentina y Billiton realizaron trabajos de exploración superficiales.

El filo de Copalayo, serranía de orientación NNE-SSO, en cuyo sector norte se encuentra Cerro Juncal, conforma un bloque positivo formado por rocas sedimentarias marinas de edad ordovícica de la Formación Coquena. El conjunto, de rumbo general NNE-SSO, se halla fuertemente plegado en anticlinales y sinclinales y está afectado por metamorfismo regional de muy bajo grado. La zona de interés se ubica en un anticlinal fallado en su flanco oriental, de rumbo N-S con vergencia hacia el este. Está limitada por fallas que delimitan el bloque en una estructura transpresiva-transtensiva a la dirección de acortamiento mio-pliocena de dirección ONO-ESE. Aproximadamente un kilómetro hacia el oeste, aflora un cuerpo intrusivo subvolcánico identificado como un pórfiro dacítico, de 200 m de ancho y un km de largo, cuyos asomos son visibles en los cortes de las quebradas (Argañaraz, 2002).

No se observa mineralización de sulfuros en superficie; son comunes los boxworks de pirita y muy raros los de calcopirita, con presencia superficial de jarosita, goethita y hematita.

Existe una cierta zonación en la alteración hidrotermal. Hacia el oeste domina alteración propilítica; la silicificación y sericitización penetrativas gradan a alteración potásica y son dominantes en la zona central y oriental, conformando un área elevada donde aparecen areniscas silicificadas, jasperoides y calcedonia. La caolinización está más extendida hacia el norte. Son comunes venillas de jarosita y limonitas según pirita de dimensiones milimétricas hasta decimétricas. Se menciona alteración potásica con formación de biotita secundaria. Hay venillas de cuarzo entrelazadas con formación de stockworks bien desarrollados asociados a la roca intrusiva. En el sector sur, vinculadas a silicificación intensa y brechas hidrotermales afloran vetillas y vetas de hematita de hasta 20 cm de potencia y 20 a 30 m de largo que probablemente se relacionan al último pulso de actividad de los fluidos mineralizantes (Argañaraz, 2002).

Según Argañaraz e Innes (2002), 106 muestras de rocas de superficie en el área de alteración dieron los siguientes valores orientativos: 14 a 1.860 ppb Au, con media de 159 ppb; 2 a 8,5 ppm Ag, con media de 4 ppm; 6 a 456 ppm Cu, con media de 74 ppm Cu; <1 a >1.000 ppm Pb, con media de 48 ppm Pb; 5 a 2.083 ppm Zn, con

media de 224 ppm de Zn; <1 a 3.750 ppm de As, con media de 200 ppm de As; 5 a 61 ppm de Mo, con media de 17 ppm de Mo y <1 a 25 ppm de Sb, con media de <1 ppm de Sb. Un total de 323 muestras de suelo obtenidas en dos grillas diagramadas sobre sendas zonas de alteración hidrotermal en sedimentitas ordovícicas, que se analizaron con técnicas de MMI (Mobil Metal Ion), señalaron valores de oro desde trazas hasta 437 partes por billón.

Factores como la presencia de un intrusivo porfírico que afectó sedimentitas eopaleozoicas, la fuerte alteración hidrotermal, la permeabilidad secundaria a través de fracturas, microfracturas y clivaje, los afloramientos de brechas hidrotermales superiores con jasperoides, calcedonia y vetas y venillas de limonitas, como así también de venas de cuarzo que indican la circulación de fluidos hidrotermales y la asociación de los elementos anómalos, señalan la presencia de un modelo de tipo pórfiro de Cu (-Au) con un sistema epitermal de baja sulfuración en la parte superior (Argañaraz, 2002).

EL OCULTO

Se localiza hacia el este de la estación Olacapato, al norte del paraje Campo Amarillo, en la zona de límite entre las provincias de Salta y Jujuy.

En el borde occidental se ubica la mina Soncaiman, donde se explotó en forma reducida mineralización vetiforme de Pb, Zn y Cu. Durante la exploración efectuada por la Dirección General de Fabricaciones Militares y Naciones Unidas (Plan NOA I), se realizaron muestreos geoquímicos, mapeos litológicos y de alteraciones y exploración geofísica. Los trabajos culminaron con la perforación de 719 m de sondeos a diamantina distribuidos en cuatro pozos. Los resultados no fueron alentadores, intersectándose valores de hasta 1,7% Cu en tramos de pocos metros (Mir, 1975). Sureda *et al.* (1986) mencionaron tenores medios de 600 ppm Cu, 85 ppm Mo y 0,1 g/t Au. A mediados de los '90, las empresas Aranlee y La Pacha Minera llevaron cabo una nueva exploración, con la toma de 1.000 muestras de suelos y trincheras y la perforación de cuatro sondeos con un desarrollo total de 786 metros. A partir de los mismos se confirmó la presencia de oro diseminado en sectores de brechas en pórfiro dacítico, con valores entre 1 y 3 g/t Au.

En la parte central del área afloran sedimentos continentales rojizos correspondientes al Grupo Pastos Grandes que son intruidos por cuerpos irregulares, diques y filones capa de pórfiros dacíticos a riódacíticos reconocidos como domos Punta del Viento, asimilables a la Formación Agua Caliente del Mioceno superior (Blasco y Zappettini, 1996). Los cuerpos dacíticos, de formas alargadas y con aspecto de diques y filones capa, se orientan con dirección NO-SE, mientras que en la parte centro-sur del área adquieren aspecto de un

stock. Según Sillitoe (1973a), se distinguen dos variedades de pórfiro, uno de los cuales podría ser post-mineralización; existe una amplia distribución de brechas intrusivas hidrotermales formadas por fragmentos de pórfiros y sedimentitas. Dos de los cuerpos de brecha presentan fragmentos marcadamente angulares, cementados por turmalina y cuarzo-sericita. Uno de ellos, según los sondeos, se extiende hasta por lo menos 270 m de profundidad.

En superficie, la mineralización se presenta como un diseminado fino. Se distribuye por sectores y es escasa; se identificaron magnetita, calcopirita y pirita. En las sedimentitas cercanas a los contactos se distinguen pátnas, guías y venillas de malaquita. En superficie aparece un diseminado primario de pirita, calcopirita y pirrotina, con covellina, calcosina y bornita como secundarios. En testigos de los sondeos se detectó pirita, esfalerita, galena, tennantita-tetraedrita, calcosina, bornita, smithsonita y contenidos muy bajos de oro nativo (Blasco y Zappettini, 1996).

La alteración hidrotermal se manifiesta por sectores con marcado predominio de sericitización que afecta a las rocas porfíricas, las brechas e inclusive a las sedimentitas encajantes en las cercanías de los contactos. Aparecen en forma subordinada silicificación, turmalinización, caolinización y propilitización. Las limonitas son escasas, de tipo transportadas, aún en las brechas turmalinizadas, limitándose a guías y vetillas jarosíticas y en menor cantidad goethíticas.

Por sus características, se trata de un sistema de tipo pórfiro de cobre.

NEGRA MUERTA (DISTRITO EL ACAY)

El área se localiza al SO del cerro El Acay, al sur del abra homónima, en las nacientes del río Calchaquí, provincia de Salta.

Los sectores de interés minero presentes en el área se encuadran en dos tipologías diferentes. Por un lado hay zonas con marcadas anomalías de color y alteración hidrotermal que afecta a cuerpos dacíticos y riódacíticos de edad pliocena con características de un depósito de tipo pórfiro de cobre. Por otro lado se ubican varias manifestaciones vetiformes, a la fecha abandonadas, entre las que se destacan las minas Saturno, Encrucijada, Huaico Hondo y otras. Durante la ejecución del Plan NOA I, se realizó una exploración en la zona estableciéndose el Área de Reserva n° 18, El Acay, con expectativas de definir un cuerpo de tipo pórfiro de cobre.

A partir de la cartografía geológica y de rastreos geoquímicos por sedimentos de corriente y de roca se delimitó una zona de 2,5 por 1,5 km en las nacientes de las quebradas de Negra Muerta, Río Blanco, Seca y de Aguas Negras.

La geoquímica de sedimentos de corriente dio los siguientes valores: Quebrada Negra Muerta: 102 a 460

ppm Cu, 35 a 60 ppm Pb y 82 a 1.286 ppm Zn; Quebrada Río Blanco: 200 a 433 ppm Cu, 36 a 81 ppm Pb y 60 a 80 ppm Zn; Quebrada Río Calchaquí: 127 a 820 ppm Cu, 130 a 1.600 ppm Pb y 130 a 1.317 ppm Zn (Méndez *et al.*, 1997).

En la segunda mitad de la década de los '90, las empresas La Pacha Minera y Aranlee realizaron muestreos geoquímicos de suelos y rocas sobre un área de 5 por 7 km y prospección geofísica aérea. Sobre la base de la información obtenida se ejecutaron siete sondeos por aire reversa totalizando 1.978 m con profundidades medias de 282 m y máxima de 390 metros. Los resultados geoquímicos permitieron determinar tres zonas anómalas con valores de Cu mayores a 100 ppm, de Au mayores a 50 ppb y de Mo mayores a 10 ppm (Daroca, 1998).

En ambos márgenes de la fosa Calchaquí afloran rocas del basamento neoproterozoico que corresponden a la Formación Puncoviscana, sobre las que se apoyan en discordancia tectónica, niveles sedimentarios continentales y marinos someros del Subgrupo Balbuena. En el área del depósito se manifiesta un proceso efusivo de consideración en el que se advierten dos secuencias volcánicas. Una de ellas es de carácter mantiforme, aflorando en las partes altas de los bloques elevados, compuesta por coladas de dacitas y riódacitas, generalmente porfíricas, acompañadas por sus tobas e ignimbritas. El otro componente está constituido por cuerpos intrusivos porfíricos dacítico-andesíticos que atraviesan la serie anterior presentando una fuerte anomalía de color con tonos castaños y amarillentos (Cécere, 1975; Daroca, 1998).

Los valores altos en Cu-Au-Mo-Zn se hallan en zonas con stockworks, compuestos por cuarzo magnetita; aparecen pirita, calcopirita y bornita vinculadas a la zona de alteración potásica. Los sondeos determinaron la presencia de zonas de enriquecimiento con calcosina en niveles superiores con presencia de magnetita, molibdenita y calcopirita en niveles primarios (Daroca, 1998).

Los cuerpos porfíricos están fuertemente diaclasados, en partes brechados y afectados por alteración hidrotermal que se extiende por una zona de 2,5 por 1,5 km, formando parte del núcleo de un estratovolcán. La alteración se dispone en fajas de rumbo aproximado N 35° E vinculadas al fracturamiento anterior que afectó a las porfiritas. Según Daroca (1994), la alteración fílica es la de mayor importancia, seguida por argilización que afecta a las rocas porfíricas y a las sedimentitas; aparecen núcleos muy silicificados, distinguiéndose también sericitización y alunitización. En la zona del arroyo Vizcachas aparece alteración potásica. Hacia los bordes de las fajas se extienden zonas propilíticas con epidoto y clorita (Cécere, 1975).

Según Daroca (1998), la presencia de una importante zona de alteración hidrotermal asociada a cuer-

pos dacíticos y andesíticos de edad mio-pliocena con desarrollo de argilización, núcleos silicificados, sericitización, alunitización y propilitización, acompañada por brechas que Cécere (1975) describió como de craquelación y volcánicas, pirita diseminada, profusión de limonitas de tipo jarosítico y goethítico y mineralizaciones vetiformes polimetálicas ubicadas hacia la periferia, indican la presencia de un sistema de tipo pórfiro de Cu, con yacencia de depósitos epitermales de Au en zona de cúpula y sistemas vetiformes periféricos. La presencia de Au podría estar relacionada a la alteración fílico-arcillosa, posterior a la mineralización de Cu-Mo.

RÍO GRANDE

En el extremo sur del salar de Arizaro, cerca del límite entre las provincias de Salta y Catamarca, se ubican los prospectos Río Grande, Arizaro y Lindero, definidos como sistemas porfíricos donde afloran complejos volcánicos desarrollados en eventos múltiples, que incluyen cuerpos porfíricos, enjambres de diques, brechas y zonas de alteración hidrotermal, estando su ubicación controlada por fracturas en sentido NO-SE, coincidente con el lineamiento Archibarca-Galán.

El yacimiento Río Grande se ubica hacia el oeste de la cantera de travertino Arita, provincia de Salta. La propiedad pertenece a un joint venture entre Regulus Resources Inc. y Pachamama Resources Ltd.

A partir de geoquímica de superficie, en 1999 la empresa Mansfield Minerals Inc. determinó la existencia de mineralización cupro-aurífera con valores medios de 125 ppb Au y 12.800 ppm Cu. El muestreo en rozas sobre 145 m de trincheras indican contenidos medios de 220, 980 y 1.100 ppb Au y 3.100, 5.800 y 7.200 ppm Cu, respectivamente (Mansfield Minerals Inc., 2001).

En el área, de aproximadamente 20 km², aflora un aparato volcánico, parcialmente preservado, compuesto por lavas, brechas y cuerpos intrusivos de composiciones dacíticas, riódacíticas y andesíticas de edad miocena que intruyen un basamento de escasa exposición compuesto por rocas graníticas de edad ordovícica, integrantes de la Faja Eruptiva de la Puna Occidental y a areniscas rojas de las Formaciones Geste y Vizcacheras (Eoceno-Oligoceno). Se distinguen varios tipos de pórfiros, cuerpos de brechas y diques (Sureda, 2002).

La mineralización está diseminada, e incluye pirita, calcopirita, bornita, covellina y calcosina. En el sector central, las volcanitas han sido afectadas por alteración potásica intensa (albita-biotita-diópsido-magnetita-pertita), filica y propilitica (Sureda, 2002).

La empresa Antares Minerals Inc. (2006) proporcionó la ley promedio del bloque combinado Discovery-Sofía: 0,33% Cu y 0,35 g/t Au, incluyendo la dilución. Este bloque parece formar una zona mineralizada semi-

circular que mide 1.450 m de largo por 130 m de ancho promedio.

Chernicoff *et al.* (2002) señalaron la relación del depósito Río Grande con el lineamiento Archibarca (fig. 28), el que incluye el depósito La Escondida (Chile), y lo vincularon al arco magmático mioceno-pleistoceno.

Se asigna a este depósito el modelo tipo pórfiro, al que se le asocia una alteración de tipo IOCG.

ARIZARO Y CERRO LINDERO

Se encuentran cercanos entre sí, ubicándose hacia el sudeste de Río Grande.

En 1999 la empresa Mansfield Minerals Inc., propietaria del área, inició la exploración en Cerro Lindero. Entre los años 2000 y 2001 se desarrollaron 1.600 m de trincheras de exploración más siete perforaciones a diamantina de 200 a 305 m de profundidad, con valores máximos de 9,262 a 9,270 ppm Au y 3,6 a 5,7% Cu. En 2002 las empresas Mansfield Minerals Inc. y Río Tinto Mining llevaron a cabo un programa de perforaciones a diamantina con 1.753 m en seis sondeos en Cerro Lindero y 629 m en dos sondeos en Arizaro. Según Mansfield Minerals Inc., en Arizaro existiría un potencial minero de 150 a 200 millones de toneladas. En Cerro Lindero el potencial sería de 100 a 125 Mt con mineral de mayor ley (Sureda, 2002).

La geología regional está representada por centros volcánicos andesíticos y dacíticos de edad miocena media-superior, que intruyen areniscas rojas terciarias.

El depósito Arizaro está ubicado en un centro intrusivo del Complejo Volcánico Arizaro. Este núcleo está rodeado de brechas volcanoclasticas cortadas por diques radiales. Se observan valles de orientación NE a SO, que se han interpretado como fallas de alto ángulo. El límite austral es un valle de rumbo NE que separa Arizaro del centro intrusivo central.

La mineralización primaria, en venillas y diseminada, incluye calcopirita, bornita y magnetita; también hay oro y plata. Producto de la lixiviación aparecen malaquita, crisocola, neotocita, hematita y limonitas indígenas y transportadas con boxworks de sulfuros primarios.

La alteración hidrotermal (fig. 29) presenta una disposición zonal, desde una localización distal dada por la asociación calcita-clorita-epidoto (propilitica), seguida hacia adentro por actinolita-feldespato potásico-magnetita-biotita±diópsido-albita (calcica-potásica). Existe una alteración hidrolítica débil (cuarzo-sericita-arcilla) en la periferia del sistema, que se superpone a las otras alteraciones. La alteración potásica es penetrativa; una datación Ar/Ar de biotita hidrotermal dio 15,46±0,11 Ma (Dow y Hitzman, 2002).

El cálculo de las reservas indicadas dio 30,95 Mt con 0,15% Cu y 0,34 g/t Au, e inferidas 27,37 Mt con 0,14% Cu y 0,26 g/t Au (2013, www.goldrockmines.com).

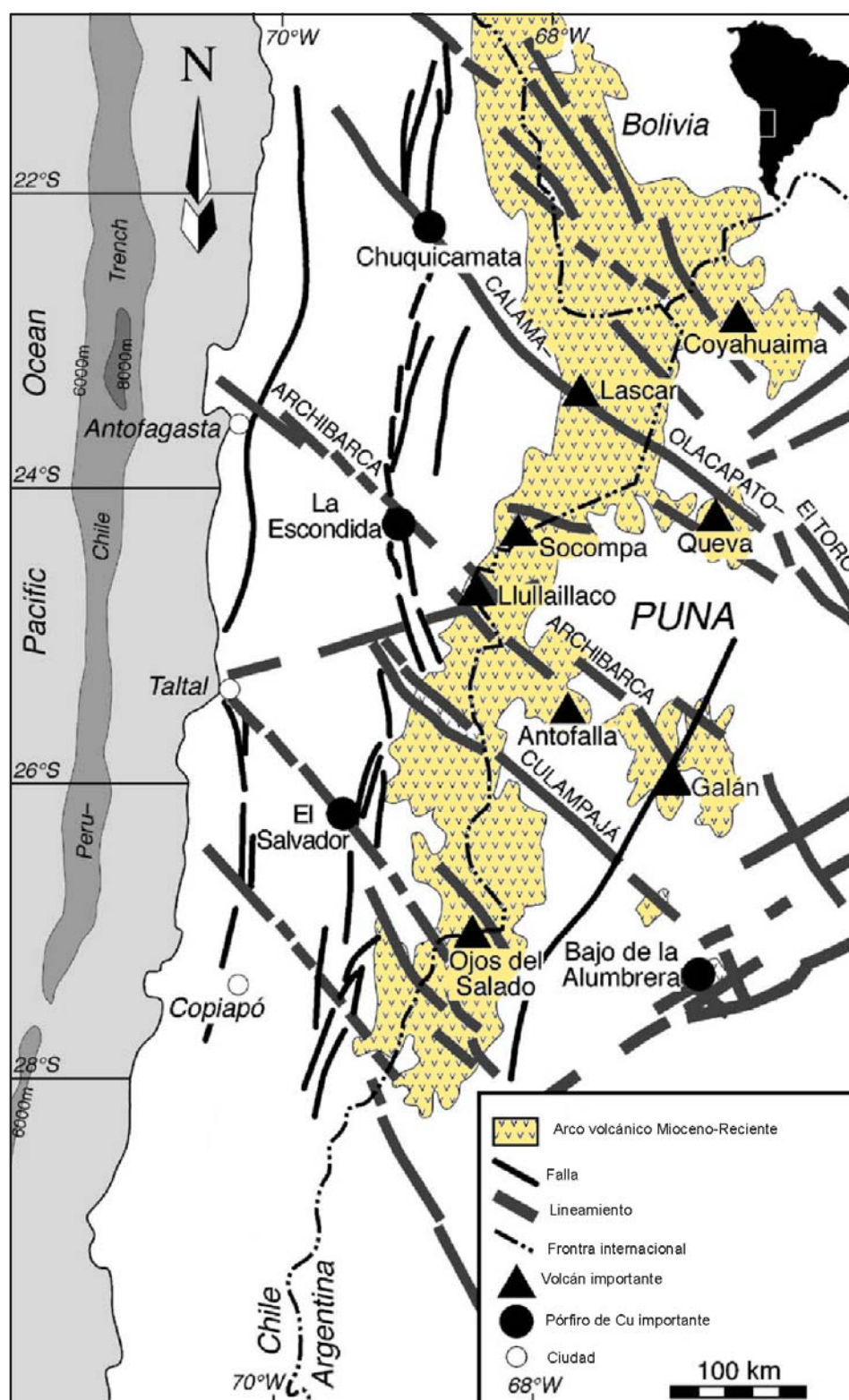


Figura 28. Ubicación del lineamiento Archibarca, relacionado con el depósito Río Grande. Tomado de Chernicoff *et al.* (2002)

Cerro Lindero es un centro independiente y más pequeño, ubicado al NO de Arizaro, a 250 km al oeste de la ciudad de Salta. Forma un halo mineralizado semi-circular de 70 m de ancho por 900 m de largo, dispuesto alrededor de un cerro empinado en donde el núcleo

es un intrusivo. Este cerro está aislado del Complejo Volcánico Arizaro mediante un valle de orientación nordeste. El núcleo intrusivo está compuesto por al menos cuatro cuerpos andesíticos; uno de estos cuerpos fue datado por el método Ar/Ar en $16,75 \pm 0,12$ millones de

años. Estos intrusivos cortan arcosas oligocenas y volcánicas (brechas intrusivas y depósitos mass-flow) del Complejo Volcánico Arizaro. El cerro está cortado por diques de andesitas (Dow y Hitzman, 2002).

La alteración en superficie está representada por un núcleo de alteración cálcica (clorita- calcita); sigue hacia fuera alteración potásica (feldespato potásico-magnetita-biotita), luego alteración hidrolítica (cuarzo-sericita-arcilla-limonitas) y finalmente un halo de alteración propilítica (epidoto-calcita). Una datación de biotita hidrotermal por el método de Ar/Ar dio un resultado de $15,21 \pm 0,11$ millones de años. Entre los minerales de mena, predominan los oxidados de cobre (Dow y Hitzman, 2002).

Los estudios realizados durante la exploración definieron una zona con leyes de 0,66 g/t Au y 0,13% Cu (Dow y Hitzman, 2002).

Las reservas medidas son 28,5 Mt con 0,11% Cu y 0,76 g/t Au; indicadas 100 Mt con 0,10% Cu y 0,47 g/t Au; inferidas 59,7 Mt con 0,09% Cu y 0,37 g/t Au (2013, www.goldrockmines.com), (News releases, julio 2013).

DISTRITOS LAS CAPILLAS-LAS CUEVAS, PANCHO ARIAS, INCAHUASI Y LAS BURRAS

Se localizan hacia el sudoeste y el este del batolito de Santa Rosa de Tastil, provincia de Salta.

En la región afloran sedimentitas leptometamorfizadas de la Formación Puncoviscana de edad neo-proterozoica-eocámbrica. El plutón La Quesera o Santa Rosa de Tastil, datado en 536 ± 7 Ma, por el método U-Pb sobre circón (Bachman *et al.*, 1987), intruye a las leptometamorfitas. Dentro del plutón, en el sector NO, afloran granitos rojos vinculados a la orogenia Famatiniana; hacia el NE se señalan los afloramientos de la monzodiorita Las Burras (Hongn *et al.*, 2002), con brechas intrusivas y facies mineralizadas tardías, con dataciones Ar/Ar

sobre sericitas hipogénicas de $13,1 \pm 0,12$ Ma y $13,4 \pm 0,2$ Ma (Mansfield Minerals Inc., 1999), a la que se vinculan las vetas de cobre del distrito Las Capillas-Las Cuevas y las mineralizaciones diseminadas y zonas de alteración de Pancho Arias, Incahuasi y Las Burras.

DISTRITOS LAS CAPILLAS-LAS CUEVAS

Se ubican hacia el oeste y noroeste de Santa Rosa de Tastil, en las nacientes del río de las Capillas, provincia de Salta.

La zona de Las Capillas incluye las pertenencias María Inés, Elsa, Martha, Estela, María Silvia, Leonor, Mercedes y Quebrada Sunchal. Sólo en las tres primeras se realizaron trabajos de explotación en forma discontinua en la década de los '60, desarrollándose laboreos a cielo abierto y subterráneos de poca consideración. Para beneficiar el mineral extraído se construyó una pequeña planta de tratamiento a la fecha desmantelada y abandonada, en la que se concentraron en forma esporádica algunas decenas de toneladas de mineral de cobre de alta ley (12-16%) (Cussi y Sureda, 1995). Para la mina María Inés, Méndez *et al.* (1997) mencionaron leyes de 4,7% Cu, 0,6 g/t Au y 62 g/t Ag; mientras que para la mina Marta indicaron tenores de 2% Cu y 5 g/t Ag.

Al distrito Las Cuevas lo componen las minas Virgen del Carmen, Francisco Cornejo, Señor del Milagro, Sor Rafaela, San Roque, Isa I y II y Lucrecita (Zappettini, 1999c). La propietaria es Salta Exploraciones SA, subsidiaria de Cascadero Copper Corp.

Los depósitos consisten en vetas de cuarzo de escaso tamaño y posición vertical, alojadas en secciones turbidíticas de la Formación Puncoviscana, discordantes respecto a las superficies de sedimentación y los planos del clivaje metamórfico. La paragénesis mineral muestra mineralización hipogénica fraccionada, virtualmente

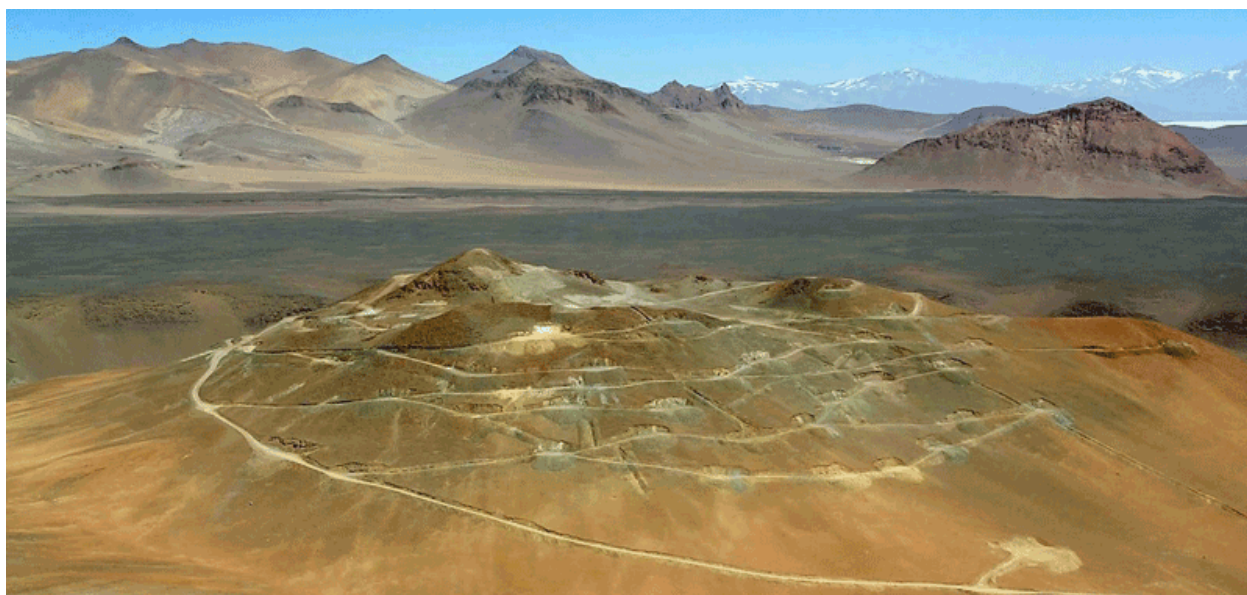


Figura 29. Zona de alteración de Cerro Lindero. Tomado de Mansfield Minerals Inc. (www.mansfieldminerals.com)

monometálica, depositada por un pulso hidrotermal ascendente mayor, como relleno de fracturas, con fuerte compresión sobre el plano de cizalla. La mineralización de sulfuros primarios está compuesta por bornita como mineral dominante, acompañada de calcosina y algo de calcopirita; entre los minerales secundarios supergénicos son comunes digenita y calcosina. Hay reemplazos de covellina y digenita a expensas de bornita. Los minerales secundarios de oxidación están representados por malaquita, azurita, crisocola, hematita y limonitas. Tanto el origen como la edad de las mineralizaciones son dudosos; los rasgos geológicos y las características de una mineralización epigenética tardía indicarían alguna vinculación con el magmatismo calcoalcalino terciario, expuesto hacia el oeste, descartándose que puedan tener alguna relación con los granitos neoproterozoicos del batolito de Tastil (Cussi y Sureda, 1995).

PANCHO ARIAS (VIZCACHERAL)

Se ubica en el ambiente de Cordillera Oriental, en los faldeos sudoccidentales del cerro Chañi, en la margen oeste de la quebrada del río Toro, provincia de Salta.

Fue descubierto en la década del '70 durante los trabajos de exploración del Plan NOA I. La etapa de exploración culminó con la perforación de 1.760 m de sondeos a diamantina, distribuidos en diez pozos. El rastreo geoquímico señaló valores anómalos de hasta 3.300 ppm Cu, 750 ppm Mo y 0,2 g/t Au. Los sondeos indicaron la existencia de una zona de enriquecimiento supergénico reducida y pobre, con valores medios de 1.100 ppm Cu y 200 ppm Mo (Chabert y Centeno, 1975).

Según Martín *et al.* (2008), afloran dos stocks de pórfiro fenodacítico y uno cuarzo-monzonítico que intruyen leptometamorfitas precámbricas de la Formación Puncoviscana y ocupan un área de 2 kilómetros cuadrados. Afloran además diques marginales y brechas hidrotermales. Las características de las brechas varían según el sector en que afloran. Las de la parte central tienen alteración potásica, sugiriendo una relación genética con el sistema hidrotermal porfírico. Las del sector austral presentan alteración cuarzo-sericitica con turmalina, y se las desvincula del sistema del sector central. Las del sector norte son similares a las del sector austral, pero sin turmalina.

Martín *et al.* (2008) sugirieron que el emplazamiento de las rocas ígneas fue favorecido por la actividad de fallas vinculadas al lineamiento Calama-Olapato-El Toro.

La mineralización hipogénica se distribuye en forma zonal, donde el *stockwork* de molibdenita se vincula casi exclusivamente a la zona de alteración potásica, con muy poca expresión fuera de ella. La mineralización principal de piritita coincide aproximadamente con la zona fílica-arcillosa. El comportamiento de la mineralización de cobre no está bien definido, pero se estima que el control estructural de la misma es mayor que para la de molibdeno (Sureda, 2002).

La zona de alteración hidrotermal se distribuye en forma concéntrica, con un núcleo potásico que contiene ortosa, biotita y magnetita, una zona intermedia con alteración fílica-arcillosa y una zona externa propilitizada (Martín *et al.*, 2008). Sillitoe (1977) dio a conocer una datación sobre biotita secundaria de $15,4 \pm 0,3$ millones de años.

INCAHUASI

Se localiza hacia el sur de Pancho Arias.

Mansfield Minerals SA exploró la zona entre 1997 y 1999, realizando mapeos, geofísica de polarización inducida y magnetometría y trincheras de muestreo. En el sector norte, sobre una trinchera de 193 m con dirección SO-NE, los valores geoquímicos indicaron 10 a 40 ppb Au, 206 a 757 ppm Cu, 2 a 44 ppm Mo y 163 a 198 ppm Pb. En el sector sur, la respuesta geoquímica en 860 m de trincheras, señala 2 a 261 ppb Au, 16 a 750 ppm Cu, 1 a 49 ppm Mo y 4 a 92 ppm Pb.

En el área aflora un cuerpo de cuarzo-monzonita. Se diferencian dos zonas de interés, Incahuasi Norte, de 600 ha, hacia el NE del sector, e Incahuasi Sur de 120 ha, separadas por una faja de aproximadamente 3 km donde afloran brechas y vetas de cuarzo, mica blanca y turmalina negra.

En Incahuasi Norte, la cuarzo-monzonita alterada grada hacia el norte a diorita fresca, mientras que hacia el sur se interrumpe en un macizo de vetas de cuarzo y turmalina (Sureda, 2002).

En Incahuasi Sur, la monzonita cuarcífera alterada es intruida por diques, de 1 a 15 m de espesor y longitudes no mayores a 50 m, de brechas hipogénicas que conforman redes en macizos tipo stockworks de cuarzo dominante, turmalina y magnetita. La sericitización es importante en las brechas, hematita, goethita y jarosita rellenando fracturas en la superficie lixiviada.

La mineralización consiste en piritita, calcopirita y calcosina. Este sector es el que presenta mejores expectativas económicas (Sureda, 2002).

La alteración hidrotermal intensa incluye silicificación, sericitización, cloritización y propilitización, cuya distribución está controlada estructuralmente. Existe una alteración de temperatura más alta, vinculada a las vetas de cuarzo, turmalina y magnetita, y otra de menor temperatura representada por las zonas con alteración fílica a propilitica (Sureda, 2002).

LAS BURRAS

La zona de interés, de aproximadamente 250 ha, se ubica entre Pancho Arias e Incahuasi.

El área fue descubierta por la empresa Mansfield Minera SA, presentando expectativas favorables para albergar un sistema porfírico de Cu-Au. La exploración realizada por la empresa incluyó mapeos, prospección geofísica por magnetometría y polarización inducida y el desarrollo de 870 m de trincheras, cuyo muestreo dio

valores de 13 a 223 ppb Au, 31 a 1.918 ppm Cu, 1 a 199 ppm Mo y 3 a 785 ppm Pb (Sureda, 2002).

La propietaria es Salta Exploraciones SA, subsidiaria de Cascadero Copper Corp.

En el área afloran leptometamorfitas de la Formación Puncoviscana, intruidas por rocas graníticas del batolito de Santa Rosa de Tastil que localmente transforman a las sedimentitas en corneanas. Una monzoniorita de edad miocena intruye a la cuarzo-monzonita del batolito, generando zonas de alteración hidrotermal y el emplazamiento de vetas y brechas intrusivas con cuarzo, turmalina y magnetita. El conjunto es controlado por un crucero de fracturas de rumbos E-O y NE-SO. Hacia el sur, apoyadas sobre la cuarzo-monzonita, afloran coladas de andesitas y basaltos posmiocenos (Mansfield Minera SA, 1998; Sureda, 2002).

La mineralización se ubica en las brechas, sistemas de vetas y en las zonas de alteración hipogénica penetrativa apareciendo turquesa, malaquita, azurita, hematita, goethita y limonitas indígenas y transportadas. Hacia el sur el sector lixiviado alcanza un desarrollo importante, lo que hace suponer un enriquecimiento supergénico considerable. Son importantes las zonas de alteración hidrotermal, vinculadas a los sistemas de fracturas, con desarrollo de silicificación, sericitización y propilitización (Mansfield Minera SA, 1998; Sureda, 2002).

FARALLÓN ALTO (ANTOFALLA ESTE)

El volcán Antofalla se encuentra unos 100 km al este del eje principal de la Zona Volcánica Central, y está localizado en la intersección de un lineamiento transversal de rumbo NO (Archibarca) (fig. 28) con fallas de basamento de rumbo NNE, en la provincia de Catamarca. A esta latitud el magmatismo se extiende hacia el SE lo que evidencia un ensanchamiento del arco magmático durante el Mioceno, siguiendo los lineamientos de orientación NO-SE (Allmendinger *et al.*, 1983; Salfiy, 1985; Chernicoff *et al.*, 2002; Richards *et al.*, 2006).

La mineralización se emplaza exclusivamente en las rocas sedimentarias de la Formación Patquía-de la Cuesta, en los flancos sur y este del filo del Volcán. Consiste principalmente en un grupo de vetas, siendo las más importantes Los Jesuitas, Los Españoles, del Cobre y Larga; están localizadas en fallas que en sectores se ramifican conformando estructuras tipo cola de caballo, y en menor proporción en enjambres de vetillas que tienden a ser juegos paralelos de vetillas o vetas laminadas como en La Torre, además de presentarse diseminada en la roca encajonante. De los estudios realizados hasta el presente se define una zonación mineralógica; se reconoce una zona superior con predominio de galena argentífera, sulfosales de Pb, Ag y Zn y sulfuros de metales de base, y otra inferior con predominio de minerales de cobre. En la mina del Cobre predomina el Cu y hay menor proporción de minerales de As y Sb. Los minerales de ganga predominantes son car-

bonatos (calcita, siderita, manganocalcita) y con escasos cuarzo y pirita. Es común encontrar vetas de calcita bandeada conteniendo galena, por ejemplo en Veta Larga. La composición de los carbonatos varía a lo largo de las vetas. En algunas zonas son masas de calcita casi pura y en otras abundan los carbonatos de Mn.

Entre las vetas principales se destaca Los Españoles, de longitud 150 m, potencia variable entre 0,60 y 4 m y rumbo N70° E (65° NO). Los minerales de mena son galena, esfalerita y calcopirita, sulfosales de Pb y Ag (bournonita, boulangerita, argentita) y óxidos de manganeso (pirolusita y psilomelano) en ganga de cuarzo, carbonatos y pirita. Según Korzeniewski *et al.* (2008b), los estudios por microscopía electrónica EDS en granos de fahlore revelaron variaciones composicionales entre los términos tetraedrita-tennantita con un moderado contenido de Ag que aumenta al incrementarse la relación Sb/As.

La alteración hidrotermal muestra la asociación cuarzo-sericita-pirita (Peralta, 1981) según franjas de gran extensión, en las que externamente hay alteración arcillosa intermedia. En las partes superiores de algunos depósitos (Los Españoles) se observa alunita, probablemente de origen supergénico, formada por lixiviación ácida proveniente de la disolución de pirita diseminada de la asociación cuarzo-sericita-pirita original.

Korzeniewski *et al.* (2008b) estudiaron las inclusiones fluidas en las vetas Los Españoles y Los Jesuitas. En esta última, las temperaturas de fusión de hielo varían entre -0,5 y -1,8° C, que corresponden a salinidades entre 0,9 y 3,1% en peso equivalente de NaCl, y densidades de 0,84 a 0,86 g/cm³; para la veta Los Españoles las temperaturas de fusión de hielo varían entre -1,4 y -3,4° C, las salinidades entre 2,4 y 5,6% en peso equivalente de NaCl, y las densidades entre 0,83 y 0,84 gramos por centímetro cúbico. Las temperaturas de homogeneización obtenidas son de 198 a 254° C para Los Jesuitas y 226 a 264° C para Los Españoles. Estos datos son característicos de un ambiente epitermal.

La veta del Cobre tiene 180 m longitud, potencia media de 0,60 m y rumbo N 80° E (45° NE). Los minerales de mena son calcopirita, bornita, galena, argentita y oro nativo en ganga de carbonatos, cuarzo, pirita y marcasita. La oxidación ha dado origen a malaquita, azurita y óxidos de manganeso, con minerales producto de enriquecimiento secundario como calcosina y covellina.

El resto de las vetas tienen longitudes que varían entre pocos metros y 900 m y potencias que oscilan entre 0,03 y 3 m, con rumbos generales E-O.

El cambio hacia arriba en la mineralogía de las vetas podría representar una transición del ambiente porfírico al epitermal. Korzeniewski *et al.* (2008b) postularon que el ambiente de formación corresponde al de los sistemas epitermales originados a profundidades entre 200 y 450 m; aunque existen diferencias entre las vetas Los Españoles y Los Jesuitas, podrían pertenecer a un mismo episodio hidrotermal.

Si bien no se detectó adularia, el tipo de alteración y mineralización presenta características similares al modelo epitermal de baja sulfuración.

3.4.18. FAJA FARALLÓN NEGRO

Se extiende aproximadamente entre los 27 y 28° de latitud sur con rumbo NO-SE, alcanzando una longitud de 150 km y un ancho de 60 kilómetros.

Se desarrolla en el ámbito de Sierras Pampeanas Occidentales y toma su nombre del distrito minero homónimo.

Se relaciona con el arco magmático de edad miocena-pliocena. Las unidades litológicas que alojan a los depósitos son: Complejo Volcánico Farallón Negro (Bajo de La Alumbra), Complejo Intrusivo-subvolcánico Terciario (Agua Rica), Complejo Volcánico (Capillitas) y Complejo Volcánico La Hoyada. Las litologías están representadas por rocas volcánicas e intrusivas que se caracterizan por su composición intermedia (andesítico-dacítica).

En el distrito Farallón Negro, ubicado a los 27° de latitud sur, se destacan algunos rasgos metalogenéticos especiales. A esta latitud, Sasso y Clark (1999) definieron una transecta que refleja un cambio en la geometría de la zona de subducción en el Neógeno y una discontinuidad metalogenética y cambios en la abundancia de metales en sentido norte-sur y en la concentración de los depósitos mayores en sentido este-oeste. Interpretaron que esta transecta es el límite norte de una subprovincia metalogenética en Chile y la Argentina entre los 26 y 30° de latitud sur, en coincidencia con el denominado Segmento de Transición (Ramos 1999a y b) que abarca la transición entre un volcanismo terciario de arco activo en el norte y un cese del arco magmático en el sur. De esta manera quedaría definida una discontinuidad transversal tectono- magmática en el Neógeno y explicaría la localización de este importante cluster de mineralización (Sillitoe, 1974; Sasso y Clark, 1999).

La figura 30 muestra la geología del Complejo Volcánico Farallón Negro (Halter *et al.*, 2005).

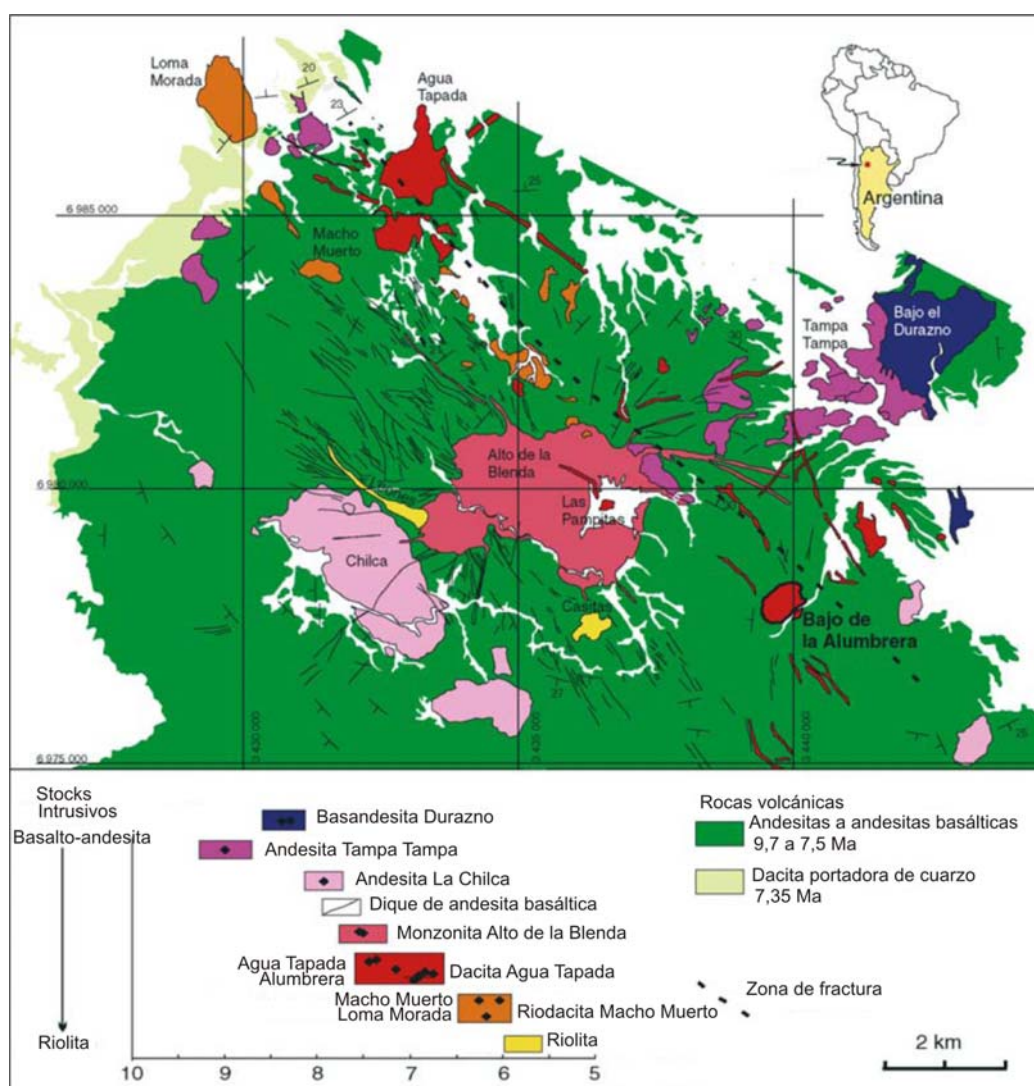


Figura 30. Mapa del sector noroeste del Complejo Volcánico Farallón Negro mostrando el estratovolcán erodado y los cuerpos subvolcánicos. Tomado de Halter *et al.* (2005)

La tipología involucra depósitos tipo pórfiro y epitermales polimetálicos.

La faja Farallón Negro tiene potencialidad alta, en especial con respecto a depósitos de tipo pórfiro, y gran importancia desde el punto de vista metalogenético. En particular sobresalen Bajo de La Alumbrera (distrito Farallón Negro) y Agua Rica. Entre los depósitos polimetálicos complejos se destacan La Hoyada, Cerro Atajo y Capillitas. A la fecha, entre los depósitos mencionados el único en producción es Bajo de La Alumbrera.

Se incluyen además en esta faja las siguientes manifestaciones: los depósitos epitermales polimetálicos complejos La Josefa, Papachacra, Cerro Negro de Rodríguez, La Pachamama; los pórfiros de cobre Bajo Las Pampitas y Bajo El Durazno (distrito Farallón Negro), Bajo Las Juntas, Bajo San Lucas y Vaca Vizcana; el pórfiro de molibdeno Filo Colorado.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

BAJO DE LA ALUMBRERA

Se ubica en el departamento de Belén, a 400 km al NO de San Fernando del Valle de Catamarca y a 120 km al SO de Santa María, en la provincia de Catamarca.

Los primeros trabajos en Bajo de La Alumbrera comenzaron en la década del '40 con mapeos de superficie, a partir de los realizados por Abel Peirano. Se debe a Mezzetti (1963) el reconocimiento del yacimiento como un sistema tipo pórfiro y la primera estimación de recursos. En 1968 se iniciaron las perforaciones, que continuaron durante los '70; Yacimientos Mineros Agua de Dionisio (YMAD) y la Secretaría de Minería de la Nación (Plan NOA Geológico-Minero) prosiguieron con planes de exploración con interrupciones hasta 1982. En 1978, la empresa Kaiser realizó el primer estudio de factibilidad sobre el yacimiento, que fue actualizado por la empresa Seltrust en 1981. En 1986 la empresa IDEMSA realizó perforaciones. Desde este año hasta 1992, no se llevó a cabo ninguna actividad exploratoria. En 1992, la empresa canadiense Musto se adjudicó la licitación internacional para completar el estudio de l yacimiento, con opción a su explotación. Las perforaciones continuaron entre 1992 y 1993. La empresa australiana MIM Holdings Limited adquirió en 1994 el 50% de las acciones de Musto y continuó perforando el área entre 1994 y 1995. En 1995 comenzaron los trabajos preliminares para la construcción del proyecto. En setiembre de 1997 comenzó la puesta en servicio del proyecto con el procesamiento del primer mineral extraído de la mina. La propietaria de la mina es Yacimientos Mineros Agua de Dionisio (YMAD), empresa mixta integrada por la provincia de Catamarca y la Universidad Nacional de Tucumán. La concesión de la explotación pertenece a Minera Alumbrera Ltd., que forma una UTE con YMAD mientras dure la explotación (Angera, 1999).

Son numerosos los autores que realizaron trabajos en Bajo de La Alumbrera: Romani (1969), Mezzetti (1963), Sillitoe (1973b), González (1975), Bassi y Rochefort (1980), Godeas y S. de Svetliza (1980), Guilbert (1995a y b), Müller y Forrestal (1998), Angera (1999), Sasso y Clark (1999), Ulrich *et al.* (2002), Proffett (2003), Halter *et al.* (2005) y Harris *et al.* (2005), entre otros. Por su importancia económica, por constituir uno de los principales pórfiros de Cu-Au en el mundo y por ser el primer yacimiento de este tipo en explotación en la República Argentina ha sido objeto de numerosas investigaciones ya en el transcurso de su minado, lo que ha permitido un conocimiento muy detallado del sistema, cuyas principales características se describen a continuación.

Bajo de La Alumbrera se ubica en el distrito Farallón Negro, junto con un grupo de depósitos del mismo tipo (Bajo El Durazno, Bajo Las Pampitas, Bajo Agua Tapada y Bajo Los Jejenes). El distrito está localizado en el sector donde la zona de Benioff inclina aproximadamente 18° (Proffett, 2003).

Según Sasso y Clark (1999), Bajo de La Alumbrera y los depósitos vecinos se formaron en un lapso de expansión del arco volcánico andino central principal en el Mioceno superior, en el límite sur de la Zona Volcánica Central.

Proffett (2003) señaló que el depósito se centra en un grupo de pequeños stocks y diques porfíricos félsicos, emplazados en rocas andesíticas del Complejo Volcánico Farallón Negro durante siete fases de intrusión (fig.31). Los pórfiros individuales se distinguen principalmente sobre la base de las relaciones de contacto intrusivo, ya que la mayoría de ellos son similares entre sí. La reconstrucción de la estructura volcánica indica que la parte superior del cuerpo mineralizado expuesto se emplazó debajo de alrededor de 2,5 km de andesita y dacita, aunque no estaba directamente debajo del conducto volcánico (Proffett, 2003).

Müller y Forrestal (1998) caracterizaron los pórfiros dacíticos como de composiciones shoshoníticas; además, concluyeron que geoquímicamente los pórfiros están caracterizados por altos valores de elementos tipo LILE (large-ion lithophile elements) (K_2O hasta 7,16%, y Rb, Sr, and Ba hasta 145 ppm, 445 ppm, and 610 ppm, respectivamente), contenidos moderados en tierras raras livianas ($La < 73$ ppm, $Ce < 140$ ppm), y bajas proporciones en elementos tipo HFSE ($TiO_2 < 0,92\%$, $Zr < 142$ ppm, $Hf < 4.6$ ppm), que son típicos de rocas ígneas potásicas relacionadas con subducción de un ambiente de arco continental maduro. Sus altos cocientes Ba/Nb y Rb/Nb de hasta 87 y 31, respectivamente, las distinguen de rocas ígneas derivadas de ambientes de intraplaca. Las relaciones Zr/Hf son consistentes con rocas ígneas potásicas de otros ambientes de arco continental.

Las leyes de cobre y oro más altas se asocian con el pórfiro más temprano (P2) y la andesita adyacente.

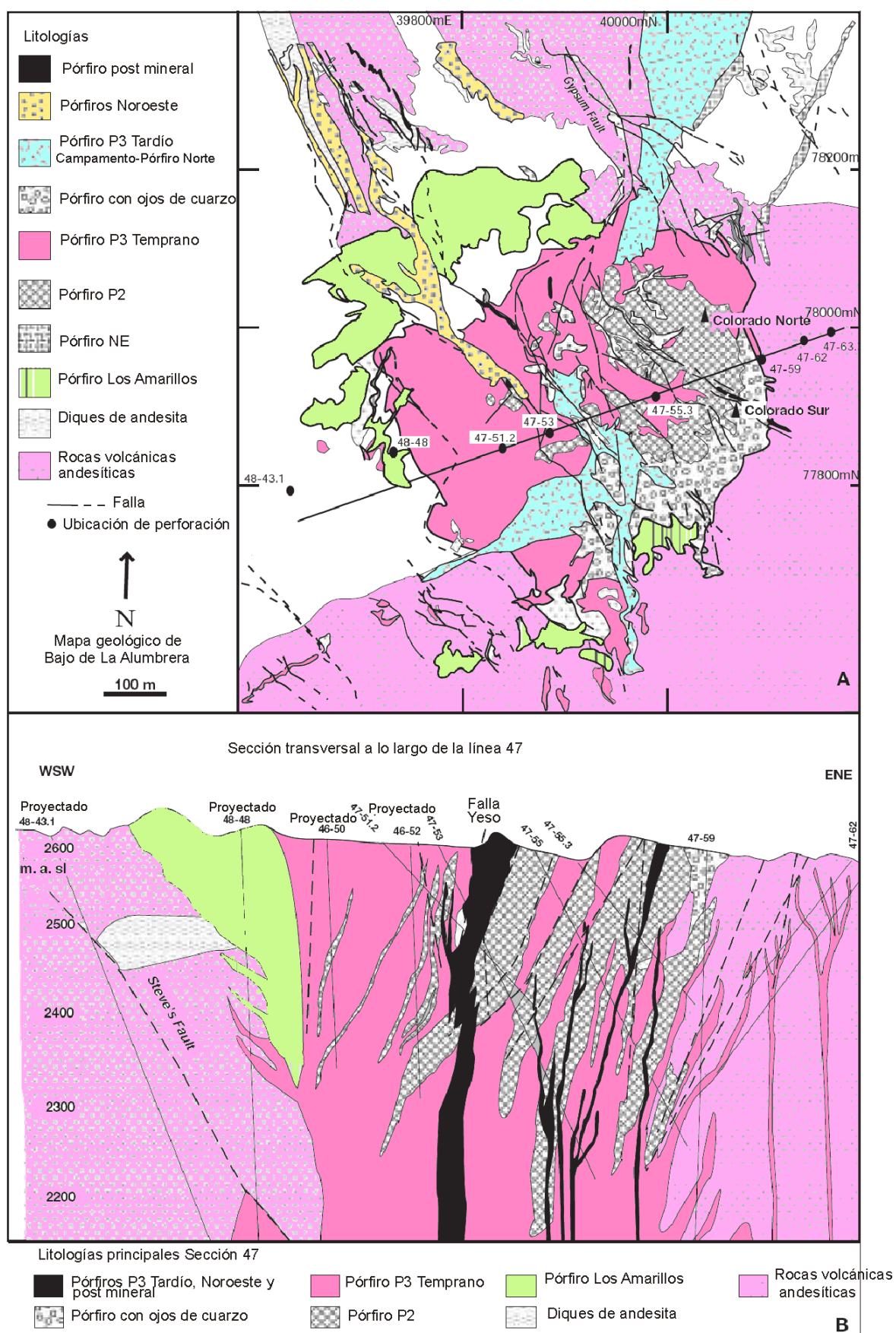


Figura 31. Geología de Bajo de La Alumbreira. A: mapa geológico; B: litologías en la sección 47. Tomado de Proffett (2003)

Esta mineralización está truncada por la segunda fase de intrusiones (P3 Temprano y Pórfiro con ojos de cuarzo). Los pórfiros de la siguiente fase (P3 Tardío) cortan la mineralización asociada con las fases más tempranas. Los Pórfiros Noroeste, todavía más tardíos, truncan la mayoría de las venas de cuarzo con cobre-oro. Los pórfiros postminerales, que son los más jóvenes, cortan toda la mineralización y alteración. El pórfiro Los Amarillos es intermedio en edad entre P2 y P3 Tardío, pero muestra muy escasa relación con la mineralización (Proffett, 2003).

De acuerdo a Proffett (2003), en la parte central y este del depósito, predominan fallas normales de rumbo nornoroeste, fuerte inclinación y bloques oeste hundidos, con desplazamientos verticales del orden de decenas de metros. En el sector sudoeste, aparecen fallas de rumbo noroeste y moderada inclinación al nordeste, bloque este hundido y desplazamientos verticales de hasta 200 metros. Todas estas fallas son postminerales, y desplazan a todos los pórfiros, alteraciones y mineralizaciones de cobre y oro. En algunos casos desplazan alteración destructiva y en otros actuaron como conductos de soluciones con la consecuente alteración. Las cuatro fallas más importantes son: Falla de Yeso, Falla 56-50, Falla Colorado Sur y Falla Steve.

El Bajo de La Alumbraera constituía en su morfología original, anterior a la explotación, un bajo topográfico de forma levemente elipsoidal, cuyo eje mayor tiene rumbo NNE, y con una decoloración llamativa de las rocas a causa de las alteraciones hidrotermales. Por su dureza se destacaba el núcleo cuarzo-magnetita (Angera, 1999).

La mineralización del depósito consiste según Angera (1999) en calcopirita, bornita, magnetita, oro, molibdenita, hematita especular, calcosina, covellina, galena y esfalerita. Es abundante el yeso, y en profundi-

dad se halla anhidrita. Los minerales metálicos se encuentran diseminados y en agregados. Por sectores se insinúan venillas discontinuas.

Con respecto a la alteración hidrotermal, hay zonas de feldespato potásico secundario asociadas con los pórfiros más tempranos que están rodeadas por una zona más grande de biotita secundaria. La mineralización más significativa se ubica en estas zonas potásicas. La zona de biotita está rodeada por una alteración epidoto-clorita que carece de un contenido significativo de sulfuros y está también truncada por los pórfiros postminerales. En la alteración potásica se encuentra anhidrita diseminada y en venillas en la parte más profunda del sistema. Se encuentran agregados y venillas de yeso en todo el depósito, que se interpretan como producto de hidratación de anhidrita. Dentro de la zona potásica existe un núcleo de cuarzo-magnetita. Una alteración destructiva de feldespatos, más joven que los halos de feldespato potásico, biotita y epidoto-clorita, consiste en un halo de sericita-cuarzo-pirita y se ubica externamente a la zona de biotita (Guilbert, 1995a y b; Proffett, 2003).

La figura 32 ilustra la alteración hidrotermal de Bajo de La Alumbraera en el año 1975 (Guilbert 1995a y b).

Para determinar la evolución de la presión, temperatura y concentración de metales en los fluidos, Ulrich *et al.* (2002) realizaron estudios combinados de inclusiones fluidas mediante petrografía, microtermometría y microanálisis individuales mediante ablación con láser Excimer-espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (LA-ICP-MS). Se usaron también análisis complementarios de isótopos de hidrógeno y oxígeno para la mayor comprensión de las fuentes de agua durante la evolución del sistema. Los datos combinados proporcionan conocimientos de los



Figura 32. Vista de Bajo de La Alumbraera en el año 1975. Tomado de Guilbert (1995a, b)

mecanismos de las fuentes de metales y la precipitación de minerales de mena del sistema magmático-hidrotermal de tipo pórfiro. Los autores definieron seis tipos de inclusiones fluidas. Las inclusiones con salmueras de mayor temperatura (hasta 750° C y $P > 1$ kbar) se registran principalmente en las venas estériles de cuarzo-magnetita del núcleo del sistema de alteración. Estas inclusiones polifásicas (halita+ silvita+múltiples cristales hijo opacos y transparentes) se interpretan como el fluido magmático más primitivo registrado en el nivel del depósito. Son de salinidad moderadamente alta (50- 60% en peso NaCl equiv) dominada por NaCl, KCl y FeCl_2 , y contiene en promedio 0,33% Cu y 0,55 ppm Au. Durante el enfriamiento y la descompresión, estos líquidos salinos exsuelven una fase vapor, que está preferentemente enriquecida en Cu en relación con sus componentes salinos principales pero juega probablemente un rol menor en la formación de este depósito particular a causa de la pequeña masa de fracción de vapor inferida.

El enfriamiento y la descompresión a partir de las condiciones más altas de P-T que descienden hasta alrededor de 450° C produjeron la alteración de silicato K±magnetita, pero no la saturación en Au o sulfuros de Cu, tal como se registra en las concentraciones continuamente altas de mena metálica en las inclusiones fluidas. La coprecipitación de Cu y Au como calcopirita y oro nativo ($\pm$ algo de bornita temprana) se formó sobre un rango estrecho de temperatura decreciente de los fluidos. Con el enfriamiento entre ~400 a 305° C, la concentración de Cu en la salmuera cayó en alrededor de un orden de magnitud de menos de ~0,07%, sin un descenso proporcional de los componentes salinos más importantes. La precipitación de minerales de mena extrajo ~85% de Cu y Au del fluido. Está asociada con la alteración potásica, como lo demuestra un decrecimiento concomitante de la relación K/Na de la salmuera magmática y por un incremento en las concentraciones de Ba y Sr (elementos que se liberan probablemente en la destrucción de minerales ígneos portadores de Ca). Los datos químicos de los fluidos muestran que las relaciones de los metales en este depósito fueron controladas por la fuente magmática de las salmueras mineralizadas. La ley final de la mineralización hipogénica del depósito se debe a la eficiencia de enfriamiento de la precipitación de los minerales de mena. En Bajo de La Alumbrera la extracción de metal está controlada por la eficiencia del enfriamiento de un elevado flujo de fluido magmático dentro de un volumen pequeño de rocas. La dilución de fluidos magmáticos residuales sigue después de la etapa principal de la introducción de Cu; está registrada por las inclusiones fluidas acuosas de salinidades decrecientes y temperaturas por debajo de 295° C, y se asocia con la alteración fílica. Las relaciones geométricas, los análisis de fluidos y los datos de isótopos estables indican que la alteración

fílica se produce a partir de la actividad hidrotermal postmineralización que incluye la mezcla reducida entre agua meteórica, salmuera residual y una escasa proporción de vapor magmático (Ulrich *et al.*, 2002).

Harris *et al.* (2005) realizaron estudios de isótopos de ^{18}O y D de la composición de los fluidos responsables de la alteración del depósito. Los valores medidos y calculados de estos isótopos (+8,3 a +10,2 y -33 a -81, respectivamente) confirmaron un origen magmático primario para la fase de alteración potásica más temprana. La alteración potásica de menor temperatura se formó a partir de fluidos magmáticos con valores de D más bajos (hasta de -123). Estas composiciones más bajas son consistentes con la regasificación y exsolución de fluidos magmáticos derivados de un magma infrayacente. La variabilidad en la composición calculada se debe a la separación de fases o a ebullición. El agua magmática estuvo directamente involucrada en la formación de las asociaciones de alteración arcillosa intermedia superpuestas en este depósito. Los valores calculados de ^{18}O y D de los fluidos asociados con esta alteración varían de +4,8 a +8,1 y -31 a -71‰, respectivamente. Las composiciones determinadas para fluidos asociados con alteración fílica (+0,8 a +10,2 y -31 a -119) se traslapan con los valores determinados para la alteración arcillosa intermedia. Harris *et al.* (2005) infirieron que las asociaciones de alteración fílica se desarrollaron en dos etapas. Una de ellas fue de alta temperatura (400-300° C), con agua empobrecida en D ($D = -66$ a -119). Este rango de composiciones pudo ser el resultado de regasificación y/o la inyección de agua magmática nueva en un sistema hidrotermal composicionalmente evolucionado. Las variaciones isotópicas también se pueden explicar por el incremento de la interacción agua-roca. La segunda etapa de la alteración fílica se produjo a temperatura más baja (~200° C) y las variaciones en las composiciones isotópicas modeladas implican la mezcla de aguas magmáticas y meteóricas. La depositación de la mineralización ocurrió tardíamente en la evolución del sistema hidrotermal y estuvo probablemente asociada con el mayor enfriamiento del fluido magmático, causado en parte por la interacción fluido-roca y la separación de fases. El cambio de pH y/o la fugacidad del oxígeno pudieron haber causado una depositación de mineralización adicional. El ingreso de agua meteórica parece ser posterior a toda la mineralización y se produjo cuando la actividad del sistema de Bajo de La Alumbrera comenzó a declinar.

Harris *et al.* (2004) llevaron a cabo estudios geocronológicos en circones y señalaron que los pórfiros dacíticos de Bajo de La Alumbrera tienen edades entre $8,02 \pm 0,14$ y $7,98 \pm 0,14$ millones de años. Esta es la primera vez que se han dado a conocer las edades magmáticas (o de cristalización) de los pórfiros más tempranos porque, a diferencia de las edades $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de fenocris-

tales de biotita u hornblenda, los circones son capaces de retener sus productos radiactivos aún cuando hayan estado sujetos a alteración hidrotermal (Gebauer y Grünenfelder, 1979; Cliff, 1985; en Ulrich *et al.* 2002), con temperaturas de hasta 650° C (Ulrich *et al.*, 2002). Estas rocas también contienen circones con edades de 9,0 a 9,8 y 11,7 a 12,7 millones de años.

Harris *et al.* (2008) señalaron que la aplicación de geocronología mediante los métodos de U/Pb y $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ y termocronología en circón y apatita (U-Th)/He en intrusiones porfíricas en el depósito de pórfiro de cobre-oro Bajo de la Alumbrera, revela una compleja historia de recalentamiento que abarca millones de años. Los datos geocronológicos previos mediante U/Pb, combinados con los nuevos datos $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ aportados por los autores mencionados, muestran que las intrusiones porfíricas múltiples en Bajo de La Alumbrera se emplazaron durante dos episodios, el primero a alrededor de 8,0 Ma (P2 y pórfiros asociados) y el segundo un millón de años después (pórfiros P3 temprano y tardío). Los complejos eventos de alteración superpuestos oscurecieron la primitiva historia hidrotermal del depósito. En contraste, los datos de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ revelan la estrecha relación temporal de las asociaciones de alteración potásica portadoras de mineralización ($7,12 \pm 0,13$ Ma biotita) con el emplazamiento de las intrusiones P3. Consistentes con las bajas temperaturas finales, se determinaron edades más jóvenes para el feldespato alcalino hidrotermal asociado ($6,82 \pm 0,05$ Ma y $6,64 \pm 0,09$ Ma). Los datos de temperatura de Ar también registran una historia de enfriamiento no esperada (por debajo de 200° C), que se extendió hasta los 5,9 millones de años. Los datos de los autores mencionados sugieren que el sistema de Bajo de La Alumbrera sufrió un enfriamiento prolongado, después del colapso del sistema hidrotermal principal, o de que ocurrieran uno o más eventos de recalentamiento de baja temperatura (~100-200° C) luego del emplazamiento de las intrusiones porfíricas. Estos datos han sido confirmados en parte por los nuevos datos de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ aportados por los autores y edades (U-Th)/He. Las edades (U-Th)/He de granos únicos (n=5) de fenocristales de circón de las fases intrusivas P2 y P3 acotan estos eventos térmicos entre 6,9 (la cristalización más joven de la intrusión) y 5,1 millones de años. El modelado de los datos de feldespato alcalino (de los cristales ígneos e hidrotermales) es consistente con el enfriamiento del depósito rápidamente desde temperaturas magmáticas hasta por debajo de alrededor de 300° C, con una historia más extendida hasta debajo de 150° C. Los autores mencionados concluyeron que la anomalía térmica de baja temperatura de la etapa tardía (150 a 200° C) localizada en Bajo de La Alumbrea resultó de la radiación de calor y/o fluidos aportados por los cuerpos magmáticos profundos, emplazados debajo del depósito. El flujo de magma

profundo puede haber causado el desarrollo de asociaciones de alteración hidrotermal tardía de baja temperatura en Bajo de La Alumbrera, al mismo tiempo que se formó la mineralización en Agua Rica que dista 25 kilómetros. Todos los datos cronológicos disponibles para Bajo de La Alumbrera sugieren que el sistema hidrotermal estuvo activo episódicamente durante por lo menos un período de entre 3 y 4 Ma (Harris *et al.*, 2008).

Según Angera (1999), los recursos cubricados ascendían a 767 Mt, con leyes de 0,51% Cu y 0,64 g/t Au. Por su escala de explotación esta mina se ubicó entre las nueve más grandes del mundo y una de las mayores productoras de Au en Sudamérica.

El modelo es el de un típico pórfiro de Cu-Au.

AGUA RICA

Se ubica a 25 km al norte de Andalgalá, en el extremo SO de la sierra de Aconquija, provincia de Catamarca.

La primera mención de la mina fue realizada por Stappenbeck (1918), quien describió en superficie una zona oval con mineralización de Cu designada Montenegro y que luego clasificó como depósito de tipo pórfiro de Cu. Luego Angelelli (1941, 1950) mencionó la presencia de un chiflón principal y varias galerías. González Bonorino (1950) denominó Cerro Negro al depósito, describiendo un cuerpo hidrotermal de cuarzo y moscovita en el basamento y la mineralización cuprífera. González Amorín (1961) destacó la presencia de cuerpos subvolcánicos a los que les asignó una edad miocena-pliocena; además halló una brecha con clastos de esquistos. Sister y Lobo (1966) llevaron a cabo un relevamiento geológico- económico. Ávila (1967) estudió algunos de los pórfiros y su relación con la mineralización. Mezzetti (1968a) hizo una prospección geoquímica. El yacimiento fue estudiado por Cities Service en la década del '70 (Koukharsky y Mirré, 1976). Navarro (1985, 1986) reevaluó el depósito y le asignó el nombre «Mi Vida». Cohen (1995) realizó un exhaustivo estudio de las rocas magmáticas terciarias del distrito. A principios de la década del '90 BHP evaluó el depósito (Roco y Koukharsky, 1999).

En setiembre de 2011, Xstrata Copper, Goldcorp y Yamana Gold, que constituyen el joint venture Minera Alumbrera para operar la minera homónima, acordaron que esta tuviera la opción exclusiva de adquirir a Yamana el 100% de la etapa de factibilidad del proyecto de cobre-oro Agua Rica (www.miningpress.com).

La geología del depósito corresponde al basamento que aflora en el área de Agua Rica y que fuera dividido en tres unidades por Koukharsky y Mirré (1976) (fig. 33). Se encuentran dos unidades metamórficas, pertenecientes al Complejo Sierra de Aconquija; estas unidades fueron descritas como Esquistos Cerro Negro y Migmatitas Yuto Yaco (Proterozoico-Cámbrico inferior). La unidad restante es el Granito Pabellón, que forma

parte del Granito Capillitas (Ordovícico). Aflora también un complejo intrusivo-subvolcánico del Terciario, que fue subdividido en las unidades Monzodiorita Melcho, Pórfiros Fenoandesíticos y Fenodacíticos, Bre-

cha Ígnea Fenoandesítica, Pórfiros Riolíticos y Brecha Carudo. Pertenecen al Cuaternario el Conglomerado Mi Vida, la cobertura detrítica y algunos depósitos de remoción en masa.

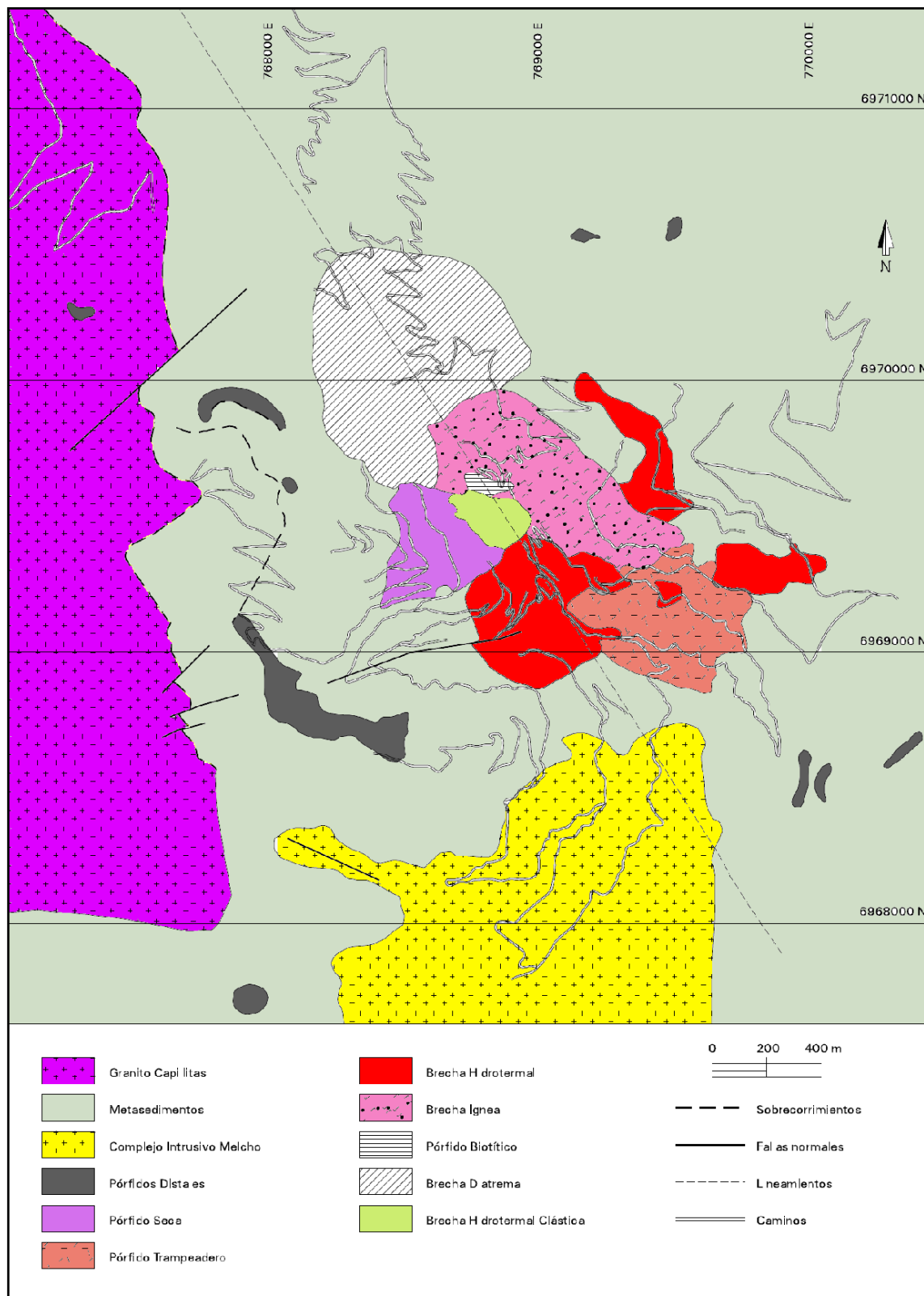


Figura 33. Mapa de la geología regional de Agua Rica. Tomado de Roco y Koukharsky (1999)

Localmente, en Agua Rica existe una serie de lineamientos de rumbo noroeste y nordeste, de los que se destaca aquel en el que se emplaza la quebrada Minas. Esta estructura tiene un rumbo N 30-40° O; otros lineamientos menores presentan rumbo N 30° E. Se han reconocido sobrecorrimientos de bajo ángulo (25-60°), que dislocan y repiten el sistema mineralizado hipogénico, la capa lixiviada y el manto de enriquecimiento secundario (Perelló *et al.*, 1998).

En la mineralización del depósito, existen dos asociaciones paragenéticas diferentes, de las cuales la primera es la típica de los pórfiros cupríferos, caracterizada por pirita-calcopirita-bornita-molibdenita-magnetita; en algunos sectores se encuentra asociada a venillas de cuarzo irregulares con tenores de cobre normalmente inferiores a 0,1%. La segunda asociación, superpuesta a la anterior, es de tipo epitermal de alta sulfuración con una fuerte alteración hidrotermal del tipo arcillosa avanzada asociada y contiene la asociación pirita-covellina-bornita-enargita-molibdenita-galena-esfalerita-marcasita-rodocrosita-azufre nativo. La ley de cobre de esta asociación mineralógica tiene un valor promedio del 1%. La mineralización se encuentra diseminada, en venillas con cuarzo, tapizando cavidades, cementando brechas (Koukharsky y Mirré, 1976; Roco y Koukharsky, 1999).

Los fenómenos de lixiviación y enriquecimiento supergénico fueron importantes en la génesis del pórfiro; el enriquecimiento supergénico transformó calcopirita y covellina hipogénicas en calcosina y covellina secundarias. Un levantamiento rápido y el consecuente ambiente erosivo fueron responsables de esta secuencia telescópica, relacionada con el magmatismo del Terciario superior (Roco y Koukharsky, 1999).

Importantes episodios de alteración hidrotermal relacionados con la actividad ígnea del Terciario afectan sectores de las rocas metamórficas y del complejo intrusivo-subvolcánico. Entre las alteraciones hidrotermales, se reconocieron la potásica, propilítica, filica, arcillosa, arcillosa avanzada y silíceas. Dentro de la alteración arcillosa avanzada, Koukharsky y Morello (1994, 1995, 1998) hallaron alunita, pirofilita, diásporo, topacio y zunyita. Franchini *et al.* (2008) estudiaron la alteración hidrotermal de una sección que corta los cuerpos mineralizados más importantes; señalaron que, debido al rápido levantamiento que se

produjo a nivel regional, los fluidos ácidos del evento de alta sulfuración que tuvo lugar a menor profundidad afectaron la alteración filica. Según estos autores, el estudio petrográfico de los pebble dikes del depósito reveló que se asemejan a las tufisitas que se producen en las cercanías de las diatremas.

Las rocas del Complejo Intrusivo Melcho fueron datadas por McBride (1972, en Stipanovich y Linares 1975) por el método K/Ar en biotita en $6,97 \pm 0,4$ millones de años. Sasso (1997) obtuvo una edad de $8,56 \pm 0,48$ Ma mediante el método Ar/Ar en hornblenda, y Sasso y Clark (1998) consideraron que esta edad es la de emplazamiento del cuerpo. Otros valores obtenidos por Sasso (1997) corresponden a biotita secundaria en el cuerpo de $7,03 \pm 0,10$ Ma y en la brecha de la Monzodiorita Melcho de $6,29 \pm 0,06$ millones de años.

El recurso geológico estimado a 1999 llegaba a 802 Mt con leyes de 0,61% Cu, 0,24 g/t Au, 3,17 g/t Ag y 0,035% Mo, con una ley de corte de 0,4% Cu (Roco y Koukharsky, 1999). Posteriormente Yamana Gold informó valores de reservas probadas y probables, que se presentan en el cuadro 5.

A estos valores se suman reservas medidas 27,08 Mt con 0,14 g/t Au, 2,35 g/t Ag, 0,45% Cu y 0,049% Mo; reservas indicadas 173,42 Mt con 0,14 g/t Au, 2,89 g/t Ag, 0,38% Cu y 0,037% Mo; reservas inferidas 642,11 Mt con 0,12 g/t Au, 2,33 g/t Ag, 0,34% Cu y 0,034% Mo (www.yamana.com, 2012).

LA HOYADA

Se localiza en el sector sur de la cordillera de San Buenaventura, departamento Tinogasta, provincia de Catamarca.

El distrito ha sido investigado mediante numerosos estudios que abarcaron mapeos geológicos de semidetalle, muestreos petrográficos, calcográficos y geoquímicos, geofísica y topografía. Existen trincheras y calicatas, así como laboreos subterráneos, la mayoría de ellos con una antigüedad mayor a los 60 años.

La geología del depósito fue estudiada por Cravero (1977, 1979), Ricci *et al.* (1981), Ricci (1985), Proserpio *et al.* (1992), Ricci *et al.* (1999) y Martínez *et al.* (2005), entre otros. La mineralización se emplaza en una secuencia volcánica-volcanoclástica, que Seggiaro *et al.* (2006) denominaron formalmente Complejo Volcánico La Hoyada. Está integrado por brechas, brechas volca-

Reservas probadas	384,871 Mt	Reservas probables	524,055 Mt	Probadas + probables	908,926 Mt
Oro	0,25 g/t	Oro	0,21 g/t	Oro	0,22 g/t
Plata	3,73 g/t	Plata	3,33 g/t	Plata	3,50 g/t
Cobre	0,56%	Cobre	0,43%	Cobre	0,49%
Molibdeno	0,03%	Molibdeno	0,03%	Molibdeno	0,03%

Cuadro 5. Reservas probadas y probables de Agua Rica. Tomado de Yamana Gold (www.yamana.com)

niclásticas o tobas brechosas, ignimbritas, coladas, filones capa, domos, stocks y diques de composición andesítica, fenoandesítica, dacítica y traquiandesítica

Los diques que atraviesan discordantemente la secuencia volcánica-volcanoclástica constituyen un elemento geológico importante. Se asocian espacialmente tanto con las mineralizaciones del distrito como con la alteración hidrotermal. Aparecen como cuerpos paralelos entre sí con rumbos preferenciales E-O, ONO-ESE y NE-SO, con inclinaciones verticales a subverticales, constituyendo resaltos notorios del relieve. En sectores, llegan a conformar verdaderos enjambres. Son de composición andesítica, fenoandesítica, dacítica y traquiandesítica, con predominio de la primera.

La mineralización es vetiforme y diseminada. Consiste en galena, esfalerita, cuprita, piritita, calcopirita, argentita, sulfosales de plata, electrum, magnetita, bornita, piritita, calcosina, covellina, digenita, cerusita, malaquita, azurita, limonitas, calcita y cuarzo. Los sectores de interés son La Rosario y Descubridora.

El diseño de la alteración hidrotermal es lineal y se vincula a los diques andesíticos y/o dacíticos y a las estructuras que controlan las mineralizaciones de los sectores Descubridora y Rosario. Las zonas se distribuyen en franjas afectando a distintas unidades del Complejo Volcánico La Hoyada que las hospedan; la distribución horizontal y vertical tiene controles estructurales y litológicos.

Las alteraciones hidrotermales reconocidas son arcilloso-sericítica, silícea y propilítica. En la primera, se hallan fajas con núcleos silíceos, estos últimos bajo la forma de crestas silicificadas distribuidos paralelamente a los diques o asociados a fracturamiento en zonas mayores de fallamiento. La alteración silícea se localiza a lo largo de las fracturas que contienen a los cuerpos mineralizados, ocupando la parte central y/o lateral de las fajas. La alteración propilítica, de escasa intensidad, rodea a las anteriores o bien conforma halos extendiéndose a casi todas las unidades del Complejo Volcánico La Hoyada. En una de las perforaciones se hallaron venillas de cuarzo con adularia.

Proserpio *et al.* (1992) señalaron que las brechas basales del Complejo Volcánico La Hoyada se apoyan en aparente concordancia sobre la Formación La Quirquincha del Mioceno inferior y que ambas unidades serían consecutivas y penecontemporáneas. Seggiaro *et al.* (2006) correlacionaron las secuencias volcano-sedimentarias y volcánicas del miembro Superior de la Formación Vizcachera, cuyas edades según Kraemer *et al.* (1999) varían entre 18 y 22 Ma, con las unidades volcánicas del Complejo Volcánico La Hoyada. Si se tienen en cuenta las relaciones estratigráficas y su correlación con unidades equivalentes con las dataciones indicadas, con las que se vinculan episodios de hidrotermalismo y mineralización, puede asignarse las rocas del Complejo al lapso Mioceno inferior-Mio-

ceno medio, generado durante la expansión del arco hacia el antepaís. Con posterioridad, a comienzos del Mioceno medio ($9,8 \pm 0,6$ Ma) y cuando el Complejo estaba parcialmente desmembrado, se intruyó el *stock* de composición traquiandesítica que corta a las secuencias anteriores (Martínez *et al.*, 2005).

En el sector Descubridora, el más estudiado del distrito, se establecieron reservas inferidas por 675.000 t, con leyes estimativas de 0,1 a 3,9% Cu, 0,3 a 13,2% Pb, 0,1 a 0,92% Zn y 20 a 290 g/t Ag; en los sectores Cabeceiras y Alumbreira, los valores de superficie fueron entre 0,3 y 0,6 g/t Au y 5 a 140 g/t Ag (Ricci *et al.*, 1999).

De acuerdo a las características mencionadas por Hedenquist *et al.* (2000), Camprubí *et al.* (2003) y Sillitoe y Hedenquist (2003), Martínez *et al.* (2005) propusieron un modelo de depósito epitermal de sulfuración intermedia (polimetálico complejo) para el distrito La Hoyada.

CERRO ATAJO

Se ubica a 60 km al NNO de Andalgalá, provincia de Catamarca, en un área en la que se encuentran el distrito Farallón Negro, Capillitas y Agua Rica.

Los estudios sobre este distrito corresponden a Peralta (1981, 1999), JICA-MMAJ (1981) y Cardero Resource Corp. (www.cardero.com 2005). Los cortavetas Carmen Sur y María Eugenia datan de finales del siglo XIX, realizados por empresarios argentinos; también se ejecutaron explotaciones subterráneas, tales como realce sobre saca o circado, de acuerdo al espesor de las vetas, además de numerosos destapes y chiflones en clavos pequeños explotados en forma irregular. Entre 1945 y 1946 la Dirección General de Fabricaciones Militares relevó parte del sector y excavó el cortavetas Triunfo. La Dirección Nacional de Minería y Geología y la Dirección Provincial de Minas realizaron el cortavetas Carmen Norte y prolongaron el Carmen Sur, atravesando la veta aurífera de ese nombre y guías menos importantes. La Secretaría de Minería de la Nación realizó mapeos y muestreos geoquímicos entre 1969 y 1973, momento en que se hizo un mapa a escala 1:10.000 y muestreo geoquímico de roca además de estudios de polarización inducida y Turam. Luego se perforaron 18 sondeos para ubicar mineralización diseminada de Cu pero en María Eugenia se hicieron 4 perforaciones con el objetivo de localizar vetas. Se detectaron sectores con piritita y baja ley de cobre (~80 Mt con 0,2% Cu aproximadamente). Se ubico además un *stockwork* con anomalías de Au al NE del cerro Atajo entre María Eugenia y Carmen, cuya ley promedio era de 0,4 g/t Au en muestras de superficie. Entre 1978 y 1981, la Dirección Nacional de Geología y Minería junto con JICA llevó a cabo perforaciones en el sector SO de Cerro Atajo para explorar por cobre. En 1981, se perforaron 9 sondeos, la mayoría de ellos de poca profundidad, intersectándose una ley baja de Cu (alrededor de 0,2%

Cu) en el sector de Las Juntas. En 1985, SOMICA DEM adquirió los derechos de exploración y realizó un mapeo geológico de toda la propiedad. En 1990, el Gobierno provincial adjudicó el área por licitación a Minera Andina, y ésta a su vez formó un joint venture con Placer Dome MC, habiendo realizado en 1995 20 sondeos en el *stockwork* de Au sin que los resultados fueran divulgados (Peralta, 1999). Entre 1992 y 1993, Recursos Americanos Argentinos SA exploró Cerro Atajo por metales preciosos, llevando a cabo mapas geológicos, construyendo caminos de acceso, muestreo de roca y 35 perforaciones. Placer Dome Exploration completó entre 1994 y 1995 estudios de geoquímica de suelos, muestreo de roca, mapeo geológico y de alteración, compilación y digitalización de datos geológicas y geoquímicos, como también 10 perforaciones; se concluyó que la mineralización representa la porción superior de un sistema tipo pórfiro. Con excepción del muestreo de exploración de Northern Orion (BHP Billiton Joint Venture) en Cerro Atajo, la actividad exploratoria entre 1996 y 2005 fue prácticamente inexistente. Sobre la base de muestreo de un área que cubría 15 km², a fines de la década del '90 Northern Orion informó que la alteración y la zonalidad geoquímica en Cerro Atajo sugieren la presencia de un gran *stock* de pórfiro en profundidad, y posiblemente mineralización de tipo pórfiro (Cardero Resources, www.cardero.com 2005).

En la geología del distrito se distingue un basamento granítico, de edad silúrica y composición adamellítica, que forma parte del batolito de Aconquija. Le siguen areniscas, limolitas y conglomerados de edad terciaria (ex Calchaquense), y volcanitas del Complejo Volcánico Farallón Negro (Mio-plioceno), que están compuestas por tobas y brechas de composición andesítica y dacítica, y basaltos. Finalmente se intruyeron diques, dos de los cuales se expanden en forma ascendente formando cuerpos lacolíticos (Peralta 1999).

El área está limitada por dos fallas. La más importante, ubicada al sur del área, es la falla Lavadero de rumbo NE-SO. Existen numerosas fallas perpendiculares a la falla Lavadero, que se comportaron como canales para la circulación de fluidos hidrotermales; la mineralización se alojó en estas fracturas. La otra falla importante, localizada al norte del área, es la denominada falla Atajo, cuyo rumbo es E-O (Peralta, 1999).

La mineralización se presenta en vetas. La mineralogía es aurífera y polimetálica. La asociación aurífera contiene pirita aurífera, oro, wolframita y cuarzo, con tenores de 20 g/t Au, y valores excepcionales de hasta 250 g por tonelada. La otra asociación está representada por calcopirita, bornita, esfalerita, galena, calcosina, rara estannita, cuarzo, calcita y rodocrosita. Como mineral secundario se encuentra calcosina. Las zonas más ricas tienen ganga silíceas; también hay carbonatos (rodocrosita, manganocalcita y calcita) y baritina (Peralta, 1999).

La alteración hidrotermal se presenta en fajas que tienen control estructural. Todos los sectores alterados muestran un esquema general dado por un núcleo silíceo con baritina y alunita, rodeado por alteración arcillosa. En la figura 34 se observan algunas de las características de la alteración en el sector San Antonio y en la veta María Eugenia.

Según Cardero Resource Corp., el mapeo geológico permitió identificar sectores extensos de alteración arcillosa intermedia, áreas extendidas de decoloración hidrotermal, reemplazos de cuarzo-alunita (alteración arcillosa avanzada) controlados por estructuras y asociados a las vetas inmediatamente adyacentes al prospecto, zonas con fracturas rellenas de limonitas según pirita, un amplio *stockwork* distal de óxidos de manganeso y alteración propilítica (epidoto) en parches. También se halló un desarrollo incipiente de venillas en las zonas más intensamente alteradas y varias zonas de brecha magmático-hidrotermales. En el cerro Atajo, la alteración arcillosa avanzada se interpretó como superpuesta a un enjambre de diques de pórfiro cuarzo-



Figura 34. Cerro Atajo. Foto superior: Alteración arcillosa penetrativa con escasas zonas de reemplazo de cuarzo-alunita. Sector San Antonio. Foto inferior: Mineralización polimetálica de sulfuros en la veta María Eugenia dentro de la zona del núcleo cuarzo-alunita de la zona de alteración más amplia. Tomado de Cardero Resources (www.cardero.com)

feldespático alterado. Dentro de la porción central, se presenta mineralización de óxidos de Cu asociada con extensas fracturas rellenas con limonitas, que podría ser la expresión superficial de un sistema de tipo pórfiro de cobre.

Se efectuó una datación sobre biotita magmática inalterada del intrusivo del cerro Atajo (JICA-MMAJ, 1978), obteniéndose una edad de $5,4 \pm 0,1$ millones de años.

Las tareas realizadas por la Secretaría de Minería de la Nación entre 1973 y 1976, y posteriormente por JICA-MMAJ (1981) permitieron delinear reservas inferidas por 800.000 t con una ley media de 1,6% Cu, y 100.000 t con 4% Cu, y además con 1 g/t Au y 50 g/t Ag. En el sector Carmen se estimaron 65.000 t con 35 g/t Au (Peralta, 1999).

En 1995, en una perforación en este sistema de vetas la empresa Placer Dome intersectó valores de hasta 7,44 g/t Au y 2,91% Cu dentro de stockworks ricos en oro.

El modelo corresponde a un depósito epitermal polimetálico complejo.

Enns y Findlay (2005) interpretaron al depósito como un centro intrusivo con alteración hidrotermal en un nivel alto de erosión, con potencial para mineralización subyacente de tipo pórfiro de cobre si hubiese ocurrido un telescoping del sistema hidrotermal.

CAPILLITAS

Se localiza en el extremo N de la sierra de Capillitas, departamento Andalgalá, provincia de Catamarca.

La actividad del depósito se restringe a la explotación de rodocrosita desde hace más de 60 años. Angelelli y Rayces (1946) destacaron la exploración llevada a cabo por la Dirección General de Fabricaciones Militares, dirigida hacia el muestreo de las vetas más importantes y análisis de elementos tales como cobre, oro y plata, etapa en la que se limpiaron galerías, piques y chimeneas, se abrieron nuevos frentes, se hicieron cinco sondeos exploratorios y se calcularon reservas. Varese y Navarro (1949) indicaron los trabajos realizados entre 1948 y 1949, consistentes en la apertura de galerías, chimeneas y piques nuevos, otras dos perforaciones nuevas, muestreo de labores antiguas y recientes y cuantificación de reservas. JICA-MMAJ (1978-1981) efectuó tareas de mapeo, estudio de socavones antiguos, polarización inducida y electromagnetismo y geoquímicos por diversos elementos, y nuevas perforaciones que alcanzaron 1.700 m lineales.

Otros trabajos fueron realizados por Márquez-Zavalía (1988, 1999) y Márquez-Zavalía y Craig (1996).

Capillitas pertenece a SOMICA DEM, empresa minera de la provincia de Catamarca.

Las rocas del basamento pertenecen al Granito Capillitas, de edad paleozoica, que forma un extenso cuerpo plutónico de dimensiones batolíticas. Los afloramientos

de la Formación El Morterito al sur de Capillitas se apoyan discordantemente sobre el granito Capillitas; están integrados por conglomerados, areniscas y arcilitas continentales a las que se les ha asignado una edad miocena (Turner, 1962; Aceñolaza *et al.*, 1982).

Por encima de la Formación El Morterito, al oeste del Aconquija, se encuentra un conjunto de rocas volcánicas que fueron agrupadas por González Bonorino (1950) bajo el nombre de Complejo Volcánico. Estas rocas están emplazadas en el Granito Capillitas, constituyendo una diatrema elipsoidal con orientación nordeste-sudoeste, de 1.500 m de largo y forma de cono invertido. El volcanismo, de naturaleza shoshonítica, se desarrolla en la parte interna del arco volcánico mioceno-reciente de los Andes Centrales, sobre la denominada Cadena Volcánica Transversal Farallón Negro-Carachipampa (Viramonte *et al.*, 1984), que incluye también otros depósitos como Farallón Negro, Bajo de la Alumbrera, Cerro Atajo, Mi Vida y Filo Colorado. En el sector de Mina Capillitas, las rocas pertenecientes a este complejo constituyen un cuerpo principal de sección oval, remanente de un centro efusivo decapitado por la erosión, consistente en una chimenea volcánica que perfora el sustrato granítico y en la que se encuentran con diversa participación: riolitas, riolitas brechosas, brechas riolíticas y graníticas, dacitas, diques ácidos de composición riolítica y traquítica y diques básicos de composición basáltica (Márquez-Zavalía, 1988). La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA-MMAJ, 1978 a 1981) consignó dos dataciones K/Ar realizadas sobre la dacita Pan de Azúcar y la riolita que dieron $5 \pm 0,5$ millones de años. Los depósitos del Cuaternario tienen poca participación; están representados por depósitos aterrazados de pie de monte, integrados por conglomerados con intercalaciones de capas arenosas friables y suprayacen en discordancia a las unidades descriptas anteriormente. Los depósitos aluviales están situados en los cauces actuales y en ellos predominan los bloques y rodados de granitos que pasan gradualmente a la fracción arenosa gruesa en los tramos medios.

La fábrica estructural del depósito es paralela a los lineamientos estructurales regionales. Según Angelelli y Rayces (1946), las fracturas dentro del granito, las que a su vez coinciden también con las estructuras regionales nordeste-sudoeste y noroeste-sudeste, controlaron el emplazamiento de los diques y de las vetas mineralizadas.

Las numerosas vetas que integran este depósito tienen dos orientaciones preferenciales: ENE-OSO y ONO-ESE, y se encuentran encajadas en las rocas del Complejo Volcánico o en granito. Están formadas por cuerpos lenticulares a tabulares, rectilíneos o curvos y sinuosos de 50 a 70 cm de potencia, y con frecuencia están conectados entre sí por delgadas guías piritosas (fig. 35).

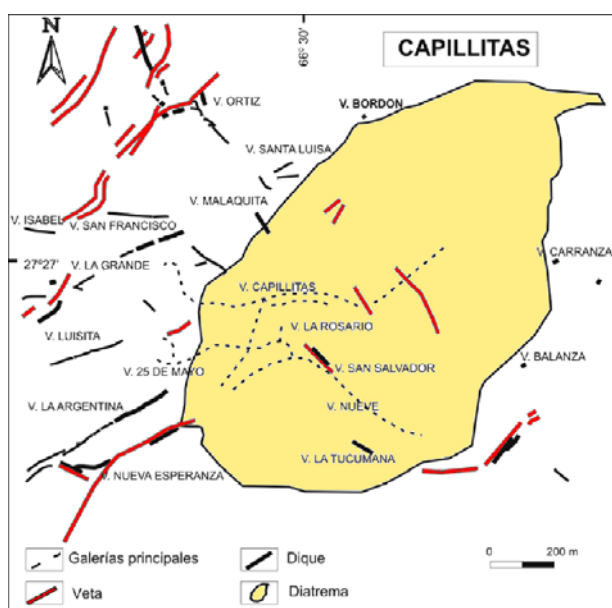


Figura 35. Distribución de las vetas y ubicación de la diatrema en la mina Capillitas. Tomado de Márquez-Zavalía (2006)

La mineralización, fundamentalmente de Cu, Pb, Zn, con As, Sb, Au y Ag como elementos accesorios y W, Sn, Bi y Ge como elementos traza, en ganga de rodocrosita, cuarzo y alunita, fue polipulsatoria y siguió el rumbo general de las principales fracturas de la región. La zona de oxidación del depósito tiene reducido desarrollo (< 50 m) y la zona de enriquecimiento alcanza unos 150 metros.

El estudio mineralógico de detalle realizado en este depósito (Márquez-Zavalía 1988) evidenció la presencia de más de 100 minerales entre especies primarias y secundarias. Los minerales primarios más representados son: pirita, esfalerita, galena, calcopirita, marcasita, pirrotina, tennantita, enargita, bornita, estannita y oro. Entre los minerales secundarios predominan calcosina, covellina, digenita, limonitas, criptomelano, pirolusita y romanachita. Los minerales de ganga son fundamentalmente: cuarzo, alunita y rodocrosita.

Las presentaciones texturales son muy variadas y en su mayoría sumamente atractivas (Márquez-Zavalía, 1995). Se las reunió en cuatro grupos dentro de los cuales merecen especial mención: 1) texturas primarias: bandeada, de caries, en cocardas, coloiforme, en peine, cristalográfica, granular y esferulítica; 2) texturas secundarias: en celdillas, brechada, en atolón, microbrechada, relíctica, de borde, dentada, en escamas, en ojos de pájaro, reticulada, metacoloïdal, en escarpela inversa, de reemplazo centrípeto, centrífugo y automórfico, de transformación por reducción y de sandía; 3) texturas de exsolución: de emulsión y mirmequítica; 4) texturas internas de los cristales: de clivaje, lamelar, zonal y de deformación (kinkbanding).

Se identificó el ascenso de siete pulsos mineralizantes, separados entre sí por etapas de fracturación

que afectaron a paragénesis previas o habilitaron nuevas fisuras. Durante el primer estadio predominan cuarzo y pirita y se encuentran especialmente bien representados en las vetas Capillitas, Nueve, San Francisco, La Grande y Nueva Esperanza. En el segundo estadio (vetas Nueve, 25 de Mayo, La Rosario, Ortiz, Santa Luisa, Bordón y San Salvador) comienzan a cristalizar además pirrotina, arsenopirita, galena, esfalerita y marcasita, y en el tercer estadio los minerales de Cu (calcopirita, enargita, tennantita); el pH del medio hasta ese momento fue manifiestamente ácido y los minerales de ganga presentes son cuarzo y alunita. El cuarto estadio, al igual que el anterior, se encuentra muy bien representado en la mayoría de las vetas del depósito y se caracteriza porque a las paragénesis previas se suman oro y pequeñas cantidades de minerales con W, Sn, Bi y Ge; a partir de ese momento la ganga que comienza a prevalecer es rodocrosita. En el quinto estadio aparecen únicamente cuarzo, pirita, esfalerita, marcasita y wurtzita en ganga de rodocrosita (vetas Nueve, La Grande y Malaquita), en el sexto sólo cristaliza calcopirita en ganga de rodocrosita (vetas Capillitas, Nueve, 25 de Mayo, Ortiz, La Grande, La Argentina, Bordón, La Tucumana y Carranza). El séptimo y último estadio está caracterizado por el dominio absoluto del cuarzo (vetas Nueve y La Rosario) (Márquez-Zavalía, 1999).

En la zona de oxidación de algunas vetas, según Márquez-Zavalía (1999) la alteración de la mena primaria rica en Cu favoreció el desarrollo de paragénesis de sulfatos y carbonatos de cobre. En la zona de enriquecimiento supergénico aparecieron fundamentalmente covellina, calcosina y digenita. En la zona de oxidación, a partir de rodocrosita, se forman minerales secundarios de Mn entre los que predominan pirolusita, romanachita y criptomelano; por su parte, todos los minerales ricos en Fe pasan a limonitas. En algunos sectores el ascenso del nivel freático provocó procesos de reducción en los niveles inferiores de la zona de oxidación. No pudo realizarse un análisis de la zonación vertical de las vetas, debido a que la mayor parte de los diversos niveles de las galerías se encontraban inaccesibles por anegamientos o derrumbes.

La alteración hidrotermal que acompaña a la mineralización consiste principalmente en alteración fílica y alteración argílica avanzada; se desarrolla ampliamente en las áreas próximas al yacimiento teniendo a las vetas como centros de irradiación.

El rango de temperaturas obtenido de las inclusiones fluidas varía entre $-4,05^{\circ}\text{C}$ y $-0,65^{\circ}\text{C}$. Estas temperaturas corresponden a salinidades de 6,5 y 1,1% en peso de NaCl eq. (Márquez-Zavalía, 1999).

Los datos aportados por JICA-MMAJ (1978 a 1981) indican reservas probadas+ posibles de 387.000 t, con leyes de 2,6 g/t Au, 108 g/t Ag y 2,31% Cu.

El modelo genético del depósito se corresponde con el de los epitermales polimetálicos complejos.

Márquez-Zavalía (1988, 1999) definió a este depósito como epitermal de alta sulfuración; teniendo en cuenta la información existente sobre el depósito (Angelelli y Rayces 1946; Varese y Navarro 1949; González Bonorino 1950), y a partir de las observaciones y conclusiones obtenidas, elaboró un modelo genético que comprende cinco etapas.

Putz *et al.* (2009) concluyeron que el sistema vetiforme hidrotermal de Capillitas se formó en condiciones de presión, temperatura y composición muy variables. Los metales Cu, As, Bi, Te, Sn y Au representan la etapa de alta sulfuración (HS), mientras que la asociación Zn-Pb-Ag es típica de los depósitos polimetálicos complejos. De acuerdo con los conceptos de Einaudi *et al.* (2003) los estadios de sulfuración variaron desde muy altos a intermedios, y condiciones de pH desde muy ácidas a moderadamente ácidas, hasta casi neutras. Sobre la base de las relaciones de fase y estudios de inclusiones fluidas, estos autores estimaron las siguientes temperaturas de formación: 350 a 300° C para la etapa de alteración, 300 a 200° C para la etapa de alta sulfuración, 280 a 100° C para la etapa de sulfuración intermedia, e inferior a 100° C para la etapa de enriquecimiento supergénico. La formación de la mena se llevó a cabo por debajo de los 300° C con baja salinidad (< 6% NaCl equivalente).

3.4.19. FAJA FAMATINA

Esta faja abarca el Sistema de Famatina. Tiene una longitud de 200 km, mientras que el ancho máximo alcanza 50 km y el mínimo 22 kilómetros. Incluye la sierra de Famatina desde el límite de La Rioja con Catamarca hasta aproximadamente los 29° 45' de latitud sur.

El Sistema de Famatina es interpretado como un margen acrecional construido a lo largo de Gondwana occidental en el Paleozoico temprano (Collo y Astini, 2008). Comprende un basamento integrado por rocas sedimentarias de grano fino con metamorfismo regional de bajo grado, de edad paleozoica inferior (Formación Negro Peinado). Estas rocas fueron intruidas por granitos ordovícicos (Formación Ñuñorco), y posteriormente por cuerpos subvolcánicos de composición andesítica a riodacítica y dacítica (Formación Mogote), cuya edad determinada por el método Ar/Ar es de 5,0±0,3 Ma (Linares, 1979; Losada-Calderón *et al.*, 1994).

En la faja se localizan el distrito Nevados del Famatina (tipo pórfiro de Cu-Mo con Au: Los Bayos, Portezuelo de Illanes; tipo pórfiro de Mo: La Estrechura; Montey y Offir, epitermales polimetálicos); La Mejicana, Las Catitas, Sotram, distrito Santa Rosa y La Encrucijada (epitermales polimetálicos complejos), lo que permite asignarle una importancia económica significativa.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

DISTRITO NEVADOS DEL FAMATINA

El distrito se localiza 35 km al NO de Chilecito, provincia de La Rioja.

Las primeras exploraciones del distrito, conocidas desde principios del siglo XVI, se refieren a actividades rudimentarias llevadas a cabo por indígenas que habitaban la región (Hoskold, 1889, en Lurgo Mayón, 1999b). Posteriormente, los jesuitas realizaron tareas mineras hasta 1767. La actividad tuvo un nuevo impulso en 1777, cuando se inició la explotación de los depósitos más importantes: La Mejicana, Los Bayitos, El Oro y Montey-Offir, junto con los aluviones auríferos. A fines del siglo XIX y hasta el primer cuarto del siglo XX, se produjo un incremento en la actividad debido a la inversión extranjera, en particular dirigida a la explotación de oro, plata y cobre. En 1904 se construyó el cablecarril y en 1905 el establecimiento Santa Florentina. En la década del '40, hubo un intento de reactivación que fracasó. A partir de la década del '60, fue muy importante la inversión de los Estados Nacional y Provincial, realizándose numerosas tareas de exploración geoquímica y geofísica y perforaciones, que permitieron definir cuerpos de gran tonelaje entre las décadas del '70 y el '80. El gobierno provincial también alentó fuertes inversiones realizadas en la década del '90 por la empresa CRA y RTZ, que solventaron nuevos programas de exploración mediante sondeos (Lurgo Mayón, 1999b). Estas actividades continuaron hasta el año 2001. En la primera década del siglo XXI la empresa Barrick realizó estudios que se extendieron hasta 2011.

La propietaria actual es Osisko Mining Corp. conjuntamente con Energía y Minerales Sociedad del Estado.

La figura 36 muestra la distribución de las áreas mineralizadas del distrito.

Numerosos autores han estudiado este distrito, citándose entre otros Marcos y Planas (1975), Mallimacci y Centeno (1981), Mallimacci *et al.* (1981), Mallimacci y Ríos Gómez (1982), Marcos y Zanettini (1982), Losada-Calderón (1992), Marcos *et al.* (1995), Losada-Calderón y Mc Phail (1996) y Lurgo Mayón (1999b). Asimismo existen numerosos trabajos inéditos, tales como los de Walser y Oscar (1986), Losada-Calderón (1994) y Sillitoe (1994, 1996), entre otros.

La unidad más antigua que aflora en la zona es la Formación Negro Peinado de edad ordovícica, compuesta por limolitas predominantes y cuarcitas, afectadas por metamorfismo regional de bajo grado. La Formación Ñuñorco (Ordovícico) está constituida por granitos que se encuentran en afloramientos restringidos e intruyen a la Formación Negro Peinado. Estas dos unidades están cubiertas en discordancia por la Formación Patquía, asignada al Pérmico, cuya litología inclu-

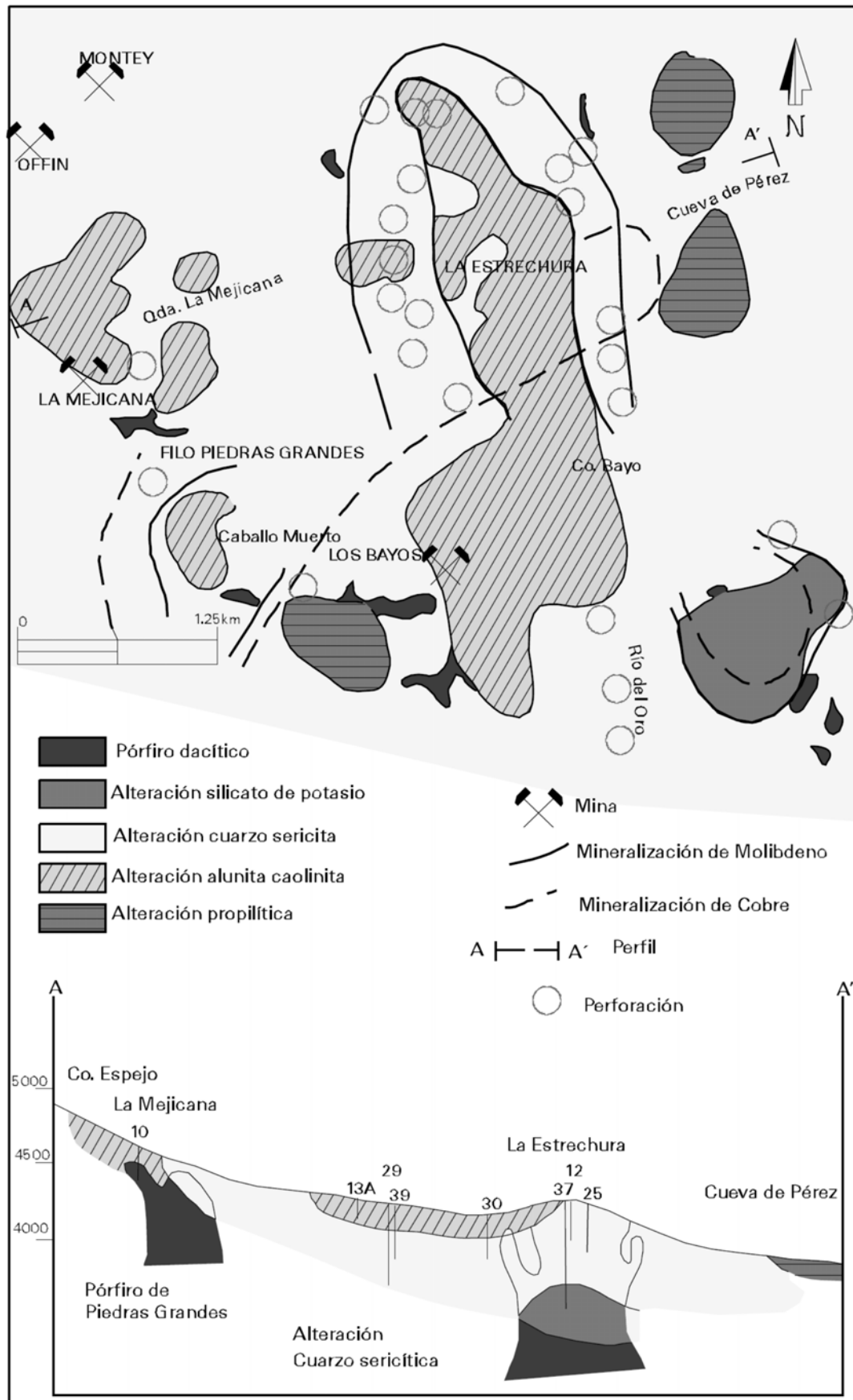


Figura 36. Nevados del Famatina. Ubicación de las áreas del distrito. Tomado de Lurgo Mayón (1999b)

ye rocas sedimentarias continentales. Intruyendo a las Formaciones Negro Peinado y Ñuñorco, se encuentra la Formación Mogote, constituida por cuerpos y diques de composición dacítica y riódacítica; también se hallan cuerpos de brecha. Los procesos de alteración hidrotermal y la mineralización están vinculados genéticamente a la Formación Mogote. Finalmente, se deposita la Formación Cueva de Pérez, atribuida al Pleistoceno; está compuesta por conglomerados polimícticos cuyos clastos provienen predominantemente de la Formación Mogote (Lurgo Mayón, 1999b).

La estructura del área corresponde a bloques escalonados de altitudes crecientes hacia el oeste, limitados por grandes fallas de rumbo norte-sur. Localmente existen cuatro direcciones estructurales dominantes: norte-sur, este-oeste, noroeste-sudeste y nordeste-sudoeste. Al sistema este-oeste corresponden las vetas de La Mejicana.

Los depósitos diseminados de cobre-molibdeno se extienden desde Los Bayitos en el sector norte hasta Los Bayos y Portezuelo de Illanes en el sur, ubicándose La Estrechura en la zona central. Los sectores mineralizados detectados son Los Bayitos (sector norte), La Estrechura (sector norte-centro), Portezuelo Puma-Caballo Muerto (sector sudoeste) y Portezuelo de Illanes (sector sudeste).

La mineralización hipogénica se presenta en *stockwork* y diseminada. Está representada por calcopirita, molibdenita, pirita, enargita, famatinita, tetraedrita, esfalerita, galena, magnetita y bornita. Se aloja en los cuerpos intrusivos de textura porfírica de la Formación Mogote y en los granitos de la Formación Ñuñorco. Entre los minerales supergénicos se han hallado calcosina, covellina, limonitas, minerales oxidados de cobre y ferrimolibdita (Lurgo Mayón, 1999b).

En la zona de La Estrechura-Los Bayos se ha desarrollado un proceso de alteración hidrotermal potásica, fílica, arcilloso-alunítica, propilítica y silícea. La alteración potásica afecta a los sectores Portezuelo de Illanes, Río del Oro, Quebrada del Puma y Quebrada de La Alumbra. La alteración fílica se presenta en todas las litologías. La alteración arcilloso-alunítica se encuentra particularmente en los pórfiros y también en las sedimentitas ordovícicas. La alteración propilítica tiene escasa magnitud y se halla en el borde oriental de la zona. La alteración silícea afecta principalmente a los pórfiros en forma masiva, como así también a las sedimentitas ordovícicas. Todas las alteraciones se disponen sin un ordenamiento definido, con superposiciones entre los distintos tipos (Lurgo Mayón, 1999b).

También se encuentra una alteración supergénica muy extendida en toda el área, pero con poca extensión vertical. Se trata de procesos de argilización, limonitización y probable sericitización. La argilización afecta mayormente a los pórfiros y la limonitización a

las metamorfitas de bajo grado de la Formación Negro Peinado (Lurgo Mayón, 1999b).

En el distrito Nevados del Famatina la actividad magmática y la mineralización relacionada fueron dadas por la técnica $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (Losada-Calderón *et al.*, 1994). Los estudios realizados en fenocristales de ortosa y biotita de la Formación Mogote sugieren que las rocas ígneas se emplazaron hacia los $5,0 \pm 0,3$ millones de años. Sin embargo, las edades plateau de biotita de la caparazón externa de la cámara magmática granodiorítica y de la moscovita de la alteración cuarzo-sericitica en Nevados del Famatina y La Mejicana están en alrededor de $3,8 \pm 0,2$ millones de años. El emplazamiento de los stocks poco profundos está separado de enfriamiento de la caparazón externa de la cámara magmática granodiorítica subyacente por temperaturas por debajo de los 350°C por un lapso de aproximadamente un millón de años. Durante este intervalo, se estableció un sistema hidrotermal convectivo próximo a la cámara magmática granodiorítica, que resultó en una mineralización de tipo pórfiro de molibdeno-cobre-oro, adyacente a las rocas ígneas y más distal a las vetas de alta sulfuración localizadas en zonas de falla.

Pudack *et al.* (2009) estudiaron las inclusiones fluidas en el sistema de pórfiro Cu-Mo-Au Nevados de Famatina y las vetas epitermales de alta sulfuración de Cu-Au-(Ag-As-Sb-Te) de La Mejicana, con el fin de reconstruir la evolución de los fluidos hidrotermales a partir de la fuente magmática profunda hasta el ambiente epitermal poco profundo. Se combinaron geología de campo, petrografía de las vetas, microtermometría de inclusiones fluidas microanálisis por ablación con laser-espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (LA-ICP-MS), para determinar la evolución de la presión, temperatura y la concentración de metales en los fluidos. Las imágenes de catodoluminiscencia complementan la petrografía por luz transmitida para definir las etapas sucesivas de formación de cuarzo y la secuencia del entrapamiento de las poblaciones de inclusiones fluidas. Según estos autores, las inclusiones acuosas de salinidad de ~5% de NaCl equiv., entrampadas en vetas de cuarzo-sericitita-pirita entre 360 y 325°C contienen concentraciones altas y poco usuales de Cu (400 - 5.000 ppm), As (~ 200 ppm), Sb y Te (ambos hasta 100 ppm) y Au (varios ppm), junto con otros elementos formadores de menas. Estas vetas son transicionales paragenéticamente entre los depósitos subeconómicos de mineralización de tipo pórfiro de cobre expuestos en el fondo del valle, y las vetas epitermales de alta sulfuración con leyes altas de Au, que se preservaron a lo largo de una sierra elevada adyacente al *stock* de pórfiro. Las inclusiones de vapor de baja densidad y las líquidas hipersalinas fueron entrampadas en cuarzo de las venas del *stockwork* del pórfiro, entre 450 y $>600^\circ\text{C}$. La salmuera contiene concentraciones de Cu y Au más bajas que las inclusiones

de vapor coexistentes, y texturalmente inclusiones más tempranas de densidad intermedia que están atrapadas en los fenocristales y algunas venas del *stockwork*; estas últimas pueden ser equivalentes a un fluido madre. Los fluidos de densidad baja e intermedia traslapan composicionalmente en salinidad a los líquidos acuosos registrados por las venas transicionales de cuarzo-sericita-pirita más tardías.

Las inclusiones fluidas y las relaciones de tiempo geológico indican que las venas transicionales de cuarzo-sericita-pirita fueron los canales para los líquidos acuosos ricos en metales que generaron el depósito epitermal de alta sulfuración. Se interpreta que estos líquidos mineralizantes han evolucionado por incremento continuo de densidad («contracción») a partir de un fluido magmático rico en S de densidad baja a intermedia. Este fluido, a modo de vapor, se produjo por exsolución a partir de un magma que existió a mayor profundidad durante las etapas tardías de enfriamiento del complejo magmático-hidrotermal, y probablemente sufrió menor separación de salmueras antes de alcanzar el nivel presente de exposición. La precipitación mineral epitermal ocurrió durante la dilución de fluidos magmáticos de baja salinidad con aguas meteóricas, las que entraron en el sistema hidrotermal mientras se enfriaba y erosionaba sucesivamente durante el ascenso continuo del fluido magmático (Pudack *et al.*, 2009).

Marcos y Zanettini (1982) estimaron un recurso de 300 Mt, con leyes de 0,37% Cu, 0,06% Mo, 0,3 g/t Au y 0,9 g/t Ag. De acuerdo a los datos de perforaciones con mejor ley, para La Estrechura las reservas explotables son de 202 Mt, con 0,7% Cu y 0,0604% Mo (Lurgo Mayón, 1999b).

El modelo genético del distrito Nevados del Famatina corresponde al de una mineralización de tipo pórfiro.

OFFIR

Se sitúa a 2 km en línea recta al noroeste de la estación terminal del cable carril de La Mejicana.

El distrito fue estudiado por el Plan La Rioja en la década del '70, mediante un detallado trabajo de muestreo para conocer los contenidos de oro y plata. Viteau (1910), Angelelli (1984) y Marcos (1985a) estudiaron la mina Offir. Marcos y Gotthard (1986) realizaron un informe en el marco del convenio entre la provincia de La Rioja y Sveriges Geologiska AB con el fin de evaluar las posibilidades del distrito minero Famatina.

La roca de caja de la mineralización está constituida por la Formación Negro Peinado (Precámbrico superior-Cámbrico inferior), principalmente lutitas que conforman finos bancos de rumbo N 80° E a E-O, con inclinaciones de 55 a 60°. En discordancia cubren conglomerados y areniscas de la Formación Agua Colorada de edad carbonífera; la estratificación tiene rumbo

N-S y las inclinaciones son suaves hacia el oeste. Ambas están intruidas por diques dacíticos y andesíticos terciarios de la Formación Mogote (Marcos y Gotthard, 1986).

El depósito Offir consiste en una sola veta de rumbo general este-oeste e inclinación 60 a 65° al norte. La longitud reconocida a partir de antiguas labores es de 125 m, con un desnivel de 20 metros. La extensión inferida en base a dos perforaciones y un socavón (Socavón Offir Este) sería de 450 m de longitud por 150 m de profundidad. Estudios geofísicos indican una posible extensión suplementaria de 150 m hacia el este. La potencia de la estructura es de 0,40 m, con límites muy marcados.

La mineralización es de Au, Ag y Cu. Los principales minerales son pirita, calcopirita, bornita, oro libre y escasa tetraedrita, en ganga de cuarzo y arcillas. Una parte del oro tiene granulometría muy fina y se encuentra también asociada a los sulfuros. Se individualizaron dos tipos de mineralización con diferente distribución espacial. La primera está compuesta por oro y bajos valores de plata y cobre, mientras que la segunda se caracteriza por leyes altas de cobre y plata pero sin oro (Marcos y Gotthard, 1986).

Según estos autores, la roca de caja está afectada por alteraciones sericitica, arcillosa y propilítica.

La empresa Corriente Resources Inc. (2000) señaló que el depósito de oro epitermal en vetas carece de importancia económica debido a su tamaño pequeño. Las dimensiones son menores que un metro de ancho y sólo un par de decenas o centenas de metros de longitud.

El modelo es el de un depósito epitermal polimetálico aurífero.

MONTEY

Se sitúa al oeste de la localidad de Famatina, en las nacientes del río del Marco, provincia de La Rioja.

Luego de los estudios encarados por la Secretaría de Minería de la Nación en la década del '80, la compañía CRA exploró el área entre 1993 y 1997. Luego Corriente Resources Inc. continuó con los trabajos, y posteriormente lo hizo la compañía minera Barrick entre los años 1999 y 2000 y desde 2004 hasta la fecha.

En el sector de la mina afloran sedimentos psamíticos y pelíticos levemente metamorizados pertenecientes a la Formación Negro Peinado (Turner 1964), cortados por diques de pórfiro dacítico probablemente terciarios. Hay fracturas de tensión de rumbo próximo a E-O que albergan la mineralización vetiforme. Fracturas menores de dirección variable permitieron el ascenso de soluciones hidrotermales que produjeron mineralización diseminada y alteración hidrotermal del encajante (Cravero, 1984).

La mineralización vetiforme está restringida a la veta Norte y a finas venillas que cortan al socavón entre 80 y 125 m desde la bocamina.

La mineralogía consiste principalmente en pirita y pequeñas cantidades de calcopirita, galena, esfalerita y bornita como sulfuros primarios (Bodenbender 1922) y minerales oxidados de cobre tales como malaquita, azurita y calcantita. Algunos valores muy altos en plomo y cinc hacen presumir la presencia de galena y esfalerita (Cravero, 1984).

La pirita disseminada y en venillas es constante en todo el socavón principal, pero entre 235-245 m y 326-330 m su carácter es masivo. Los análisis geoquímicos permiten suponer que entre 81-86 m y entre 115-125 m hay dos fajas con mineralización disseminada de cobre (Cravero, 1984).

En los primeros metros del socavón hay intensa silicificación y sericitización de las metamorfitas. Más adelante predominan las alteraciones fílica+arcillosa, caracterizadas por reemplazo de los feldespatos por sericita y arcillas y presencia de cuarzo y pirita en forma de venillas y/o disseminados. En las fajas con disseminación de cobre hay numerosas venillas de alunita. En superficie se observa silicificación y sericitización, que pasan a alteración fílica- arcillosa hacia el naciente. La alteración supergénica es muy marcada en el morro Montey (Cravero, 1984).

La información proporcionada por la empresa Corriente Resources Inc. (2000) menciona que, al igual que en Offir, las vetas de oro epitermal carecen de valor económico ya que tienen tamaño pequeño.

LA MEJICANA

Se localiza en el faldeo oriental del Nevado de Famatina, a 35 km al NO de Chilecito, provincia de La Rioja.

Se conoce el distrito desde mediados del siglo XIX. Según Viteau (1910), la mena de la veta Upulungus se procesó en la fundición ubicada en Guandacol de Famatina entre 1860 y 1867, y posteriormente la de Upulungus y San Pedro en la fundición de Tilmuque. La explotación era rudimentaria. En 1903 fue construido el cable carril, que unía Chilecito con la veta Upulungus, y que tenía 34 km de extensión dividido en seis secciones. De acuerdo con Angelelli (1984), un ramal del ferrocarril se prolongó hasta Chilecito, lo que posibilitó que la empresa operadora del distrito instalara la fundición en Santa Florentina que estaba unida a la estación II del cable carril. En 1908, comenzaron a operar The Famatine Mining Corporation y entre 1918 y 1923 la Corporación Minera del Famatina. La producción total se estimó en unas 5.000 t de Cu fino con contenidos de oro. Mucho tiempo después, la Dirección General de Fabricaciones Militares realizó tareas de exploración pero sin resultados positivos. Entre 1994 y 1996 las empresas Corriente Resources Inc. y Río Tinto Mining exploraron el área mediante labores subterráneas, perforaciones y estudios geofísicos (Brodtkorb y Schalamuk, 1999).

Entre 1999 y 2000, la empresa Corriente Resources Inc. (Drobe, 2000) llevó a cabo trabajos en la veta San Pedro y además en las vetas Atacama, Gibraltar, y Veta Norte y Veta Sur en Piedras Grandes.

Los trabajos geológicos y mineros más conocidos sobre el distrito comenzaron a principios del siglo XX, como el de Viteau (1910); posteriormente autores tales como Marcos y Nieto (1968), Brodtkorb y Klemm (1980), Angelelli (1984), Marcos y Beiras (1985), Losada-Calderón y Bloom (1990), Brodtkorb y Paar (1993), Marcos *et al.* (1995), Losada-Calderón y McPhail (1996) y Brodtkorb y Schalamuk (1999), entre otros, realizaron trabajos enfocados en diferentes aspectos del depósito.

En el área del distrito La Mejicana afloran las rocas metamórficas de bajo grado de la Formación Negro Peinado, que fueron intruidas por los granitos de la Formación Ñuñorco (Ordovícico). Durante el Plioceno inferior a medio se intruyeron cuerpos dacíticos y riódacíticos de la Formación Mogote.

La configuración estructural corresponde a la de bloques de alineación norte-sur, limitados por fallas de alto ángulo. Existen dos lineamientos de rumbo nordeste-sudoeste que marcan una anomalía estructural importante (Méndez, 1981; en Brodtkorb y Schalamuk, 1999). Se localizan otras vetas en fallas de rumbo nordeste-sudoeste y este-oeste.

El depósito es vetiforme, y las vetas más importantes del distrito son Upulungus y San Pedro, que se emplazan en la Formación Negro Peinado.

Los minerales más conspicuos identificados en el distrito enumerados por Brodtkorb y Schalamuk (1999) son enargita, famatinita, tetraedrita-tennantita, calcopirita, pirita, escasas esfalerita y galena, bornita, oro nativo, goldfieldita, mawsonita, colusita, bournonita, estannita, minerales de bismuto, marcasita, telururos de oro y plata, idaíta, calcosina, covellina, malaquita, azurita, crisocola, cuarzo, calcita, baritina, goslarita, calcantita, yeso y alunita.

La alteración hidrotermal está representada por sericita, caolinita, montmorillonita y alunita (Marcos *et al.*, 1995), a los que Losada-Calderón y Bloom (1990) sumaron pirofilita y minerales del grupo woodhousita y svanbergita.

Según Losada-Calderón y Bloom (1990), el estudio de las inclusiones fluidas proporcionó temperaturas de homogeneización entre 200 y 375° C, con salinidad entre 2 y 8% NaCl en peso eq.; temperaturas de homogeneización entre 240 y 390° C, con salinidad entre 21,7 y 34,5% NaCl en peso eq. (inclusiones ricas en líquidos), y entre 250 y 420° C, con salinidad entre 4 y 5% NaCl en peso eq. (inclusiones ricas en vapor)

Losada-Calderón *et al.* (1994) obtuvieron una edad de 5,0±0,3 Ma para la intrusión de las dacitas y 3,8±0,2 Ma para la alteración cuarzo-sericitica.

Para las vetas Upulungus y San Pedro, Tabacchi (1953a) determinó reservas por 134.400 t, con leyes de

0,88% de Cu, 4,8 g/t de Au y 58,9 g/t de Ag, para una potencia media de 1,30 metros.

La mineralización de este depósito se corresponde con un modelo depósito epitermal polimetálico complejo con alteración arcillosa avanzada asociada, vinculado al magmatismo terciario de la Formación Mogote.

DISTRITO SANTA ROSA

Se encuentra a 14 km al OSO de Famatina, provincia de La Rioja, e incluye las vetas Santa Rosa, San Juan y Malaquita, que se ubican en la sierra de Famatina.

La veta San Juan fue la única explotada; tiene cinco socavones y una chimenea.

La primera mención sobre el distrito corresponde a Viteau (1910). Devito (1949) realizó un muestreo en las canchas de los socavones de la mina San Juan, y Marcos (1974) informó sobre la geología y perspectivas económicas del distrito. Posteriormente Angelelli (1984) describió el distrito. Marcos (1985b) completó la información disponible del yacimiento. Más recientemente, Herrmann *et al.* (2006) sintetizaron las características de este distrito.

Las vetas encajan en esquistos arcillosos metamorizados de la Formación Negro Peinado (Precámbrico superior-Cámbrico inferior), que están penetrados por pequeñas guías de cuarzo. En esta Formación aparecen filones pegmatíticos de variado espesor conjuntamente con otros de cuarzo, cuya potencia alcanza hasta un metro. Estas vetas se localizan en las proximidades del contacto con el granito de la Formación Ñuñorco (Angelelli, 1984).

La veta San Juan tiene una dirección NO y 60° de buzamiento hacia el NE. Su corrida aproximada es de 200 m y su potencia varía entre 0,25 y 1 m, habiendo llegado en algunos casos a 2 metros. Entre sus minerales oxidados se citan malaquita, azurita y limonitas. La veta Malaquita constituiría, según Viteau (1910), probablemente la continuación de la anterior; su mineralización es pobre y su espesor alcanza un máximo de 0,80 m y su profundidad 60 metros. La veta Santa Rosa posee una mineralización representada por algunos núcleos aislados, enteramente de calcopirita; tiene 80 m de corrida, con 0,36 m de espesor y 70 m de profundidad, y no ha sido suficientemente reconocida (Angelelli, 1984).

Las vetas son portadoras principalmente de calcopirita, pirita, esfalerita, pirrotina, covellina y hematita en ganga de cuarzo a veces muy abundante; hay impregnaciones en los costados de las vetas.

Las reservas ascienden a 50.000 t (Marcos 1974). Las leyes citadas por Angelelli (1984) para la veta San Juan varían entre 2,97 y 5,37% Cu, según el muestreo efectuado por Devito (1949).

El modelo es el de un depósito epitermal polimetálico complejo.

LA ENCRUCIJADA

Se ubica a 10 km de La Mejicana, provincia de La Rioja.

Los laboreos consisten en galerías y chimeneas.

La primera mención breve de esta mina, que se ubica en la sierra de Famatina, fue realizada por Viteau (1910). Con posterioridad, Devito (1949), Angelelli (1984) y Hermann *et al.* (2006) describieron el yacimiento.

Según Angelelli (1984), predominan en la zona esquistos filíticos gris verdosos, muy fracturados, de rumbo general N 60° O, de la Formación Negro Peinado (Precámbrico superior- Cámbrico inferior), que han sido algo afectados por intrusiones graníticas y porfíricas. En discordancia con los esquistos, existe además un conglomerado brechoso amarillento, aurífero, de un espesor de hasta 8 m, de edad pleistocena.

El yacimiento está constituido por una veta de rumbo NO-SE y posición 68-74° NE que atraviesa la quebrada del río Amarillo, de 10 a 15 cm de espesor medio. De acuerdo con los datos aportados por Viteau (1910), las áreas mineralizadas registran calcopirita en masas o bien en impregnaciones en los esquistos, y en menor proporción calcosina y bornita, distribuidas irregularmente. La mena es argentífera y la ganga está representada por cuarzo y material arcilloso (Angelelli, 1984).

Una muestra de mineral de cancha obtenido por Devito (1949) dio un máximo de 6,12% Cu.

FAJA MARICUNGA

La faja o franja de Maricunga (Mpodozis *et al.*, 1995) tiene orientación NNO, y es portadora de yacimientos de oro, plata y cobre. En Chile abarca desde los 26° 30' hasta los 28° de latitud sur y desde los 69° a los 69° 30' de longitud oeste, con yacimientos como Marte, Lobo, Cerro Casale y Refugio, entre otros. En el territorio argentino, el borde sureste de la faja sólo se extiende en las provincias de Catamarca, La Rioja y San Juan. De acuerdo con los autores mencionados esta faja representa el frente volcánico Oligoceno-Mioceno de la zona suroeste de los Andes Centrales, en el que la actividad volcánica se agrupa en cinco eventos desarrollados entre los 26 y 5 Ma y es interpretada como derivada de magmas que evolucionaron en presencia de un manto litosférico frío, sobre una zona de Benioff de baja inclinación y en niveles profundos de una corteza engrosada.

En la faja afloran rocas andesíticas y dacíticas del Oligoceno superior-Mioceno que constituyen el margen continental del arco plutónico-volcánico. La estructura está constituida por grábenes y pilares tectónicos de orientación norte-sur. En los grábenes aflora la Formación Doña Ana, de composición andesítica en general, constituida por diferentes miembros volcánicos y volcanoclásticos (Oligoceno superior-Mioceno inferior), como así también sedimentitas terciarias y depósitos cuaternarios.

En los pilares tectónicos afloran unidades plutónicas permotriásicas: volcánicas (Formación Carnerito y Grupo Choiyoi) e intrusivas (Granito Mogote, Granito Macho Muerto). Estas últimas intruyen a la Formación Ranchillos de edad carbonífera superior.

La litología favorable de esta faja son los intrusivos terciarios subvolcánicos y volcanitas terciarias agrupados en la Formación Doña Ana. Las estructuras favorables están representados por estructuras terciarias de orientación norte-sur que definen grábenes y pilares tectónicos y estructuras de orientación noroeste, visibles a escala regional en las imágenes de satélite. La mineralización de esta faja se relaciona con estas imágenes.

En el cuadro 6 se presentan las edades radimétricas obtenidas en depósitos de esta faja.

En la provincia de San Juan, en la faja Maricunga hay menos afloramientos de cuerpos intrusivos miocenos que en la faja Valle del Cura-El Indio. Además, el nivel de erosión es más profundo, de tal manera que han quedado expuestos yacimientos de pórfiro de cobre-oro y epitermales de oro-plata de alta sulfuración.

Al este de la faja Maricunga, Rode y Carrizo (2007) definieron la Faja del Salado, en la que incluyen un grupo de depósitos de tipo pórfiro de Cu-Mo-Au y epitermales de Au de alta sulfuración relacionados, de rumbo aproximado norte-sur, que se desarrolla en el sudoeste de Catamarca, oeste de La Rioja y noroeste de San Juan.

La actividad magmática que se produjo entre el Mioceno inferior y el Plioceno (25 a 12 Ma) coincide con la de la formación de importantes depósitos de oro epitermal de Chile y Argentina (Mpodozis *et al.*, 1995; Rode y Carrizo, 2007). Según Ríos Gómez *et al.* (1996, en

Rode y Carrizo 2007), dos de los eventos magmáticos (26 a 21 Ma y 16 a 12 Ma) se relacionan con alteración hidrotermal y mineralización de metales preciosos en correspondencia con la faja Maricunga-Josemaría; en estas áreas, la alteración afecta a rocas volcánicas del Mioceno medio y stocks que las intruyen. En la zona hay dos tipos de depósitos de metales preciosos: tipo pórfiro alojados en intrusivos (mayormente auríferos) y epitermales de alta sulfuración alojados en volcanitas y relacionados con los anteriores. Sobre la base de la distribución de las áreas de alteración, Rode y Carrizo (2007) establecieron una relación entre estructuras de rumbo noroeste de carácter regional y mineralización, siguiendo de norte a sur los lineamientos Valle Ancho, Cacique-Cerro Delta, Volcancito, Peña Negra, El Potro y El Inca-Macho Muerto.

La faja se extiende principalmente en territorio chileno y penetra en el territorio argentino en una pequeña porción de la cordillera en las proximidades del límite de las provincias de San Juan y La Rioja desde los 26° 30' hasta los 28° de latitud sur.

Los modelos corresponden al tipo pórfiro de cobre y cobre-oro, de tamaño grande a muy grande. También hay cobre asociado a depósitos epitermales de alta sulfuración.

De sur a norte comprende los depósitos La Flecha (Filo Amarillo -fig. 37-, Bordo Atravesado), Mogote, Cerro Vicuña, Filo del Sol, Maranceles, Josemaría (Batidero), Cerro Blanco, Los Helados y Peñas Negras.

Esta faja tiene gran importancia económica por la extensión y la magnitud de las alteraciones hidrotermales, su vinculación a depósitos conocidos en el territorio chileno y la existencia de varios proyectos con mineralización de tipo pórfiro de cobre y epitermal de alta sulfuración.

DEPÓSITO	ROCA (UNIDAD)	MÉTODO	EDAD (Ma)	ERROR (Ma)	REFERENCIA
Mogote		K/Ar (sericita)	17,1	0,4	JICA - MMIJ, 1999
Mogote	Dacita	K/Ar (hornblenda, biotita)	15,3	0,2	JICA - MMIJ, 1999
Cerro Amarillo (Macho Muerto)	piroclástica	K/Ar (alunita)	23,1	0,6	JICA - MMIJ, 1999
La Flecha (Macho Muerto)	piroclástica	K/Ar (alunita)	19,7	1,4	JICA - MMIJ, 1999
Cordón del Inca (Macho Muerto)	roca silicificada	K/Ar (alunita)	20,6	2	JICA - MMIJ, 1999

Cuadro 6. Edades radimétricas obtenidas en yacimientos vinculados a la faja Maricunga-Josemaría (JICA-MMAJ, 1999)



Figura 37. Filo Amarillo. Alteración hidrotermal en rocas volcánicas terciarias

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

JOSEMARÍA

El proyecto Josemaría está ubicado cerca del límite norte del departamento Iglesia, provincia de San Juan.

La exploración de este depósito y los demás localizados en la faja Maricunga-Josemaría en la Argentina comenzó en los últimos años del siglo pasado y a principios de este siglo y fue llevada a cabo por empresas privadas.

La propietaria es NGEX Resources.

Según Cravero (2009), rocas graníticas y granodioríticas de la Formación Carnerito (Grupo Choiyoi), de edad permotriásica, afloran al norte y al oeste de Josemaría. En su parte central se distribuyen rocas volcánicas dacíticas y andesíticas de la Formación Doña Ana, miembro Tilito, intruidas por granodioritas porfíricas de grano grueso a medio. Sobreyacen en forma discordante a esta unidad rocas piroclásticas de composición dacítica y andesítica y una secuencia de composición basáltica a andesítica.

Fallas inversas de alto ángulo que conforman estructuras imbricadas y pilares y grábenes caracterizan la estructura de la Cordillera Frontal. Las anomalías de color siguen lineamientos ONO-ESE y NE-SO (Cravero, 2009).

Se caracteriza por la diseminación de sulfuros, venillas de cuarzo mineralizado y sulfuros en fracturas superficiales alojados en un intrusivo de composición granodiorítica a cuarzo-diorítica.

De acuerdo a Nilsson y Rossi (2006), la mineralización se presenta como diseminación y venillas de calcopirita, calcosina y magnetita, asociada con intrusivos granodioríticos a cuarzo-dioríticos. Existe también hematita especular y magnetita en asociación con venillas de cuarzo.

Según los citados autores, los tipos de alteración dominante son los típicos de los pórfiros de cobre e incluyen: potásica, fílica, arcillosa, arcillosa avanzada

y propilítica (fig. 38). La alteración potásica está asociada con el intrusivo en la parte central. Se caracteriza por feldespato potásico, biotita secundaria y magnetita. La alteración fílica está compuesta por cuarzo, sericita y/o sericita-illita y pirita, y tiene comúnmente texturas destructivas. La principal asociación de cuarzo, sericita y pirita comúnmente muestra una transición hacia cuarzo, illita, illita-esmectita y pirita con el incremento de la profundidad. Los sulfuros asociados incluyen calcopirita, covellina y en menor proporción bornita y calcosina. Las rocas que muestran alteración fílica se caracterizan por un *stockwork* y una venulación de cuarzo+pirita con un porcentaje de sulfuros que alcanza el 10%. La alteración arcillosa está dominada por cuarzo, illita y esmectita, con cantidades variables de caolinita y halloysita. La alteración arcillosa avanzada se compone de cuarzo, alunita, caolinita y diásporo. Está bien desarrollada en las mayores elevaciones en el oeste y el sur del proyecto. La alteración propilítica se distribuye en forma periférica y se caracteriza por la asociación clorita, esmectita, illita+pirita y carbonatos.

La información más reciente reveló un recurso indicado de 789 Mt con una ley de 0,35% Cu, 0,24 g/t Au y 1,08 g/t Ag, y un recurso inferido adicional de 315 Mt con 0,28% Cu, 0,17 g/t Au y 0,92 g/t Ag (cut-off 0,3% Cu) (NGEX Resources, 2013, Zandonai *et al.* 2013, www.ngexresources.com).

El depósito es un sistema tipo pórfiro bordeado en el lado oeste por un sistema epitermal de alta sulfuración.

MOGOTE

Mogote se localiza en la cordillera de San Juan, en la provincia homónima, en las cabeceras del arroyo Macho Muerto, próximo al límite con la provincia de La Rioja.

El Plan La Rioja desarrolló actividades de prospección en la década del '60. La exploración de esta



Figura 38. Josemaría. Vista desde el norte a través del valle del río Blanco. Tomado de Nilsson y Rossi (2007)

región de la cordillera se inició en los últimos años del siglo pasado y en el presente siglo.

La propietaria es Golden Arrow Resources.

Las zonas de alteración se localizan en el marco de la Cordillera Frontal, la que se caracteriza por un basamento constituido por intrusivos granitoides y volcánicas de edad permo-triásica, cubiertos en discordancia por unidades volcánicas miocenas, e intruidas por cuerpos dacíticos y andesíticos con alteración hidrotermal y mineralización asociada. En el área, mayoritariamente cubierta por detritos, se han identificado rocas porfíricas de composición dacítica, brechas tobáceas e ignimbritas de edad miocena (Golden Arrow Resources; www.goldenarrowresources.com).

Los objetivos exploratorios de Mogote son los sistemas de pórfiros de cobre-oro y sistemas epitermales de alta sulfuración tipo Veladero. La exploración preliminar de superficie ha definido tres cuerpos de pórfiros: Filo Este, Filo Central y Zona Colorada. Hay extensas zonas de anomalías de color, alteración hidrotermal, stockworks de venillas de cuarzo de menos de 5 cm en pórfiro dacítico y rocas piroclásticas, asociado con pirita y molibdenita.

La mineralogía está representada por pirita, calcopirita, bornita y calcosina (Golden Arrow Resources; www.goldenarrowresources.com).

Hay una fuerte alteración fílica del pórfiro dacítico y sus rocas piroclásticas con hasta un 3% de pirita. Se caracteriza por la asociación cuarzo-sericita-pirita. La silicificación es variable, y se desarrolla mayormente en brechas tobáceas.

La temperatura de homogeneización de las inclusiones fluidas de venillas de cuarzo asociadas con molibdenita, dada a conocer por JICA-MMAJ (1999), es de 315 a 369°C, mientras que la concentración de sales varía entre 13,4 y 14,4% en peso de NaCl.

Una datación K/Ar realizada en el pórfiro dacítico dio 15,3±2 Ma, y otra en sericitas de las venas de cuarzo 17,1±0,4 Ma (JICA-MMAJ, 1999).

Los muestreos en sondeos en Filo Este han registrado valores de 0,11 a 0,43 g/t Au; 1,3 a 13,9 g/t Ag y 0,078 a 0,29% Cu en espesores de 68 a 489,3 metros. En el Filo Central se han definido zonas con anomalías geofísicas y geoquímicas de 4.000 m por 800 m con valores de 100 ppb Au y 500 ppm Cu (Golden Arrow Resources; www.goldenarrowresources.com).

El modelo corresponde al de tipo pórfiro de Cu (-Au).

VICUÑA

El campamento, ubicado en territorio chileno, dista 200 km de la ciudad de San Juan.

Este proyecto se ha explorado desde 1999, en primer lugar en el Filo del Sol y el área localizada inmediatamente al sur. En Cerro Vicuña también se ejecutaron sondeos en Maranceles y el flanco este del cerro Vicuña.

La información que se resume a continuación sobre Vicuña se tomó de la empresa Tenke (www.tenke.com). Esta empresa fue adquirida por Lundin Mining Corp. en 2007.

El basamento permotriásico está representado por las unidades ígneas Chollay y Formación Carnerito, de composición granítica y granodiorítica. El Grupo Choyoi, constituido por riolitas porfíricas y en menor proporción por andesitas de grano fino, intruye y sobreyace a los granitoides antes mencionados. El basamento aflora en la región norte y este de la propiedad, predominantemente al este de la falla inversa de alto ángulo de orientación NNE-SSO, que pone el basamento sobre los sedimentos continentales al oeste.

Las unidades ándicas comprenden la Formación Los Cuartitos, de edad jurásica superior a paleocena, integrada por sedimentitas continentales, principalmente constituidas por una arenisca de grano fino de colores rojos y violáceos y delgadas coladas basálticas y andesíticas; intrusiones graníticas y granodioríticas de edad cretácica superior, con un alto grado de

alteración, y la Formación Chapitas, constituida por sedimentitas continentales integradas por una alterancia de rocas volcánicas y conglomerados rojos y morados, capas de aglomerados y tobas andesíticas, que sobreyacen en discordancia al Grupo Choyoi o a las unidades jurásicas.

Las rocas terciarias del Grupo Doña Ana, originadas en un entorno de arco magmático, están constituidas por una secuencia de rocas volcánicas, piroclásticas y subvolcánicas. Comienza con un conglomerado basal formado por clastos del basamento granitoides y rocas volcánicas en una matriz silíceas. Sobreyace un horizonte de aglomerado y/o un horizonte de brechas volcánica de bloques y ceniza de composición andesítica con potencias que superan los 100 metros. Sobre estos horizontes hay una serie de mantos lávicos y coladas de composición variada, que incluyen capas basálticas, andesíticas y riolíticas (generalmente de corta extensión) y capas andesíticas y dacíticas que se extienden por toda la región. Luego hay capas de tobas, en particular lito-cristalinas y lapillíticas (de composición andesítica).

Una secuencia más epiclástica, con bancos de una alternancia de horizontes de conglomerados sedimentarios muy finos con matriz carbonática y ferruginosa, así como finos lentes de areniscas, alternan con esta secuencia. En el techo hay capas de conglomerados y aglomerados de origen volcánico. Toda la secuencia está intruida por filones y diques basáltico-andesíticos.

La edad del Grupo Doña Ana es oligocena superior a miocena inferior. El Complejo Intrusivo Vicuña incluye una serie de intrusiones que afloran en toda la región. Su composición varía entre dioritas cuarzosas, granodioritas y monzonitas cuarzosas, y presentan hornblendización en los bordes. En general tienen granulometría fina y textura hipidiomorfa. Están asociadas con brechas magmáticas (a gran profundidad) y brechas hidrotermales y a facies granodioríticas. Estas intrusiones han sido halladas en muchos de los blancos prospectivos.

Comprende tres zonas de interés de norte a sur: Maranceles, con mineralización epitermal de alta sulfuración, y Filo del Sol y Cerro Vicuña, con mineralización de tipo pórfiro de cobre-oro en forma predominante.

El yacimiento corresponde a un sistema porfirico terciario con sistemas epitermales de alta sulfuración superpuestos. Se ha interceptado mineralización en una zona de 1.600 m de largo por 200-600 m de ancho, que incluye tanto mineralización primaria como supergénica.

Hay minerales típicos de sistemas epitermales de alta sulfuración: cuarzo, enargita y minerales de pórfiros de cobre-oro. En Cerro Vicuña hay calcopirita y calcosina. Se observa mineralización oxidada de cobre en el sur de Filo del Sol.

La alteración potásica se desarrolla en el pórfiro monzodiorítico y el Complejo Intrusivo Vicuña en el cerro Vicuña, y se asocia con la mineralización de cobre y oro. La silicificación se encuentra esencialmente en las brechas, asociada con estructuras y también como reemplazo diseminado finamente en las tobas líticas. Se localiza en las áreas centrales en la mayoría de los sectores explorados, como zonas dentro de las áreas con alteración filica y/o cuarzo-alunita. La alteración vuggy silica (silice porosa) está ubicada predominantemente en el área central de Filo del Sol, en la parte alta del cerro Vicuña y en los afloramientos de Maranceles. El tipo más desarrollado de alteración es la alteración filica (cuarzo-sericita), que fue encontrada en todas las zonas exploradas, habitualmente asociada con limonitas. La alteración arcillosa avanzada (cuarzo-alunita) se encontró en Maranceles y en el flanco este del Filo del Sol. Principalmente altera dacitas y consiste en alunita fina e intergranular, con silicificación intensa. Está asociada con las anomalías de oro y cobre y con los sectores con venillas de cuarzo-enargita.

La alteración arcillosa intermedia está comúnmente asociada con la alteración filica y consiste en agregados de illita-montmorillonita y caolinita. Se encuentra en Maranceles, en el sector NO de El Potro y en Cerro Vicuña. Lo más común es que aparezca como zonas de caolinita dentro de la zona QSP asociada con cuarzo, pirita-cuarzo y microvenillas de pirita. La alteración propilítica afecta principalmente a las rocas volcánicas andesíticas de edad miocena-oligocena y a las andesitas y a los diques andesíticos del Grupo Choyoi. Se presenta como diseminación de clorita, epidoto y magnetita. También se ha detectado venilleo de calcita en ciertos lugares. Se ha encontrado en forma marginal en afloramientos aislados de los blancos de anomalías de color asociados con los eventos de alteración hidrotermal. Se ha hallado cloritización en Cerro Vicuña que ha afectado a la biotita.

En la exploración de la campaña 2006-2007, realizada por Tenke Mining Corp. en Filo del Sol, se obtuvieron valores promedio de 0,54 g/t Au y 0,414% Cu sobre espesores promedio de 104 metros. El espesor máximo de mineralización en sondeos fue de 456 metros. Las leyes de oro varían de 0,2 a 1,89 g/t, mientras que los registros de cobre varían de 0,01 a 0,98%.

En Cerro Vicuña se han registrado valores de 0,1 a 0,4% Cu en la zona primaria (núcleo potásico) y valores mayores a 0,4% en zona de enriquecimiento secundario.

El modelo corresponde a un pórfiro de cobre, con un evento epitermal de alta sulfuración asociado.

3.4.21. FAJA VALLE DEL CURA-EL INDIO

La faja Valle del Cura-El Indio se localiza en el denominado graben del Indio (Mpodozis y Cornejo, 1988;

Nasi *et al.*, 1990), que se extiende desde los 29° a los 31° de latitud sur. Se destacan en ella amplias zonas de alteración hidrotermal arcillosa, arcillosa avanzada y silíceas (Cardó *et al.*, 2010), tales como Zancarrón (fig. 39), Veladero, Taguas, Río Frío, entre otras. Las principales estructuras andinas son fallas inversas de orientación norte-sur que forman una serie de bloques hundidos y elevados. La falla de Los Despoblados separa la faja en dos sectores. Al norte constituye un sector elevado, que comprende el bloque hundido de Las Taguas de aproximadamente 10 km de ancho y el bloque elevado de la Ortiga. Al sur de la falla de los Despoblados, el bloque hundido principal es más ancho, de aproximadamente 50 kilómetros. De oeste a este la faja se extiende desde la falla Baños del Toro en territorio chileno (rumbo norte-sur, 60 a 80° de inclinación y vergencia al este) hasta la falla inversa del borde occidental de la cordillera de Colangüil, con rumbo norte-sur e inclinación al este. El rechazo de estas fallas es de aproximadamente 2 kilómetros. En el ámbito de la faja afloran rocas volcánicas e intrusivos miocenos con los que se relacionan mineralizaciones auríferas epitermales de alta sulfuración.

La litología favorable son las unidades volcánicas miocenas y los cuerpos intrusivos subvolcánicos relacionados con la mineralización aurífera epitermal. Las unidades principales son las Formaciones Doña Ana y Cerro de las Tórtolas.

Las edades de la mineralización en la faja Valle del Cura-El Indio son menores que las de la faja Maricunga. Predominan los yacimientos epitermales de oro y plata, y el cobre está subordinado.

En el cuadro 7 se presentan las dataciones radiométricas obtenidas en depósitos de la faja.

En la faja Valle del Cura-El Indio se encuentran yacimientos epitermales de oro de alta sulfuración, asociados a plata y cobre. Entre ellos se destacan Lama



Figura 39. Zona de alteración de la mina Zancarrón

y Zancarrón. Las zonas de alteración que se extienden en esta faja son objeto de actividades de exploración y constituyen un gran potencial.

Las mineralizaciones epitermales auríferas de la faja Valle del Cura-El Indio se distribuyen de acuerdo con las estructuras del ciclo Ándico.

La potencialidad de esta faja está dada por la presencia de importantes yacimientos de oro y plata; el cobre es un producto secundario. Existen además anomalías e indicios de posibles cuerpos de tipo pórfiro en profundidad.

3.4.22. FAJA JAGÜELITO

La faja Jagüelito se extiende al este y sudeste de la faja Valle del Cura-El Indio. Comprende las cordilleras de Colangüil y Olivares, esencialmente sus flancos occidentales y altas cumbres. Al igual que las fajas anteriormente descritas, tiene orientación norte-sur.

En la faja Jagüelito, en el faldeo occidental de las cordilleras de Colangüil y de Olivares afloran rocas de la secuencia volcánoclastica terciaria (Formación Cerro de las Tórtolas y sus equivalentes: Grupo Olivares

DEPÓSITO	ROCA/ ALTERACIÓN	MÉTODO	EDAD (Ma)	ERROR (Ma)	REFERENCIA
Río Frío	dacita alterada	K/Ar (sericita)	13,5	0,8	JICA - MMIJ, 1999
Zancarrón	alunita	K/Ar (alunita)	9,6	1,2	JICA - MMIJ, 1999
Del Carmen	alunita	K/Ar (alunita)	14,3	1,2	JICA - MMIJ, 1999
Veladero (Brecha Agostina)	brecha hidrotermal	K/Ar (alunita)	13,9	0,9	Minera Argentina Gold, en JICA - MMIJ, 1998
Veladero	ignimbritas		15,4	0,8	Minera Argentina Gold, en JICA - MMIJ, 1998

Cuadro 7. Edades radiométricas obtenidas en depósitos de la faja Valle del Cura-El Indio (JICA-MMAJ, 1998, 1999)

en la cordillera de Olivares, que en general consisten en volcanitas, brechas y tobas de composición andesíticas), discordantes sobre el Grupo Choiyoi. En este sector existe mineralización de tipo pórfiro de cobre asociada a stocks dacíticos miocenos.

Las rocas terciarias constituyen la litología favorable. Entre los metalotectos estructurales favorables se destacan fallas de orientación noroeste. Los distritos metalíferos de El Salado en la cordillera de Colangüil y emplazamientos de pórfiros e intrusivos terciarios están relacionados a esta estructura. En la localidad de Chinguillos se observa otra de estas fracturas que pone en contacto sedimentitas del Paleozoico inferior con rocas carboníferas. Este sistema de fallas subparalelas es visible en las imágenes satelitales. Algunas fracturas también tienen expresión en la geomorfología.

Minera TEA (1969) señaló la existencia de fracturas noroeste-sudeste que afectan a los cuerpos intrusivos que integran el Batolito de Colangüil: falla de El Salado, Tres Quebradas, Los Puentes, Conconta y La Lagunita.

Podría considerarse una extensión de la faja Valle del Cura-El Indio, pero su potencialidad es menor, dado que los afloramientos de rocas miocenas se restringen a los sectores de las altas cumbres al tratarse de un bloque elevado. Se superpone parcialmente a la faja de Cordillera Frontal.

En el cuadro 8 se resumen las edades radimétricas obtenidas en depósitos de esta faja.

Se incluyen en esta faja los siguientes proyectos y depósitos, de norte a sur: El Fierro Alto, Jagüelito (fig. 40 y 41), Poncha, Mondaca, Agua Blanca, San Lorenzo y Poposa, con indicios de mineralización aurífera epitermal de alta sulfuración, y también los pórfiros de cobre Vicuña (El Salado) y Chita.

La mineralización de cobre está representada por dos depósitos de tipo pórfiro: Chita (Cu, Mo) y Vicuña (Cu, Au), que de acuerdo a los estudios realizados hasta la fecha no constituyen recursos económicos. También existen alteraciones hidrotermales con indicios de mineralización epitermal de baja sulfuración, pero las perspectivas de encontrar depósitos económicos son menores que en las otras fajas.



Figura 40. Jagüelito. Vista al sudeste. Zona de alteración



Figura 41. Jagüelito. Vista al oeste. Zona de alteración. Al fondo se ve el cordón de la Brea. Los estratos rojos corresponden a la Formación Los Baños (Pleistoceno)

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

VICUÑA (EL SALADO)

Vicuña se localiza a 2 km al oeste del distrito argentífero vetiforme El Salado y a aproximadamente 38 km al oeste del paraje de Malimán de Abajo, provincia de San Juan.

Según JICA-MMAJ (1999), la exploración fue llevada a cabo por la empresa BEMA SA.

El pórfiro cuprífero Vicuña se localiza en el ámbito de Cordillera Frontal, en el faldeo oriental de la cordillera de Colangüil (Cardó *et al.*, 2010). En esta unidad orográfica afloran sedimentitas marinas y costeras

DEPÓSITO	ROCA/ALTERACIÓN	MÉTODO	EDAD (Ma)	REFERENCIA
Chita	roca alterada	K/Ar (sericita)	7,6 ± 0,5	JICA - MMIJ, 1999
Vicuña (El Salado)	pórfiro	K/Ar (sericita)	13,5 ± 0,7	JICA - MMIJ, 1999
Vicuña (El Salado)	alteración potásica	K/Ar (biotita hidrotermal)	13,2 ± 0,7	JICA - MMIJ, 1999
Vicuña (El Salado)	dacita alterada	K/Ar (sericita)	13,3 ± 0,7	JICA - MMIJ, 1999

Cuadro 8. Edades radimétricas obtenidas en depósitos la faja Jagüelito (JICA-MMAJ, 1999)

del Carbonífero (Formación Cerro Agua Negra), deformadas por la fase Sanrafaélica del ciclo Gondwánico e intruidas por plutones que integran el Batolito de Colangüil de edad permotriásica.

Se trata de un cuerpo alargado de orientación norte 75° E, de 2,5 km de largo y 1,2 km de ancho. Presenta mineralización diseminada rica en oro.

Se identificaron minerales oxidados de cobre de color verde azulado, como crisocola y malaquita (fig. 42), y de color negro como neotocita y pitchlimonita, dentro de la zona de alteración potásica y en el contacto con la zona de alteración fílica. Si bien no se identificó calcopirita primaria a simple vista, en los afloramientos, se observó diseminación de calcopirita y de bornita en los lodos y en los testigos de los sondeos (JICA-MMAJ, 1999).

La alteración es de dos tipos: potásica y fílica. La primera a su vez se divide en dos grupos según los óxidos de hierro asociados. Hacia el centro de la zona de alteración se desarrolla la zona de alteración potásica que está relacionada con venillas y diseminados de magnetita. Hacia el sector exterior y superior de esta alteración se encuentra alteración potásica asociada a hematita en forma diseminada y rellenando fisuras. En ambos casos existe una distribución de biotita hidrotermal de grano fino. Estas zonas de alteración están rodeadas por alteración fílica, cuya asociación es cuarzo, sericita y pirita. En el área estudiada se identificaron múltiples venillas de cuarzo, cuya concentración va aumentando desde la zona de alteración fílica a la de alteración potásica con magnetita, constituyendo en esta última un *stockwork*. De acuerdo a las observaciones en el terreno, no hay evidencias de niveles de enriquecimiento secundario (JICA-MMAJ, 1999).

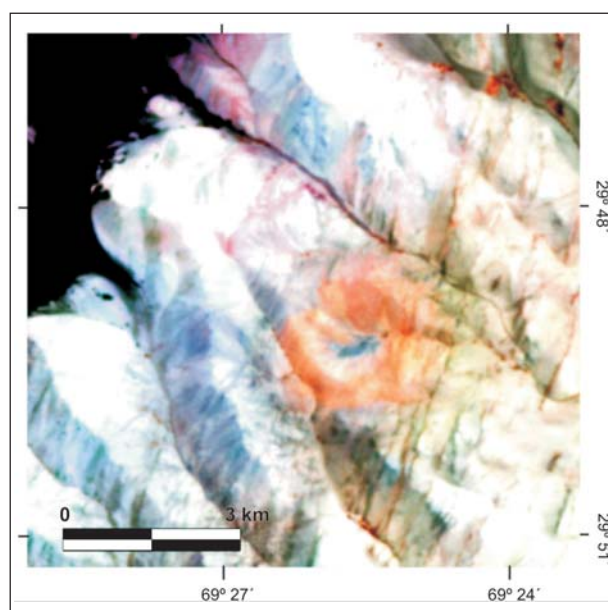


Figura 42. Imagen ASTER combinación de bandas RGB 459. Se observa en detalle, de color rosado, el halo de alteración argílica de Vicuña.

La figura 43 ilustra el aspecto de la alteración hidrotermal que afecta al pórfiro Vicuña.

En la figura 44 se observan venas con minerales oxidados de cobre.

Se identificó también alteración supergénica, con minerales como caolinita, halloysita, limonitas y vetas de cuarzo-goethita-jarosita.

La imagen ASTER interpretada durante el levantamiento de la Carta Minero-Metalogenética Malimán destaca las zonas de alteración del pórfiro de cobre, en particular la forma anular de la zona de cuarzo-sericita. También es notable el anillo cuarzo-sericítico del cerro Bramador, de menor tamaño que el de Vicuña (Marquetti, 2005; Marquetti *et al.*, 2005; Cardó *et al.*, 2010).

El estudio de inclusiones fluidas realizado por JICA-MMAJ (1999) en dos muestras ATH 393 y 395 revelaron temperaturas de homogeneización de 401 a 481° C y de 600° C y porcentaje en peso eq. NaCl de 62,4% y 74%, respectivamente.

La mineralización está diseminada en un pórfiro dacítico-andesítico de edad terciaria (13,3 Ma; JICA-MMAJ, 1999), intruido en el Granito Los Puentes. Posteriormente, Simon *et al.* (2005) definieron una composición monzonítica cuarzosa para el pórfiro y dieron a conocer una edad K/Ar de 16 millones de años.



Figura 43. Panorámica de Vicuña. Vista al oeste



Figura 44. Vicuña. Venas de cuarzo con crisocola y otros minerales de cobre

En Vicuña se obtuvieron leyes de cobre de 0,85 a 2,16% y de oro de 0,24 a 0,37 g/t (JICA-MMAJ, 1999).

CHITA

El yacimiento Chita está ubicado en el arroyo de Chita y la quebrada de Los Caballos, en el faldeo oriental de la cordillera de Olivares, departamento Iglesia, provincia de San Juan.

Fue explorado por la Dirección General de Fabricaciones Militares entre los años 1967 y 1969. Los trabajos consistieron en muestreos geoquímicos por Cu, Mo, Pb y Zn. Se obtuvieron anomalías en el sector sur de la zona explorada, con valores de 860 ppm de Cu y 270 ppm de Mo. Posteriormente se realizaron 1.213,2 m de sondeos que detectaron una zona de enriquecimiento secundario de Cu. Con respecto al oro se obtuvieron valores de 0,3 g/t promedio. En 1976 se realizaron estudios de polarización inducida en el sector anómalo y tres sondeos más. Barlow Inc. en 1989 y Minas Argentinas SA en 1995 llevaron a cabo exploraciones que consistieron en muestreos geoquímicos y unos 1.500 m de sondeos.

Posteriormente la exploración la continuaron las empresas Apex Silver en 2006 y Río Tinto en 2008.

El pórfiro de composición monzodiorítica está emplazado en rocas sedimentarias de edad carbonífera que constituyen la Formación Cerro Agua Negra (fig. 45 y 46).

Las vetas se localizan en la Granodiorita Tocota, de edad pérmica, en el sector sudoriental del pórfiro (Cardó *et al.*, 1988).

Estructuralmente Chita se ubica en un valle de rumbo ONO correspondiente a una falla regional tipo «transfer» que intersecta fallas paralelas en arco de rumbo N-S, del sistema de fallas andinas. Chita se localiza en el cruce de las estructuras mencionadas. La mineralización está controlada por tres sistemas estructurales principales: ONO, N-S y ENE a NE, que corresponden a venas, stockworks y brechas hidrotermales



Figura 45. Chita. Vista al pórfiro de Chita, al sudoeste, desde el arroyo de Chita

que pueden pasar de uno a otro en profundidad (www.marketwire.com).

La mineralización es de tipo pórfiro y hay estructuras vetiformes periféricas.

Las vetas tienen rumbo noroeste y corridas de cientos de metros hasta 2 km, y sus potencias varían de pocos centímetros hasta un metro.

En el límite sur del pórfiro, en su contacto con las sedimentitas carboníferas de la Formación Cerro Agua Negra, hay cuerpos de brechas de origen hidrotermal. Estas brechas tienen anomalías de Au, Cu, Ag y As (Rowell, 1995).

La mineralización consiste en pirita y calcopirita, minerales oxidados de cobre y hematita indígena (www.marketwire.com).

La zona de alteración tiene una forma elíptica, de 1 a 2 km de diámetro, cubriendo ambos márgenes del arroyo de Chita en las proximidades de su confluencia con el arroyo de los Caballos. Alcanza las 4.800 ha, y está relacionada por lo menos con tres intrusiones separadas de pórfiros (www.marketwire.com). El pórfiro presenta alteración arcillosa generalizada, de leve a fuerte, alteración sericitica leve y silicificación localizada en el sector sur. En el núcleo hay una zona potásica (biotita hidrotermal) que se superpone a la alteración cuarzo-sericitita-pirita. La alteración silíceo se extiende a las rocas del Carbonífero (Mezzetti, 1969).

Los estudios de inclusiones fluidas realizados por JICA-MMAJ (1999) dieron los siguientes resultados: temperaturas de homogeneización: 1) 208-253° C, 2) 197-



Figura 46. Chita. Vista del pórfiro desde el nordeste, en la quebrada de Chita. Al fondo la cordillera de Olivares con volcanitas alteradas (sector del depósito epitermal La Poposa)

256° C; salinidad: concentración en peso de NaCl: 1) 0,97%, 2) 1,28%.

Además, JICA-MMAJ (1999) realizó dataciones K/Ar en rocas con alteración cuarzo-sericitica y obtuvo una edad de $7,6 \pm 0,5$ millones de años.

Las leyes de oro en veta son de 11,6 g/t y las de plata de 996 g/t (Rowell, 1995). En el yacimiento se obtuvieron valores de 0,3 g/t promedio de Au.

En 2008, Minera Sud Argentina SA realizó tres perforaciones e interceptó una mineralización epitermal de baja sulfuración y niveles poco profundos de un sistema de pórfiro de Cu-Au (www.marketwire.com).

3.4.23. FAJA EL PACHÓN

Se ubica en el oeste de las provincias de San Juan y Mendoza, desde el valle de Los Patos Norte hasta la latitud de Malargüe (35° 30' S). Se continúa hacia el oeste en territorio chileno y al este, en San Juan, se extiende hasta los cordones de La Totor y Ansilta. Comprende parte de la Cordillera Principal y parte de la Cordillera Frontal, al sur de la latitud de -31°.

Se le ha dado el nombre del conocido yacimiento homónimo que comprende. Esta faja es esencialmente cuprífera, y el oro es un subproducto. Inmediatamente al oeste de Pachón, se localiza el yacimiento Pelambres, en territorio chileno, estando ambos vinculados espacial y genéticamente.

La litología que define a esta faja son los intrusivos y rocas volcánicas miocenos. La estructura favorable principal es la ándica, representada por bloques elevados y hundidos de orientación N-S.

El cuadro 9 resume las edades radiométricas obtenidas en yacimientos de esta faja.

Hacia el sur de la latitud de 31° S la faja se localiza en la Cordillera Principal y parte de la Cordillera Frontal.

Dos depósitos de pórfiro de cobre son los más importantes de esta faja en la provincia nombrada: El Pachón y Los Azules. La edad de la mineralización de El Pachón es miocena inferior a media (Pachón SA Minera

1999). Se encuentra además el pórfiro de Cu-Au Altar (Almandoz *et al.*, 2005; Maydagan *et al.*, 2008), situado a 25 km al norte de El Pachón.

Es una de las fajas con mayor potencialidad de la Argentina, particularmente con respecto a depósitos de tipo pórfiro. Los depósitos conocidos hasta ahora suman más de 3.000 Mt de mena, sin considerar los yacimientos que se encuentran en la continuación de la faja en territorio chileno.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

EL PACHÓN

El yacimiento El Pachón se localiza en el sudoeste de la provincia de San Juan, en el departamento Calingasta, a 167 km al SO de la localidad de Barreal.

Fue descubierto por la Compañía Minera Aguilar en 1964. Entre 1969 y 1974, se desarrollaron varias campañas de perforaciones, completando 14.250 metros. Entre 1972 y 1973 se perforaron 33 sondeos con un total de 5.000 metros. En 1974, Minera Aguilar solicitó a Arthur G. McKee & Co. un estudio de factibilidad, que se finalizó en 1977. Los estudios de sondajes e ingeniería se completaron entre 1976 y 1981, y el proyecto se retrasó entre 1985 y 1988. En 1988, Compañía Minera Aguilar fue adquirida por Minera SA (Panamá) a través de San José SA (Panamá). En 1990, RTZ Corporation adquirió un tercio de interés de Minera SA. En 1992, Minera SA, propietaria de El Pachón, se reestructuró bajo el nombre de Pachón SA Minera. Las concesiones mineras y derechos de superficie fueron transferidos de Compañía Minera Aguilar a Pachón SA Minera. Compañía Minera Aguilar completó 29.013 m de perforaciones entre 1969 y 1992. En septiembre de 1994, Cambior adquirió el 40% de interés en Pachón SA Minera. Entre 1995 y 1996, Cambior completó 8.263,4 metros de perforaciones, y en febrero de 1996 finalizó el estudio de factibilidad del proyecto. En septiembre de 2001, Noranda cerró la compra del 100% de Pachón SA Minera (www.xstratacopper.com). La propietaria actual es Xstrata Copper Argentina, actualmente subsidiaria de Glencor.

DEPÓSITO	ROCA (UNIDAD)	MÉTODO	EDAD (Ma)	ERROR (Ma)	REFERENCIA
Pelambres (Chile)	dique	K/Ar	9,74	0,16	Sillitoe, 1977
Pelambres (Chile)	dique	K/Ar	9,96	0,18	Sillitoe, 1977
Leoncito	monzodiorita	K/Ar	14,8	0,4	JICA - MMIJ, 1999
Leoncito	monzodiorita	K/Ar	13,1	0,3	JICA - MMIJ, 1999
Cerro Mercedario	tonalita-granodiorita	K/Ar	13,1	0,3	JICA - MMIJ, 1999

Cuadro 9. Edades radiométricas obtenidas en yacimientos vinculados a la faja El Pachón

Varios autores han realizado estudios en este yacimiento: Fernández *et al.* (1974), Nebot (1982), Lencinas (1982), Brown (1983), Lencinas y Tonel (1994) y Pachón SA Minera (1999), entre otros.

La información que sigue fue resumida de Pachón SA Minera (1999).

El yacimiento El Pachón se emplaza en andesitas y tobas de la Formación Pachón, de edad cretácica, intruida por la Diorita Pachón de edad miocena y pórfiros dacíticos. En el sector sur, aflora una brecha hidrotermal silicificada (fig. 47). También hay brechas de turmalina, que constituyen cuerpos pequeños y son post mineralización.

Los sistemas de fracturas dominantes son norte-sur y este-oeste, y las inclinaciones varían entre 40 y 80° al este; estas estructuras se corresponden con las

de la Formación Pachón. La intensidad de la fracturación disminuye de sur a norte, y está acompañada por la desaparición de minerales supergénicos y aparición de alteración propilítica.

La mineralización está diseminada y en *stockwork*.

Representan la mineralización hipogénica calcopirita y cantidades menores de tetraedrita, tennantita, pirita, galena, bornita y esfalerita.

La zona de oxidación tiene un espesor promedio de 20 m; en ella, la mineralización está constituida por hematita, goethita, jarosita y minerales oxidados de cobre. La zona de enriquecimiento supergénico alcanza los 170 m de espesor; en esta zona, los minerales supergénicos son calcosina y digenita, y en menor cantidad covellina y bornita.

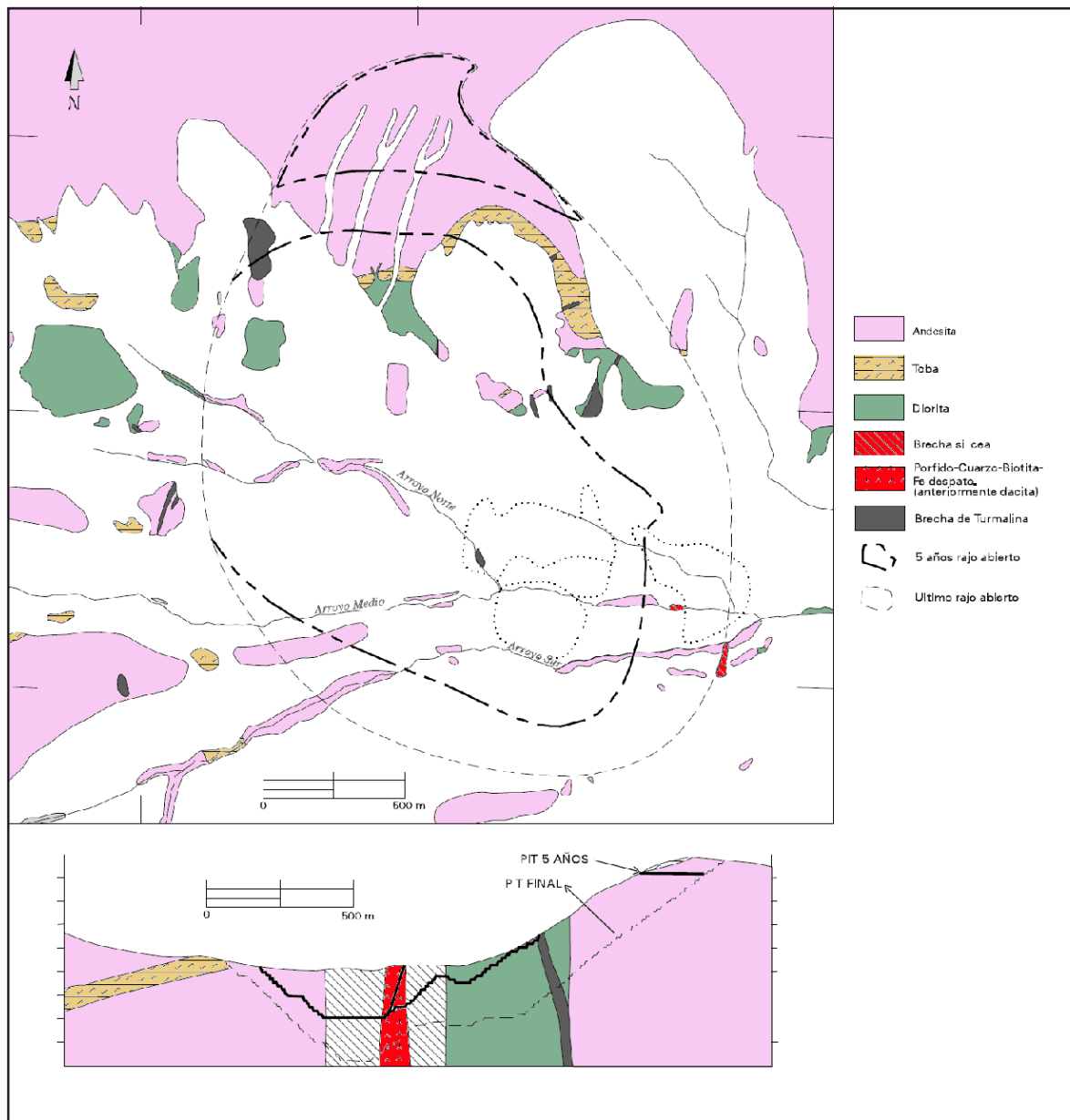


Figura 47. El Pachón. Geología de superficie y sección del cuerpo mineralizado. Tomado de Pachón S.A. Minera (1999)

Las zonas de alteración son las típicas de un pórfiro de cobre y se distribuyen en halos concéntricos; ellas son: potásica (biotita-magnetita±feldespato potásico), sericitica, silíceo, arcillosa y propilítica. Tienen una orientación oeste-noroeste. En la zona potásica se concentra la mayor mineralización económica. La alteración sericitica carece de interés económico, mientras que la propilítica forma el halo más externo y delimita la zona mineralizada (fig. 48 y 49).

Las reservas del yacimiento (probadas y probables) son de 989,95 Mt con 0,61% Cu; 0,014% Mo; 0,019 g/t Au y 2,352 g/t Ag. Las reservas geológicas ascienden a 2.106,5 Mt (Pachón SA Minera, 1999). Xstrata Copper (2012) informó recursos medidos de 533 Mt con 0,67 % de Cu, 0,013% de Mo y 2,38 g/t Ag, indicados de 1.050 Mt con 0,49% Cu, 0,011% Mo y 2,04 g/t Ag, y recursos inferidos de 1.700 Mt con leyes de 0,4% de Cu, 0,01% de Mo y 1,8 g/t de Ag.

De acuerdo con Lencinas y Tonel (1974), la secuencia de etapas en la formación del depósito es la si-

guiente: intrusión de la Diorita Pachón; formación del sistema de pórfiro de cobre; intrusión de pórfiros dioríticos, en cuyas cúpulas se produce el brechamiento y la acumulación de fluidos hidrotermales; brechamiento hidrotermal, alteración y mineralización de la brecha; intrusión de pórfiro dacítico al norte de la brecha hidrotermal; formación de brechas de turmalina con escasa mineralización; y lixiviación y enriquecimiento supergénico.

El yacimiento se vincula genéticamente al pórfiro Los Pelambres en Chile, en el que Quirt *et al.* (1971) obtuvieron dos edades en biotita de $9,74 \pm 0,16$ y $9,96 \pm 0,18$ Ma, por lo que se lo ubica en el Mioceno medio a superior.

El modelo corresponde al de tipo pórfiro.

LOS AZULES

El pórfiro cuprífero Los Azules se localiza en la Cordillera Frontal, al oeste de la cordillera de La Totorra, a 128 km de Calingasta, provincia de San Juan.



Figura 48. El Pachón. Zona alterada.

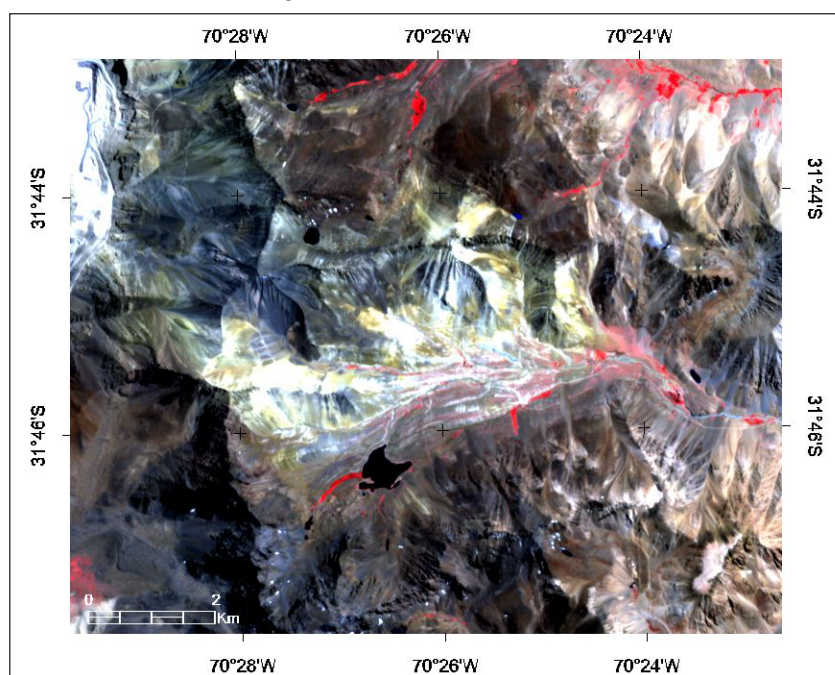


Figura 49. El Pachón. Imagen ASTER combinación de bandas RGB 321, en donde se observa la zona de alteración.

La propietaria Minera Andes Inc. completó en 2012 la fusión con US Gold formando McEwen Mining (www.mcewenmining.com).

El yacimiento se localiza en la Cordillera Frontal, que se caracteriza por un basamento de volcanitas e intrusivos permotriásicos representados por el Grupo Choiyoi, depósitos volcanoclásticos de edad terciaria que lo sobreyacen en discordancia e intrusivos terciarios relacionados con la mineralización. La estructura se caracteriza por pilares y grábenes limitados por fallas inversas de alto ángulo de orientación N-S, con vergencia al este y al oeste.

Localmente aflora un *stock* dacítico a monzonítico de edad miocena. La roca de caja está representada por volcanitas indiferenciadas del Grupo Choiyoi (Ragona *et al.*, inédito) (fig. 50).

Hacia el norte, en el cordón de Los Azules, aflora la Formación Arroyo de Las Chinchas, de edad miocena, constituida por ignimbritas y surges, con andesitas y escasos basaltos intercalados, areniscas y calizas.

El cuerpo mineralizado se extiende aproximadamente 3 km en el sentido NNO-SSE y un kilómetro de ancho (Minera Andes Incorporated, 2009).

La mineralización es la típica de los pórfiros de cobre: calcopirita, calcosina y bornita. De acuerdo a la información de los sondeos se extiende superficialmente la grava glacial, hasta unos 100 m de profundidad, y luego se observa la zona lixiviada de espesores variables, hasta unos 170 metros. A continuación se extiende la zona de enriquecimiento secundario con espesores promedio de 150-170 m; en esta zona la ley de cobre es superior al 0,2%, con valores promedio de más de 0,3%, alcanzando registros de hasta más de 2%. En esta

zona la mineralización secundaria consiste en calcosina y se extiende sobre la mineralización primaria de cobre con calcopirita (Minera Andes Incorporated, 2009, www.minandes.com)

Se identifica una zona de alteración potásica en la parte central del cuerpo intrusivo. La zona fílica se extiende al oeste de la alteración potásica.

La empresa Minera Andes Incorporated (2009) señaló reservas de 922 Mt con 0,55% Cu. Más recientemente (2013) McEwen Mining Inc. informó recursos indicados por 389 Mt con 0,63% Cu y recursos inferidos por 1.397 Mt con 0,46% Cu (cut-off 0,35% Cu) (www.mcewenmining.com).

El modelo corresponde al de tipo pórfiro.

CERRO MERCEDARIO

Cerro Mercedario está localizado en el cordón de la Ramada, a 35 km de Barreal, provincia de San Juan. El depósito mineralizado está debajo de un glaciar, lo cual hace imposible su explotación.

El depósito se reconoció en 1967, durante las tareas desarrolladas por la Dirección General de Fabricaciones Militares y el PNUD en el marco del Plan Cordillerano, creándose en 1968 el Área de Reserva 50. En 1973, el área se incluyó entre otras en un convenio entre la provincia de San Juan, el Banco Nacional de Desarrollo y la Dirección General de Fabricaciones Militares. Esta Institución realizó en 1974 un mapeo que definió la presencia de una mineralización diseminada y en *stockwork* de Cu-Mo tipo pórfiro. Con la asesoría del PNUD, en 1975 se iniciaron tareas de exploración (campos, un túnel y campamentos) y también geología de superficie, llevadas a cabo por la Dirección General de



Figura 50. Los Azules. Vista del pórfiro

Fabricaciones Militares, la Dirección Provincial de Vialidad de San Juan y la empresa Aluvión SA (Chabert y Sabalúa, 2010).

Cerro Mercedario está situado dentro de la Cordillera Principal. La roca mineralizada es un pórfiro tonalítico a granodiorítico del Mioceno medio, que intruye volcánicas del Grupo Choiyoi (Permotriásico) (Chabert y Sabalúa, 2010).

Según estos autores, el diámetro de este depósito alcanza los 4 km, y aflora unos 2 km en sentido vertical, exponiendo así los niveles medio y bajo del sistema porfírico. La alteración hidrotermal tiene una geometría groseramente circular centrada en el intrusivo terciario y se desarrolla en forma concéntrica desde el interior hacia la periferia en tres zonas: potásica, fílica y propilítica.

Las zonas de oxidación y enriquecimiento son de escasa envergadura. La mineralización hallada en el túnel y en las perforaciones es preponderantemente primaria, con escasos minerales oxidados y ausencia de minerales de enriquecimiento; esto permitió corroborar las observaciones realizadas en la exploración de superficie. Aquí la mineralización de la zona potásica en el intrusivo se dispone en venillas desde 0,5 mm hasta 2 cm de espesor, conformando un *stockwork* de 70 a 90 venillas por metro lineal, con disseminación periférica que ocupa la totalidad de la roca en sectores con venillas apretadas. Está constituida por calcopirita, rara bornita, molibdenita y pirita; los sulfuros totales alcanzan un 4%, con una relación pirita:calcopirita de 2:1. Los resultados promedio de los muestreos de roca para estos sectores son de 0,4% Cu, 0,04% Mo y 0,16 g/t Au. En la zona andesítica, y en la misma zona de alteración, la relación pirita:calcopirita es 5:1 y valores promedio de 0,05% Cu, 0,004% Mo y 0,1 g/t Au. En la alteración fílica, la mineralización predominante es pirita, con raras calcopirita y molibdenita. En la zona propilítica, la mineralización de importancia económica está ausente, con predominio de pirita (Chabert y Sabalúa, 2010).

Los autores citados señalaron además que la mineralización de Cu-Mo está concentrada en la zona de alteración potásica, mientras que la piritización coincide con la alteración fílica y parcialmente con la alteración propilítica. También hay silicificación.

En el subsuelo, la mineralización se localiza en andesitas del Grupo Choiyoi afectada por alteración fílica. En los primeros 150 m, predomina la pirita y los tenores medios de Cu son de 0,13%. Entre los 150 y 420 m de la galería se intercepta el intrusivo terciario con alteración fílica-potásica y el contenido de cobre se eleva hasta 0,25% y localmente 1,27%, con escaso molibdeno. Entre 420 y 512 m, la mineralización se restringe al intrusivo con alteración potásica, con tenores medios de 0,1% Cu. La mineralización de Au es

importante entre los tramos 170-184 m y 205-235 m, con valores de 0,74 y 0,8 g/t respectivamente (Chabert y Sabalúa, 2010).

ALTAR

Se localiza en las cabeceras del arroyo La Pantanosa, en la Cordillera Principal de San Juan, en la porción sur del segmento de los Andes argentinos de subducción horizontal.

Fue zona de reserva provincial y se exploró desde la década del '70. Recientemente adquirió importancia por el impulso de la exploración y los nuevos descubrimientos que lo definen como un pórfiro de cobre de características similares a El Pachón y Los Azules.

La empresa propietaria es Stillwater Mining Company, que adquirió Peregrine Metals Ltd.

La geología del entorno se caracteriza por la presencia de granitos y rocas volcánicas del Grupo Choiyoi, sobre las que se depositaron sedimentitas marinas jurásicas y luego una sucesión volcánica cretácica tardía a terciaria temprana; esta última está intruida por pórfiros cuarzo-dioríticos a granodioríticos miocenos. En el depósito, la geología consiste en tobas vitrocrísalinas cubiertas concordantemente por coladas andesíticas; en el contacto basal entre ambas hay brechas volcánicas y andesíticas, seguidas por andesitas. A estas rocas intruyen los cuerpos miocenos (Ragona *et al.*, inédito).

Según Peregrine Metals Ltd. (2010, www.peregrinemetals.com), la mineralización está formada por calcosina, digenita, covellina y bornita, que reemplazan calcopirita y pirita. El depósito hospeda una importante zona de mineralización de alta ley de calcosina-covellina cercana a la superficie. La empresa Stillwater Mining Company (www.stillwatermining.com) señaló que los sulfuros muestran zonalidad vertical, dada por pirita escasa-enargita en los niveles más altos; pirita-calcosina-covellina-bornita-digenita en niveles intermedios; y pirita-calcopirita-bornita y molibdenita en los niveles más profundo; hay muy escasa mineralización secundaria de óxidos de cobre y escasa calcosina supergénica.

Dentro de los 300 m superiores, la mineralización incluye digenita-covellina supergénicas y calcosina-bornita hipogénicas reemplazando calcopirita (Peregrine Metals Ltd., 2010, www.peregrinemetals.com).

Las alteraciones reconocidas son potásica, propilítica y fílica, ésta última con turmalina (Peregrine Metals Ltd., 2010, www.peregrinemetals.com). Almandoz *et al.* (2005) dataron sericitita hidrotermal por el método Ar/Ar, y obtuvieron una edad de 10,38 millones de años.

En varias perforaciones, la ley más alta de cobre está presente en superficie y la profundidad promedio del encape lixiviado es de aproximadamente 80 m (Peregrine Metals Ltd., 2010, www.peregrinemetals.com).

Según la empresa mencionada, el pórfiro Altar también tiene un gran potencial a lo largo de su borde este, en una zona de 2 km por 1,5 kilómetros. Fragmentos de roca recolectados para evaluar esta zona dieron valores de hasta 14,1 g/t de Au, 400 g/t de Ag y 12,4% de Cu. La zona corresponde a un sistema epitermal de alta sulfuración de oro-plata, producto de telescoping, y se ubica directamente sobre e inmediatamente periférico al sistema de pórfiro de cobre. En 2009, la empresa mapeó zonas estructurales subverticales «inundadas» con cuarzo (silica ledges) expuestas en los bordes que rodean el pórfiro de cobre. La mineralización expuesta muestra características típicas de depósitos epitermales de oro de alta sulfuración productivos, que incluyen vuggy silica, brechas hidrotermales multi-episódicas, cuarzo bandeado colloforme y crustiforme, y deposición de azufre nativo, alunita, baritina, sulfatos de cobre, sulfuros y sulfosales, limonitas y boxworks según sulfuros, con mineralización de enargita-tennantita. El encape lixiviado del pórfiro de cobre pasa transicionalmente hacia arriba a las raíces del sistema epitermal de oro-plata de alta sulfuración.

Los recursos medidos+indicados son 3,36 Mt de cobre y 1,53 millones de onzas de oro, ambos con una ley de corte de 0,3% (802 Mt con 0,44% de cobre equivalente), e inferidos 1,96 Mt de cobre y 880.000 oz de oro, ambos con una ley de corte de 0,3% (456.600 Mt con 0,44% de cobre equivalente). Los recursos medidos + inferidos alcanzaron 251 Mt con 0,52% Cu y 0,07 g/t Au, e inferidos 244 Mt con 0,54% Cu y 0,056 g/t Au (cut-off 0,4% Cu) (Peregrine Metals Ltd., 2011) (www.stillwatermining.com; www.peregrinemetals.com).

El modelo corresponde al tipo pórfiro, al que se superpone un sistema epitermal de alta sulfuración.

3.4.24. FAJA CORDILLERA PRINCIPAL

La faja se localiza en el oeste de la provincia de Mendoza, a lo largo de la Cordillera de los Andes, entre el volcán San José y la latitud de Malargüe, con un desarrollo de unos 235 km de largo y unos 55 km de ancho máximo. Corresponde a la continuación austral de la Faja El Pachón.

Está vinculada a un arco magmático desarrollado a partir del Mioceno, que afecta a sedimentitas marinas litorales a batiales, evaporíticas y continentales y depósitos volcánicos del Jurásico y depósitos marinos litorales del Cretácico inferior, que en conjunto forman parte de la cuenca de retroarco jurásico-cretácica del sudoeste de Mendoza y Neuquén, y se asientan sobre un basamento escasamente representado por volcanitas del Grupo Choiyoi (Permo-triásico). Al arco volcánico mioceno corresponden además intrusiones pequeñas a medianas de cuerpos subvolcánicos predominantemente andesíticos y, en menor escala, granitoides que son los que definen esta faja.

De acuerdo con dataciones radimétricas se pueden separar dos eventos magmáticos asociados a procesos de deformación ocurridos durante su emplazamiento: uno en el Mioceno inferior entre 22 y 20 Ma y otro en el Mioceno superior con una edad máxima de 10,6 Ma (Ramos y Nullo, 1993).

En la faja se ubican depósitos de cobre filonianos, de reemplazo y disseminados vinculados a las intrusiones subvolcánicas mesosilíceas del arco magmático mencionado, atribuidas ellas a las Formaciones Palaoco (Mioceno inferior) y Huincán (Mioceno superior), que no han tenido mayor desarrollo dadas sus escasas reservas, así como yacencias vetiformes de hierro, manganeso y plomo-cinc-plata y de hierro-cobalto de contacto.

De edad miocena inferior son el depósito de skarn Arroyo Nieves Negras, los yacimientos polimetálico complejo agrupamiento Violeta, el IOCG Las Choicas y el área de alteración hidrotermal con mineralización disseminada Bayo Norte. Al Mioceno superior corresponden los depósitos de reemplazo del agrupamiento La Encantadora (La Encantadora, Chabela, La Riqueza, La Morada y La Modesta) y el área de alteración hidrotermal con mineralización disseminada Cerro Amarillo.

Si bien los depósitos conocidos no tienen margen de economicidad, con excepción de Las Choicas, teniendo en cuenta la variedad de modelos que involucra, especialmente los disseminados y de contacto, esta faja es la de mayor importancia para la prospección minera y alumbramiento de nuevas yacencias cupríferas, como también así de otras sustancias de base, en la provincia de Mendoza.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

AGRUPAMIENTO VIOLETA

En la comarca del río Barroso, a unos 120 km en línea recta de la ciudad de Malargüe, provincia de Mendoza, se sitúan las manifestaciones Santa Filomena, Lagarto y Borrachera que constituyen el agrupamiento Violeta compuesto por vetas de rumbo 85° e inclinación sudeste, de 0,07 a 1,35 m de espesor, alojadas en calizas de la Formación Vaca Muerta (Cretácico inferior).

Salvo su mención por parte de Angelelli (1950), se desconocen antecedentes para estas yacencias.

La mineralización, que consiste en calcopirita, bornita, calcosina y malaquita en ganga de cuarzo, probablemente se relaciona con las rocas subvolcánicas dacíticas próximas (Angelelli 1950), correspondientes a la Formación Palaoco.

AGRUPAMIENTO LAS CHOICAS

El agrupamiento Las Choicas (Las Choiquitas, Clota, Hilda, Águila, El Coloso, España, Chile y Atalaya) está constituido por depósitos filonianos, de escasas dimensiones, que rodean por el norte, el oeste y el sur al stock de Las Choicas.

Consisten en vetillas y vetas lenticulares, de 5 a 50 cm de potencia, alojadas en diaclasas e intercaladas en calcáreos de la Formación La Manga (Jurásico medio); la mineralización está compuesta por calcopirita, pirita, calcosina, cuprita, cobre nativo, malaquita, azurita y limonitas, siendo la ganga de baritina, siderita, calcita y cuarzo.

Angelelli (1950) y Zanettini y Carotti (1993) vincularon estos depósitos a la intrusión diorítica miocena del cerro Las Choicas.

LAS CHOICAS

Las Choicas se sitúa en el paraje del mismo nombre, en el faldeo norte del cerro Las Choicas, a unos 130 km al noroeste de la ciudad de Malargüe, provincia de Mendoza.

Fue descubierta en 1875, y tuvo una primera explotación, junto con otras vetas menores, desde 1902 hasta 1929. A partir de 1937, se efectuó un laboreo más intensivo que concluyó en 1940. Luego de un lapso prolongado, la empresa COMINOR (1997, 1999) realizó una evaluación detallada, incluyendo algunos depósitos del entorno, mediante geología, perfiles geofísicos y sondeos con aire reverso.

De acuerdo con Angelelli (1946), Zanettini (1984) y Sruoga *et al.* (2005), en el sitio aflora un conjunto sedimentario del Jurásico, integrado por areniscas y limolitas de la Formación Puesto Araya, calcáreos de la Formación La Manga, yeso de la Formación Auquilco y areniscas, mantos y brechas volcánicas de la Formación Río Damas, intruidos por un *stock*, diques y filones capa de diorita hornblendífera de edad miocena inferior (Burdigaliano) (Diorita Choicas; Franchini *et al.*, 2007a), que ha ocasionado alteraciones hidrotermales propilítica y silíceas en sí mismo y silicificación masiva con venulación de calcita y de cuarzo con sulfuros en la roca encajante.

El yacimiento está constituido por tres cuerpos mineralizados, localizados dos de ellos en el contacto diorita-calcáreos y el restante dentro de éstos. Sus dimensiones son variables, teniendo el mayor 50 m de longitud, 20 m de espesor y de 8 a 15 m de alto.

La mineralización se compone de bornita, calcopirita y pirita en vetillas con ganga de calcita y escaso cuarzo; los minerales de cobre aparecen además en granos dispersos y de manera muy subordinada se encuentra calcosina asociada a bornita. El cuerpo contenido en los calcáreos está formado por vetillas de posición horizontal, de 0,30 a 0,40 m de espesor, integradas por calcita-pirita-calcopirita y otras de cuarzo-pirita.

Los cuerpos externos, epitermales, se ubican en la parte superior del depósito. Consisten en vetillas y vetas de 0,05 a 0,50 m de potencia, alojadas en fisuras del intrusivo y de los calcáreos, y cuerpos irregulares. Están compuestos por calcopirita y pirita en ganga de baritina, siderita, calcita y cuarzo, teniendo como se-

cundarios calcosina, malaquita, azurita, cuprita, cobre nativo y limonitas; la zona de oxidación alcanza a unos 20 m de potencia.

Zanettini (1984) consideró a la diorita como fuente de la alteración-mineralización hidrotermal, admitiendo reemplazo metasomático en los calcáreos. Zanettini y Carotti (1993) expresaron que la distribución de sulfuros y ganga sugieren una zonación térmica de la mineralización.

Las leyes de mineral son de 3 a 4% Cu (12 a 15% en los clavos principales) y 30 g/t Ag. En los desmontes se encuentran tenores variables entre 12 y 17% de cobre. Las reservas ascienden a 389.700 t, con leyes medias de 4,25% Cu y 30 g/t de Ag (Abra SA, 1997). Para el conjunto de sectores prospectados, las reservas estimadas son de 30 Mt con 1,5% Cu y 20 g/t Ag contenidas.

Según Franchini *et al.* (2007a), Las Choicas se localiza en el ápice de un anticlinal de rumbo regional de 15° O, a lo largo del contacto entre las areniscas calcáreas y calizas de la Formación La Manga y la «Diorita Choicas». Estudiaron en detalle la alteración, que incluye abundante clorita + calcita ± albita ± escapolita ± ilmenita o titanita ± apatita, y localmente actinolita ± hematita ± biotita que alteran a la diorita y rocas sedimentarias a lo largo de los contactos. La mineralización tardía de Cu (1-10% de Cu) está asociada con alteración con calcita ± albita ± cuarzo en fracturas, enrejados de venas y brechas de craquelación. La mineralización es zonal, desde bornita ± calcopirita ± millerita con anomalías de Zn, As, Mo, Ag y U en el cuerpo mineralizado principal, a través de brechas ricas en calcopirita con anomalías de Zn, y enrejados de venas con calcopirita ± tetraedrita con anomalías de Sb, As, Ag y Zn en la zona superior, hacia una cubierta rica en pirita y pobre en Cu con anomalías de Co, y finalmente a venas estériles tardías de calcita en las zonas distales.

Los autores mencionados señalaron que este depósito comparte varios rasgos característicos de los IOCG (iron oxide-copper-gold), indicando que podría representar la continuación de la faja de IOCG localizada en la Cordillera de la Costa del sur de Perú y norte de Chile (13°-33° 30' S), que termina en el prospecto de cobre La Africana en Chile a la latitud de Santiago (Sillitoe, 2003); también comparte los rasgos de los depósitos de cobre de tipo manto del norte y centro de Chile. El depósito podría representar la primera manifestación de depósitos IOCG en este segmento de la Cordillera de los Andes de Argentina, o la continuación de la faja chilena de los de tipo manto. El modelo de alteración y mineralización de Las Choicas se puede usar en la exploración de otros prospectos de cobre del distrito Valle Hermoso, entre otros.

LA ENCANTADORA

El yacimiento La Encantadora y otras manifestaciones similares que lo acompañan (Chabela, La Rique-

za, La Morada y La Modesta) son depósitos de contacto ubicados en la pendiente oriental del cerro de la Virgen, ubicados en la pendiente oriental del cerro de la Virgen, distante 39 km al oeste de la ciudad de Malarгүй, provincia de Mendoza.

De acuerdo con Barrionuevo (1953) en el sitio afloran calcáreos y margas del Grupo Mendoza (Cretácico inferior) intruidos por stocks y diques de pórfiros dioríticos y andesíticos piritizados atribuidos a la Formación Huincán (Mioceno superior).

En los contactos se presenta una zona de skarn de potencia variable entre 25 y 30 m, donde se distinguen fajas paralelas con mineralización metalífera de 25 a 60 m de longitud y espesor variable de pocos decímetros a un metro, que acusan dirección norte-sur e inclinan 18° a 27° al oeste.

La mineralización está constituida por pirita y calcopirita, que se diseminan en el skarn; en las fajas citadas la calcopirita ocurre como nódulos de más de 10 cm de diámetro y como cortas lentículas. Los productos de oxidación que se encuentran son malaquita y limonitas.

Por su vinculación con las rocas intrusivas aledañas, el depósito se considera de edad miocena superior.

Las leyes de cobre son de 1,14 a 13,70%, con 15 a 468 g/t de plata (Barrionuevo, 1953; Angelelli, 1984).

CERRO AMARILLO

El depósito de Cu-Au diseminado de Cerro Amarillo se ubica en las nacientes del arroyo Desecho, afluente del río Salado, a 57 km al oeste de la ciudad de Malarгүй.

De acuerdo con Bengochea (1992) en el sitio afloran volcanitas del Grupo Choyoi (Pérmico superior) cubiertas por sedimentitas jurásicas, intruido el conjunto por stocks y diques de pórfiros tonalíticos y an-

desíticos piritizados atribuidos a la Formación Huincán (Mioceno superior).

Se encuentra una zona de decoloración y alteración hidrotermal de 6 km², en la cual se distingue un área central con intensa silicificación y menor biotitización, que afecta principalmente a los pórfiros, rodeada por un extenso halo con intensa argilización y desarrollo de clorita-epidoto.

La mineralización está formada por pirita, calcopirita y escasas calcosina y/o bornita? diseminadas en los pórfiros y sedimentitas, en una proporción del 5%, y subordinada en venillas con cuarzo de hasta 5 cm de espesor que en las sedimentitas se disponen paralelamente a los planos de estratificación. Como productos de oxidación se encuentran malaquita, azurita y limonitas.

Muestras de rocas han dado valores de hasta 0,6% Cu y 0,1 a 0,4 g/t Au; localmente el pórfiro tonalítico mineralizado ha dado tenores de 4,75% Cu y 1% Zn.

3.4.25. FAJA PRECORDILLERA

Esta faja comprende la Precordillera de las provincias de San Juan y Mendoza y agrupa los depósitos vinculados a magmatismo mioceno que se localizan en la provincia geológica homónima.

Considerando que los depósitos de Cu-Au de Guachi y los de Au, Ag, Mo, Fe, Pb, Zn, Ag de Gualcamayo guardan relación, la faja Precordillera alcanza una extensión de 380 km de largo por unos 40 km de ancho y dirección general N-S.

En el cuadro 10 se presentan las edades radimétricas obtenidas en depósitos incluidos en esta faja.

Los yacimientos localizados en la Precordillera son, mayoritariamente, de tres tipos: depósitos de skarn, epitermales de alta sulfuración y tipo pórfiro. La edad de estos yacimientos es miocena media a superior.

DEPÓSITO	ROCA/MINERAL	MÉTODO	EDAD (Ma)	ERROR (Ma)	REFERENCIA
Paramillos Norte	monzodiorita	K/Ar	18,3	0,4	JICA - MMIJ, 1999
La Negrita	pórfiro	K/Ar	20,6	0,4	JICA - MMIJ, 1999
San Benicio		K/Ar	16,1	0,3	JICA - MMIJ, 1999
San Benicio	biotita - hornblenda	K/Ar	12,5	0,3	JICA - MMIJ, 1999
Gualilán	dacitas	K/Ar	17	5	Leveratto, 1976
La Lajita (Gualcamayo)	intrusivo	K/Ar	13	2	Logan, 1992
Gualcamayo (mina La Abundancia)	pórfiro	K/Ar (biotita)	6,9	0,1	JICA - MMIJ, 1999

Cuadro 10. Edades radimétricas obtenidas en depósitos vinculados a la faja Precordillera

La litología favorable son los cuerpos intrusivos subvolcánicos y volcánicos miocenos y las calizas ordovícicas que integran la Formación San Juan; estas últimas constituyen rocas de caja de los yacimientos de skarn.

Las estructuras favorables más importantes son las fracturas noroeste. Éstas son fracturas de basamento que tienen expresión en la cubierta sedimentaria corrida y plegada, que permitieron el emplazamiento de cuerpos subvolcánicos, la depositación de volcanitas y rocas volcanoclásticas y la circulación de fluidos hidrotermales.

La mineralización de cobre, con oro asociado de la Precordillera de San Juan se encuentra en depósitos vetiformes en una zona periférica a la mineralización aurífera del distrito Guachi en el departamento de Jáchal (minas Santa Filomena y Dolores).

Se conoce la existencia de manifestaciones de cobre sedimentario en unidades terciarias en Mogna, departamento de Jáchal. Se trata de la mina Santa Teresita.

En la sección austral (Mendoza), la faja involucra los depósitos de cobre-molibdeno diseminado San Benicio, Paramillos Norte y Paramillos Sur, los vetiformes Andacollo y Mantos Preciosos, localizados en fracturas de rumbo norte a nor-noreste, las yacencias mantiformes San Antonio, San Francisco y Mantos de Cobre, contenidas en serpentinitas ordovícicas las primeras y en lutitas y areniscas triásicas la última, y las manifestaciones Manto Azul, Manto Flor, Manto Poroso y Cerro de los Leones, que son impregnaciones de minerales oxidados de cobre en filitas ordovícicas. El depósito Mantos Preciosos fue estudiado por Lavandaio (1983), quien lo definió como «cobre exótico».

En esta faja, en el distrito Paramillos, se destacan también mineralizaciones filonianas de oro y plomo-plata-cinc asociadas a los sistemas porfíricos.

En la provincia de San Juan, por su contenido en Cu la potencialidad de la faja es baja a media, y reside en la posibilidad de encontrar cuerpos mineralizados tipo pórfiro en subsuelo. En lo que se refiere a Mendoza, el interés de la faja radica en la intensificación de la exploración en los depósitos de cobre diseminando y oro filoniano del distrito Paramillos. En el resto, los tipos y calidad de los yacimientos no ofrecen mayores perspectivas de ubicar nuevos depósitos de interés económico.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

GUACHI

El distrito cupro-aurífero Guachi está localizado en la Precordillera, 103 km al NO de Jáchal, en el norte de la provincia de San Juan.

La empresa propietaria es Kestrel Gold Inc.

Realizaron estudios de este distrito Monchablón (1956), Wetten (1959), Rodríguez Murillo (1977), Angelelli (1984) y JICA-MMAJ (1998).

La mineralización está relacionada con cuerpos intrusivos dioríticos y dacíticos de edad terciaria, intruidos en sedimentitas devónicas y volcanitas andesíticas de la Formación Cerro Morado de edad miocena (Limarino *et al.*, 2002) (fig.51). La cobertura volcánica buza suavemente hacia el noroeste mientras que al este ha sido erosionado, principalmente en el arroyo Agua Amarga, donde afloran rocas intrusivas fuertemente alteradas (Rodríguez Murillo, 1977).

El distrito comprende esencialmente tres sectores o zonas: a) central, aurífera, donde se localizan vetas de cuarzo que fueron explotadas antiguamente: minas Riscos, Potro, Oro Blanco, Sentazón, Oro Rico y zonas de alteración con mineralización diseminada; b) zona oeste: cerro Los Jachalleros, donde hay vetas cupríferas de rumbo este-oeste, y zona nordeste: minas Santa Filomena y Dolores; c) zona norte, en el cerro Los Caballos: mina La Sanjuanina, integrada por cuatro vetas auríferas de rumbo nordeste y una noroeste. Este último sector está ubicado a 1,5 km de los dos restantes.

La zona central del distrito se compone de numerosas vetas con espesores que van del centímetro al metro. La mineralización está constituida por cuarzo, piritita aurífera y en menor proporción esfalerita, galena y calcopirita. Las leyes históricas de este sector están entre 1,5 y 22 g/t Au y 20 a 179 g/t Ag (Angelelli, 1984).

La zona oeste está integrada por un sistema de vetas múltiples radiales. Son vetas angostas con corridas de hasta 300 metros. La mineralización está compuesta por piritita, calcopirita, oro, cuarzo, malaquita, azurita, limonitas y galena (Monchablón, 1956; Rodríguez Murillo, 1977).

La zona de alteración posee 2 km de largo y presenta abundantes limonitas. Se desarrolla una zona central silicificada. La mineralización está alojada en vetillas múltiples, de rumbo norte-sur, noroeste y nordeste (JICA-MMAJ, 1998).

De acuerdo con los estudios de inclusiones fluidas (JICA-MMAJ 1998), la temperatura de homogeneización es de 182-237° C y 284-317° C, mientras que la salinidad es de 29,9 y 2,7% en peso equivalente de NaCl, respectivamente.

La zona de oxidación tiene 10 m de profundidad. Las leyes promedio son 6,16% Cu, 14,9 g/t Au y 48,4 g/t Ag (Monchablón, 1956; Rodríguez Murillo, 1977).

De acuerdo a los resultados proporcionados por JICA-MMAJ (1998), la zona silicificada tiene valores de 0,36 g/t Au, 1 a 78 g/t Ag y hasta 1,35% Cu.

JICA-MMAJ (1998) concluyó que el sistema corresponde a un yacimiento epitermal de baja sulfuración que se desarrolla en en vinculación con otro de alta sulfuración.

PARAMILLOS SUR

Se encuentra situado en la Precordillera mendocina, a 50 km al nor-noroeste de la ciudad de Mendoza.

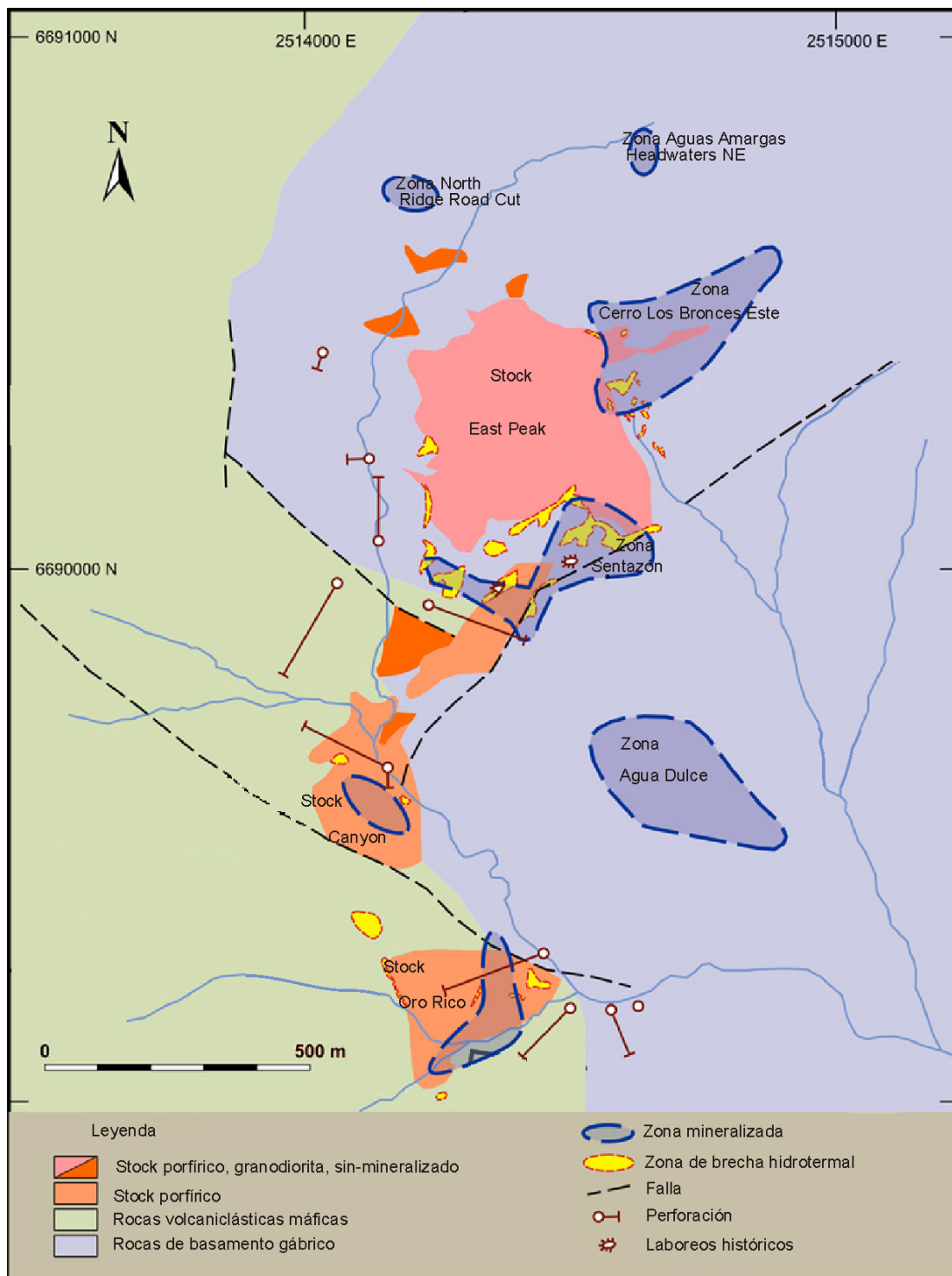


Figura 51. Guachi. Mapa geológico y anomalías geoquímicas. Tomado de Kestrel Gold (www.kestrelgold.com)

El depósito fue identificado y estudiado durante la ejecución del Plan Cordillerano, mediante mapeos, geoquímica y geofísica; posteriormente se realizaron numerosas perforaciones.

En 2005 parte de este distrito minero pertenecía a Minera del Oeste, que cerró un acuerdo de exploración con opción a compra con la firma Tenke Mining Corporation, perteneciente al grupo Lundin.

De acuerdo con Romani (1968, 1999), este pórfiro cuprífero se manifiesta en un área de 5 km², cubierta en un 90% por depósitos cuaternarios de hasta 100 m de potencia, donde se encuentra un afloramiento principal de 700 x 300 m rodeado de otros menores. Allí se exponen rocas intrusivas silíceas y subvolcánicas meso-silíceas, de edad miocena, que intruyen sedimentitas y volcanitas supratrías del Grupo Uspallata.

Las rocas intrusivas varían de monzonitas a dioritas y sus correspondientes hipabisales, distribuyéndose como pequeños stocks, diques y filones capa que intruyen a las rocas encajantes formando hornfels y rocas de mezcla. Se encuentran también brechas intrusivas marginales constituidas por clastos de metasedimentos, diorita y andesita en matriz de andesita.

Las alteraciones hidrotermales obliteran las rocas y dificultan su identificación. Se reconocen las zonas de alteración potásica y fílico-arcillosa. La zona potásica tiene escasa expresión superficial en el afloramiento principal, pero es evidente en subsuelo con biotita, feldespato potásico y cuarzo-sericita. La zona fílico-arcillosa, caracterizada por cuarzo-sericita y argilización asociada, se observa en los afloramientos y en subsuelo superpuesta a la alteración potásica. Una zona propilítica, con clorita-epidoto, se insinúa en la parte central del afloramiento principal y en el extremo nordeste del área. Los minerales de alteración se disponen en venillas, parches, de manera generalizada y afectando selectivamente a minerales primarios.

La mineralización diseminada y en venillas se dispone verticalmente en tres zonas: lixiviación-oxidación, cementación y primaria. La zona de lixiviación-oxidación tiene un espesor promedio de 96 m, conteniendo limonitas, delafossita, malaquita, crisocola, turquesa, cuprita y cobre nativo. La zona de cementación promedia 50 m de potencia, portando calcosina pulverulenta y covellina. El pasaje a la zona primaria o hipogénica es transicional, hallándose en ella calcopirita, molibdenita, pirita, magnetita, esfalerita, galena, ilmenita, rutilo y escaso oro nativo; como inclusiones en pirita se encuentran pirrotina y bornita, mientras que cubanita y mackinawita son producto de desmezcla en calcopirita.

Para Paramillos Norte los recursos ascienden a 186 Mt con 0,58% Cu, y para Paramillos Sur 187 Mt con 0,53% Cu y 0,01% Mo (USGS).

Intrusivos a los que se vincula este depósito han sido objeto de una datación radimétrica que indicó 19 ± 2 Ma, ubicándolo en el Mioceno inferior (Linares y González, 1990).

3.4.26. FAJA CORDILLERA PATAGÓNICA AUSTRAL

La faja Cordillera Patagónica Austral coincide en ubicación con la unidad morfoestructural del mismo nombre, que se desarrolla con una extensión aproximada de 500 km esencialmente entre los 46° y 52 de latitud sur, sobre el borde montañoso occidental de la provincia de Santa Cruz.

En la faja afloran intrusivos riolíticos miocenos (Márquez, 1988; Giacosa *et al.*, 1988, 1998b), alojados en rocas metamórficas del prisma de acreción paleozoico, que contienen un conjunto de manifestaciones vetiformes.

Se reconocen dos sectores, uno en las proximidades del monte San Lorenzo, compuesto por varias vetas epitermales polimetálicas con Cu minoritario, en donde aparece la veta Linque, integrada por calcopirita y cuarzo (Márquez y Genini, 2002). El otro sector se localiza a 38 km al NNE de la localidad de El Chaltén, en torno al monte Fitz Roy, donde hay vetas y diseminación de sulfuros (galena, esfalerita, calcopirita, pirita, arsenopirita y molibdenita en ganga de cuarzo) asociados con silicificación y piritización (Márquez, 1984). Estas mineralizaciones continúan en territorio chileno, con mineralizaciones como la mina Cristal en la margen norte del lago General Carrera.

Por el contexto regional (presencia de intrusivos riolíticos), a este conjunto de mineralizaciones, que reúne características de sistemas hidrotermales epitermales, se le asigna una edad miocena (Márquez, 1988).

Las manifestaciones se encuentran en una etapa primaria de conocimiento y no se poseen datos sobre su potencialidad económica.

3.4.27. DEPÓSITOS AISLADOS

Descubridora de Los Aparejos o Los Aparejos

El yacimiento se ubica en los flancos de una depresión tectónica, en cuyos bajos se encuentran las lagunas de Los Aparejos y de Las Tunas, provincia de Catamarca.

Las labores realizadas durante la década del '40 son de tipo pirquén. Entre los años 1966 y 1968 fue explorada por la Compañía Minera Aguilar mediante trabajos superficiales de exploración (destapes y sondeos) (Angelelli, 1984).

La primera referencia de la existencia de una veta con mineral de cobre cerca de Los Aparejos se debe a Barnabe (1915); con posterioridad, otros autores estudiaron el depósito, entre ellos Catalano (1944), Turner (1976), Angelelli (1984) y Rubiolo *et al.* (2000).

La geología del sector está representada por los metasedimentos (calizas, hornfels y esquistos) de la Formación Laguna Amarga de edad paleozoica inferior (Angelelli, 1984; Rubiolo *et al.*, 2000) en posición homoclinal, pequeños afloramientos de rocas graníticas, sedimentos carboníferos de la Formación Agua Colorada e intrusivos dacíticos y andesíticos de edad terciaria dispuestos a lo largo de una fractura de rumbo norte-sur. La cubierta de volcanitas terciarias y el acarreo eluvial enmascaran totalmente las relaciones de contacto entre las unidades anteriormente mencionadas.

En la zona de la mina afloran calizas cristalinas y rocas ígneas de composición granítica, granodiorítica y monzonítica que fue asignado al Terciario (Rubiolo *et al.*, 2000).

La mineralización se depositó en forma diseminada o como vetillas rellenando fisuras en el skarn. Se

localiza en la zona de la aureola metamórfica que se produce en el contacto del granito con las calizas, desarrollándose una zona de hornfels y una zona de skarn granatífero. El skarn granatífero posee espesores que varían entre 3 y 30 metros. En el mismo se hallan lentes de hasta 8 m de potencia donde se distinguen los minerales de cobre. El mineral más abundante del skarn es el granate de composición andradítica, además de cuarzo (escaso), calcita, actinolita y epidoto. El cuarzo y la calcita ocupan cavidades irregulares o constituyen venillas ocasionalmente (Rubiolo *et al.*, 2000).

Se reconocen calcopirita, magnetita y pirita y productos de oxidación como crisocola, malaquita, escasa calcosina y limonitas (Angelelli, 1984; Rubiolo *et al.*, 2000).

La Compañía Minera Aguilar determinó reservas de 100.000 t con una ley de 3% de Cu (Angelelli, 1984).

El depósito responde al modelo de skarn cuprífero.

CUATERNARIO

Durante las etapas finales de la actividad volcánica andina cenozoica, se derramaron en superficie volúmenes importantes de fluidos termales portadores de distintos elementos que migraron por diferentes litologías y cuya depositación, en algunos casos, dio origen a distintos depósitos minerales de características y magnitudes variadas, que en algunos casos presentan posibilidades de aprovechamiento económico. Esta actividad se manifestó como campos de fumarolas y solfataras y manantiales de aguas termales, ocurriendo en general con posterioridad a la fase Diaguita, generalmente en posición distal con respecto al magmatismo de arco terciario, alojándose preferentemente en secuencias sedimentarias de retroarco, particularmente cementando materiales epiclásticos gruesos en unidades terrazadas pleistocenas (Sureda *et al.*, 1986).

En ciertas circunstancias, como resultado de la combinación de la circulación de aguas vadasas y de procesos exógenos erosivos, se formaron depósitos mixtos, es decir acumulaciones minerales distintas alojadas en la roca encajante. El origen de las concentraciones de Cu- Au de la mina Eureka y Ag-Cu de la mina La Providencia corresponde a estas características.

En la provincia de Catamarca se encuentra el depósito epitermal polimetálico complejo La Borita, que está relacionado con esta actividad volcánica cuaternaria en la Puna; la unidad litológica que aloja a los depósitos está constituida por calcáreos travertínicos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

EUREKA

El depósito se ubica en la vertiente occidental del extremo norte de la sierra de Rinconada, unos 20 km al oeste de Santa Catalina, provincia de Jujuy.

Sobre un basamento de pelitas y areniscas ordovícicas de la Formación Acoite, se disponen niveles continentales terciarios, sobre los que apoya el conglomerado portador de la mineralización de cobre y oro que Sureda *et al.* (1986) consideraron como el Miembro Eureka de la Formación Cabrera del Mioceno inferior.

Los estratos mineralizados se disponen con rumbo N 15-20° E y buzamiento de 20 a 25° al O, con espesor relativamente constante de 1 a 2 m, acompañados por niveles irregulares y discontinuos de conglomerados medianos a finos. La mineralización de cobre en los conglomerados, distribuida en forma irregular, está compuesta en superficie por crisocola, malaquita, cuprita y chispas de cobre nativo. En los laboreos subterráneos se advierte un incremento de cuprita y cobre nativo, acompañados por calcosina, tenorita y azurita. El oro aparece como láminas y chispas de 20 micrones y según Sureda *et al.* (1986) el depósito alcanza valores medios de un gramo por metro cúbico.

Considerando una potencia media de 0,75 m, Rius y Wleklinski (1953) indicaron leyes de 2,3% Cu en superficie y 3,1% Cu en laboreos subterráneos. Un muestreo realizado en 1980 por Estudios y Servicios de Geología y Minería SRL obtuvo valores puntuales bajos de oro y contenidos de cobre de 1,1% para potencias del orden de 0,6 a 2 metros.

El depósito singenético más antiguo, representado por la mineralización aurífera, forma parte de un paleoplacer de ríos anastomosados, mientras que la depositación del cobre se relaciona a las fuentes termales distales vinculadas al magmatismo de arco neógeno (Sureda *et al.*, 1986).

PROVIDENCIA

El yacimiento se localiza en el borde noroeste de la depresión ocupada por el salar de Olaroz, en el faldeo oriental de la sierra homónima, provincia de Jujuy. La información que se presenta corresponde a la síntesis elaborada por Segal (1999).

En el área se han señalado areniscas de grano fino y pelitas del Complejo Turbidítico de la Puna, sobre las que se disponen en discordancia angular depósitos continentales de areniscas finas, areniscas limosas y pelitas de la Formación Log Log (Vizcachera inferior). La secuencia continúa, en contacto por falla inversa, con niveles conglomerádicos pleistocenos, conocidos como Conglomerados La Providencia. Se trata de paraconglomerados de origen coluvio- aluvial, polimícticos, con preponderancia de clastos angulosos, de hasta 30 cm de diámetro, del basamento paleozoico, sobre componentes de volcanitas dacíticas y andesíticas.

A través de la exploración, se ha reconocido un sector de aproximadamente 150 ha donde se han delimitado niveles con mineralización de distribución y volúmenes variables debido al desplazamiento errático de las soluciones mineralizantes (fig. 52). El cuerpo de mena



Figura 52. Providencia. Frentes de cantera

principal, subhorizontal, alcanza un kilómetro de largo por 50 m de ancho y con potencia variable que alcanza hasta 15 m, que se orienta según rumbo NNE-SSO.

La mineralización, ubicada en el primer nivel conglomerádico del miembro superior de la Formación Providencia y limitada hacia abajo por un nivel arcilloso, se presenta en forma diseminada, relleno de fisuras, como pátinas y rodeando los clastos, incluyéndose en la paragénesis calcosina, plata nativa, acantita, calcopirita, cerusita, bornita, azurita, malaquita, crisocola, calcita, yeso, cerargirita, covellina, tenorita, cuprita, brochantita, pirita, galena y oro nativo, entre otros. Como minerales de alteración se mencionan clorita, sericita, epidoto y calcedonia.

Según Sureda *et al.* (1986), en muestras seleccionadas se obtuvieron 7,3 kg/t Ag, 5% Cu y 500 ppm Hg. En la zona central del depósito se han inferido reservas potenciales del orden de 250.000 a 450.000 t, con 300-350 g/t de Ag. Este volumen se aloja en lentes de 250 a 300 m de largo por 40-50 m de ancho y espesores de 10 a 12 m, ubicados por debajo de la cobertura estéril.

Análisis realizados sobre muestras de superficie y de pozos de exploración dieron los siguientes valores promedio: en Providencia sur: 1,6% Cu, 500 ppm Ag, 1,3% Pb y 800 ppm Zn y en Providencia centro: 3,1% Cu, 700 g/t Ag, 0,28% Pb y 110 ppm Zn.

El origen es epigenético, vinculado a manifestaciones exhalativas y termales relacionadas con las fases terminales de la actividad volcánica cenozoica.

LA BORITA

Se ubica en el salar de la Mina, en la Puna austral, departamento de Antofagasta de la Sierra, provincia de Catamarca.

Los trabajos elaborados sobre este distrito son de Angelelli y Valvano (1946); Lizárraga (1973); Ricci (1973, 1975, 1983, 1999); Bassi (1974), Navarro García y Cruz Zuloeta (1997), y más recientemente Seggiaro *et al.* (2006).

La mineralización se aloja en depósitos calcáreos travertínicos de edad pleistocena inferior a media. Los depósitos afloran aisladamente en el salar del Plomo en formas dómicas alargadas. El material es poroso con abundantes clastos y tiene color pardo amarillento a verde amarillento. En la mina La Borita (ex mina Fénix) se presenta aragonita en la cresta del cuerpo dómico. En el sudeste del salar del Plomo se encuentra yeso con una tonalidad verdosa a azulada debido a la impregnación de cobre.

En los depósitos calcáreos del distrito minero se localizan dos sistemas de fractura, que determinaron la formación de la depresión y los depósitos salinos. En la intersección de ambos sistemas se localizaron anomalías geoquímicas que indican la ubicación de canales de mineralización.

Las reservas estimadas son de 1.172.402 t (691.125 t positivas y 481.277 t inferidas), con leyes de 1% Cu, 0,95% Pb y 0,17% Zn; muestreos geoquímicos dan valores puntuales de hasta 183 g/t Au (Ricci, 1999).

La Borita es un depósito epitermal polimetálico complejo, que se relaciona con los procesos teletermales vinculados a la actividad volcánica del Pleistoceno inferior a medio.

4. PRINCIPALES MODELOS METALOGENÉTICOS Y POTENCIALIDAD DE LAS FAJAS

Se presentan en este capítulo los modelos de depósitos significativos en cuanto a su contenido en Cu.

El objetivo es mostrar de manera esquematizada los factores que participan y controlan la formación de los yacimientos minerales, además de describir las principales características en forma sintética.

Asimismo se sintetiza la potencialidad de las diversas fajas y los modelos de depósitos que comprenden.

4.1. MODELOS

TIPO PÓRFIRO

De acuerdo a la definición de Sawkins (1990), los depósitos tipo pórfiro se caracterizan por la presencia de mineralización de baja ley, diseminada y con grandes tonelajes, que se emplazan en intrusiones porfíricas poco profundas y /o en las rocas de caja adyacentes a estas intrusiones. Las rocas hospedantes están fracturadas y muestran alteración hidrotermal penetrativa.

Los depósitos de tipo pórfiro de cobre se encuentran en arcos volcanoplutónicos calcoalcalinos relacionados con zonas de subducción.

La mineralogía incluye calcopirita, pirita, magnetita y oro, además de molibdenita. En general, los depósitos tienen sectores centrales más profundos con mineralización diseminada o en microvenillas y alteración potásica (feldespato potásico+biotita±anhidrita). Hacia arriba y hacia afuera, la alteración potásica disminuye y da lugar a la alteración filica (cuarzo+sericita+pirita); la mineralización es exclusivamente en venillas y los sulfuros tienden a alcanzar un máximo. Estas zonas están rodeadas por una amplia zona de alteración propilítica (clorita+epidoto+carbonato), que localmente puede estar interrumpida por zonas de intensa alteración argílica. La mineralización en estas zonas externas puede estar compuesta por vetas que son portadoras de Pb, Zn y metales preciosos además de cobre.

La importancia económica reside en que son depósitos de gran tamaño, en particular con respecto a sus dimensiones horizontales, y existe una uniformidad relativa con que los minerales de cobre se encuentran diseminados en la masa de roca (Parsons, 1933). Lowell y Guilbert (1970) señalaron que la ley de un típico depósito de tipo pórfiro de cobre alcanza hasta 0,8% Cu y 0,2% Mo.

En la República Argentina los depósitos de tipo pórfiro (Cu, Cu-Mo y Cu-Au) tienen una gran importancia económica, dado que contribuyen con el 98% de las reservas totales de Cu del país.

Las fajas metalogenéticas entre las que se encuentra este modelo son Castaño-San Jorge (Alcaparrosa en San Juan, San Jorge en Mendoza), Marayes (Marayes Viejo en San Juan), Bloque de San Rafael (Infiernillo en Mendoza), Chachil (La Voluntad en Neuquén), Taca Taca (Taca Taca Alto y Taca Taca Bajo, Salta) Neuquén (Campana Mahuida en Neuquén), Puneña (Inca Viejo, Cerro Juncal, Cerro Gordo, Negra Muerta, Río Grande, Arizaro, Cerro Lindero, Pancho Arias, Incahuasi y Las Burras, en Salta), Farallón Negro (Bajo de La Alumbraera, Agua Rica, Bajo Las Pampitas y Bajo El Durazno (distrito Farallón Negro), Bajo Las Juntas, Bajo San Lucas, Vaca Vizcana y Filo Colorado, en Catamarca), La Mejicana (Los Bayos, Portezuelo de Illanes y La Estrechura, en La Rioja), Maricunga-Josemaría (Josemaría, Mogote y Vicuña, en San Juan), Jagüelito (Chita, en San Juan), Pachón (Pachón, Los Azules, Cerro Mercedario y Altar, en San Juan), y Precordillera (San Benicio y Paramillos, en Mendoza).

SEDIMENTARIO

Según Sawkins (1990), los depósitos estratiformes de cobre se emplazan en paleoambientes específicos, tienden a desarrollar modelos con mineralogía y zonabilidad características, y contienen cantidades más bien poco significativas de sulfuros de plomo y cinc.

La mayoría de estos depósitos se encuentran dentro de la primera unidad marina transgresiva que se deposita después de un período de sedimentación de tipo capas rojas. En otros casos, los ambientes litológicos son más variados, pero los depósitos se presentan en lutitas, areniscas o dolomitas, típicamente de color pardusco, dentro de las secuencias de capas rojas. También puede haber evidencias de la presencia de evaporitas en las unidades anteriores inmediatas, y rocas calcáreas en la parte superior. También se pueden desarrollar litologías marinas características de las etapas más avanzadas del rifting. En general, los ambientes litológicos de los depósitos de cobre sedimentario son típicos de las etapas tempranas de rifting, ya sea en el interior de los continentes o en las cuencas de antepaís. Es también localmente importante el rifting cerca de los márgenes continentales. Cuando están presentes en estas secuencias relacionadas con rifts, las rocas ígneas son de composición invariablemente basáltica, y en casos infrayacen la sección sedimentaria en la que se hospedan los depósitos. En casi todos los casos conocidos, hay alguna evidencia de magmatismo basáltico dentro o cerca de las cuencas en las que se hallan los depósitos (Sawkins, 1990).

Este autor destacó además que los minerales de alta ley se encuentran diseminados. Existe una elevada

relación cobre:hierro en las menas, y en muchos depósitos predominan calcosina y bornita, mientras que las asociaciones pirita+calcopirita son menos frecuentes y se presentan en los bordes de los cuerpos mineralizados. La distribución de los minerales de cobre y hierro en los depósitos de cobre sedimentario muestra zonalidad bien definida. En algunos depósitos, la zonalidad es hacia arriba y/o hacia afuera, desde calcosina, y aún cobre nativo, a digenita, bornita y finalmente calcopirita. Por arriba de la zona de calcopirita, puede haber plomo, cinc y cadmio junto con pirita singenética en lutitas. También los depósitos pueden contener notables cantidades de plata y cobalto en sus menas; la plata muestra estrecha relación con los minerales de cobre.

Los depósitos de cobre sedimentario se encuentran en segundo lugar después de los de tipo pórfiro en términos de recursos globales, involucrando un 20% de los recursos totales de Cu. Existe además una significativa concentración de estos depósitos en secuencias litológicas del Proterozoico superior (Sawkins, 1990).

En la República Argentina también el cobre sedimentario ocupa el segundo lugar en cuanto a los recursos que aporta, alcanzando menos del 1% del total. Sin embargo, dado que el grado de exploración actual de áreas donde se puede repetir este modelo es bajo, surgen como áreas prospectivas las secuencias sedimentarias portadoras de Cu.

Las fajas que contienen este modelo son Martín Bronce-Juramento (Martín Bronce, Jujuy; Juramento y Custodio, Salta), Taca Taca (Cortaderas, Salta); Precordillera (Los Tres y Santa Teresita, San Juan), y Malargüe-Cutral-có (Liu Cullin, Mallín de los Caballos, Pablo Daniel, San Romeleo, Uryco y Cerro Mirano, Mendoza; Cerro Granito, Barda González, Barda Molina y Tordillos, Neuquén).

SEDIMENTARIO EXHALATIVO (SEDEX)

De acuerdo con Sangster (1998), este tipo de depósitos se forma en cuencas sedimentarias por la acción de fluidos hidrotermales subácuos. Los depósitos se encuentran en cuencas sedimentarias controladas por subsidencia tectónica asociada con sistemas mayores de *rift*, comúnmente limitadas por fallas que constituyen hemi-grábenes. Las fallas sin-sedimentarias conforman el mayor control estructural y actúan como canales de alimentación.

Las rocas sedimentarias hospedantes varían entre turbiditas distales de aguas profundas hasta limolitas y lutitas calcáreas de lago de playa, pasando por lutitas externas a las pendientes, carbonatos y evaporitas (Sangster, 1998).

La mineralogía está constituida por esfalerita y galena en las porciones distales del sistema y calcopirita en las porciones proximales. Otros productos hidrotermales incluyen carbonatos, chert y baritina.

Sangster (1998) señaló que como grupo de depósitos, los SEDEX representan grandes concentraciones de metal dentro de la corteza terrestre.

En el territorio argentino, los SEDEX son poco comunes, aunque en casos tienen tamaño considerable (El Aguilar, en Jujuy) y en general pobres en cobre.

Como ejemplo de este tipo de yacimientos se cita La Colorada, en Salta. Según Zappettini y Segal (1998), se trata de un depósito sedimentario exhalativo, formado a partir de fluidos hidrotermales exhalados en el fondo marino, canalizados por conductos controlados por fallamientos y con una mineralogía de tipo proximal.

La faja metalogenética que involucra al modelo es La Colorada.

EPITERMAL POLIMETÁLICO COMPLEJO

Este tipo de depósitos se caracteriza por la presencia de vetas ricas en sulfuros en conjuntos subparalelos subverticales. Comúnmente se alojan en rocas sedimentarias clásticas o en rocas ígneas y se asocian a cuerpos intrusivos subvolcánicos. Se relacionan con arcos magmáticos de margen continental de tipo andino, los que están sujetos a erosión por el levantamiento concomitante con la subducción (Zappettini, 1999b; Zappettini *et al.*, 2010). Su preservación depende del nivel de erosión que afecta al sistema mineralizado.

Los controles de la mineralización están representados por fallas regionales y estructuras de segundo orden. Estos depósitos pueden encontrarse en sectores marginales y por encima de depósitos tipo pórfiro.

La mineralogía consiste en galena, esfalerita, calcopirita, pirita, sulfosales de cobre, sulfosales de plata y otros minerales que pueden estar o no presentes: oro, plata, bornita y arsenopirita. Entre los minerales de ganga se encuentran calcita, rodocrosita, clorita, baritina y cuarzo. La alteración hidrotermal está dada por silicificación y caolinización, y en casos se presenta adularia.

Este tipo de depósitos no tiene participación relevante en lo que al aporte de recursos de Cu se refiere.

Como ejemplos de yacimientos epitermales polimetálicos importantes portadores de cobre en la República Argentina se pueden citar el distrito La Mejicana (La Rioja) (faja La Mejicana), Capillitas y Cerro Atajo (Catamarca) (faja Farallón Negro), Bajo de La Leona (faja La Leona), El Pingüino (Santa Cruz) (faja Deseado), Huemules (faja Huemules), y Ángela y Navidad (Chubut) (faja Los Manantiales).

Las fajas que contienen depósitos de este modelo son Cochínoca-Escaya, Humahuaca, Puneña, Rumicruz-Esperanza-La Niquelina, Farallón Negro, La Mejicana, Maricunga-Josemaría, Precordillera, Cordillera Frontal, Cordillera Principal, Castaño-San Jorge, Bloque de San Rafael, Sierra Grande, Los Menucos, Neuquén, La Leona, Deseado, Huemules, Los Manantiales, La Ferrocarrilera, y Cordillera Patagónica Austral.

4.2. POTENCIALIDAD DE LAS FAJAS

Teniendo en cuenta la cantidad y tamaño de depósitos conocidos localizados en las diversas fajas identificadas y su extensión, las características de las zonas de alteración, las anomalías geoquímicas y geofísicas, la extensión de los afloramientos de las rocas favorables para contener la mineralización y la presencia de metalotectos, se clasificaron las fajas según su potencialidad en media, media a alta y alta, indicándose el o los modelos de depósitos portadores de Cu en cada una de ellas (cuadro 11).

La faja Los Manantiales tiene alta potencialidad para metales preciosos pero el cobre es minoritario, al igual que la faja Valle del Cura-El Indio.

El análisis de las épocas de mineralización para cada período permitió establecer que existe alta potencialidad para el hallazgo de mineralización portadora de cobre en el Mioceno, mediana en el Cretácico y baja en los demás períodos.

El Servicio Geológico de los Estados Unidos, en conjunto con los Servicios Geológicos de los países andinos (INGEOMINAS de Colombia, INGEMMET de Perú, SERNAGEOMIN de Chile y SEGEMAR de Argentina), realizaron un análisis cuantitativo de los recursos de pórfiros de cobre no descubiertos en la región andina sudamericana, mediante la estimación probabilística de las cantidades de Cu, Mo, Ag y Au en pórfiros de cobre no descubiertos, a partir de la distribución de los pórfiros de Cu conocidos y de su relación con las unidades

geológicas con las que se vinculan genéticamente (Cunningham *et al.*, 2008). Como resultado de este análisis, los autores identificaron 26 fajas donde la geología es favorable para la presencia de pórfiros de cobre no descubiertos de edad fanerozoica; consideraron que estas áreas contendrían la mayoría de los recursos de cobre no descubiertos en Sudamérica. Además estimaron en forma probabilística las cantidades de Cu, Mo, Au y Ag en pórfiros de cobre no descubiertos en cada área. La escala utilizada para evaluar la información geológica y el dibujo de cada área fue 1:1.000.000.

Según los autores mencionados, a la fecha del estudio había 69 depósitos de pórfiro de cobre evaluados en los Andes, y estadísticamente se ha determinado que hay aún potencialidad para localizar alrededor de 145 depósitos nuevos depósitos. Alrededor de 190 Mt se encuentran en depósitos del tipo pórfiro de cobre, mientras que 400 Mt están en depósitos gigantes y hay potencialidad para el hallazgo adicional de unos 750 Mt de Cu. El total de Cu descubierto, explotado y no descubierto alcanza alrededor de 1,3 billones de toneladas; los autores sugirieron que puede haber casi 1,3 veces de cobre por hallarse en los pórfiros de cobre que el que ya se encontró. El cobre estimado no descubierto equivale al 80% de la reserva mundial. Sin embargo, no todos estos recursos no descubiertos están disponibles para su descubrimiento y desarrollo. Los recursos de pórfiros de cobre se distribuyen en forma no equitativa en los Andes. Alrededor del 90% de los recursos de cobre descubiertos y no

FAJA	POTENCIALIDAD	MODELO/S
La Colorada	media	sedex
Castaño - Yalguaráz	media	tipo pórfiro, polimetálico complejo
Taca Taca	media a alta	tipo pórfiro, cobre sedimentario, asociado a granitoides
Neuquén	media	tipo pórfiro, polimetálico complejo
Farallón Negro	alta	tipo pórfiro, polimetálico complejo
La Mejicana	alta	tipo pórfiro, polimetálico complejo
Maricunga (El Potro)	alta para Cu - Au	tipo pórfiro, polimetálico complejo
El Pachón	alta	tipo pórfiro, polimetálico complejo
Precordillera	media a alta	tipo pórfiro, polimetálico complejo, vetas y brechas de asignación genética diversa

Cuadro 11. Potencialidad de las fajas

descubiertos de depósitos de pórfiro de cobre tiene edad cenozoica; el resto corresponde al Cretácico (4%), Jurásico (5%) y Pérmico (2%). Los recursos cenozoicos están en áreas cuyas rocas hospedantes son de edad eocena-oligocena (39%), miocena-pliocena (29%), paleocena-eocena (12%) y miocena (11%). En territorio argentino el potencial geológico de las unidades «fértil» alcanza los 500 Mt de Cu, correspondiendo el 96% a yacimientos tipo pórfiro, 2% a modelos tipo VMS y 2% a sedimentarios.

Se han diferenciado tres episodios de formación de depósitos de pórfiro de cobre de aproximadamente 16 Ma de duración en los Andes durante el Cenozoico; uno es del Paleoceno- Eoceno inferior, otro del Eoceno superior-Oligoceno inferior y el último del Mioceno medio- Plioceno inferior. Estos episodios parecen estar separados por dos períodos de calma de 5 a 9 Ma de duración en el Eoceno medio (44 a 49 Ma) y en el Oligoceno superior-Mioceno inferior (20 a 29 Ma), que corresponden los momentos de cambio en los límites, geometría y direcciones y velocidades de spreading y convergencia de la placa pacífica (Cunningham *et al.*, 2008).

Sobre la base de los datos de leyes y reservas disponibles, se obtuvieron los valores de cobre contenido del país, que se presentan en el cuadro 12. El cobre contenido total alcanza los 65.216.658 t; ese valor se distribuye en 153.314 t (0,23%) para los episodios fa-

matinianos, 1.374.388 t (2,11%) para los episodios gondwánicos, 866.706 t (1,33%) para los episodios ándicos (jurásico-cretácicos); 14.154.401 t (21,7%) para los episodios ándicos paleógenos y 48.667.849 t (74,62%) para los episodios ándicos neógenos. Los depósitos generados durante los episodios pampeanos carecen de evaluaciones económicas.

El modelo que aporta los mayores recursos medios es el de tipo pórfiro con 63.929.454 t, que representa el 98%, y le sigue en importancia el de tipo cobre sedimentario con 820.000 t (1,26%). Los demás modelos aportan mínimos recursos.

Los cuadros y los gráficos de recursos de cobre contenido se presentan en toneladas, excepto en algunos casos en los que se presentan en miles o millones de toneladas por cuestiones de escala.

El cuadro 12 muestra los recursos de cobre contenido por episodio y por modelo.

Esta información se puede apreciar en los gráficos que se presentan a continuación (fig. 53 y 54).

Se han elaborado también gráficos de recursos de cobre contenido por regiones; a tal fin se dividió el país en las regiones NOA (Jujuy, Salta y Catamarca), Cuyo-Centro (La Rioja, San Juan, Mendoza y San Luis) y Patagonia (Neuquén, Chubut y Santa Cruz). A continuación se presentan los cuadros y gráficos correspondientes (cuadros 13 a 15; fig. 55 a 60).

MODELO	EPISODIOS FAMATINIANOS	EPISODIOS GONDWÁNICOS	EPISODIOS ÁNDICOS (JURÁSICO- CRETÁCICO)	EPISODIOS ÁNDICOS (PALEÓGENO)	EPISODIOS ÁNDICOS (NEÓGENO)	Total (t de Cu contenido)	%
Sedex	135.000					135.000	0,21
Asociado a rocas máficas-ultramáficas	16.148					16.148	0,025
Tipo pórfiro		1.359.454		14.150.000	48.420.000	63.929.454	98
Epitermal polimetálico complejo	2.166	2.770			84.172	89.108	0,14
Epitermal polimetálico complejo (subgrupo 5 elementos)			19.209			19.209	0,03
Vetas y brechas de asignación genética diversa		12.164				12.164	0,02
Tipo manto			27.497			27.497	0,04
Diseminado distal					142.540	142.540	0,22
Cobre sedimentario			820.000			820.000	1,26
IOCG (iron oxide-copper- gold)					16.562	16.562	0,02
Asociado a granitoides				4.401		4.401	0,007
Epitermal de alta sulfuración					1.425	1.425	0,002
Skarn					3.150	3.150	0,005
Total (t de Cu contenido)	153.314	1.374.388	866.706	14.154.401	48.667.849	65.216.658	100
%	0,23	2,11	1,33	21,7	74,62	100	

Cuadro 12. Recursos de cobre contenido por episodio y por modelo.

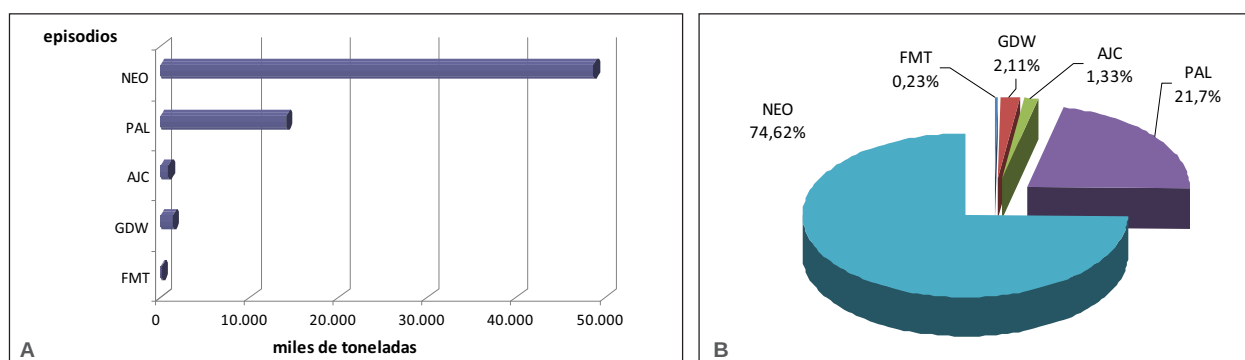


Figura 53. Representación de los recursos de Cu contenido por episodio, a) en miles de toneladas, b) porcentual. FMT: famatinianos, GDW: gondwánicos, AJC: ándicos jurásico-cretácicos, PAL: ándicos paleógenos, NEO: ándicos neógenos.

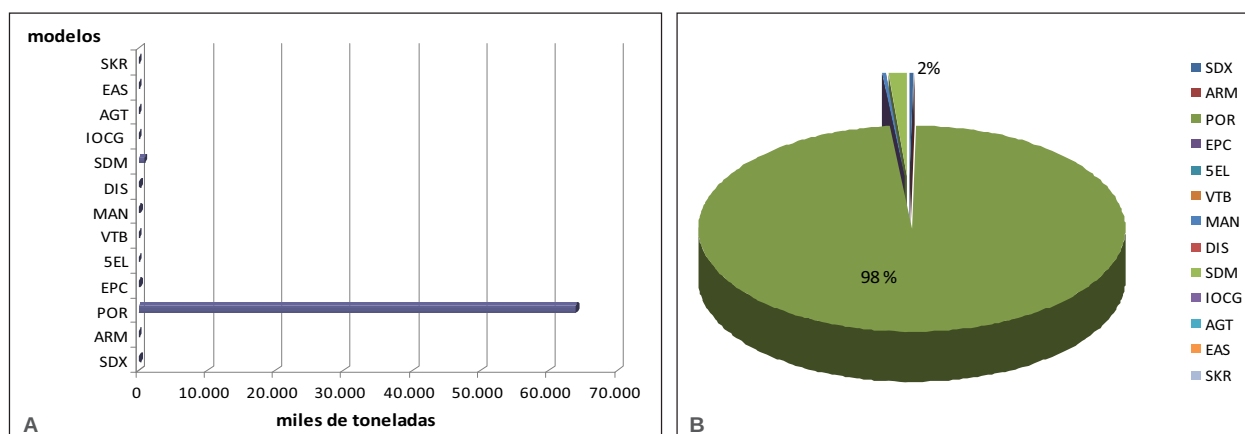


Figura 54. Representación de los recursos de Cu contenido por modelo, a) en miles de toneladas, b) porcentual. SDX: sedex, ARM: asociado a rocas máficas-ultramáficas, POR: tipo pórfiro, EPC: epitermal polimetálico complejo, SEL: 5 elementos, VTB: vetas y brechas de asignación genética diversa, MAN: tipo manto, DIS: distal, SDM: sedimentario, IOCG: iron oxide-copper gold, AGT: asociado a granitoides, EAS: epitermal de alta sulfuración, SKR: skarn

REGIÓN NOA (JUJUY, SALTA Y CATAMARCA)

La región NOA cuenta con un total de recursos de 26.675.054 toneladas. Los episodios con mayores re-

curso son los ándicos paleógenos, con 13.200.000 t (49,48%), y le siguen los neógenos con 12.490.000 toneladas (47,68%). En cuanto al modelo de mayores recursos es el de tipo pórfiro (25.690.000 t), con el 96,31%, y le siguen los de cobre sedimentario (600.000 t) (2,25%).

MODELO	EPISODIOS FAMATINIANOS	EPISODIOS ÁNDICOS (JURÁSICO-CRETÁCICO)	EPISODIOS ÁNDICOS (PALEÓGENO)	EPISODIOS ÁNDICOS (NEÓGENO)	Total (t de Cu contenido)
Sedex	135.000				135.000
Tipo pórfiro			13.200.000	12.490.000	25.690.000
Epitermal polimetálico complejo	2.166			82.989	85.155
Epitermal polimetálico complejo (subgrupo 5 elementos)		19.209			19.209
Diseminado distal				142.540	142.540
Cobre sedimentario		600.000			600.000
Skarn				3.150	3.150
Total (t de Cu contenido)	137.166	619.209	13.200.000	12.718.679	26.675.054

Cuadro 13. Recursos de cobre contenido por episodio y modelo de la región NOA

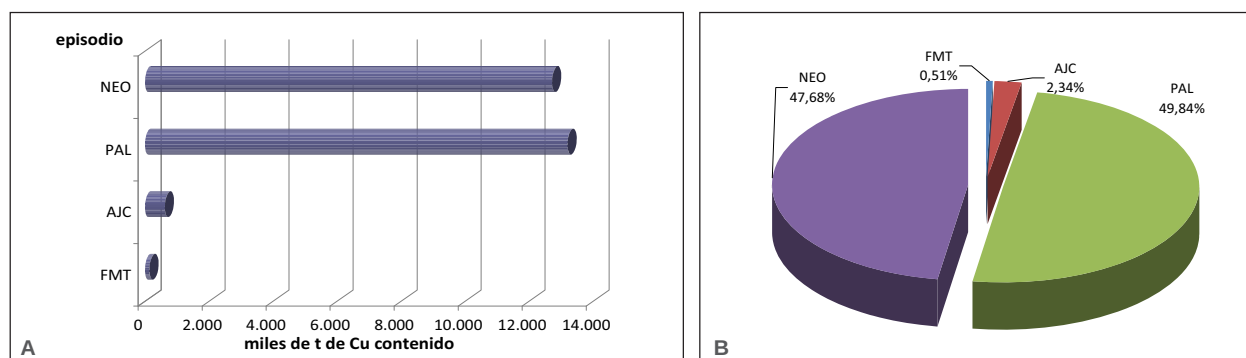


Figura 55. Recursos de cobre contenido por episodio en la región NOA, a) en miles de toneladas, b) porcentual

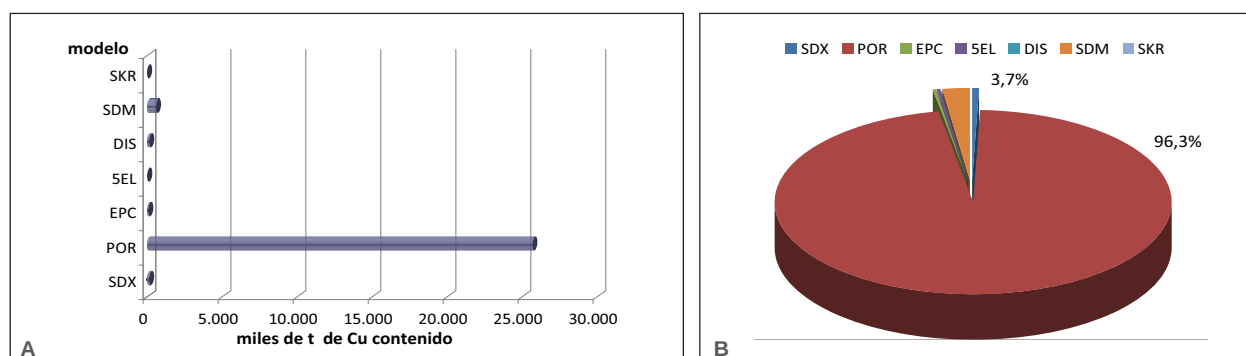


Figura 56. Recursos de Cu contenido por modelo en la región NOA, a) en miles de toneladas, b) porcentual; abreviaturas como en las figuras anteriores

REGIÓN CUYO-CENTRO (LA RIOJA, SAN JUAN, MENDOZA Y SAN LUIS)

La región con mayor proporción de recursos es la Cuyo-Centro, con un total de 37.005.433 toneladas. El episodio de mayores recursos es el ándico neógeno

(35.950.970 t, 97,15%), y le siguen los episodios gondwánicos (2,71%). En cuanto a los recursos por modelo, el de mayor proporción es el de tipo pórfiro con 36.919.454 t (99,77%), y luego el de tipo manto.

La información de la región Cuyo-Centro se presenta en el cuadro 14 y las figuras 57 y 58.

MODELO	EPISODIOS FAMATINIANOS	EPISODIOS GONDWÁNICOS	EPISODIOS ÁNDICOS (JURÁSICO-CRETÁCICO)	EPISODIOS ÁNDICOS (NEÓGENO)	Total (t de Cu contenido)
Asociado a rocas máficas-ultramáficas	15.348			1.800	17.148
Tipo pórfiro		989.454		35.930.000	36.919.454
Epitermal polimetálico complejo				1.183	1.183
Vetas y brechas de asignación genética diversa		12.164			12.164
Tipo manto			27.497		27.497
Cobre sedimentario			10.000		10.000
IOCG (iron oxide-copper-gold)				16.562	16.562
Epitermal de alta sulfuración				1.425	1.425
Total (t de Cu contenido)	15.348	1.001.618	37.497	35.950.970	37.005.433

Cuadro 14. Recursos de cobre contenido de la región Cuyo-Centro.

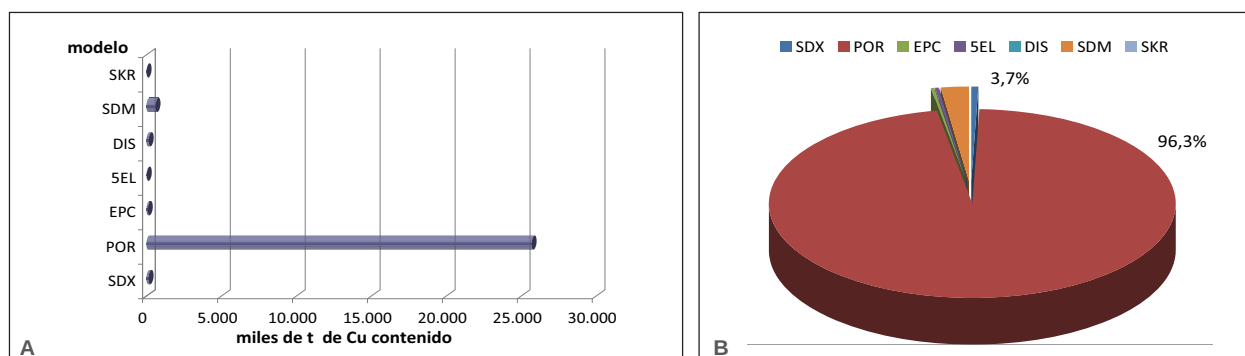


Figura 56. Recursos de Cu contenido por modelo en la región NOA, a) en miles de toneladas, b) porcentual; abreviaturas como en las figuras anteriores

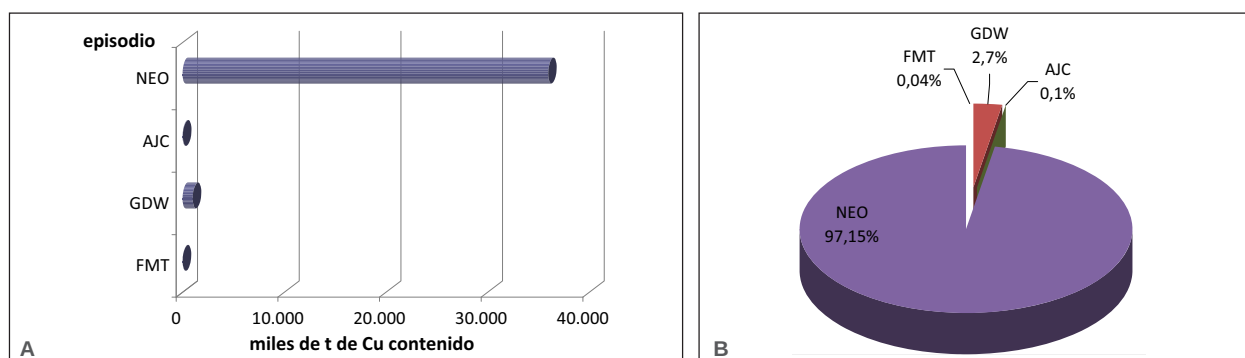


Figura 57. Recursos de Cu contenido por episodio en la región Cuyo-Centro, a) en miles de toneladas, b) porcentual

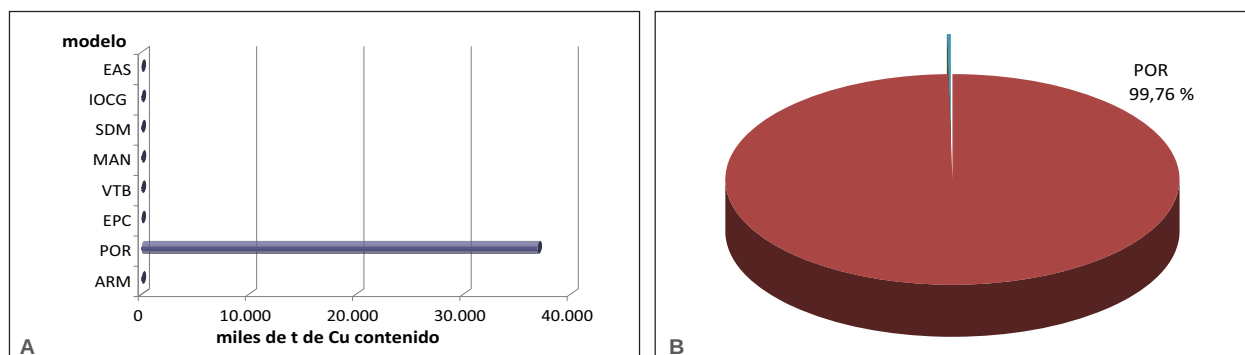


Figura 58. Recursos de Cu contenido por modelo en la región Cuyo-Centro, a) en miles de toneladas, b) porcentual; abreviaturas como en las figuras anteriores

REGIÓN PATAGONIA (NEUQUÉN, CHUBUT Y SANTA CRUZ)

En la región Patagonia, los recursos suman 1.549.431 toneladas. Los episodios con mayores recursos son los ándicos paleógenos, con 966.661 t (62,39%), seguidos por los gonwánicos (372.770 t) con el 24,06%. El modelo que aporta mayores recursos es el de tipo pórfiro, con 1.320.000 t (85,19%), y le sigue el de cobre sedimentario con 210.000 t que corresponden al 13,55%.

El cuadro 15 y las figuras 59 y 60 muestran los datos de la región Patagonia.

En síntesis, si se consideran las tres regiones, se advierte que la que tiene mayores recursos es la Cuyo-

Centro (56,73%), seguida por la región NOA (40,89%) y finalmente por Patagonia (2,37%), tal como se sintetiza en el cuadro 16 y la figura 61.

REGIONES	Total (Mt de Cu contenido)	Porcentaje
NOA	26,7	40,89
CUYO-CENTRO	37	56,73
PATAGONIA	1,55	2,37
Total (Mt de Cu contenido)	65,23	100

Cuadro 16. Recursos de cobre contenido por regiones

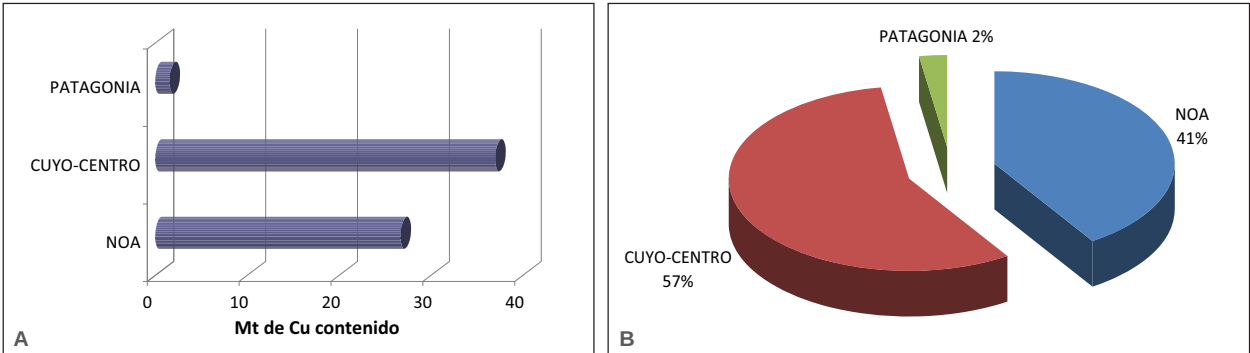


Figura 61. Recursos de Cu contenido por regiones, a) en millones de toneladas, b) porcentual

MODELO	EPISODIOS GONDWÁNICOS	EPISODIOS ÁNDICOS (JURÁSICO-CRETÁCICO)	EPISODIOS ÁNDICOS (PALEÓGENO)	Total (t de Cu contenido)
Tipo pórfiro	370.000		950.000	1.320.000
Epitermal polimetálico complejo	2.770		12.260	15.030
Cobre sedimentario		210.000		210.000
Asociado a granitoides			4.401	4.401
Total (t de Cu contenido)	372.770	210.000	966.661	1.549.431

Cuadro 15. Recursos de cobre contenido de la región Patagonia

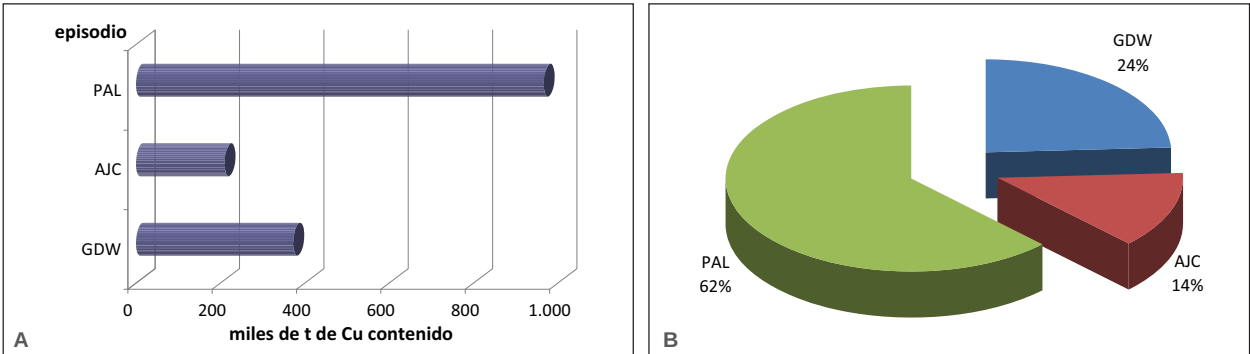


Figura 59. Recursos de Cu contenido por episodio en la región Patagonia, a) en toneladas, b) porcentual

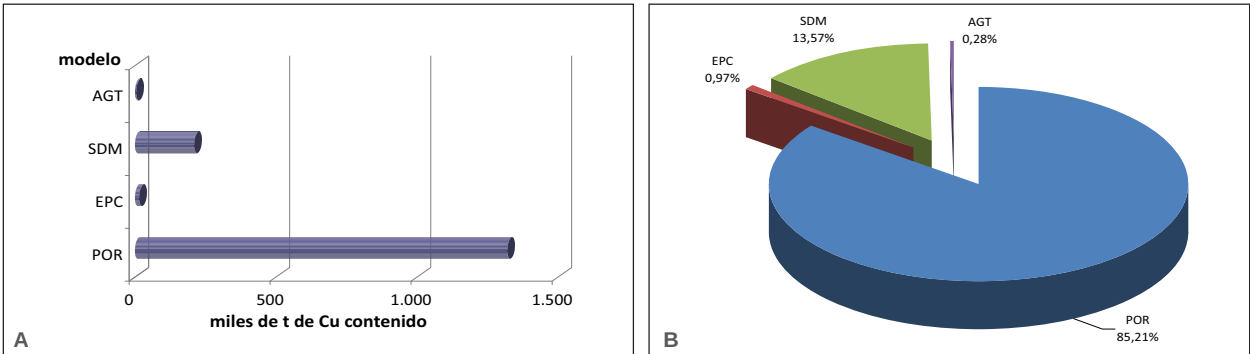


Figura 60. Recursos de Cu contenido por modelo en la región Patagonia, a) en toneladas, b) porcentual; abreviaturas como en las figuras anteriores

Las fajas metalogenéticas más promisorias son las vinculadas al arco magmático mioceno. Por otra parte se destaca que si se compara la distribución de recursos de Cu por modelo a escala mundial, que comprende de manera simplificada un 80% de recursos en depósitos tipo pórfiro y 20% en depósitos sedimentarios, surgen como área prospectiva las secuencias sedimentarias portadoras de Cu, ya que el grado de exploración actual para este modelo ha aportado menos del 1% de los recursos conocidos de cobre en el país.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO Y EN LA BASE DE DATOS

- ABELED, M. y BENYACAR, M. A. R., 1968. New data on Sarmientite. *American Mineralogist*, 53: 2077-2082.
- ABRA SA, 1997. Informe geológico-minero del área Las Choicas-El Guanaco, departamento Malargüe, Mendoza, Argentina. 27 p. Inédito. Santiago.
- ACEÑO LAZA, F. G., TOSELLI, A. J., DURAND, F. R. y DÍAZ TADDEI, R., 1982. Geología y estructura de la región norte de Andalgalá. Provincia de Catamarca. *Acta Geológica Lilloana*, 16 (1): 121-139. Tucumán.
- AHFELD F. y ANGELELLI, V., 1948. Las especies Minerales de la República Argentina. Universidad Nacional de Tucumán, Instituto de Geología y Minería. Publicación 458. Jujuy.
- ALCÁNTARA, P., ZUBIA, M., DIEZ, O., GENINI A. y MÁRQUEZ, M., 1979. Reconocimiento geológico económico de los Andes Fueguinos. Secretaría de Estado de Minería. Plan Patagonia-Comahue. 27 p., 2 mapas, 100 planillas. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- ALCÁNTARA, P., FAROUX, A., HERRERO, J. C. y ZUBIA, M., 1984. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Río Negro. 9º Congreso Geológico Argentino, Relatorio, Capítulo III-4. Prospectos Mineros (630-648). San Carlos de Bariloche.
- ALDERETE, M. C., 1999a. Prospecto minero Las Pampitas, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1467-1470. Buenos Aires.
- ALDERETE, M. C., 1999b. Bajo de San Lucas, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1471-1473. Buenos Aires.
- ALDERETE, M. C., 1999c. Bajo de Agua Tapada, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1475-1478. Buenos Aires.
- ALDERETE, M. C., 1999d. Bajo El Durazno, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1463-1466. Buenos Aires.
- ALEXANDER GOLD, 2008. Resumen informativo del proyecto de cobre León. Alexander Gold Group Ltd. Salta. 7 p. Inédito. Salta.
- ALISTE TORRES, N., 1976. Exploración minera en el depósito de cobre y molibdeno diseminado de la «Alcaparrosa Noroeste». Departamento de Calingasta, provincia de San Juan. Departamento de Minería de San Juan. 49 p. Inédito. San Juan.
- ALLMENDINGER, R., JORDAN, T., PALMA, M. y RAMOS, V. A., 1982. Perfil estructural de la Puna catamarqueña (25º-27º) Argentina. 5º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas I: 499-518. Buenos Aires.
- ALLMENDINGER, R. W., RAMOS, V. A., JORDAN, T. E., PALMA, M. y ISACKS, B. L., 1983. Paleogeography and Andean structural geometry, northwest Argentina. *Tectonics* 2, 1-16.
- ALLMENDINGER, R. W., JORDAN, T. E., KAY, S. M. y ISACKS, B. L., 1997. The evolution of the Altiplano-Puna of the Central Andes. *Annual Reviews Earth Planetary Sciences*, 25: 139-174.
- ALMANDOZ, G., ZULLIGER, G. y MÁRQUEZ-ZAVALÍA, M. F., 2005. Altar: mineralización de alta sulfuración vinculada a un sistema de pórfido cuprífero, San Juan, Argentina. 16º Congreso Geológico Argentino, Actas, II: 369-376. La Plata.
- ALUVIÓN SRL., 1976. Estudio Geológico Minero Mina La Cortadera. San Juan. Inédito. San Juan.
- AMETRANO, S., COIRA, B., DONNARI, E. y PEZZUTTI, N., 1979. Mineralización de cobre asociada al plutonismo terciario en la zona de la mina Condorcanqui, provincia del Chubut. Secretaría de Estado de Minería. 44 p. Inédito. Buenos Aires.
- AMETRANO, S., ETCHEVERRY, R., ECHEVESTE, H., GODEAS, M. y ZUBIA, M., 1999. Depósitos polimetálicos (tipo VMS) en la Cordillera Fueguina, Tierra del Fuego. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1029-1038. Buenos Aires.
- ANGELELLI, V., 1941. Yacimientos minerales y rocas de aplicación. Dirección Nacional de Minería, Geología e Hidrología, Boletín 50, serie B. Buenos Aires.
- ANGELELLI, V., 1942. El yacimiento cuprífero de Tres Cerros, departamento Deseado, Santa Cruz. Dirección de Minas y Geología. Inédito. Buenos Aires.
- ANGELELLI, V., 1943. El depósito auri-argentífero-bismutífero de la sierra de la Cortadera, mina San Francisco de los Andes, departamento Calingasta, San Juan. *Revista Minera*, 14 (4): 110-124. Buenos Aires.
- ANGELELLI, V., 1946. Informe acerca de los distritos cupríferos El Burrero, Las Choicas y Valle Hermoso. Dirección General de Fabricaciones Militares, 42 p. Inédito. Buenos Aires.

- ANGELELLI, V., 1950. Recursos minerales de la República Argentina. I. Yacimientos metalíferos. Revista del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, Ciencias Geológicas, II, 543 p. Buenos Aires.
- ANGELELLI, V., 1984. Yacimientos metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 704 p. La Plata.
- ANGELELLI, V. y CHAUDET, A., 1937. Sobre dos sulfatos de hierro de la mina Santa Elena. Revista Minera, VIII.
- ANGELELLI, V. y GORDON, S. G., 1941. Sarmientite, a new mineral from Argentina. *Notulae Naturae of Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 92.
- ANGELELLI, V. y RAYCES, E. C., 1946. Estudio geológico-minero del distrito cuprífero Capillitas, departamento Andalgalá, provincia de Catamarca. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- ANGELELLI, V. y TRELLES, R. A., 1938. Las alumbreras de Barrreal y los sulfatos de hierro de la Alcaparrosa. Provincia de San Juan. Boletín de Obras Sanitarias de la Nación, II: 7, 8 y 9.
- ANGELELLI, V. y VALVANO, J., 1946. La fosgenita del salar del plomo. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 1 (4): 257-269.
- ANGELELLI, V., FERNÁNDEZ LIMA, J.C., HERRERA, A. y ARISTARAIN, L., 1970. Descripción del Mapa Metalogénico de la República Argentina. Minerales Metalíferos. Dirección Nacional de Geología y Minería, Anales 15. 149 p. Buenos Aires.
- ANGERA, J. A., 1999. Mina Bajo de La Alumbra, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 1451-1461. Buenos Aires.
- ANTARES MINERALS INC., 2006. Río Grande Cu-Au Porphyry, Argentina. www.ataresminerals.com
- ARGAÑARAZ, R., 2002. Cerro Juncal: Un Prospecto de cobre porfírico con un sistema epitermal superior. 8 p. Inédito. Salta.
- ARGAÑARAZ, R. A. e INNES, A., 2002. Cerro Juncal: ¿Un yacimiento epitermal en un sistema porfírico de Au-Cu?. 15º Congreso Geológico Argentino, Actas II: 409-414. El Calafate.
- ARGAÑARAZ, R. y SUREDA, R., 1975. Mineralización de cobre en sedimentos continentales rojos de la Puna. 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas: 149-156.
- ARIZMENDI, A., 1985. Estudio mineralógico del distrito minero Los Manantiales, Gastre, Chubut. CONICET Informe de Avance. Inédito. Buenos Aires.
- ARIZMENDI, A., MÁRQUEZ, M. J., PARISI, C. y BRODTKORB, M. K. de, 1992. Mineralogía de los Depósitos Polimetálicos Miocenos de la Cordillera Patagónica Austral, Santa Cruz, Argentina. 1º Reunión de Mineralogía y Metalogenia, Actas I: 19-28. La Plata.
- ARIZMENDI, A., BRODTKORB, M. y BERNHARDT, H. J., 1993. Evolución paragenética de la mina Ángela, provincia del Chubut, Argentina. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Actas 1: 179-190. Stuttgart.
- ARIZMENDI, A., BRODTKORB, M. y BERNHARDT, H. J., 1996. Paragénesis mineral de la mina Ángela, Gastre, provincia del Chubut. 3º Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de la Plata, 5: 1-7. La Plata.
- ASPILCUETA, J., 1961. Informe sobre la mina de cobre Cateo Olte. Secretaría de Estado de Minería. 4 p., 2 mapas. Inédito. Buenos Aires.
- AURIEMMA, R., 1974. Estudio geológico de la región comprendida entre los ríos Bolsón y Vicuña Pampa, Dep. Belén, Catamarca. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Inédito. La Plata.
- ÁVILA, J. C., 1999. El yacimiento de cobre Martín Bronce, Jujuy. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 947-949. Buenos Aires.
- ÁVILA, J. C., CHOMNALES, R. y FERULLO, S., 1984. Geología y metalogénesis del yacimiento cuprífero estratoligado Martín Bronce, departamento Santa Bárbara, provincia de Jujuy. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 5: 538-552.
- BAHLBURG, H., 1990. The Ordovician basin in the Puna of NW Argentina and N Chile, geodynamic evolution from back-arc to foreland basin. *Geotektonische Forschungen*, 75: 1-107. Stuttgart.
- BAHLBURG, H., KAY, S. y ZIMMERMANN, U., 1997. New geochemical and sedimentological data on the evolution of the Early Paleozoic Gondwana margin in the Southern Central Andes. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 28 (7): A380.
- BACHAMAN, G., GRAUERT, B., KRAMM, U., LORK, A. y MILLER, H., 1987. El magmatismo Cámbrico medio-Cámbrico superior en el basamento del noroeste argentino: investigaciones isotópicas y geocronológicas sobre los granitoides de los complejos intrusivos Santa Rosa de Tastil y Cañaní. 10º Congreso Geológico Argentino, 4: 125-127.
- BALMACEDA, A., 2002. Guía virtual de información básica, consulta y difusión de la actividad minera. Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad Nacional de San Juan. Formato digital.
- BARRIONUEVO, L. A., 1953. Informe geológico minero sobre los yacimientos cupríferos de los cerros La Virgen y Mirano, provincia de Mendoza. Dirección General de Fabricaciones Militares, 30 p. Inédito. Buenos Aires.
- BARRIONUEVO, L. A. y NIENIEWSKI, A., 1955. Informe geológico-minero sobre algunos yacimientos cupríferos de la zona noroeste del Territorio Nacional del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares. 51 p. Inédito. Buenos Aires.

- BASSI, H., 1974. Inspecciones Mineras. Sector Mina «Fénix». Área de Reserva Nº 13 «La Borita», Provincia de Catamarca. Servicio Nacional Minero Geológico. Subsecretaría de Minería. Inédito. Buenos Aires.
- BASSI, H. G. L., 1982. Proyecto Cerro Bayo, Distrito Minero Ángela, Chubut. Cerro Castillo SA. Gerencia de Exploración. Inédito. Buenos Aires.
- BASSI, H. G. L., 1983. Posibilidad y proyección del distrito polimetálico del Leoncito, Iglesias-Calingasta, San Juan. 2º Congreso Nacional de Geología Económica, 2: 379-388. San Juan.
- BASSI, H. G. L., 1984. Evaluación geológica del prospecto cuprífero La Brea, provincia de San Juan y simulación geológica-económica para fundamentar etapas exploratorias. Informe 82. 17 p. Inédito. Buenos Aires.
- BASSI, H. G. L. y ROCHEFORT, G., 1979. Estudio de la mina Angela, con énfasis en sus características estructurales. 2º Congreso Geológico Chileno, Actas C: 419-435. Arica.
- BASSI, H. G. L. y ROCHEFORT, G., 1980. Estudio geológico del yacimiento cuproaurífero de La Alumbra, provincia de Catamarca. Secretaría de Minería, Anales 18. 78 p. Buenos Aires.
- BEDLIVY, D. y LLAMBÍAS E. J., 1969. Arseniatos de Cu, de Fe y de Pb de San Francisco de los Andes, provincia de San Juan, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 24 (1): 29-40.
- BELLUCO, A., DIEZ, J., ANTONIETTI, C., ACHEN, H. y VALERDI, C., 1974. Los depósitos uraníferos de las provincias de Mendoza y Neuquén. 5º Congreso Geológico Argentino, Actas, 2: 35-53. Buenos Aires.
- BELTRAMONE, C. A., 1976. Informe preliminar Proyecto 15AI «Chipauquil». Sector 4166-I-Mosaico C2. Plan Patagonia-Comahue. Los Álamos. 14 p. Inédito. Río Negro.
- BENGOCHEA, J. D. 1992. Cerro Amarillo, provincia de Mendoza. 3 p. Inédito. Mendoza.
- BENGOCHEA, A. L., MAS, G. R., MAIZA, P. J. y VARELA, M. E., 1988. Petrografía y termometría de las inclusiones fluidas de la veta Platífero W, Mina Ángela. Provincia del Chubut. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 7: 430-442. Buenos Aires.
- BERNABÓ, E. A., CALMELS, S. M. y HORAK, M., 1984. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Río Negro, 9º Congreso Geológico Argentino. Relatorio, Capítulo III-2: Yacimientos Metalíferos, 583-610.
- BIEL, C., SUBÍAS, I., FANLO, I., MATEO, E. y ACEVEDO, R. D., 2010. The Arroyo Rojo volcanic-hosted massive sulphide deposit (Tierra del Fuego, southernmost Argentina): geology, mineralogy, petrography and mineral chemistry. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 27 (1): 84-96.
- BJERG, E. A. y SABALÚA, J. C., 1999. Yacimientos de níquel, cobalto y cobre Las Águilas Este y Oeste, San Luis. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 309-316. Buenos Aires.
- BJERG, E. A., DELPINO, S., DIMIERI, L., KOSTADINOFF, J., MOGESSIE, A., HOINKES, G., HAUZENBERGER, C. A. y FELFERNIG, A., 1997. Estructura y mineralización del Área Las Águilas-Virorco, San Luis, Argentina. 8º Congreso Geológico Chileno, Actas 2: 857-861. Antofagasta.
- BJERG, E. A., VILLAR, L. M. y DONNARI, E. I., 1999. Distrito cuprífero Salamanca, Complejo Novillo Muerto y Los Gateados, Mendoza. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 167-172. Buenos Aires.
- BLASCO, G. y ZAPPETTINI, E. O., 1996. Hoja Geológica 2566-I San Antonio de los Cobres, provincias de Jujuy y Salta. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 217. Buenos Aires.
- BLASCO, G., ZAPPETTINI, E. O. y VILLAR, L., 1996. El complejo ofiolítico desmembrado de la Puna Argentina, Provincias de Jujuy, Salta y Catamarca. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 653-667. Buenos Aires.
- BORELLI, E. y PEÑA, G., 1986. Proyecto Mina Amancay. Evaluación previa. San Juan. Servicio Geológico Minero Nacional. Informe 136. 26 p. Inédito. San Juan.
- BORELLI, D., SEGAL, S., PUGLISI, C. y PINA, J., 1992. Caracterización metalogénica y evaluación económica de las manifestaciones auro-estaníferas «Antecristo», Provincia de San Juan, Argentina. 4º Congreso Nacional y 1º Congreso Latinoamericano de Geología Económica. Actas 1: 6-12. Córdoba.
- BOSSI, G. E., 1976. Geología de la Cuenca de Marayes-El Carrizal, provincia de San Juan, República Argentina. 6º Congreso Geológico Argentino, 1: 23-38. Buenos Aires.
- BRODTKORB, M. K. de, 1966. Mineralogía y consideraciones genéticas del yacimiento Huemul, provincia de Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 21 (3): 165-180, Buenos Aires.
- BRODTKORB, M. K. de, 1967. Estudio de la mineralización metalífera de la mina San Romeleo (informe de laboratorio). Dirección General de Fabricaciones Militares (Plan Cordillerano), 1 página. Inédito. Mendoza.
- BRODTKORB, M. K. de, 1973. Estudio de la mineralización del yacimiento «La Niquelina», y un análisis comparativo de sus posibles relaciones con los depósitos Rumicruz y Esperanza. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 28 (4): 364-368.
- BRODTKORB, M. K. de, 1999. Los distritos seleníferos de La Rioja. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 625-629. Buenos Aires.

- BRODTKORB, M. K. de y BRODTKORB, A., 1969. Reseña mineralógica del yacimiento «San Martín», Valcheta, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 24 (1): 15-20.
- BRODTKORB, M. K. de y KLEMM, D., 1980. Estudio mineralógico de enargitas y luzonitas de la Sierra de Famatina, provincia de La Rioja, y la supresión del término famatinita. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 35 (3): 348-354.
- BRODTKORB, M. y LOGAN, A., 2005. Aportes al conocimiento de la paragénesis del yacimiento Santa Elena, Calingasta, San Juan. 16º Congreso Geológico Argentino. Actas en CD. Trabajo 202. La Plata, Buenos Aires.
- BRODTKORB, M.K. de y PAAR, W., 1993. Presencia de colusita y consideraciones mineralógicas en el distrito La Mejicana, provincia de La Rioja. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 5: 87-90.
- BRODTKORB, M. K. de y SCHALAMUK, I. B., 1999. Yacimientos de cobre y oro de la Sierra de Famatina, La Rioja. En: *Recursos Minerales de la República Argentina*. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1659-1663. Buenos Aires.
- BRODTKORB, M. K. de, PEZZUTTI, N. y DALLA SALDA, L., 1984. Presencia de vulcanismo ácido en el Precámbrico de la provincia de San Luis. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 181-190. San Carlos de Bariloche.
- BRODTKORB, M., AMETRANO, S., SPALLETI, L. y PELICHOTTI, R., 1985. Los nódulos cupríferos de Huaco, provincia de San Juan, Argentina. 1º Jornadas sobre Geología de la Precordillera, 360-364. San Juan.
- BRODTKORB, M. K. de, GAY, H. D. y SUREDA, R. J., 1993. Polymetallic selenide- sulfides minerals of the Los Llantenes mining district, La Rioja, Argentina. 8º IAGOD Symposium, 119-125.
- BRODTKORB, M. K. de, BJERG, E. y MOGESE, A., 2008. Mineralogía y quimismo de la paragénesis del yacimiento La Niquelina, Salta. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogénesis, Actas, 523. San Salvador de Jujuy.
- BROGIONI, N., 1992. El cuerpo máfico-ultramáfico de Las Águilas, provincia de San Luis. 1º Reunión de Mineralogía y Metalogenia. 1º Jornadas de Mineralogía, Petrología y Metalogenia, Rocas Ultrabásicas, Actas: 379-392. La Plata.
- BROGIONI, N., 1994. Petrología de la faja de rocas máficas y ultramáficas de la Sierra de San Luis, Argentina. 7º Congreso Geológico Chileno, Actas 2: 967-971, Concepción.
- BROGIONI, N. L., 2001a. Geología de los cuerpos Vitorco y El Fierro, faja máfica- ultramáfica del borde oriental de la sierra de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 56 (3): 281-292.
- BROGIONI, N. L., 2001b. Petrología de los cuerpos Vitorco y El Fierro, faja máfica-ultramáfica del borde oriental de la sierra de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 56 (4): 535-547.
- BROGIONI, N. y RIBOT, A., 1994. Petrología de los cuerpos La Melada y La Gruta, faja máfica- ultramáfica del borde oriental de la Sierra de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49 (3-4): 269-283.
- BROWN, F., 1983. Oxidación, lixiviación y enriquecimiento supergénico en el depósito de cobre de Pachón, San Juan, Argentina. 2º Congreso de Geología Económica, Actas 1: 29-45. San Juan.
- BRYAN, S. 2007. Silicic Large Igneous Provinces. *Episodes* 30 (1): 20-31
- BUSTEROS, A., GIACOSA, R., LEMA, H. y ZUBIA, M., 1998. Hoja Geológica 4166-IV Sierra Grande. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín 241. 69 p. Buenos Aires.
- CAELLES, J. C., CLARK, E., FARRAR, E. y MCBRIDE, S. L., 1971. Potassium- Argon Ages of Porphyry Copper Deposits and Associated Rocks in the Farallón Negro- Capiilitas District. *Economic Geology*, 66 (6): 961- 964.
- CAFFE, P. J. y COIRA, B. L., 1999. Complejos de domos volcánicos del Mioceno medio de Puna Norte. Un modelo geológico y metalogenético para yacimientos epitermales de metales de base y ricos en plata (estaño). En: *Recursos Minerales de la República Argentina*. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1569-1578. Buenos Aires.
- CAFFE, P., COIRA, B., CHAILE, W., DÍAZ, A., OROSCO, O., MARTÍNEZ, M., PÉREZ, A., PÉREZ, B., RAMÍREZ, A. y ROSAS, S., 2001. Hoja Geológica 2366-I Mina Pirquitas, provincia de Jujuy. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 269. Buenos Aires.
- CAMACHO, A., 1997. ^{40}Ar - ^{39}Ar y Rb-Sr geochronology, final report. Geoscientific mapping of the Sierras Pampeanas, Argentine-Australian Cooperative Project, Australian Geological Survey Organisation. Inédito. Córdoba.
- CAMINOS, R., CHERNICOFF, C.J., FAUQUÉ, L., FRANCHI, M. y ESPEJO, P. 1999. Geología y Recursos Minerales de la Hoja Geológica 4166-I, Valcheta. Buenos Aires. Convenio Dirección General de Minería de Río Negro-SEGEMAR.
- CAMPBELL, A. y LARSON, P., 1988. Introduction to stable isotope applications in hydrothermal systems. En: Richards, J. y Larson, P. (eds.). *Techniques in hydrothermal ore deposits geology. Reviews in Economic Geology*, 10: 173-193.
- CAMPUBÍ, A., GONZÁLEZ PARTIDA, E., LEVRESSE, G., TRITLLA, J. y CARRILLO CHÁVEZ, A., 2003. Depósitos epitermales de alta y baja sulfuración: una tabla comparativa. *Sociedad Geológica Mexicana, Boletín* 56 (1): 10-18.

- CARDINALI, A. L., 1985. Génesis del sulfato de aluminio y formación de yacimientos económicamente explotables. 1º Jornadas sobre Geología de Precordillera. Actas I: 365-369. San Juan.
- CARDINALI, A., 1986. Control expeditivo de carácter regional de dos fajas de alteración hidrotermal en el Área de alteración N° 7: Rincones de Araya. Convenio CFI y Gobierno de San Juan. Programa de desarrollo de la minería de la provincia de San Juan. II Etapa. 2º Parte. Departamento de Minería de San Juan. Informe 391. 14 p. Inédito. San Juan.
- CARDÓ, R., 1981. Estudio geológico-minero de la quebrada Santo Domingo. Mina Puppé y zona de alteración El Arriero. Sierra de La Huerta, San Juan. Plan San Juan. Servicio Minero Nacional. Informe 74. 30 p. Inédito. San Juan.
- CARDÓ, R. y PÉREZ, L., 1995. Síntesis de recursos metalíferos de la sierra de La Huerta, provincia de San Juan, Argentina. 5º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas: 23-26.
- CARDÓ, R., SEGAL, S. y ZUBIA, M., 2004. Descripción del mapa metalogenético del oro de la República Argentina. SEGEMAR, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 38. Buenos Aires.
- CARDÓ, R., DÍAZ, I., CEGARRA, M., RODRÍGUEZ, R., HEREDIA, N. y SANTAMARÍA, G., 1988. Hoja Geológica 3169 I. Rodeo. Servicio Geológico Minero Argentino. 70 p. Buenos Aires.
- CARDÓ, R., SEGAL, S., KORZENIEWSKI, L. I., PALACIO, M. de B. y CHERNICOFF, C. J., 2008. Estudio metalogenético de brechas hidrotermales portadoras de mineralización de Bi-Cu-Au en el ámbito de la Cordillera Frontal, provincia de San Juan. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas. Recursos Minerales. N° 25: 3-28.
- CARDÓ, R., DÍAZ, I. N., CATNICH, J., LITVAK, V. D., MARQUETTI, C., GARCÍA MESTRE, A., JOHANIS, P. y TUREL, A., 2010. Carta Minero-Metalogenética 2969 III Malimán. Provincias de San Juan y La Rioja. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 355. Buenos Aires.
- 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. Servicio Geológico Minero Argentino, Serie Contribuciones Técnicas, Recursos Minerales, 20. 109 p. Buenos Aires.
- CARRIZO, R., CHERNICOFF, C.J., FERPOZZI, L., GODEAS, M., GONZÁLEZ, O., GOZÁLVEZ DE VALOY, M., JOHANIS, P., KORZENIEWSKI, L. I., LITVAK, V., MARQUETTI, C., AZCURRA, D., SEGAL, S., TUREL, A. y ZAPPETTINI, E. O., 2003. Evaluación Geológico-Minera de las mineralizaciones en la concesión YMAD, Catamarca. SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO. Informe Público-Inédito. Buenos Aires.
- CASÉ, A. M., 1996. Geología de la Quebrada del Bronce y sus mineralizaciones asociadas. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur. 105 p. Inédito. Bahía Blanca.
- CASÉ, A. M., 1997. La Quebrada del Bronce, un modelo de pórfido de cobre asociado a skarn. 8º Congreso Geológico Chileno, 891-895. Antofagasta, Chile.
- CASÉ, A. M. y MALVICINI, L., 1999. El pórfido cuprífero con oro de la quebrada del Bronce, Neuquén. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E.O. Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1337-1341, Buenos Aires.
- CASTILLO, A., BATTAGLIA, R. y ARGANARAZ, P., 1994. Mineralizaciones en el Paleozoico inferior del sector noroccidental de la Cordillera Oriental, República Argentina. 7º Congreso Geológico Chileno, Actas II: 761-765.
- CASTILLO, A., BATTAGLIA, R. y MOYA, C., 1996. Depósitos minerales en los distritos Santa Victoria, Zenta e Iruya (Precámbrico-Paleozoico inferior), Salta, Argentina. 7º Congreso Geológico de Bolivia, 3: 1241-1252.
- CASTRILLO, E., 1976. Informe Preliminar Proyecto 04HC-Trevelin. Área Arroyo Las Mentas (4372-IV-B2-B3). Plan Patagonia-Comahue. 8 p. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- CASTRO DE MACHUCA, B., 1988. Los yacimientos de plomo-plata-cinc del Distrito Minero Marayes, provincia de San Juan, Argentina. 3º Congreso Nacional de Geología Económica, II: 381-404. Olavarría.
- CASTRO DE MACHUCA, B. y MEISSL, E., 2004. Dacita El Arriero, exponente del magmatismo y metalogénesis gondwánica en la sierra de La Huerta, provincia de San Juan: alteración hidrotermal y mineralización. 7º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 167-170. Buenos Aires.
- CASTRO DE MACHUCA, B., SUMAY, C., CONTE-GRAND, A. y MEISSL, E., 1998. Nueva evidencia de magmatismo neopaleozoico en las Sierras Pampeanas Occidentales: El pórfido Marayes Viejo, Provincia de San Juan, República Argentina. 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica, II: 331-336.
- CASTRO DE MACHUCA, B., CONTE-GRAND, A., MEISSL, E., PONTORIERO, S. y SUMAY, C., 2003. Gondwanic magmatism and mineralization in El Arriero alteration zone, La Huerta range, province of San Juan, Argentina. 4º South American Symposium on Isotope Geology, I: 724-728.
- CASTRO DE MACHUCA, B., CONTE-GRAND, A., SUMAY, C., MUGAS, C., GARCÉS, P., MEISSL, E., PONTORIERO, S. y ALIAGA, C., 2005a. Aporte al conocimiento de la geología del pórfido «El Arriero» y su zona de alteración, sierra de La Huerta, San Juan, Argentina. 8º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas: 151-157. Buenos Aires.

- CASTRO DE MACHUCA, B., PÉREZ DE ARCE, C. y MATTHEUS, S. 2005b. Edad $^{40}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$ del magmatismo y mineralización en el área «El Arriero», sierra de La Huerta, San Juan, Argentina. 16º Congreso Geológico Argentino, Actas I: 125-128.
- CASTRO DE MACHUCA, B., CONTE-GRAND, A., MEISSEL, E., PONTORIERO, S., SUMAY, C. y MORATA, D., 2007. El magmatismo neopaleozoico en la Sierra de La Huerta, Sierras Pampeanas Occidentales, provincia de San Juan: los pórfidos Marayes Viejo y El Arriero. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 62 (3): 447-459.
- CATALANO, L., 1943. Yacimientos de Cu y Mo de Deseado, Territorio Nacional de Santa Cruz. *Minerales cupríferos de Tres Cerros*. Dirección General de Fabricaciones Militares. Carpeta 41. Inédito. Buenos Aires.
- CAYO, R., 1951. Estudio Geológico-Minero del Distrito Cuprífero del Departamento Calamuchita en la Provincia de Córdoba. Universidad Nacional de La Plata. Tesis Doctoral 175. 55 p. Inédito. La Plata.
- CÉCERE, H., 1975. Informe Final Área de Reserva n° 18-El Acay, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. Carpeta 337. 28 p. Inédito. Buenos Aires.
- CÉCERE, H. 1976. Informe Final Área de Reserva n° 25-Vallecito, departamento San Carlos, Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. 32 p. Inédito. Buenos Aires.
- CÉCERE, H., 1980. Informe Final Área de Reserva n° 23-Inca Viejo, departamento Los Andes, Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. 14 p. Inédito. Buenos Aires.
- CENTENO, R. y FALLET, J., 1999. Yacimiento de cobre Las Choicas, Mendoza. En: *Recursos Minerales de la República Argentina*. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1553-1555. Buenos Aires.
- CENTENO, R. y FUSARI, C., 1999. Mina San Romeleo, Mendoza. En: *Recursos Minerales de la República Argentina*. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1147-1148. Buenos Aires.
- CENTENO, R. y MALLIMACCI, H., 1981. Exploración Geológico Minera de la zona de La Estrechura-Los Bayos. Área de Reserva N° 1. Nevados del Famatina. Provincia de La Rioja. Dirección General de Fabricaciones Militares y Subsecretaría de Minería (Plan La Rioja). Informe 845. 31 p. Inédito. Buenos Aires.
- CENTENO, R., ROSAS, M. y RUBINSTEIN, N., 2009. Carta Mineo-Metalogenética Embalse El Nihuil. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 375. 49 p. Buenos Aires.
- CHABERT, M., 1975. Informe Final Área de Reserva n° 16-Chachas, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. 22 p. Inédito. Buenos Aires.
- CHABERT, M. R., 1981. Informe final de exploración. Área de Reserva N° 20-Cerro Mercedario. Departamento Calingasta-Provincia de San Juan. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera. 54 p. Inédito. Mendoza.
- CHABERT, M. R., 1984. Proyecto Santa Clara. Informe Final proyectos Santa Clara y Mendoza Sur. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Mendoza.
- CHABERT, M. R., 1999. El pórfiro cuprífero Inca Viejo, Salta. En: *Recursos Minerales de la República Argentina*. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1429-1436, Buenos Aires.
- CHABERT, M. y CENTENO, R., 1975. Informe Final Área de Reserva n° 14- Vizcacheral o Pancho Arias, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. 22 p. Inédito. Buenos Aires.
- CHABERT, M. R. y SABALÚA, J. C., 2010. Cerro Mercedario. Cobre, molibdeno y oro en San Juan. *Mining Press*, 7 (39): 106-110. Buenos Aires.
- CHABERT, M. R. y ZANETTINI, J. C. M., 1999. Pórfiro cuprífero Campana Mahuida, Neuquén. En: *Recursos Minerales de la República Argentina*. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1279-1288, Buenos Aires.
- CHERNICOFF, C.J. y ZAPPETTINI, E.O. 2004. Geophysical evidence for terrane boundaries in south-central Argentina. *Gondwana Research*, 8 (4): 1105-1116.
- CHERNICOFF, C. J., RICHARDS, J. P. y ZAPPETTINI, E. O., 2002. Crustal lineament control on magmatism and mineralization in northwestern Argentina: geological, geophysical, and remote sensing evidence. *Ore Geology Reviews* 21, 127-155.
- CHERNICOFF, C. J., ZAPPETTINI, E. O., VILLAR, L. M., CHEMALE Jr, F. y HERNÁNDEZ, L., 2009. The belt of metagabbros of La Pampa: Lower Paleozoic back-arc magmatism in south- central Argentina. *Journal of South American*, 28: 383-397.
- CHERNICOFF, C. J., ZAPPETTINI, E. O., SANTOS, J. O. S., MCNAUGHTON, N. J. y BELOUSOVA, E., 2012. Combined U-Pb SHRIMP and Hf isotope study of the Late Paleozoic Yaminué Complex, Río Negro Province, Argentina: Implications for the origin and evolution of the Patagonia composite terrane. *Geoscience Frontiers*, 4 (1): 37-56.
- CHERNICOFF, C. J., ZAPPETTINI, E. O. y PERONI, J., 2013. The Rhyacian El Cortijo suture zone: Aeromagnetic signature and insights for the geodynamic evolution of the southwestern Río de la Plata craton, Argenti-

- na. *Geoscience Frontiers*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gsf.2013.04.004>
- CHOMNALES, R., 1976. Contribución al conocimiento de manifestaciones de minerales de cobre en la provincia de Jujuy. Fundación Miguel Lillo. Miscelánea 57. Tucumán.
- CHOMNALES, R., VÁZQUEZ, R. y PALOU, R., 1960. Noticia preliminar de la existencia de mineral de níquel en la mina Purísima (Rumicruz), departamento Cochoca. Instituto de Geología y Minería, Comunicación 2. Jujuy.
- CLADOUHOS, T., ALLMENDINGER, R., COIRA, B. y FARRAR, E., 1994. Late Cenozoic deformation in the Central Andes: fault kinematics from the Northern Puna, Northwestern Argentina and Southwestern Bolivia. *Journal of South American Earth Sciences*, 7 (2): 209-228.
- COHEN, M., 1995. Petrología de las rocas magmáticas terciarias del Distrito Minero Agua Rica (ex Mi Vida), provincia de Catamarca. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Trabajo Final de Licenciatura. 113 p. Inédito. Buenos Aires.
- COIRA, B. L., 1999. Potencialidad minera de sistemas megacaldéricos miocenos en Puna Norte. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1557-1567. Buenos Aires.
- COIRA, B. y CAFFE, P., 1999. Volcanismo Cenozoico de Puna Norte. En: González Bonorino G., Omarini, R. y Viramonte, J. (eds.). *Geología del Noroeste Argentino*. 14° Congreso Geológico Argentino, Relatorio, 1: 371-386. Salta.
- COIRA, B., DAVIDSON, J., MPODOZIS, C. y RAMOS, V. A., 1982. Tectonic and magmatic evolution of the Andes Northern Argentina and Chile. *Earth Science Reviews*, 18: 303-332.
- COLLO, G. y ASTINI, R. A., 2008. La Formación Achavil: una nueva unidad de bajo grado metamórfico en la evolución Cámbrica Superior del Famatina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 63 (3): 344-362.
- COMINOR ING. y PROYECTOS SA, 1997. Proyecto Las Choicas, Malargüe, provincia de Mendoza, Argentina. Inédito. Mendoza.
- COMINOR ING. y PROYECTOS SA, 1999. Consideraciones Geológico-Económicas de las manifestaciones minerales del distrito Valle Hermoso, provincia de Mendoza, Argentina. 27 p. Inédito. Mendoza.
- CORMINE SEP, 1996a. Prospecto Cerro Caycayén, en: Prospectos metalíferos. Corporación Minera del Neuquén. 15 p. Inédito. Zapala.
- CORMINE SEP, 1996b. Prospecto La Voluntad, en: Prospectos metalíferos. Corporación Minera del Neuquén. 19 p. Inédito. Zapala.
- CORO MINING CORP, 2009. Proyecto San Jorge. www.coromining.com
- CORRIENTE RESOURCE INC., 2000. Famatina Project. Report on High- Sulphidation Vein Exploration Program. Famatina, Argentina. Inédito. 55 p. Buenos Aires.
- COX, M. W., 1971. Inca Viejo, Salta, Argentina: a copper-bearing porphyry. Unpublished report.
- COZZI, N. A., 1975. Informe geológico-minero de la zona Río de Las Vacas. Provincia de Mendoza. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico- Minera I. 6 p. Inédito. Mendoza.
- CRAVERO, O., 1977. Informe preliminar del Área de Reserva Nº 38 La Hoyada. NOA I Geológico-Minero. Secretaría de Minería de la Nación. 4 p. Inédito. Tucumán.
- CRAVERO, O., 1979. Informe del Área de Reserva Nº 38 La Hoyada. NOA I Geológico-Minero. Secretaría de Minería de la Nación. 13 p. Inédito. Tucumán.
- CRAVERO, O., 1984. Informe sobre la mina Montey. Servicio Minero Nacional. Inédito. La Rioja.
- CRAVERO, O., 1986. Informe sobre la mina Estrella Alta. Servicio Minero Nacional. Inédito. La Rioja.
- CRAVERO, O., 1988. Informe preliminar del área Casa de Piedra. Secretaría de Minería de la Nación. Centro de Exploración La Rioja. 11 p. Inédito. La Rioja.
- CRAVERO, O., 1993. Informe geológico del área de mina «La Criollita». Provincia de La Rioja. Secretaría de Estado de Minería. Delegación La Rioja. Carpeta 230. 6 p. Inédito. La Rioja.
- CRAVERO, O., 1999. Yacimientos auríferos en sierras de Las Minas y Ulapes, La Rioja. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 637-646, Buenos Aires
- CRAVERO, O., 2009. Carta Minero-Metalogenética 2969 I Pastillos. Provincias de La Rioja y San Juan. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 384. 99 p. Buenos Aires.
- CRAVERO, O., RÍOS, J., LOREDO, J. y GARCÍA IGLESIAS, J., 1995. Gold-bearing shear zones in sierra de Chepes, de las Minas and Ulapes, La Rioja, Argentina. *GOLD «94» Conference*, Nevada. USA.
- CRAVERO, O., CARDÓ, R. y PALACIO, M. de B., 2011. Carta Minero-Metalogenética 3166 III Chepes. Provincias de San Juan y La Rioja (en preparación).
- CRUZ, C. E., BOLL, A., GÓMEZ OMIL, R., MARTÍNEZ, E. A., ARREGUI, C., GULISANO, C., LAFFITTE, G. A. y VILLAR, H., 2002. Hábitat de hidrocarburos y sistemas de carga Los Molles y Vaca Muerta en el sector central de la Cuenca Neuquina, Argentina. 5º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Mar del Plata: CD Trabajo Nº 29: 20 p.
- CUCCHI, R. J., 1964. Análisis estructural de cuarcitas y granulitas bandeadas miloníticas de la Sierra de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 19: 100- 143.
- CUCCHI, R., BUSTEROS, A., y LEMA, H., 1999. Hoja geológica 4169-II Los Menucos, Boletín IGRM SEGEMAR, 265, 105 p. Buenos Aires.

- CUERDA, A. J., CINGOLANI, C. A., VARELA, R. y SCHAUER, O. C., 1984. Descripción Geológica de la Hoja 19 d, Mogna, provincia de San Juan. Servicio Geológico Nacional, Boletín 192. 86 p. Buenos Aires.
- CUNNINGHAM, C. G., ZAPPETTINI, E. O., VIVALLO, S. W., CELADA, C. M., QUISPE, J., SINGER, D. A., BRISKEY, J. A., SUTPHIN, D. M., GAJARDO M. M., DÍAZ, A., PORTIGLIATI, C., BERGER, V. I., CARRASCO, R. y SCHULZ, K. J., 2008. Quantitative mineral resource assessment of copper, molybdenum, gold, and silver in undiscovered porphyry copper deposits in the Andes Mountains of South America. U. S. Geological Survey Open-File Report 2008-1253, 282 p. Disponible en CD-ROM y online.
- CURCI, M., FRANCHINI, M., SCHALAMUK, I., RÍOS, F., y FUZIKAWA, K., 1999. El pórfido de Cu de Campana Mahuida, Neuquén: Microtermometría y espectroscopía Raman en inclusiones fluidas de la zona potásica. 14º Congreso Geológico Argentino, 2: 362- 365. Salta.
- CURSO LATINOAMERICANO DE METALOGENIA, 2004. UNESCO-SEG. CRYCYT. Mendoza. Guía de campo.
- CUSSI, D., 1994. Estudio Geológico Minero del Grupo Minero La Quesera, departamento Rosario de Lerma, provincia de Salta. Universidad Nacional de Salta. Tesis Profesional. 88 p. Inédito. Salta.
- CUSSI, D. y SUREDA, R., 1995. Grupo Minero La Quesera: Algunos sistemas de vetas metalíferas y su control estructural en la Formación Puncoviscana del norte argentino. 5º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas: 385-398.
- DALLA SALDA, L., 1984. La estructura íntima de las Sierras de Córdoba. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 39: 38-51.
- DALLA SALDA, L., CINGOLANI, C. y VARELA, R., 1990. El orógeno colisional paleozoico en Argentina. Universidad Nacional de Tucumán. Serie Correlación Geológica, 9: 165-178.
- DALLA SALDA, L., TOSELLI, A., CAMINOS, R. y GARDINI, C., 1999. Proterozoico y Paleozoico inferior de las Sierras Pampeanas Occidentales. En: Geología Argentina. R. Caminos (ed.). Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29, 159-167.
- DALPONTE, M. y GETINO, P., 1996. Trabajo de recopilación para exposición en el marco del Primer Encuentro de Inversores Mineros de la Patagonia. San Carlos de Bariloche, 15-16 de agosto de 1996. Inédito. Río Negro.
- DAROCA, J., 1975. Informe Final del Área de Reserva n° 19, Taca Taca (departamento Los Andes), provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. Informe 338. 90 p. Inédito. Buenos Aires.
- DAROCA, J., 1994. Prospecto minero Negra Muerta, zona El Acay, Salta. 6 p. Inédito. Buenos Aires.
- DAROCA, J., 1998. Prospectos Centenario (Au-Ag) y El Acay (Au-Ag) (Pb-Zn-Cu). 6 p. Inédito. Buenos Aires.
- 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.
- DAWSON, L. A., 1967. Yacimiento de cobre Atalaya. Departamento Paso de Indios. Chubut. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- DEBARI, S., 1994. Petrogenesis of the Fiambalá Gabbroic Intrusion, Northwestern Argentina, a deep crustal syntectonic pluton in a continental magmatic arc. Journal of Petrology, 35 (3): 679-713.
- DE BARRIO, R., DEL BLANCO, M. y VALLOTE, M., 1988. Estudio microscópico de muestras de testigos de las perforaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 del Yacimiento Huemules, provincia del Chubut. Secretaría de Minería de la Nación, INGEA. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (inédito). 42 p. La Plata.
- DE LOS HOYOS, L., 1969. Proyecto de trabajos de exploración geológica en el área de la mina de cobre La Purísima, Jujuy. Dirección Provincia de Minería, Jujuy. 55 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- DE LOS HOYOS, L., IGLESIAS, S., TUTTOLOMONDO, F. e IZA, A., 1969. Informe sobre la revisión de la mineralización útil en el área de la mina de cobre Olga, Jujuy. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 37 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- DEVITO, H. H., 1949. Informe de la comisión de estudios de los yacimientos de cobre y otros de La Rioja. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- DEL MÓNACO, A., 1971. Geología económica de los niveles 110 y 140 de la mina Gonzalito (provincia de Río Negro) República Argentina, Revista de la Asociación Geológica Argentina, 26 (1): 57-66.
- DI MARCO, A. y MUTTI, D., 1991. Mina Tío en la provincia de Córdoba. Aspectos geoquímicos y ambientes de formación. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata, Publicación, 2: 91-98. La Plata.
- DI MARCO, A. y MUTTI, D., 1992. Asociación Cu-Fe-Ti en el depósito Estrella Gaucha en la pcia. de Córdoba. 4º Congreso Nacional y 1º Congreso Latinoamericano de Geología Económica, Actas: 51-57. Córdoba.
- DI MARCO, A. y MUTTI, D., 1994a. Carrolita, mineral de Co y Cu asociado a paragénesis de Cu-Fe-Ti en el yacimiento Tío, Provincia de Córdoba. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata, Publicación, 3: 663-666. La Plata.
- DI MARCO, A. y MUTTI, D., 1994b. Carrolita. En «Las Especies Minerales de la República Argentina». Milka Brodtkorb

- (Ed.). Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata, Publicación, 12. La Plata.
- DI MARCO, A. y MUTTI, D., 1995. Los depósitos de Cu-Fe en anfibolitas de la Sierra de Cunuputo, Córdoba. 3º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas: 174-180. San Juan.
- DI MARCO, A. y MUTTI, D., 1996. Los depósitos de Cu-Fe en anfibolitas de la Sierra de Cunuputo, Córdoba. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata, Publicación, 5: 311-316. La Plata.
- DIRECCIÓN GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES, 1968. Cobre. Plan Cordillerano. Ministerio de Defensa. República Argentina.
- DIRECCIÓN GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES Y PROVINCIA DE SAN JUAN 1969. Plan Cordillerano Centro. San Juan. República Argentina. Inédito. San Juan.
- DIRECCIÓN PROVINCIAL DE MINERÍA, JUJUY, 1969. Mina Corralito Blanco. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 4 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- DI TOMMASO, I. y RUBINSTEIN, N., 2004. Mapeo de alteración hidrotermal a partir de datos ASTER en el pórfido de Cu-Mo El Infiernillo, Mendoza, Argentina. 1º Simposio ASTER-GEOSAT, Buenos Aires. CD ROM.
- DI TOMMASO, I. y RUBINSTEIN, N., 2005. Mapeo de alteración hidrotermal a partir de datos ASTER en el pórfido de Cu-Mo El Infiernillo, Mendoza, Argentina. 12º Simposio Brasileño de Sensores Remotos, 1: 1765-1773. Goiania, Brasil.
- DI TOMMASO, I. y RUBINSTEIN, N. 2007. Hydrothermal alteration mapping using Aster Data in Infiernillo Porphyry Deposit, Argentina: Ore Geology Reviews, 32 (1-2): 275- 290.
- DI TOMMASO, I., RUBINSTEIN, N. y GODEAS, M., 2005. ASTER en la exploración del pórfido de cobre-molibdeno Infiernillo, Mendoza, Argentina. 8º Congreso de Geología Económica, Actas: 261-265.
- DOMÍNGUEZ, E. A., 1981. Génesis y geoquímica de la mineralización de los yacimientos «Los Manantiales» y «Lago Fontana». Revista de la Asociación Geológica Argentina, 26 (2): 123-142.
- DOMÍNGUEZ, E., ALIOTTA, G., GARRIDO, M., DANIELI, J. C., RONCONI, N., CASÉ, A. M. y PALACIOS, M., 1984. Los Maitenes-El Salvaje. Un sistema hidrotermal porfírico. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas, 7: 443-458. San Carlos de Bariloche.
- DOW, R. J. y HITZMAN, M. W., 2002. Geology of the Arizaro and Lindero Prospects, Salta Province, Northwest Argentina: Mid- Miocene hydrothermal Fe-Ox copper-gold mineralization. En: Hydrothermal Iron Oxide Copper-Gold & Related Deposits: A Global Perspective, 2; PGC Publishing, Adelaide, 153-151.
- DRISTAS, J., 1972. La zona de oxidación de los yacimientos de plomo, cobre y zinc del área de Los Menucos, provincia de Río Negro, República Argentina. Universidad Nacional del Sur-Departamento de Geología. Tesis Doctoral. Inédito. Bahía Blanca.
- DROBE, J., 2000. Famatina Project. Report on High-Sulphidation Vein. Exploration Program. Famatina, Argentina. Informe inédito. 55 p.
- EINAUDI, M. T., HEDENQUIST, J. W. e INAN, E. E., 2003. Sulfidation state of fluids in active and extinct hydrothermal systems: transitions from porphyry to epithermal environments. Society of Economic Geologists, Special Publication 10: 285-313.
- ELIZALDE, C. D., 1962. Un relevamiento electromagnético, desarrollado en una zona con manifestaciones cupríferas. Valcheta. Río Negro. Anales I Jornadas Geológicas Argentinas, III.
- ELIZALDE, C. O. y GONZÁLEZ LAGUINGE, H., 1958. Reconocimientos geológico mineros de algunos yacimientos de cobre, hierro y manganeso de las provincias de Mendoza, San Juan y Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- ENNS, S. y FINDLAY, A., 2005. Geological evaluation of the Cerro Atajo prospect, Argentina. Informe privado para Cardero Resource Corp. Canadá. www.allbusiness.com
- ESCALANTE, A. M. y LORENZETTI, M. I., 1978. Mina Amancay. Génesis y paragénesis. Informe Delegación San Juan, 57. 15 p. Inédito. San Juan.
- ESPISÚA, E. y AMENGUAL, R., 1983. Juramento. Un Depósito Estratoligado de Cobre, Plata y Plomo. Provincia de Salta. Argentina. 2º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 1: 71-90.
- ESTUDIOS Y SERVICIOS DE GEOLOGÍA Y MINERÍA SRL, 1982. Diagnóstico Minero de la Provincia de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones. ITMAS-Dirección de Minería de la Provincia de Río Negro. Inédito. NP 00156.Viedma.
- ETCHEVERRY, R. O, LANFRANCHINI, M. E., ROLANDO, P. A. y DE BARRIO, R. E., 2008. Aspectos geocronológicos y metalogénicos del magmatismo jurásico-cretácico inferior y las mineralizaciones asociadas en la región del lago Fontana, SO del Chubut. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 553-554. San Salvador de Jujuy.
- FACIO, V. y BIÑÓN, H., 1986. Mina Julio Verne. Informe de Evaluación Previa. Proyecto 13. Centro de Exploración Salta. Dirección Nacional de Minería y Geología. Secretaría de Minería. 12 p. Inédito. Salta.
- FAROUX, A., VALLEJO, G. y DIAS, H., 1974. Estudio geológico-económico de los depósitos plumbo-argento-cincíferos y de oro del sector sur de la sierra de La Huerta. Departamentos de Valle Fértil y Caucete. Provincia de San Juan. Servicio Geológico Minero Nacional. Departamento Cuyo. Informe 26. 60 p. Inédito. San Juan.
- FAUQUÉ, L., CAMINOS, R., HERRMANN, C., PEZZUTTI, N., GODEAS, M. y SATO, A. M., 2006. Hoja Geológica 2969-II Tinogasta. Provincias de La Rioja, Catamarca y San

- Juan. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 276. 140 p. Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ, C. G., 1997. Mapeo geológico e interpretación de zonas de alteración hidrotermal en la quebrada del Chorrillo, departamento de Calingasta, provincia de San Juan. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan. 67 p. Inédito. San Juan.
- FERNÁNDEZ, M. I., 1998. Descripción petrográfica de las rocas del Proyecto Polimetálicos del Chubut. IGRM, SEGEMAR, Delegación Regional Patagonia. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- FERNÁNDEZ, R., BROWN, F. y LENCINAS, A., 1974. Pachón, un nuevo pórfido cuprífero argentino. 5º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 77-89
- FERNÁNDEZ AGUILAR, R., 1942. Informe sobre la mina de cobre El Pararrayo de Famatina (La Rioja). Dirección General de Minas y Geología. Carpeta 45. 6 p. Inédito. Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ AGUILAR, R., 1945. Los yacimientos de areniscas cupríferas de Neuquén. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Boletín 58, Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ LIMA, J. C., 1953. Informe sobre mina La Niquelina, departamento de Santa Victoria, provincia de Salta. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito. Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ LIMA, J. C. y DE LA IGLESIA, H., 1952. Informe sobre la mina de cobre La Criollita. Departamento General Sarmiento. La Rioja. Ministerio de Industria y Comercio. Inédito. 14 p. Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ LIMA, J. C. y LATORRE, C., 1978. Metalogénesis de la Provincia del Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 33 (4): 355-369.
- FERRACUTTI, G., 2005. Geología y mineralizaciones asociadas a la faja de rocas máficas-ultramáficas de las Sierras Pampeanas de San Luis. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur. Inédito. Bahía Blanca.
- FERRACUTTI, G., BJERG, E. y MOGESSIE, A., 2007. Metales base y preciosos en Las Águilas, sierra de San Luis: mineralogía, génesis y evolución. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 62 (3): 405-416.
- FONDO ROTATORIO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EXPLORACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES (UNFR), 1982. Exploración Minera en la Provincia del Chubut. Informe Final, Parte I y II. Nueva York y Secretaría de Estado de Minería. Inédito. Buenos Aires.
- FRANCHINI, M. B. y DAWSON, K. M., 1999. Manifestaciones metálicas asociadas a skarns del suroeste de Mendoza y noroeste de Neuquén. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1535-1545, Buenos Aires.
- FRANCHINI, M., LÓPEZ-ESCOBAR, L., SCHALAMUK, I. B. A. y MEINERT, L., 2003. Magmatic characteristics of the Palocene Cerro Nevazón region and other Late Cretaceous to Early Tertiary calc-alkaline subvolcanic to plutonic units in the Neuquén Andes, Argentina. Journal of South American Earth Sciences, 16 : 399-421.
- FRANCHINI, M., DE BARRIO, R., SCHALAMUK, I., RÍOS, F., PONS, M. y MEINERT, L., 2006. El prospecto de Cu (Ag) Las Choicas (34°54'55" S-70°16'40" O), un modelo de mineralización tipo IOCG en la Cordillera Principal del SO de Mendoza. 8º Congreso de Mineralogía, Metalogenia y Petrología, Actas: 259-264. Buenos Aires.
- FRANCHINI, M. B., DE BARRIO, R. E., PONS, M. J., SCHALAMUK, I. B., RÍOS, F. J. y MEINERT, L., 2007a. Fe Skarn, Iron Oxide Cu-Au, and Manto Cu-(Ag) Deposits in the Andes Cordillera of South-west Mendoza Province (34°-36°S), Argentina. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum. Exploration and Mining Geology, 16 (3-4): 233-265.
- FRANCHINI, M., IMPICCINI, A., MEINERT, L., GRATHOFF, G. y SCHALAMUK, I. B. A., 2007b. Clay Mineralogy and Zonation in the Campana Mahuida Porphyry Cu Deposit, Neuquén, Argentina: Implications for Porphyry Cu Exploration. Economic Geology, 102: 27-84.
- FRANCHINI, M., IMPICCINI, A., O'LEARY, S., RÍOS, J. y SCHALAMUK, A., 2008. La transición pórfido-epitermal en el depósito de Cu (Mo-Au) Agua Rica (27° 26' S-66° 16' O), Catamarca. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 561-562. San Salvador de Jujuy.
- FRANCO, S., PUENTE, N., VARELA, C. y GEMUTS, I., 1999. Mineralización aurífera en el Distrito Los Menucos, Río Negro. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Ed. E. O. Zappettini. SEGEMAR, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 35: 893-895, Buenos Aires.
- FRANSTROM, H., FIGUEROA, G. y ROCHEFORT, G. 1993. La Voluntad porphyry copper-gold deposit. Geological report. Placer International Exploration Inc. Inédito. Neuquén, Argentina.
- FUSCHINI, M., 1968. Informe final zona Infiernillo, provincia de Mendoza. Naciones Unidas- Dirección General de Fabricaciones Militares, Plan Cordillera-no. Inédito. Buenos Aires
- GALVÁN, A. F., 1981. Descripción geológica de la Hoja 10e, Cafayate (provincias de Tucumán, Salta y Catamarca). Secretaría de Estado de Minería. Servicio Geológico Nacional. Boletín 177. 45 p. Buenos Aires.
- GAMBA, J. y LOBOS, J., 1958. Informe sobre el yacimiento nuclear de la mina Churquipampa, departamento Santa Victoria, provincia de Salta. Comisión Nacional de Energía Atómica. Seccional Norte. 9 p. Inédito. Salta.
- GARAVILLA, R., 1983. Informe geofísico sobre el yacimiento de Lihuel-Calel. Provincia de La Pampa. Dirección

- General de Fabricaciones Militares. 15 p, 15 planos. Inédito. Buenos Aires
- GARCÍA, H.H. 1970. Geología del yacimiento tipo pórfido cuprífero Bajo Las Pampitas, departamento Belén, provincia de Catamarca, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 25: 319-328.
- GARCÍA, H. H., 1971. Geología del Pórfido Cuprífero Bajo de San Lucas, departamento Andalgalá, provincia de Catamarca, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 26: 327-342.
- GARRIDO, M. y DOMÍNGUEZ, E., 1999. El yacimiento de pórfido cuprífero La Voluntad, Neuquén. En: *Recursos Minerales de la República Argentina*. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 809-818. Buenos Aires.
- GARRIDO, M., GÓMEZ, C., FERNÁNDEZ, M. L. y LAMBRECHT, S., 2008a. Yacimiento de cobre porfírico San Jorge, Mendoza. Cuerpo de brecha de turmalina. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Acta: 567. San Salvador de Jujuy.
- GARRIDO, M., BARRA, F., DOMÍNGUEZ, E., RUIZ, J. y VALENCIA, V. A., 2008b. Late Carboniferous porphyry copper mineralization at La Voluntad, Neuquén, Argentina: Constraints from Re-Os molybdenite dating. *Mineralium Deposita*, 43 (5): 591-597.
- GENINI, A. D., 1974. Informe Preliminar del Mosaico 4772-III-B5 y B6-Proyecto NC. Santa Cruz. Servicio Minero Nacional. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- GENINI, A. D., 1982. Informe preliminar de las áreas Cerro Colorado y Glaciar Sobral. Proyecto 19 NC. Mosaico 4772-III-D4/D5. Secretaría de Estado de Minería. Plan Patagonia-Comahue, 6 p., 2 mapas. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- GENINI, A., 1987. Informe geológico preliminar Proyecto Cerro Coihue. Plan Patagonia-Comahue. Secretaría de Estado de Minería. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- GENINI, A. D. y MÁRQUEZ, M. J., 1978. Cerro Colorado: área mineralizada de la Cordillera Patagónica Austral, Santa Cruz. 10º Congreso Geológico Argentino, Actas II: 175- 178. Neuquén.
- GENINI, A. D. y NILLNI, A., 1994. Estudio de las alteraciones en el cerro Coihue, provincia del Chubut. *Universidad Nacional de la Patagonia. Revista Naturalia Patagónica*, 2: 13-25. Comodoro Rivadavia.
- GENINI, A., VIERA, R. y GALLUCCI, R., 1973. Informe del Plan Piloto La Leona. Subsecretaría de Minería. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- GENINI, A., ZUBIA, M. y MÁRQUEZ, M. 1986. Elaboración y control de campo de la Ficha Mina de la Manifestación El Changuito, Provincia de Santa Cruz. Secretaría de Estado de Minería. Plan Patagonia-Comahue. 7 p., 2 mapas. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- GENINI, A., GRIZINIK, M. y PEZZUCHI, H. D., 1988. Geología y mineralización del sector suroriental del Cerro Coihue, provincia del Chubut. 3º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 3: A85-A96. Olavarría.
- GIACOSA, R., 1982a. Informe preliminar geológico-minero del área Cordón Tres Morros (Mosaico 4172-IV-10a). Inédito. Secretaría de Minería. Buenos Aires.
- GIACOSA, R., 1982b. Informe preliminar del área del Cordón Tres Morros y sector SO del Lago Roca (Mosaico 4172-IV-B1,B2). Inédito. Secretaría de Minería. Buenos Aires.
- GIACOSA, R., MÁRQUEZ, M.J. y PEZZUCHI, H. 1988. Actualización metalogénica de la región patagónica al sur del paralelo de 42º sur, República Argentina. 3º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas, 3: A1-A20. Olavarría.
- GIACOSA, R. E., CÉSARI, O. y GENINI, A., 1998a. Hoja Geológica 4766-III y IV. Puerto Deseado. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 240. Buenos Aires.
- GIACOSA, R. E., FRANCHI, M. y GENINI, A., 1998b. Descripción geológica de la Hoja Geológica 1:250.000 4772-III-IV Lago Posadas y Lago Belgrano, provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 256. Buenos Aires.
- GIACOSA, R., HEREDIA, N. y CÉSARI, O. 1999. Geología y Recursos minerales del sector rionegrino de las Hojas 4172-IV, San Carlos de Bariloche y 4172-II, San Martín de los Andes. Capítulo Recursos Minerales: Zubia, M. y R. González. Buenos Aires.
- GIACOSA, R. E., HEREDIA, N., CÉSARI, O., ZUBIA, M., GONZÁLEZ, R. y FAROUX, A., 2001. Hoja Geológica 4172-IV San Carlos de Bariloche, Provincias de Río Negro y Neuquén. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires.
- GIULIANI, C. A. y RAYCES, E. C., 1981. Programa de exploración de la mina Martín Bronce. Promoción Minera de la Secretaría de Estado de Minería. Informe Final. 45 p. Inédito. Buenos Aires.
- GIUSIANO, A., 2007. Potencial exploratorio de cobre hospedado en rocas sedimentarias, Neuquén, Argentina. Consultora Minera R. B. 12 p. Inédito. Cipolletti (Río Negro).
- GIUSIANO, A., FRANCHINI, M., IMPICCINI, A. y O'LEARY, M. S., 2006. Mineralización de Cu asociada a bitumen en las areniscas cretácicas, prospecto Barda González, Neuquén, Argentina. 11º Congreso Geológico Chileno, Actas 2: 255-258. Antofagasta.
- GIUSIANO, A., FRANCHINI, M. B., IMPICCINI, A. y PONS, M. J., 2008. Mineralización de Cu en sedimentitas mesozoicas del Grupo Neuquén y hábitat de los hidrocarburos en la Dorsal de Huincul, Neuquén. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas 2: 769-770. Jujuy.

- GODEAS, M. C., 1985. Geología en el Bajo de la Leona y su mineralización asociada, prov. de Santa Cruz. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 40 (3-4): 262-278.
- GODEAS, M., 2001. Descripciones petrográficas de la Carta Minero-Metalogenética Socompa. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Dirección de Recursos Geológico-Mineros. 13 p. Inédito. Buenos Aires.
- GODEAS, M. y FERNÁNDEZ, M. I., 1985. Descripciones petrográficas del Proyecto 19 NK La Leona, Provincia de Santa Cruz. Dirección Nacional de Minería, Servicio Minero Nacional. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- GODEAS, M. C., y S. de SVETLIZA, S., 1980. Alteración hidrotermal y mineralización en Bajo La Alumbra, provincia de Catamarca. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 35: 318-331.
- GODEAS, M., CARDÓ, R., CARRIZO, R., CRUZ ZULOETA, G., GONZÁLEZ, R. (h), KORZENIEWSKI, L., LÓPEZ, H., MALLIMACCI, H., MARTÍNEZ, L., RAMALLO, E., VALLADARES, H. y ZUBIA, M., 1999. Inventario de yacimientos y manifestaciones de minerales metalíferos e industriales de la República Argentina. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1978-2172. Buenos Aires.
- GÓMEZ, M. C., 1997. Mineralogía y génesis del yacimiento de wolframio Mina San Martín, Dpto. de Valcheta, Prov. de Río Negro. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur. Inédito. Bahía Blanca.
- GÓMEZ, A. y RUBINSTEIN, N., 2008. Mineralogía de las vetas de mina Rosarito, distrito El Infiernillo, Bloque de San Rafael, Mendoza, Argentina. 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia (MinMet), 1: 39-42. S. S. de Jujuy.
- GÓMEZ, A. y RUBINSTEIN, N., 2009. Geología del pórfiro de Cu-(Mo) El Infiernillo, Bloque de San Rafael, Mendoza, Argentina. 12º Congreso Geológico Chileno. S11_043, 4 p. Santiago de Chile.
- GÓMEZ, A. y RUBINSTEIN, N., 2010. Geología del pórfiro de Cu (Mo) El Infiernillo, Bloque de San Rafael, Mendoza, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, en prensa.
- GÓMEZ, M. C. y ALIOTTA, G., 1999. El yacimiento de wolframio San Martín, Río Negro. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 851-856. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, O. E., 1975. Geología y alteración en el cobre porfídico «Bajo La Alumbra». 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica, 2: 247-270.
- GONZÁLEZ, O. E., 1985. Estudio del Área de investigación geológico-minera n° 1, Diablillos. Dirección Nacional de Minería y Geología, Secretaría de Minería. 80 p. Inédito. Tucumán.
- GONZÁLEZ, P., COLUCCIA, A., FRANCHI, M., CABA, R. y DALPONTE, M., 1999. Geología y Recursos Minerales de la Hoja 4169-III, Ingeniero Jacobacci. Convenio Dirección General de Minería de Río Negro-SEGEMAR.
- GONZÁLEZ, M. A., TCHILINGUIRIAN, P., PEREYRA, F. y RAMALLO, E., 2000. Hoja Geológica 2366 IV, Ciudad de Libertador General San Martín. Provincias de Jujuy y Salta. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 274. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ AMORÍN, R., 1961. Las manifestaciones cupríferas del Cerro Negro (Departamento Andalgalá-Provincia Catamarca). Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ AMORÍN, R. y SOTO, A., 1952. Informe geológico minero sobre el distrito cuprífero Lihuel Calel. Dpto. Cura-Có, Provincia de La Pampa. Dirección General de Fabricaciones Militares. 12 p, 12 planos. Inédito. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1950. Geología y petrología de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá). Boletín Dirección General de Industria y Minería, 70. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1961. Petrología de algunos cuerpos básicos de San Luis y las granulitas asociadas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 16: 61-106.
- GONZÁLEZ GUILLOT, M., DE BARRIO, R. y GANEM, F., 2004. Mina Martha: un yacimiento epitermal argentífero en el Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz. 7º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, 199-204.
- GONZÁLEZ STEGMANN, E. M., 1949. Exploración Salamanca-Barrera, Departamento Tupungato, provincia de Mendoza. Dirección General de Fabricaciones Militares (inédito) Buenos Aires.
- GORDILLO, C. E., 1984. Migmatitas cordieríticas de la Sierra de Córdoba: condiciones físicas de migmatización. Academia Nacional de Ciencias. Misceláneas, 68: 1-37. Córdoba
- GOZALVEZ, M. R., 2008. Nuevo estudio de las vetas wolframíferas del plutón San Martín, departamento Valcheta, provincia de Río Negro, Argentina. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia. Acta: 576-577. San Salvador de Jujuy.
- GOZALVEZ, M. R., 2009. Caracterización del plutón San Martín y las mineralizaciones de wolframio asociadas, departamento Valcheta, provincia de Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 64 (3): 409-425.
- GOZALVEZ, M. R. y KORZENIEWSKI, L. I., 2008. Inclusiones fluidas e isótopos estables de vetas wolframíferas del plutón San Martín, departamento Valcheta, provincia de Río Negro, Argentina. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia. Acta: 578-579. San Salvador de Jujuy.

- GOZALVEZ, M. R., HERRMANN, C., CROSTA, S. y ROMANO, A. L., 2008. Avances en el conocimiento de la mineralización del depósito Gonzalito, provincia de Río Negro, Argentina. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia. Acta: 580-581. San Salvador de Jujuy.
- GRANERO HERNÁNDEZ, A., 1955. Breve información sobre las manifestaciones cupríferas denominadas Mina San Patricio. Dpto. Valcheta, Río Negro. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- GRANERO HERNÁNDEZ, A. y NIENIEWSKI, A., 1953. Informe de la Comisión Cobre Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares. 32 p. Inédito. Buenos Aires.
- GRECO, E. y BERNABÓ, E., 1973. Estudio geológico de la mina de Pb, Zn, Ag y Cu «María», Dpto. de Ñorquincó, provincia de Río Negro. Dirección General de Minas e Hidrogeología (inédito). Instituto Tecnológico de Minería y Aguas Subterráneas (ITMAS-Los Álamos).
- GRECO, E. y BONUCCELLI, R., 1972. Reconocimiento y selección de manifestaciones metalíferas del área de Los Menucos. Instituto Tecnológico de Minería y Aguas Subterráneas de la ex Dirección de Minería e Hidrogeología de la Provincia de Río Negro. Inédito. 10 p y 1 plano. Consta en la Biblioteca de la Dirección General de Minería e Hidrocarburos de la Provincia de Río Negro (Viedma) identificado como H00119.
- GRISSOM, G., DeBARI, S. M., PAGE, S., PAGE, R., VILLAR, L., COLEMAN, R. G. y RAMÍREZ, M., 1992. The deep crust of an Early Paleozoic arc, the Sierra de Fiambalá, NW Argentina. Andean Magmatism and its Tectonic Setting. Geological Society of America. Special Paper, 265: 189-200.
- GROEBER, P., 1947. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. 2. Hojas Sosneao y Maipo. Revista de la Asociación geológica Argentina, 11 (2): 141-176.
- GROPPËR, H. y CASTELLI, J. C., 1997. Geological assessment of the Eureka Cu (Au) prospect, Jujuy province, Argentina. Gerencia de Exploraciones. CODELCO Chile. 28 p. Inédito.
- GUERRERO, M. A., 1968, 1969. Distrito minero Los Llantenes. Dpto. Gral. Sarmiento. Pcia. de La Rioja. Estudio Geológico-Económico. Dirección Nacional de Geología y Minería. Plan Cordillera Norte. Carpeta 230. 115 p. Inédito. Buenos Aires.
- GUILBERT, J. M., 1995a. Geology, alteration, mineralization and genesis of the Bajo de la Alumbrera porphyry copper-gold deposit, Catamarca Province, Argentina. Arizona Geological Society Digest 20, 646-656.
- GUILBERT, J. M., 1995b. El yacimiento de cobre y oro de Bajo de la Alumbrera, Argentina: historia, exploración y desarrollo de modelos geológicos. Monografía. 22 p. The University of Arizona. Tucson, Arizona. Estados Unidos de Norteamérica.
- GUILLOU, J., 1974. Prospección geoquímica. Mosaicos 18A2-18B2. Sierra de Calalaste. Plan NOA I-Geológico Minero. Inédito. S. M. de Tucumán.
- GUILLOU, J., 1999. El pórfiro cuprífero Filo Colorado. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1493-1494, Buenos Aires.
- GUMIEL MARTÍNEZ, P., 1998. Informe de la visita a la provincia de Río Negro, Patagonia (República Argentina). Instituto Tecnológico GeoMinero de España (ITGE). 59 p. Inédito. Madrid.
- HALLER, M. J., 1981. Estructura y mineralización en la Cordillera Patagónica. Tesis Doctoral Nº 1721. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires. 125 p., 4 imágenes c/procesamiento informático-estructural, 2 mapas. Inédito. Buenos Aires.
- HALLER, M. y RAMOS, V. A., 1984. Las ofiolitas famatinianas (Eopaleozoico) de las provincias de San Juan y Mendoza. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 66-83. San Carlos de Bariloche.
- HALLER, M. J. y VIERA, R., 2001. Hoja Geológica 4372-IV/III, Trevelin. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 322. Inédito. Buenos Aires.
- HALTER, W. E., HEINRICH, C. A. y PETTKE, T., 2005. Magma evolution and the formation of porphyry Cu-Au ore fluids: evidence from silicate and sulfide melt inclusions. Mineralium Deposita, 39 (8): 845-863.
- HANNINGTON, D., POULSEN, H., THOMPSON, J. y SILLITOE, R. H., 1999. Volcanogenic gold in the massive sulfide environment. Tucker Barrie, C. and Hannington, M. (eds.). En: Volcanic associated massive sulfide deposits: Processes and examples in modern and ancient settings. Reviews in Economic Geology, 8: 325-356.
- HARRIS, A. C., ALLEN, C. M., BRYAN, S. E., CAMPBELL, I. H., HOLCOMBE, R. J. y PALIN, J. M., 2004. ELA-ICP-MS U-Pb zircon geochronology of regional volcanism hosting the Bajo de la Alumbrera Cu-Au deposit: implications for porphyry-related mineralization. Mineralium Deposita, 39 (1): 46-67.
- HARRIS, A. C., GOLDING, S. D. y WHITE, N. C., 2005. Bajo de la Alumbrera Copper-Gold Deposit: Stable Isotope Evidence for a Porphyry-Related Hydrothermal System Dominated by Magmatic Aqueous Fluids. Economic Geology, 100 (5): 863-886.
- HARRIS, A. C., DUNLAP, W. J., REINERS, P. W., ALLEN, C. M., COOKE, D. R., WHITE, N. C., CAMPBELL, I. H. y GOLDING, S. D., 2008. Multimillion year thermal history of a porphyry copper deposit: Application of U-Pb, ⁴⁰Ar/³⁹Ar and (U-Th)/He chronometers, Bajo de la Alumbrera copper-gold deposit, Argentina. Mineralium Deposita, 43: 295-314.
- HAUZENBERGER, C. A., 1997. The Sierras de San Luis Central Argentina- Metamorphic, Metallogenic and Geo-

- chemical Investigations. Karl Franzens Universität Graz. PhD. Thesis. 1-200. Inédito. Austria.
- HAUZENBERGER, C. A., MOGESSIE, A., HOINKES, G., BJERG, E. A., KOSTADINOFF, J., DELPINO, S. y DIMIERI, L., 1997. Platinum Group Minerals in the Basic to Ultrabasic Complex of the Sierras de San Luis, Argentina. En: Mineral Deposits: Research and Exploration-Where do They Meet (Papunen, H., Ed.). 439-442. A. A Balkema Publishers, Brookfield, VT, USA.
- HAUZENBERGER, C. A., MOGESSIE, A., HOINKES, G., FEFERNIG, A., BJERG, E., KOSTADINOFF, J., DELPINO, S. y DIMIERI, L., 2001. Metamorphic evolution of the Sierra de San Luis, Argentina: granulite facies metamorphism related to mafic intrusions. *Mineralogy and Petrology*, 71: 95-126.
- HAYASE, K., 1970. Informe sobre las minas de caolín, alunita, y minerales metalíferos en la provincia del Chubut. Universidad Nacional del Sur. Inédito. Bahía Blanca.
- HAYASE, K., 1971. Informe correspondiente al estudio sobre el área de los yacimientos de caolín Gato I, Gato II, Río Senguerr, provincia del Chubut. Universidad Nacional del Sur. Inédito. Bahía Blanca.
- HAYASE, K. y DRISTAS, J. A., 1974. Estudio sobre el yacimiento de plomo y cobre Mina Cruz del Sur, Los Menucos, provincia de Río Negro, Argentina. 5º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 111-122. Buenos Aires.
- HAYASE, K., MANERA, T. y MAIZA, P. J., 1973. Ocurrencia de alunita en cinco yacimientos de caolín, en Patagonia, mina «Equivocada», mina «Loma Blanca», mina «Estrella Gaucha», mina «Gato» y Camarones. República Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, 2 (3-4): 49-72.
- HEDENQUIST, J. W., ARRIBAS JR., A. y GONZÁLEZ-URIEN, E., 2000. Exploration for epithermal gold deposits. *Reviews in Economic Geology*, 13: 245-277.
- HERRMANN, C. J. y GOZALVEZ, M. R., 2007. Carta Minero-Metalogenética 4166-I Valcheta, provincia de Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR. Boletín 370. 66 p. Buenos Aires.
- HERRMANN, C. J. y SEGAL, S. J., 2005. Mineralización de Cu (Ag, Au) en basaltos de la Mesopotamia. 8º Congreso Nacional de Geología Económica. Ed. Méndez, V., Herrmann, C. y Mutti, D. Actas, 115-116. Buenos Aires.
- HERRMANN, C., PEZZUTTI, N., GODEAS, M. y SATO, A. M., 2006. Recursos Minerales. En: Hoja Geológica 2969-II. Tinogasta. SEGEMAR. Boletín 276. 140 p. Buenos Aires.
- HERRERO, J. C., 1978. Informe geológico minero del Mosaico 4172-IV-10b. Proyecto 15 AF Bariloche. Servicio Minero Nacional. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- HERRERO, J. C. y PARISI, C., 1981. Informe sobre la prospección semidetallada del Cerro Riscoso. Proyecto 04HC Esquel. Chubut. Secretaría de Estado de Minería. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- HONGN, F., 1995. Estructuras precámbricas y paleozoicas del basamento del borde oriental de la Puna; su aplicación para el análisis regional de la Faja Erup-tiva. *Revista de Asociación Geológica Argentina*, 49: 256-268.
- HONGN, F. y SEGGIARO, R., 2001. Hoja Geológica 2566 III, Cachi, provincias de Salta y Catamarca. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 248. 87 p. Buenos Aires.
- HONGN, F., SEGGIARO, R., GUILLLOU, J. A., GODEAS, M. C., SEGAL, S. J. y PEZZUTTI, N., 1999. Geología y metalogénesis de la sierra de Calalaste, tramo central, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 523-525. Buenos Aires.
- HONGN, F., TUBIA, J. M., ARANGUREN, A. y MON, R., 2002. La monzodiorita Las Burras: un plutón mioceno en el batolito de Tastil, Cordillera Oriental Argentina. 15º Congreso Geológico Argentino, artículo 220, 6 p. El Calafate.
- HONGN, F., SEGGIARO, R., GUILLLOU, J., GODEAS, M., SEGAL, S., PEZZUTTI, N. y FERPOZZI, L., 2003. Geología y metalogénesis del Eopaleozoico del tramo central de la sierra de Calalaste, provincia de Catamarca. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Contribuciones Técnicas 22. Buenos Aires.
- IGLESIAS, S., de los HOYOS, L., IZA, A. y ROSCO, J., 1969. Programa de trabajos técnicos para la exploración geológica de la mineralización cuprífera en Hornillos, Cerro Escaya, departamento Yavi, Jujuy. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 14 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- IMA Exploration Inc.: www.imaexploration.com/ News Releases, 2004.
- INNES, A. H., VINANTE, D. y SÁNCHEZ RIOJA, H. S. S., 2008. Mineralización de cobre en el basamento neoproterozoico-cámbrico de la sierra de Castillejo, Salta. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas, 1439-1440. Jujuy.
- IOVINE PALAFOX, G., MUTTI, D. y ACEVEDO, D., 2005. La deformación sobreimpuesta al depósito polimetálico Arroyo Rojo, provincia de Tierra del Fuego, Argentina. 8º Congreso Argentino de Geología Económica, Actas: 233-238.
- ITMAS, 1980. Mosaicos 4169-III-DI, D2, D4, C1, C2 y C3.
- JAPAS, S., RUBINSTEIN, N. y KLEIMAN, L., 2007. Strain Fabric Analysis applied to discriminate ore deposits from the Choiyoi volcanic province, Argentina. *Geosur 2007, Abstracts*, Santiago de Chile.
- JICA-MMAJ, 1978-1981. Informe de estudios básicos sobre la explotación de recursos minerales en la zona norte de la República Argentina. Cuatro etapas.

- Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- JICA-MMAJ, 1983. Informe de estudios básicos sobre la exploración de recursos minerales de la zona Patagonia de la República Argentina (Segunda etapa). Secretaría de Estado de Minería. Inédito. Buenos Aires.
- JICA-MMAJ, 1993. Informe sobre exploración de minerales del área oeste de la República Argentina. Fase I. SEGEMAR. Inédito. Buenos Aires.
- JICA-MMAJ, 1998. Informe de la exploración de mineral en la región Cordillera Oriental Andina, República Argentina. (Fase I). SEGEMAR. 233 p. Inédito. Buenos Aires.
- JICA-MMAJ, 1999. Informe de la exploración de mineral en la región Cordillera Oriental Andina, la República Argentina. (Informe final). Marzo, 1999. 164 p. Inédito. Buenos Aires.
- JICA-MMAJ, 2001. Report on regional survey for mineral resources in the southern Andes Area, the Argentine Republic. Final report. 378 p. Inédito. Buenos Aires.
- JICA-MMAJ, 2002. Informe de estudios geológicos en la Región Patagónica. Inédito. Comodoro Rivadavia. Buenos Aires.
- JONES, J. P., 2007. Exploración Minera en la República Argentina. Áreas examinadas por Deprominsa. Asociación Argentina de Geólogos Economistas. Publicación Especial 1. Buenos Aires.
- JORDAN, T. E., ISACKS, B. L., ALLMENDINGER, R. W., BREWER, J. A., RAMOS, V. A., y ANDO, C. J., 1983. Andean tectonics related to geometry of subducted Nazca plate. *Geological Society of America Bulletin* 94, 341-361.
- JOVIC, S., TIBERI, P. y SCHALAMUK, I., 2004. Cerro León: una variación del modelo epitermal de baja sulfuración del Macizo del Deseado. 7º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 225-230. Córdoba.
- JOVIC, S. M., GUIDO, D. M., SCHALAMUK, I. B., MELGAREJO, J. C. y PROENZA, J., 2005. Mineralogía de veta Ivonne, Depósito Cerro León: ¿Paragénesis de alta temperatura en la Provincia Auroargentífera del Deseado? 16º Congreso Geológico Argentino, Actas, 257-262. La Plata.
- JUTORÁN, A. y KEJNER, M. 1965. Inventario Minero de la Provincia de La Rioja. Zona Austral. Instituto Nacional de Geología y Minería. Carpeta 11. Inédito. Buenos Aires.
- JUTORÁN, A. y TAKASHIMA, K., 1969. Prospección geoquímica del área de Epuyén. Provincia del Chubut. Instituto Nacional de Geología y Minería. Inédito. Buenos Aires.
- KAY, S. M., RAMOS, V. A., MPODOZIS, C. y SRUOGA, P., 1989. Late Paleozoic to Jurassic silicic magmatism at the Gondwana margin: analogy to the Middle Proterozoic in North America? *Geology* 17: 324-328.
- KEJNER, M., 1970. Prospección geoquímica tácticarealizada en el paraje denominado Bajo de La Leona. Dirección Nacional de Geología y Minería. Carpeta 1040. Inédito. Buenos Aires.
- KILMURRAY, J. O. y VILLAR, L. M., 1981. El basamento de San Luis y su petrología. En: *Geología y recursos naturales de la provincia de San Luis*. Yrigoyen, M. (ed.). 8º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 33-54. San Luis.
- KORZENIEWSKI, L. I. y GODEAS, M. C., 2004. Alteración hidrotermal y petrografía de inclusiones fluidas aplicadas a la exploración del pórfiro cuprífero Bajo San Lucas, Catamarca. 7º Congreso de Mineralogía y Metalogénesis, Actas: 231-236.
- KORZENIEWSKI, I., GÓMEZ, A. y RUBINSTEIN, N., 2008a. Estudio preliminar de inclusiones fluidas del pórfiro El Infiernillo, Mendoza, Argentina. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 570-571. San Salvador de Jujuy.
- KORZENIEWSKI, L. I., SEGAL, S. y CROSTA, S., 2008b. Inclusiones fluidas y mineralización de las vetas Los Españoles y Los Jesuitas, Antofalla Este, Catamarca. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 592-593. San Salvador de Jujuy.
- KOSTADINOFF, J., GREGORI, D., BJERG, E., RANIOLO, A. y ÁLVAREZ, G., 2002. La prolongación austral de la Sierra de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 57 (4): 359-364.
- KOSTADINOFF, J., BJERG, E. A., GREGORI, D., RICHARTE, D., ROBLES, J. A. y RANIOLO, A., 2004. Geofísica del cuerpo ultramáfico de la mina Salamanca, provincia de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 59 (1): 113-120.
- KOUKHARSKY, M. y MIRRÉ, J. C., 1976. Mi Vida prospect: A Porphyry Copper- type Deposit in Northwestern Argentina. *Economic Geology*, 71 (5): 849-863.
- KOUKHARSKY, M. y MORELLO, O., 1994. Zunyita asociada a alunita y pirofilita del yacimiento Mi Vida, provincia de Catamarca. Características mineralógicas y significado paragenético. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49 (3-4): 211-216.
- KOUKHARSKY, M. y MORELLO, O., 1995. Paragénesis hidrotermal con andalucita y corindón en el área de Agua Rica (Ex Mi Vida), provincia de Catamarca. 5º Congreso Argentino de Geología Económica, Actas: 409-413. San Juan.
- KOUKHARSKY, M. y MORELLO, O., 1998. Topacio, zunyita y diásporo en el sector oriental de la diatrema de Agua Rica, Provincia de Catamarca, Argentina. Significado paragenético. 4º Reunión de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 147-151. Bahía Blanca.
- KRAEMER, B., ADELMANN, D., ALTEN, M., SCHNURRY, W. y ERPENSTEIN, K., 1999. Incorporation of the Paleogene foreland into the Argentine Puna Plateau: The Salar de Antofalla area, Southern Central Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 12: 157-182.

- LANFRANCHINI, M., 2004. Caracterización geológica del skarn El Abuelo, Alto Río Senguerr. Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59 (4): 285-292.
- LANFRANCHINI, M. E., ETCHEVERRY, R. O. y DE BARRIO, R. E., 2008. Skarn de hierro El Abuelo (Fe-Cu-Ag-Pb-Zn), SO del Chubut: un depósito con afinidades de yacimientos de óxidos de hierro, con cobre y oro. 7º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 599-600. San Salvador de Jujuy.
- LANNEFORS, N. A., 1931. El mineral de cobre y el carbón de Chara-Huilla. Territorio Nacional del Neuquén. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Carpeta 40. Inédito. Buenos Aires.
- LAPIDUS, A., 1951a. Informe sobre el yacimiento de cobre Las Catitas. Departamento General Sarmiento. La Rioja. Ministerio de Industria y Comercio. Carpeta 370. 10 p. Inédito. Buenos Aires.
- LAPIDUS, A., 1951b. Informe sobre las minas de cobre «Estrella Alta» y «Estrella Baja». Departamento General Sarmiento. Provincia de La Rioja. Ministerio de Industria y Comercio. 16 p. Inédito. Buenos Aires.
- LAVANDAIO, E., 1983. Exploración de la mina de cobre y vanadio Mantos Preciosos, Mendoza, Argentina. 2º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 2: 462 y 507-516. San Juan.
- LAVANDAIO, E. y FUSARI, C., 1999. Distrito polimetálico Mendoza Norte, Mendoza. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed.: E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1705-1716. Buenos Aires.
- LEANZA, H.A., HUGO, C.A. y REPOL, D., 2001. Leanza, H.A., C.A. Hugo & D. Repol. 2001. Hoja Geológica 3969 - I, ZAPALA, provincia del Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina a escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 275: 1-128.
- LEMA, H., BUSTEROS, A., GIACOSA, R., DALPONTE, M., GODEAS, M. y ZUBIA, M., 2006. Descripción Geológica Hoja 4169-17 y 18, Cerro Abanico, Provincia de Río Negro. IGRM, SEGEMAR. Inédito. Buenos Aires.
- LENCINAS, A., 1982. Características estructurales del sur de la cordillera sanjuanina. 5º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas I: 489-497
- LENCINAS, A. N., 1990. Informe sobre mina San Francisco de los Andes, Compañía Minera Aguilar SA. Inédito. San Juan.
- LENCINAS, A. N., 2001. Las Águilas Copper-Nickel-PGE Property. San Luis Province, Argentina. Easton Minerals Ltd. Inédito.
- LENCINAS, A. y TONEL, M., 1994. La Brecha Sur del yacimiento de cobre porfirítico de Pachón, San Juan. República Argentina. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1: 241-247. Mendoza.
- LEVERATTO, M. A., 1976. Edad de intrusivos cenozoicos en la Precordillera de San Juan y su implicancia estratigráfica. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 31 (1): 53- 58.
- LHOTKA, P., KAIN, S. y PATTERSON, K., 2005. Proyecto Navidad importante y novedoso estilo de mineralización jurásica de plata y plomo en Patagonia (Chubut, Argentina). 16º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 361-368. La Plata.
- LIMARINO, C. O., FAUQUÉ, L. A., CARDÓ, R., GAGLIARDO, M. L. y ESCOSTEGUY, L., 2002. La faja volcánica miocena de la Precordillera Septentrional. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 57 (3): 289-304.
- LINARES, E., 1979. Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina III Años 1977-1978. Catálogo de edades radiométricas realizadas por el INGEIS y sin publicar II. Años 1975-1976. Revista de la Asociación Geológica Argentina, Publicación Especial 6. 32 p. Buenos Aires.
- LINARES, E. y GONZÁLEZ, R., 1990. Catálogo de edades radiométricas de la República Argentina 1957-1987. Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria) 19, 628 p. Buenos Aires.
- LIZÁRRAGA, C., 1973. Contribución al conocimiento geológico de la Cordillera de Calalaste. Zona: La Borita, Departamento Antofagasta de la Sierra, Provincia de Catamarca. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales. Seminario Inédito. Tucumán.
- LLAMBÍAS, E. J., 1999. Las rocas ígneas gondwánicas. R. Caminos (ed.). En: Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 29 (14): 349-376. Buenos Aires.
- LLAMBÍAS, E. y MALVICINI, L., 1969. The geology and genesis of the Cu-Bi mineralized breccia pipe, San Francisco de Los Andes. San Juan. Argentina. Economic Geology, 64: 271-286.
- LLAMBÍAS, E. J. y MALVICINI, L., 1978. Geología, petrología y metalogénesis del área de Colipilli, provincia del Neuquén, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 33 (4): 257-276. Buenos Aires.
- LLAMBÍAS, E. J. y RAPELA, C., 1989. Las volcanitas de Colipilli, Neuquén (37º S) y su relación con otras unidades paleógenas de la Cordillera. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 44 (1-4): 224-236, Buenos Aires.
- LLAMBÍAS, E. y SRUOGA, P., 1992. Permo-Triassic leucorhyolitic ignimbrites at Sierra de Ligué Calel, La Pampa province, Argentina. Journal of South American Earth Sciences, 5 (2): 141-152.
- LLAMBÍAS, E., CINGOLANI, R., VARELA, R., PROZZI, C., ORTIZ SUÁREZ, A., CAMINOS, R., TOSELLI, A. y SAAVEDRA, J., 1991. Leucogranodioritas sincinemáticas ordovícicas en la Sierra de San Luis, República Argentina. 10º Congreso Geológico Chileno, Actas 1: 187-191.

- LLAMBÍAS, E. J., KLEIMAN, L. E. y SALVARREDI, J. A., 1993. El magmatismo gondwánico. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Relatorio I: 53-64. Mendoza.
- LOBOS, J., 1960. Informe sobre los trabajos de exploración realizados en mina La Esperanza, departamento Iruya, provincia de Salta. Comisión Nacional de Energía Atómica, Salta. Carpeta DGFM 499. 18 p. Inédito. Buenos Aires.
- LOCUTURA, J., RAMALLO, E. y TORNOS, F., 1998. Estudio geológico integrado de la quebrada de Humahuaca. Anexo II: Análisis Metalogenético de la quebrada de Humahuaca. SEGEMAR-ITGE. 28 p.
- LOGAN, M. A., 1992. Mineral chemistry and paragenetic sequence of the Fe (Au- Mo) skarn deposit in the Gualcamayo district, San Juan, Argentina. Geological Society of America. Abstracts with programs, 24, (7): A335.
- LOSADA-CALDERÓN, A. J., 1992. Geology and Geochemistry of Nevados del Famatina and La Mejicana deposits, La Rioja Province, Argentina. Unpublished Ph.D. Thesis. Melbourne, Monash University. 385.
- LOSADA-CALDERÓN, A., 1994. Report on visit to CRA exploration office in Mendoza, the Nevados del Famatina Mining District (La Rioja Province), and Chubut province, Argentina. Consulting Report prepared for CRA exploration. Informe inédito.
- LOSADA-CALDERÓN, A.J. y BLOOM, M.S. 1990. Geology, paragenesis and fluid inclusion studies of a high sulfidation epithermal/porphyry system, Nevados del Famatina district, La Rioja province, Argentina. Pacific Rim Congress: 457-464.
- LOSADA-CALDERÓN, A. J. y MCPHAIL, D. C., 1996. Porphyry and High- Sulfidation Epithermal Mineralization in the Nevados del Famatina Mining District, Argentina. In: «Andean copper deposits: new discoveries, mineralization, styles and metallogeny». (Camus, F., Sillitoe, R. H. and Petersen, R., Eds.). Society of Economic Geologists Special Publication, 5: 91-118.
- LOSADA-CALDERÓN, A., McBRIDE, S. L. y BLOOM, M. S., 1994. The geology and the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of magmatic activity and related mineralization in the Nevados del Famatina district, La Rioja province, Argentina. Journal of South American Earth Sciences, 7 (1): 9-24.
- LOWELL, J. D. y GUILBERT, J. M., 1970. Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits. Economic Geology, 65 (4): 373-408.
- LUCHETTI, A.C.F., NARDY, A.J.R., MACHADO, F.B., MADIERA, J.E.O. y ARNOSIO, J.M., 2014. New insights on the occurrence of peperites and sedimentary deposits within the silicic volcanic sequences of the Paraná Magmatic Province, Brazil. Solid Earth, 5, 121-130
- LURGO, C. y ZAPPETTINI, E.O. 1990. Proyecto mina La Colorada, Cobres, departamento La Poma, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares, Biblioteca SEGEMAR. Inédito. Buenos Aires.
- LURGO, C., MORELLO, C., CRESPO KENNEDY, M., PANCETTI, N. y ZANETTINI, J. C., 1975. Informe Final Área de Reserva n° 22-Centenario, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. Carpeta 340. 46 p. Inédito. Buenos Aires.
- LURGO MAYÓN, C. S., 1999a. Depósitos polimetálicos ricos en níquel, cobalto y arsénico de la Cordillera Oriental, Jujuy y Salta. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 999-1004, Buenos Aires.
- LURGO MAYÓN, C., 1999b. Depósitos de molibdeno y cobre diseminados en la sierra de Famatina, La Rioja. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1495-1505, Buenos Aires.
- LURGO MAYÓN, C., SEGAL, S. y ZAPPETTINI, E. O., 1999. El yacimiento de sulfuros masivos La Colorada, Salta. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 487-492, Buenos Aires.
- LYONS, W. A., 1999. Las areniscas cupríferas del Neuquén. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1149-1158. Buenos Aires.
- LYONS, P., STUART-SMITH, P. y SKIRROW, R., 1997. Informe geológico y metalogenético de las Sierras Septentrionales de Córdoba, Provincia de Córdoba. Proyecto de Cooperación Argentino-Australiano. Servicio Geológico Minero Argentino. Anales 27. 131 p., 25 apéndices, 2 mapas. Buenos Aires.
- MADRID, J. y WILLIAMS, W. C., 1999. Pórfiro cuprífero Yalguaraz, Mendoza. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 789-796, Buenos Aires.
- MAIDANA, J. R., 1982. Estudio geológico-minero de la mina Santa Elena. Calingasta. San Juan. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan. Inédito.
- MAISONAVE, H. M., 1979. Descripción geológica de la Hoja 14c-Cerros Cuminchango, provincias de La Rioja y Catamarca. Servicio Geológico Nacional, Boletín 162. Buenos Aires.
- MAISONAVE, H. M. y GUILLOU, J., 1969. Los yacimientos de cobre en área de reserva minera YMAD. Bajo El Durazno, Bajo de Agua Tapada, Las Pampitas, San Lucas. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito. Tucumán.
- MAIZA, P. J., 1981. Estudio de los yacimientos de caolín del oeste de la provincia del Chubut. Minas Susana, Gato y Estrella Gaucha. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas, 4: 471-484. San Juan.

- MALLIMACCI, H. S. y RÍOS GÓMEZ, J. A., 1982. Exploración Geológico Minera. Área de Reserva Nº 1. Nevados del Famatina. Proyecto del Cerro Negro Overo. Sector Montey- Offir y Quebrada Ancha. Provincia de La Rioja. Dirección General de Fabricaciones Militares y Subsecretaría de Minería (Plan La Rioja). 34 p. 16 láminas. Informe inédito 890. Buenos Aires.
- MALVICINI, L., 1999. El yacimiento polimetálico San Francisco de los Andes, San Juan. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 835-837, Buenos Aires.
- MALVICINI, L. y BROGIONI, N., 1993. Petrología y génesis del yacimiento de sulfuros de Ni, Cu, y platinoideos «Las Águilas Este», Provincia de San Luis. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 48 (1): 3-20.
- MALVICINI, L. y CAMINOS, R., 1994. La Época Metalogenética Gondwánica en la República Argentina. 7º Congreso Geológico Chileno. Actas, II: 848-852. Concepción. Chile.
- MALVICINI, L. y LLAMBÍAS, E., 1974. Metalogénesis del manganeso en el Macizo Nordpatagónico (Minas La Negrita y Virgen de Valvanera). 5º Congreso Geológico Argentino, Actas, II: 203-222. Buenos Aires.
- MALVICINI, L. y VALLÉS, J., 1984. Metalogénesis. En Ramos, V. (Ed.). Geología y Recursos Naturales de la provincia de Río Negro. 5º Congreso Geológico Argentino, Actas 3 (5): 649-662. Buenos Aires.
- MANSFIELD MINERA SA, 1998. Proyecto Cerro Gordo de Au/Ag. Provincia de Salta. 25 p. Inédito. Salta.
- MANSFIELD MINERALS INC., 1999. Annual Report to Shareholders, 1999. 37 p. Inédito. Vancouver.
- MANSFIELD MINERALS INC., 2001. Annual Report to Shareholders, 2001. 30 p. Inédito. Vancouver.
- MARCOS, O., 1970. Mosaico 40C del Mapa Geológico-Económico de la provincia de La Rioja. SEGEMAR. Delegación La Rioja. 46 p. Inédito. La Rioja.
- MARCOS, O., 1974. Área de Reserva Nº 1. Geología y perspectivas económicas del distrito minero Santa Rosa (Yacimientos San Juan, Santa Rosa y Malaquita). Servicio Nacional Minero Geológico. Plan La Rioja. Carpeta 92. 35 p. Inédito. La Rioja.
- MARCOS, O., 1983. Yacimientos de Valle Hermoso. Servicio Minero Nacional. Delegación La Rioja. Carpeta 187. 9 p. Inédito. Buenos Aires.
- MARCOS, O., 1984. Yacimiento Offir. Servicio Minero Nacional. Delegación La Rioja. Carpeta 188. Informe con tres apéndices y 11 láminas. Inédito. La Rioja.
- MARCOS, O., 1985a. Grupo Offir. Evaluación previa. FONEM. Dirección Nacional de Minería. Inédito. La Rioja.
- MARCOS, O., 1985b. Distrito Santa Rosa. Evaluación previa. FONEM. Carpeta F-0021-00. Dirección Nacional de Minería. Inédito. La Rioja.
- MARCOS, O., 1987. Ficha de evaluación previa del Grupo Minero Offir. Servicio Minero Nacional. Delegación La Rioja.
- MARCOS, O. y BEIRAS, J., 1985. Exploración en el proyecto La Mejicana. Servicio Minero Nacional. Centro de Exploración La Rioja. Carpeta 200. 8 p. Inédito. La Rioja.
- MARCOS, O. y CARRIZO, R., 2009. Carta Minero-Metalogenética Tinogasta. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. En elaboración.
- MARCOS, O. R. y GOTTHARD, W., 1986. Evaluación Minera Famatina. Provincia de La Rioja, Argentina. Informe final. Apéndices 1-2 y 3-4. Convenio provincia de La Rioja-Sveriges Geologiska AB (SGAB). Inédito. Buenos Aires.
- MARCOS, O. y NIETO, M., 1968. Informe La Mejicana. Plan Cordillera Norte. Instituto Nacional de Geología y Minería. Inédito. Buenos Aires.
- MARCOS, O. y PLANAS, F., 1975. Estudio geológico, prospección superficial y programa de exploración de La Alumbra del Cerro Negro Overo. Secretaría de Minería de la Nación (Plan La Rioja). Inédito. La Rioja.
- MARCOS, O. y ZANETTINI, J. C., 1982. Geología y exploración del proyecto Nevados del Famatina. Dirección General de Fabricaciones Militares. Carpeta 856-01. 126 p. Inédito. Buenos Aires.
- MARCOS, O. R., RÍOS GÓMEZ, J. A., LOREDO, J. y GARCÍA IGLESIAS, J., 1995. Nuevos aportes sobre génesis y valoración mineral del distrito cupro-aurífero de La Mejicana, Famatina (La Rioja, Argentina). 5º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas, 252-263. San Juan.
- MARQUETTI, C., 2005. Metodología y análisis de imágenes Aster para la exploración mineral en un sector de la cordillera de Colangüil, San Juan. Contribuciones Técnicas del Proyecto GEOSAT-AR. 2003. JICA-SEGEMAR. 40 p. Buenos Aires.
- MARQUETTI, C., MARÍN, G., KAKU, M. y CONO, I., 2005. Procesamiento y análisis de imágenes Aster para el estudio metalogenético de Malimán, San Juan. Contribuciones Técnicas del Proyecto GEOSAT-AR. 2003. JICA-SEGEMAR. 87 p. Buenos Aires.
- MÁRQUEZ, M. J., 1979, 1980a. Informe Preliminar Proyecto 04HB. Esquel. Sectores Cerro Solo, Cerro Techado Blanco, Cerro Poncho Blanco y Cerro Pirámide Sur. Secretaría de Estado de Minería. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1980b. Informe Preliminar 04HB Esquel. 04HC Trevelin. Chubut. Secretaría de Estado de Minería. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1981. Informe Preliminar Proyecto 04HC Trevelin, Sector Noroeste (4372-IV-D2, A2). Cordón Situación norte y sur. Secretaría de Estado de Minería. Plan Patagonia-Comahue. 17 p., 4 mapas, 3 fotografías compuestas. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1983. Informe Preliminar del Proyecto 04HC. Trevelin. Área Cordón Caquel (entre Arroyo Luque y

- Arroyo El Rápido)(4372-IV-B4). Secretaría de Estado de Minería. Plan Patagonia-Comahue. 32 p., 1 mapa. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1984. Informe geológico preliminar Proyecto 04HC Trevelin. Secretaría de Estado de Minería. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1985a. Estudio preliminar Proyecto 19NK-La Leona. Provincia de Santa Cruz. Secretaría de Estado de Minería Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1985b. Informe Preliminar. Área Nº 29, Cordón Caquel (4372-IV-B4). Centro de Exploración Patagonia Sur. 26 p., 2 mapas. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1986a. Ficha de Evaluación Previa Proyecto Nº 1 Arroyo Luque y Nido de Águilas. Servicio Minero Nacional. Centro de Exploración Patagonia Sur. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1986b. Ficha de Evaluación Previa Proyecto Caquel. Centro de Exploración Patagonia Sur. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1988. Mineralización polimetálica vinculada al magmatismo mioceno en la Cordillera Patagónica Austral, Santa Cruz. 5º Congreso Geológico Chileno. Actas I: B 237-256. Santiago.
- MÁRQUEZ, M. J., 1989. Geología y Mineralización del Cordón Caquel. Simposio de Mineralizaciones del Cretácico en América Latina, Actas I: 45-52. Buenos Aires.
- MÁRQUEZ, M. J., 1994a. Mineralizaciones de tipo cobre porfírico de la Patagonia argentina. 12º Congreso Geológico Chileno. Concepción.
- MÁRQUEZ, M., 1994b. El plutonismo mesozoico en el Macizo del Deseado y su vinculación con mineralizaciones de tipo cobre diseminado, provincia de Santa Cruz, Argentina. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Actas, 1, H 7/8: 111-132. Alemania.
- MÁRQUEZ, M. J., 1995. Informe de Avance Programa Cordillera Patagónica, Área Cerro Katterfeld. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Delegación Regional Patagonia. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., 1999a. Los sistemas hidrotermales del distrito Los Manantiales, Chubut. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1167-1175, Buenos Aires.
- MÁRQUEZ, M. J., 1999b. Los sistemas hidrotermales de la región del lago Fontana, Chubut. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1299-1302, Buenos Aires.
- MÁRQUEZ, M. J. y BUTRÓN, F., 1981. Informe Preliminar Proyecto 04-HC. Trevelin. Sector Trevelin Oeste. (4372-II-D2; 4372-IV-A2). Centro de Exploración Patagonia Sur. 18 p., 7 mapas y croquis, 2 fotografías. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. y GENINI, A., 2002. Metalogénesis y yacimientos minerales de la Cordillera Patagónica Austral. En: Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Haller, M. J. (Ed.) Relatorio del 15º Congreso Geológico Argentino, Actas 4 (3): 715-728. El Calafate. (Santa Cruz).
- MÁRQUEZ, M. J. y GIACOSA, R. E., 1989. Mineralización asociada a diques terciarios de dacita-andesita-basalto en la Cordillera Patagónica Septentrional y Central, Provincias de Río Negro y Chubut. Serie Correlación Geológica, 3: 83-90. Tucumán.
- MÁRQUEZ, M. y GODEAS, M. C., 1999. Las mineralizaciones cupro-molibdeníferas del Bajo de La Leona, Santa Cruz. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 845-850, Buenos Aires.
- MÁRQUEZ, M. J. y PARISI, C., 1982. Informe Expeditivo. Proyecto 04HC. Área Cordón Caquel, sector Arroyo Luque (4372-IV-B4). Secretaría de Minería. Plan Patagonia-Comahue. 6 p. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. y PARISI, C., 1994. Informe de avance del Programa Cordillera Patagónica. Área Alto Arroyo Flores. IGRM. SEGEMAR, Delegación Regional Patagonia. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. y PARISI, C., 1995a. Informe de avance del Programa Cordillera Patagónica. Áreas Cerro Blanco y Arroyo de Los Alevinos. IGRM. SEGEMAR, Delegación Regional Patagonia. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. y PARISI, C., 1995b. Informe de avance del Programa Cordillera Patagónica. Área Arroyo Canogas. IGRM. SEGEMAR, Delegación Regional Patagonia. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J. y SANGSTER, D. F., 2001. Report on a reconnaissance visit to examine mineralization in the Cordillera Fueguina, Tierra del Fuego, Argentina. Serie de Contribuciones Técnicas, Recursos Minerales 19. Buenos Aires.
- MÁRQUEZ, M. J. y ZUBIA, M. A., 2008. Proyecto Navidad: mineralización argentoplumbífera singenética o epigenética?, Gastre, Chubut, Argentina. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas 2: 620-621. San Salvador de Jujuy.
- MÁRQUEZ, M. J., PARISI, C. y BUTRÓN, F., 1981. Informe Preliminar Proyecto 04HC-Trevelin, Sector Arroyo Luque (4372-IV-B4). Centro de Exploración Patagonia Sur. 8 p., 1 informe petrográfico. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- MÁRQUEZ, M. J., PARISI, C. y BUTRÓN, F., 1986. Ficha de Evaluación Previa, Cordón Situación. Centro de Exploración Patagonia Sur. Inédito. Comodoro Rivadavia.

- MÁRQUEZ, M. J., ZUBIA, M. A. y ARIZMENDI, A., 1988. Mineralizaciones subvolcánicas jurásicas del Chubut Central. 3º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas, III: 57-68. Olavarría
- MÁRQUEZ, M. J., PARISI, C., FERNÁNDEZ DE COVARO, M. I. y JONES, M. E., 1994. Depósitos y manifestaciones minerales de la Cordillera Patagónica y Fuegoina, República Argentina. Encuentro Internacional de Minería, Actas, 1: 66-83. Buenos Aires.
- MÁRQUEZ, M., VIERA, R. L., PARISI, C. y FERNÁNDEZ, M. I., 2006. Carta Minero-Metalogenética 4372 I y II Esquel, provincia del Chubut, Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 367. Buenos Aires.
- MÁRQUEZ VIEYRA, M., 1969a. Informe geológico de la mina Cobre Loma, departamento Tumbaya. Jujuy. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 6 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- MÁRQUEZ VIEYRA, M., 1969b. Informe geológico de la mina Cieneguilla, departamento Tumbaya. Jujuy. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 6 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- MÁRQUEZ VIEYRA, M. 1969c. Informe geológico de la mina Hornos, departamento Tilcara. Jujuy. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 8 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- MÁRQUEZ VIEYRA, M. 1970. Informe geológico-económico de la mina 9 de Julio, departamento Tilcara. Jujuy. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 22 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- MÁRQUEZ VIEYRA, M. 1971. Informe geológico económico del área Cóndor, Iturbe, Cuevas, Casillas y Milluyoc, departamento Humahuaca, provincia de Jujuy. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 36 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- MÁRQUEZ-ZAVALÍA, M. F., 1988. Mineralogía y génesis del yacimiento Capillitas (Catamarca, República Argentina). Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Salta. 288 p. Inédito. Salta.
- MÁRQUEZ ZAVALÍA, M. F., 1995. Texturas y sucesión paragenética de las asociaciones minerales del yacimiento Capillitas, provincia de Catamarca. 5º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas: 361-373. San Juan.
- MÁRQUEZ-ZAVALÍA, M. F., 1996. Mina Capillitas, un depósito epitermal del noroeste argentino www.cricyt.edu.ar
- MÁRQUEZ-ZAVALÍA, M. F., 1999. El yacimiento Capillitas, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1643-1652, Buenos Aires.
- MÁRQUEZ-ZAVALÍA, M. F., 2006. El extremo rico en As de la serie jordanita- geocronita de mina Capillitas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 61 (2): 231-235.
- MÁRQUEZ-ZAVALÍA, M. F. y CRAIG, J. R., 1996. Telluride mineralization at Mina Capillitas, a high-sulfidation epithermal type deposit in northwestern Argentina. Geological Society of America Meeting, 27 (7).
- MARTÍN, J. L., 1989. Estudio geológico en los depósitos metalíferos de la sierra de Aguilar, departamento Humahuaca, provincia de Jujuy, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Salta. 242 p. y anexos. Inédito. Salta.
- MARTÍN, F. A., ARNOSIO, J. M. y CAFFE, P. J., 2008. Caracterización petrográfica y relaciones de intrusión en un sistema de pórfiro de Cu-Mo: el prospecto Pancho Arias. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Acta: 223-224. San Salvador de Jujuy.
- MARTÍNEZ, L. del V., GODEAS, M. C. y SEGAL, S. J., 2005. Distrito La Hoyada, Catamarca, Argentina: un depósito tipo sulfuración intermedia asociado al volcanismo mioceno del lineamiento Cerro Blanco. 8º Congreso Argentino de Geología Económica, Actas: 143-150.
- MASSABIE, A., 1982. Geología de los alrededores de Capilla del Monte y San Marcos, Provincia de Córdoba. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 37: 153-173.
- MASTANDREA, O., 1961. Informe sobre las manifestaciones auríferas de las sierras de Ulapes y de las Minas. Secretaría de Estado de Industria y Minería. Carpeta 912. 83 p. Inédito. Buenos Aires.
- MATHUR, R., RUIZ, J. R. y MUNIZAGA, F. M., 2001. Insights into Andean metallogenesis from the perspective of Re-Os analyses of sulfides. In: South American symposium on isotope geology, extended abstracts volume (CD version). Sociedad Geológica de Chile. Santiago, Chile.
- MATTHEWS, B., 1972. Informe geológico minero del área de Yangaso, departamento de Santa Catalina. Informe interno. Dirección Provincial de Minería. Jujuy. 11 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- MATTHEWS, B., 1973. Mina Victoria, informe preliminar. Informe interno. Dirección Provincial de Minería. Jujuy. 9 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- MATTHEWS, B., 1974. Informe preliminar de la mina Edith Luisa, departamento Tumbaya. Jujuy. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 13 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- MATTEINI, M., MAZZUOLI, R., OMARINI, R., CAS, R. y MAAS, R., 2002. Geodynamical evolution of Central Andes at 24° S as inferred by magma composition along the Calama-Olapato-El Toro transversal volcanic belt. Journal of Volcanology and Geothermal Research 118, 205-228.
- MAYDAGAN, L., IMPICCINI, A. y FRANCHINI, M., 2008. El pórfiro de Cu-Au Altar (31° 29' S-70° 28' O), SO de San Juan: correlación entre alteración, mineralización y geoquímica a lo largo del sondeo ALD-I. 17º Con-

- greso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 633-634. San Salvador de Jujuy.
- MEISSL, E. F., 1983. Mina Santa Elena. Mineralogía y consideraciones genéticas. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan. Inédito. San Juan.
- MEISSL, E. F. y MAIDANA, M. R., 1983. Mina Santa Elena. La Alcaparrosa, Calingasta, provincia de San Juan, República Argentina. 2º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas, 2: 551-566. San Juan.
- MELCHOR, R. N., 1995. Sedimentología de las unidades paleozoicas aflorantes del centro-oeste de la provincia de La Pampa, Argentina. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Tesis Doctoral. 272 p. Inédito. La Plata.
- MÉNDEZ, V., TURNER, J. C., NAVARINI, A., AMENGUAL, R. y VIERA, O., 1979. Geología de la región noroeste, Provincias de Salta y Jujuy. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. 118 p. Buenos Aires.
- MÉNDEZ, V., ZANETTINI, J. C. y ZAPPETTINI, E. O., 1995. Geología y Metalogénesis del Orógeno Andino Central. República Argentina. Secretaría de Minería de la Nación. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Anales 23. 190 p. Buenos Aires.
- MÉNDEZ, V., NULLO, F., PEZZUTTI, N., OTAMENDI, J., GONZÁLEZ, R. y SALANI, F., 1997. Descripción de la Hoja Geológica 2566-9, Nevado de Acay, provincia de Salta, escala 1:100.000. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. SEGEMAR. IGRM. Buenos Aires.
- MERCADO, R., 1998. Geología del prospecto Centenario. Departamento Los Andes. Provincia de Salta. Tesis Profesional. Universidad Nacional de Salta. 102 p. Salta.
- MERODIO, J. C., DALLA SALDA, L. y RAPELA, C. W., 1978. Estudio petrológico y geoquímico preliminar del cuerpo básico de la región de San Francisco del Monte de Oro, provincia de San Luis. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 32 (2): 122-138.
- MEZZETTI, A., 1963. Informe sobre las áreas de alteración hidrotermal en Agua de Dionisio. Distrito Hualfin. Departamento Belén. Provincia de Catamarca. YMAD. 44 p. Inédito. Catamarca.
- MEZZETTI, A., 1968a. Informe sobre la prospección geoquímica realizada en el prospecto Cobre Porfídico Mi Vida. Inédito.
- MEZZETTI, A., 1968b. Zona Cerro Mercedario. Área de Reserva Nº 50. Provincia de San Juan. República Argentina. Plan Cordillerano. Dirección General de Fabricaciones Militares, PNUD. Informe 31.
- MEZZETTI, A., 1969. Informe preliminar sobre el proyecto de cobre porfídico «Chita». Zona Arroyo Chita, provincia de San Juan. Dirección General de Fabricaciones Militares. Informe final. Inédito. Buenos Aires.
- MINERA ANDES INCORPORATED, 2004. Proyecto Los Azules. www.minandes.com
- MINERA ANDES INCORPORATED, 2009. Proyecto Los Azules. www.minandes.com
- MINERA TEA, 1969. Resultados de la prospección geológico-minera en la provincia de San Juan. República Argentina. 4º Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 2: 223-241. Mendoza.
- MIOLANO, A. D., 1972. Exploración de la mina Santa Teresita, Mogna. Departamento Provincial de Minería de San Juan. Informe 292. 10 p. Inédito. San Juan.
- MIOLANO, A. D., 1975. Proyecto de exploración mina Rosario. Departamento Provincial de Minería de San Juan. Informe 324. 4 p. Inédito. San Juan.
- MIR, C. 1975. Informe Final Área de Reserva n° 13, El Oculito, provincia de Jujuy. Dirección General de Fabricaciones Militares, Centro de Exploración Geológico-Minera II. 31 p, 17 láminas. Inédito. Buenos Aires.
- MOGESSIE, A., HOINKES, G., STUMPFL, E. F., BJERG, E. A. y KOSTADINOFF, J., 1995. Occurrence of platinum group minerals in the Las Águilas ultramafic unit within a granulite facies basement, San Luis province, central Argentina. En: Mineral Deposits: From Their Origin to Their Environment Impacts. Eds.: J. Pasava, B. Kribek y K. Zak). 897-900. A. A. Balkema Publishers, Brookfield, VT, USA.
- MONCHABLÓN, A., 1956. Estudio Minero Económico. Yacimiento Cuprífero de Guachi, departamento Jáchal, San Juan. Facultad de Ingeniería. Instituto de Investigaciones Mineras. Inédito. San Juan.
- MORELLO, C., 1983. Prospecto Custodio. Shell. 48 p. Inédito. Salta.
- MORELLO, C. y CÉCERE, H., 1975. Informe Final Área de Reserva n° 24, Brealito, departamento Molinos, Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares, Centro de Exploración Geológico-Minera II. 10 p. Inédito. Buenos Aires.
- MPODOZIS, C. y CORNEJO, P., 1988. Hoja Pisco Elqui. Región de Coquimbo. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile, 68. 164 p. Santiago.
- MPODOZIS, C. y RAMOS, V.A., 2008. Tectónica jurásica en Argentina y Chile: Extensión, subducción oblicua, rifting, deriva y colisiones?. Asociación Geológica Argentina, Revista, 63 (4): 481-497.
- MPODOZIS, C., KAY, S., CORNEJO, P. y TITTLER, A., 1995. La Faja de Maricunga: Síntesis de la Evolución del Frente Volcánico Oligoceno-Mioceno de la zona sur de los Andes Centrales. Revista Geológica de Chile, 21 (2): 273-313.
- MUCHINO, J. y ROBLEDO, V., 1969. Informe sobre un proyecto de exploración expeditiva de la mina Santa Teresita, Jáchal. Departamento Provincial de Minería de San Juan. Informe 136. 2 p. Inédito. San Juan.
- MÜLLER, D. y FORRESTAL, P., 1998. The shoshonite porphyry Cu-Au association at Bajo de la Alumbrera, Cata-

- marca Province, Argentina. *Mineralogy and Petrology*, 64: 47-64.
- MUTTI, D. I. y DI MARCO, A., 1999. Yacimientos de cobre-hierro y plomo-cinc relacionados a volcanismo submarino, Córdoba. En: *Recursos Minerales de la República Argentina*. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 207-225, Buenos Aires.
- MUTTI, D., DI MARCO, A., TOURN, S., HERRMANN, C., GEUNA, S., CACCAGLIO, O. y GONZÁLEZ CHIOZZA, S., 2005. Evolución metalogenética de las Sierras Pampeanas de Córdoba y sur de Santiago del Estero: Ciclos pre-pampeano y pampeano. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (1): 104-121.
- MUTTI, D., DI MARCO, A. y GEUNA, S., 2007. Depósitos polimetálicos en el orógeno famatiniano de las Sierras Pampeanas de San Luis y Córdoba: fluidos, fuentes y modelos de emplazamiento. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 62 (1): 44-61.
- NASI, C., MOSCOSO, R. y MAKSAEV, V. J., 1990. Hoja Guanta. Región de Coquimbo. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile, 67 (texto), 165 p. Santiago.
- NAVARRO, H., 1967. Informe sobre la mina San Romeleo, departamento Malargüe, provincia de Mendoza, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares (Plan Cordillerano), 17 p. Inédito. Mendoza.
- NAVARRO, H., 1968. Proyecto de exploración mina «San Francisco de los Andes». Dpto. Iglesias-Provincia de San Juan. Informe privado. 5 p. Inédito. San Juan.
- NAVARRO, H., 1985. Geología General del Pórfiro de Cobre-Molibdeno «Mi Vida». Asociación Argentina de Geólogos Economistas, Revista, 3: 20-35.
- NAVARRO, H., 1986. Geología General y Económica del Pórfiro de Cu-Mo «Mi Vida». Andalgalá, Catamarca. Argentina. Universidad Nacional de Jujuy, Instituto de Geología y Minería, Revista, 6: 127-154. San Salvador de Jujuy.
- NAVARRO GARCÍA, L. F. y CRUZ ZULOETA, G., 1997. Perfil Geológico- Económico de la mina de cobre «La Borita», Departamento Antofagasta de la Sierra, Provincia de Catamarca. Dirección Nacional de Minería. Inédito. Buenos Aires.
- NEBOT, A. R., 1982. Aspectos ambientales del Proyecto Pachón. Argentina. 5º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 3: 227-243. Buenos Aires.
- NILSSON, J. y ROSSI, M. E., 2006. Preliminary Resource Estimate Update for the Josemaria Project, San Juan province, Argentina. Josemaria Project Report. SEDAR. www.sedar.com
- NULLO, F., STEPHENS, G., COMBINA, A., DIMIERI, L., BALDAUF, P., BOUZA, P. y ZANETTINI, J. C., 2005. Hoja Geológica 3569-III/3572-IV. Malargüe, provincia de Mendoza. SEGEMAR. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 346. 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. Centro de Exploración Mendoza. 14 p. Inédito. Mendoza.
- OLSACHER, J., GALLONI, E. E. y SERRICCHIO, J., 1960. Seleniuros de mercurio con azufre, plomo, hierro y cobre, Cuesta de Los Llantenes, provincia de La Rioja. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Revista, 21 (5-6): 5- 26. Córdoba.
- ORTIZ SUÁREZ, A., PROZZI, C. y LLAMBÍAS, E., 1992. Geología de la parte sur de la Sierra de San Luis y granitoides asociados, Argentina. *Estudios Geológicos*, 48: 269-277. San Luis.
- PAAR, W., SUREDA, R. J. y BRODTKORB, M. K. de, 1996a. Mineralogía de los yacimientos de selenio en La Rioja, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 51 (4): 304-312.
- PAAR, W., SUREDA, R. J. y BRODTKORB, M. K. de, 1996b. Oro y plata en los yacimientos de selenio de La Rioja, Argentina. Hallazgo de fischesserita, Ag_3AuSe_2 . 3º Reunión de Mineralogía y Metalogenia, Instituto de Recursos Minerales, Universidad de La Plata, Publicación 5, 177-185. La Plata.
- PACHÓN SA MINERA, 1999. El pórfiro cuprífero El Pachón, San Juan. En: *Recursos Minerales de la República Argentina*. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1507-1512. Buenos Aires.
- PAGE, S., PAGE, R. F. N. y VIRUEL DE RAMÍREZ, M., 1992. El basamento de la Sierra de Fiambalá, provincia de Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47 (4): 373-388.
- PALACIO, A. H. y WLEKLINSKI, E., 1951. Informe geológico minero de la mina San José y zonas adyacentes, departamentos Luján y Las Heras, provincia de Mendoza. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- PALACIO, A. H., ELIZALDE, C. O. y WLEKLINSKI, E., 1952. Informe sobre manifestaciones cupríferas en las provincias de San Juna y La Rioja. Informe reservado. 34 p, 10 planos. Inédito. Buenos Aires.
- PALACIO, M. de B., CHERNICOFF, C. J. y GODEAS, M. C., 2005. La estructura caldéica Vis Vis asociada al volcanismo mioceno del distrito minero Farallón Negro, provincia de Catamarca. Nota Breve. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (3): 609-612.
- PALACIOS, C. M., BERTENS, A. y RUS, L., 1994. Polymetallic skarn mineralization at El Toqui, Aysen Province, Southern Chile. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Actas 1, H 7/8: 723-737. Alemania.
- PALMA, M., 1990. La evolución tectónica durante el Ciclo Famatiniano en el segmento andino ubicado entre los 24º y 28º de LS. 11º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 343-346. San Juan.

- PANCETTI, N., 1975. Informe final de Área de Reserva n° 15, Sierra de Taca Taca (dpto. Los Andes), provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. Informe 335. 9 p. Inédito. Buenos Aires.
- PANKHURST, R. J., RAPELA, C. W. y MÁRQUEZ, M. J., 1993a. Geocronología y petrogénesis de los granitoides jurásicos del noreste del Macizo del Deseado. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas, 4: 134-141. Mendoza.
- PANKHURST, R. J., RAPELA, C. W. y SRUOGA, P., 1993b. Estudio geocronológico Rb/Sr de los Complejos Chon Aike y El Quemado, a los 47° 30' de latitud sur. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas, 4: 171-178. Mendoza.
- PANKHURST, R. J., RILEY, T. R., FANNING, C. M. y KELLEY, S. P., 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of Magmatism Associated with the Break-up of Gondwana. *Journal of Petrology*, 41 (3): 605-625.
- PANZA, J. L., MÁRQUEZ, M. y GODEAS, M., 1994. Hoja Geológica 4966-I y II. Bahía Laura. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 214. Buenos Aires.
- PARISI, C., 1981. Informe geológico-minero Proyecto 04HE. Cerro Riñón y Cerro Steffen. Chubut. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- PARISI, C., 1982. Informe Expeditivo, Proyecto 04HC. Área Cordón Caquel, sector Arroyo Luque (4372-IV-B4). 6 p. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- PARISI, C. y BUTRÓN, F., 1993. Mapeo semidetallado y muestreo de las zonas de alteración del Cerro Bayo. Cordillera de Sakmata. Apeleg, Chubut. Secretaría de Estado de Minería. Delegación Regional Patagonia Sur. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- PARSONS, A. B., 1933. The Porphyry Coppers: New York, American Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum Engineers, Rocky Mountain Fund Series, 581 p.
- PASTORE, F. y METHOL, E., 1953. Descripción geológica de la Hoja 19i, Capilla del Monte, Córdoba. Dirección Nacional de Minería. Boletín 19. Buenos Aires.
- PELICHOTTI, R. O. y CARDÓ, R., 1982. Área de Reserva Río Castaño. Zona de alteración El Retamal. Sector Quebrada Seca. Primera evaluación de trabajos realizados. Informe Delegación San Juan 79. 18 p. Inédito. San Juan.
- PELICHOTTI, R. O. y CARDÓ, R., 1983. El Retamal, manifestación de oro diseminado. Departamento de Calingasta, provincia de San Juan. 2º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 2: 567-583. San Juan.
- PELICHOTTI, R. y ROJO, C., 1979. Estudio geológico-minero de los yacimientos del flanco oriental de Cordillera Frontal (30° 22' y 30° 47' S). Informe del Servicio Minero Nacional. Plan San Juan, 66, 65 p. Inédito. San Juan.
- PERAL, M. A. y WORMALD, P., 1999. Mineralización cuprífera del área Juramento, Salta. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 951-957, Buenos Aires.
- PERALTA, E. H., 1968, 1969. Informe preliminar. Área de Reserva «Miranda Sur». Instituto Nacional de Geología y Minería. Plan Cordillera Norte. Carpeta 36. 30 p. Inédito. La Rioja.
- PERALTA, E. H., 1981. Área de Reserva N° 25. Distrito Atajo. Plan NOA I-Geológico Minero. Informe final. Inédito. Tucumán.
- PERALTA, E., 1999. Distrito aurífero de Cerro Atajo, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 1653-1657. Buenos Aires.
- PERALTA, L. R., 2008. Nuevas manifestaciones minerales de Au-Pb-Ag-Cu en la sierra de Tontal, Precordillera, San Juan, Argentina. 17º Congreso Geológico Argentino y 9º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 663. San Salvador de Jujuy.
- PEREGRINE METALS LTD., 2011. Datos Altar Project, San Juan, Argentina. Revised Technical Report, March 2011.
- PERELLÓ, J., ROJAS, N., HARMAN, P. J., DEVAUX, C., FAVA, L. y ECHART, E., 1998. Discovery of the Agua Rica Porphyry Cu-Mo-Au Deposit, Catamarca Province, Northwestern Argentina. Part II. Australian Mineral Foundation Inc.: 116-132. Perth.
- PÉREZ, E. E., VELO, R. A. y ZANETTINI, J. C. M., 1969. Zona Cura Mallín, provincia del Neuquén, en: Neuquén, Informes Finales. Dirección General de Fabricaciones Militares y Provincia del Neuquén. Plan Cordillera Centro. 7 p. Inédito. Mendoza.
- PEZZANI, G. L. V., 1997. Mapeo geológico e interpretación de zonas de alteración hidrotermal en el área entre quebrada Seca y quebrada de la Cortadera, departamento de Calingasta, provincia de San Juan. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan. 70 p. Inédito. San Juan.
- PEZZUCHI, H. D., 1978. Exploración Minera de la Provincia del Chubut. Sector Arroyo Las Mentas. Fondo Rotatorio de las Naciones Unidas, UNDP. Informe Final. Nueva York y Secretaría de Estado de Minería.
- PEZZUCHI, H. D., 1985. Informe Preliminar Proyecto 04 HC-Trevelin. Zona de Rincón del Aceite, Área Río Plo-mo. Plan Patagonia-Comahue. 15 p, 2 mapas. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- PEZZUCHI, H. D. y TAKIGAWA, A., 1983. Geología del Sector del Cerro Cucho, prov. del Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 38 (3-4): 490-493.
- PEZZUTTI, N. E. y GENINI, A., 1999. Manifestación cuprífera Condorcanqui, Chubut. En: Recursos Minerales de

- la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 1249-1250. Buenos Aires.
- PIETERS, P., SKIRROW, R. G. y LYONS, P., 1997. 1:250.000 Scale Geological and Metallogenic Maps Sierras de Las Minas, Chepes and Los Llanos, Provincia de La Rioja. Mapeo Geocientífico de las Sierras Pampeanas. Proyecto Argentino-Australiano de Cooperación, Australian Geological Survey Organisation. Servicio Geológico Minero Argentino, 123 p. Buenos Aires.
- PLAN CORDILLERANO CENTRO, 1969. Informe final sobre las investigaciones geológico mineras realizadas en la provincia de Mendoza y resultados obtenidos. Dirección General de Fabricaciones Militares, 80 p. Inédito. Mendoza.
- PLAN LA RIOJA, 1973. Exploración Geológico-Minera de la provincia de La Rioja. Servicio Nacional Minero Geológico. Subsecretaría de Minería. Ministerio de Economía. 85 p. Buenos Aires.
- POMA, S., QUENARDELLE, S., LITVAK, V., MAISONAVE, E. B. y KOUKHARSKY, M., 2004. The Sierra de Macon, Plutonic expression of the Ordovician magmatic arc, Salta Province, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 16: 587-597.
- PONS, M. J., FRANCHINI, M., GIUSIANO, A., IMPICCINI, A. y GODEAS, M., 2009. Alteraciones, mineralización de Cu y bitumen en areniscas cretácicas del prospecto Barda González, Neuquén, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 64 (3): 501-513.
- PROFFETT, J. M., 2003. Geology of the Bajo de la Alumbrera Porphyry Copper-Gold Deposit, Argentina. *Economic Geology*, 98: 1535-1574.
- PROSERPIO, C., RICCI, H., PEZZUTTI, N., GODEAS, M. y SEGAL, S., 1992. Área La Hoyada, Provincia de Catamarca: Una manifestación vetiforme polimetálica en la Puna Austral. 1º Reunión de Mineralogía y Metalogénia. 1º Jornadas de Mineralogía, Petrografía y Metalogénesis de Rocas Ultrabásicas. M. K. de Brodtkorb e I. B. Schalamuk (eds.). Instituto de Recursos Minerales. Universidad de La Plata, Publicación 2, 219-236.
- PROZZI, C., 1990. Consideraciones acerca del basamento de la Sierra de San Luis, Argentina. 11º Congreso Geológico Argentino, Actas, 1: 452-455. San Juan.
- PUDACK, C., HALTER, W. E., HEINRICH, C. A. y PETTKE, T., 2009. Evolution of Magmatic Vapor to Gold-Rich Epithermal Liquid: The Porphyry to Epithermal Transition at Nevados de Famatina, Northwest Argentina. *Economic Geology*, 104 (4): 449-477.
- PUGLISI, C., PINA, J. P., SEGAL, S. J. y VILLAR, L. M., 1990. Mineralogía determinativa de cromitas y olivinas del gabro de Fiambalá, provincia de Catamarca, Argentina. 1º Congreso Uruguayo de Geología, Resúmenes ampliados, 1: 185-190.
- PUTZ, H., PAAR, W. H. y TOPA, D., 2009. A contribution to the knowledge of the mineralization at Mina Capillitas, Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 64 (3): 514-524.
- QUARTINO, B. J., ZARDINI, R. H. y AMOS, A. J., 1971. Estudios y exploraciones geológicas de la región Barreal-Calingasta, prov. de San Juan. Asociación Geológica Argentina. Monografía Nº 1. Buenos Aires.
- QUIROGA, P., 1949. Yacimientos de corindón, manifestaciones de molibdeno en la Sierra de Comechingones y mina Las Cuevas, Provincia de Córdoba. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- QUIROGA, P. J., 1951. La mina de cobre «Sotram». Provincia de La Rioja. Ministerio de Industria y Comercio. Carpeta 126. 7 p. Inédito. Buenos Aires.
- QUIROGA, P. J., 1965. Informe geológico-económico expeditivo sobre la mina «La Leona» (Cobre), provincia de Santa Cruz, con detalle de la zona del pique. Instituto Nacional de Geología y Minería. Informe 1030. Inédito. Buenos Aires.
- QUIRT, S., CLARK, A. H., FARRAR, E. y SILLITOE, R. H., 1971. Potassium-argon ages of porphyry copper deposits in northern and central Chile (abs.): Geological Society of America Meeting, Abstract with Programs, v. 3 Nº 7: 676-677.
- RAGONA, D., CEGARRA, M. y ANSELMINI, G., Hoja Geológica 3169 III Barreal. En preparación.
- RAMALLO, E., 1975a. Informe final de Área de Reserva nº 21, Santa Inés, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. Informe 760. 30 p. Inédito. Buenos Aires.
- RAMALLO, E., 1975b. Informe Final Área de Reserva nº 7, Rumicruz, provincia de Jujuy. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II. 20 p. Inédito. Buenos Aires.
- RAMALLO, E., 1975c. Informe Final Área de Reserva nº 20-Sierra de Pastos Grandes, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico-Minera II Carpeta 339. 41 p. Inédito. Buenos Aires.
- RAMALLO, E., BECCHIO, R. y GODEAS, M., 2006. Carta Minero-Metalogenética 2569 II, Socompa, provincia de Salta. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 363. 61 p. Buenos Aires.
- RAMOS, V. A., 1975. Los ciclos sedimentarios y la bioturbación en el control de las manifestaciones cupríferas del Neuquén extraandino-Argentina. 2º Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, 5: 373-394.
- RAMOS, V. A., 1981a. Descripción geológica de la Hoja 33c, Los Chihuidos Norte, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional. Boletín 182. 103 p. Buenos Aires.
- RAMOS, V. A., 1981b. Descripción Geológica de la Hoja 47ab, Lago Fontana. Chubut. Secretaría de Estado de Mi-

- nería. Servicio Geológico Nacional. Boletín 183. Buenos Aires.
- RAMOS, V. A., 1988. Tectonics of the Late Proterozoic-Early Paleozoic: a collisional history of the southern South America. *Episodes*, 11 (3): 168-174.
- RAMOS, V. A., 1989. Southern South America: An Active Margin for the past 700 M.Y. 28th International Geologic Congress, Abstracts, 5: (2): 664. Washington.
- RAMOS, V. A., 1999a. Ciclos orogénicos y evolución tectónica. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 29-49. Buenos Aires.
- RAMOS, V.A. 1999b. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: Geología Argentina (Ed. R. Caminos). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 29 (3): 41-96. Buenos Aires.
- RAMOS, V. A., 1999c. Rasgos estructurales del territorio argentino. 1. Evolución tectónica de la Argentina. En: Geología Argentina (Ed. R. Caminos). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 29, 715-784. Buenos Aires.
- RAMOS, V. A. y AGUIRRE URRETA, B. 1992. El Neocomiano de los Andes Centrales de Argentina y Chile. 3º Congreso Geológico de España y 8º Congreso Latinoamericano de Geología. Actas 4: 75-79, Salamanca.
- RAMOS, V. A. y NULLO, F. E., 1993. El volcanismo de arco cenozoico. En: Ramos, V. A. (ed.), Geología y recursos naturales de Mendoza. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Relatorio, I-12: 149-160, Mendoza.
- RAMOS, V. A., MUNIZAGA, F. y MARÍN, G., 1988. Las riolitas neopaleozoicas de la sierra de La Huerta (provincia de San Juan): evidencias de una metalogénesis aurífera gondwánica en Sierras Pampeanas. 3º Congreso de Geología Económica, I: 149-159. Olavarría.
- RAPELA, C. W., 1999. El plutonismo triásico-jurásico de la Patagonia. En: Geología Argentina. (Ed. R. Caminos). Capítulo 14. Las rocas ígneas gondwánicas). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 29: 364-372. Buenos Aires.
- RAPELA, C. W y PANKHURST, R. J., 1993. El volcanismo riolítico del noreste de la Patagonia: un evento jurásico de corta duración y origen profundo. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 4: 179-188.
- RAPELA, C. W. y PANKHURST, R. J., 1996. Monzonite suites: the innermost Cordilleran plutonism of Patagonia. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Earth Sciences*, 87: 193-203.
- REC SAMICF, 1977. Proyecto de exploración minas Amancay, Martina Chapanay, Pingo, Gabriela y La Cortadera. Ley 20.551. Inédito. San Juan.
- REGALADO, M. R., 2003. Geología de la mina Rodophis, departamento Calingasta, provincia de San Juan. Trabajo Final de Licenciatura. Departamento Geología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan. 61 p. Inédito. San Juan.
- RICCI, H., 1973. Informe parcial del Área de Reserva Nº 13 La Borita, Departamento Antofagasta de la Sierra, Provincia de Catamarca. Servicio Nacional Minero Geológico. Plan NOAI-Geológico Minero. Inédito. Tucumán.
- RICCI, H., 1975. Informe final del Área de Reserva Nº 13 La Borita, Departamento Antofagasta de la Sierra, Provincia de Catamarca. Servicio Nacional Minero Geológico. Plan NOA I-Geológico Minero. Inédito. Tucumán.
- RICCI, H., 1983. Nueva manifestación cuprífera en rocas calcáreas de la Puna Catamarqueña. Departamento Antofagasta de la Sierra, Provincia de Catamarca, República Argentina. 2º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 2: 601-616.
- RICCI, H. I., 1985. Proyecto La Hoyada. Departamento Tinogasta. Catamarca. Centro de Exploración NOA. Dirección Nacional de Minería. Inédito. Tucumán.
- RICCI, H. I., 1999. Distrito Minero La Borita. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1829-1833. Buenos Aires.
- RICCI, H., VALLADARES CARRILLO, H. y JURADO MARRÓN, H., 1981. Informe Final del Área de Reserva Nº 38. La Hoyada. Provincia de Catamarca. Plan NOA I Geológico Minero. Secretaría de Estado de Minería. Inédito. 162 p. Buenos Aires.
- RICCI, H., VALLADARES CARRILLO, H., PEZZUTTI, N., GODEAS, M. y SEGAL, S., 1999. Distrito Minero La Hoyada. Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1627-1636. Buenos Aires.
- RICHARDS, T. A., 1995. Updated Geological Prognosis. Cerro Samenta Porphyry Copper Discovery. Salta province, northwestern Argentina. Mansfield Mineral Inc. 15 p. Inédito. Salta.
- RICHARDS, J. P., ULLRICH, T. y KERRICH, R., 2006. The Late Miocene- Quaternary Antofalla volcanic complex, southern Puna, NW Argentina: Protracted history, diverse petrology, and economic potential. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 152: 197-239.
- RILLER, U., PETRINOVIC, I., RAMELOW, J., STRECKER, M. y ONCKEN, O., 2001. Late Cenozoic tectonism, collapse caldera and plateau formation in the central Andes. *Earth and Planetary Science Letters* 188: 299-311.
- RIÓS, J., LOREDO, J. y GARCÍA IGLESIAS, J., 1992. Características mineralógicas de depósitos auríferos ligados a zonas de cizalla (La Rioja, Argentina). 8º Congreso

- so Latinoamericano de Geología, 4: 242-246. Salamanca.
- RIUS, J. y WLEKLINSKI, E., 1953. Informe sobre el yacimiento cuprífero de la mina Eureka, provincia de Jujuy. Dirección General de Fabricaciones Militares. Biblioteca SEGEMAR. Buenos Aires.
- RIVEROS, S., 1986. Estudio de las manifestaciones minerales de la quebrada Rosarito. Trabajo Final de Licenciatura. Universidad Nacional de San Juan. Inédito. San Juan.
- ROCO, R. y KOUKHARSKY, M., 1999. El pórfiro cupromolibdenífero Agua Rica y las manifestaciones epitermales asociadas, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1479-1492. Buenos Aires.
- RODE, M. y CARRIZO, M., 2007. La faja de pórfidos del Salado, entre Valle Ancho y Vicuña: provincias de Catamarca, La Rioja y San Juan. En: Exploración minera en Argentina: descubrimiento, mineralizaciones y estilos. (Ed. Diana I. Mutti). Asociación Argentina de Geólogos Economistas Publicación Especial Nº 1: 31-50. Buenos Aires.
- RODRÍGUEZ, J., 1959a. Estudio Geológico Económico Mina El Jote, Departamento de Calingasta, San Juan. Dirección Provincial de Minería de San Juan. Informe 46. 11 p. Inédito. San Juan.
- RODRÍGUEZ, J., 1959b. Estudio Geológico Económico Mina San Jorge, Departamento de Calingasta, San Juan. Dirección Provincial de Minería de San Juan. Informe 92. 7 p. Inédito. San Juan.
- RODRÍGUEZ MURILLO, M., 1974. Estudio Integral de la mina «Los Tres». Departamento Provincial de Minería de San Juan. Informe 187. 4 p. Inédito. San Juan.
- RODRÍGUEZ MURILLO, M., 1977. Informe Geológico Minero del sector occidental de Guachi. Departamento Provincial de Minería de San Juan. Informe 46. Inédito. San Juan.
- ROJAS, G. E., 1999. Distrito uranífero Pampa Amarilla, Mendoza. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1135-1140, Buenos Aires.
- ROJAS, N., DROBE, J., LANE, R. y BONAFEDE, D., 1999. El Pórfiro Cuprífero de Taca Taca Bajo, Salta. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1321-1331. Buenos Aires.
- ROJO, C. A., 1986a. Proyecto La Rosario. Evaluación previa. Calingasta, San Juan. Centro de Exploración Minera San Juan. Informe 109. Inédito. San Juan.
- ROJO, C. A., 1986b. Proyecto La Josefina. Evaluación previa. Calingasta, San Juan. Centro de Exploración Minera San Juan. Informe 110. Inédito. San Juan.
- ROJO MATEO, R., 1986. Martín Bronce-Rey del Cobre. Etapa de evaluación previa. Dirección Nacional de Minería y Geología. Centro de Exploración Salta. 33 p. Inédito. Salta.
- ROJO MATEO, R., 1987. Mina Santa Ana. Etapa de evaluación previa. Dirección Nacional de Minería y Geología. Centro de Exploración Salta. 10 p. Inédito. Salta.
- ROMANI, R. R., 1968. Informe final zona Paramillos Sur, provincia de Mendoza, República Argentina. Naciones Unidas-Dirección General de Fabricaciones Militares (Plan Cordillerano). Inédito. Mendoza.
- ROMANI, R. R., 1969. Estudio de la alteración hidrotermal del Bajo de La Alumbra. YMAP. Inédito. Buenos Aires.
- ROMANI, R. R., 1999. El pórfiro cuprífero Paramillos Sur, Mendoza. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1513-1523.
- ROQUÉ, C., 1976. Área de reserva Nº 47 Fiambalá Zapata. Sector Filo del Medio y Agua de los Piques. Estudios de polarización inducida. Plan NOA Geológico Minero. Inédito. San Miguel de Tucumán.
- ROQUÉ, C., 1978. Área de reserva Nº 47 Fiambalá Zapata. Rocas ultrabásicas, sector intermedio. Estudios de la geofísica por el método de polarización inducida. Plan NOA Geológico Minero. Inédito. San Miguel de Tucumán.
- ROWELL, W. F., 1995. Summary of work performed on the Chita Property. San Juan Province, Argentina. Report for Minas Argentinas SA. 50 p. Inédito. San Juan.
- RUBINSTEIN, N. y KOUKHARSKY, M., 1995. Edades K/Ar del volcanismo neopaleozoico en la Precordillera sanjuanina (Lat. 30° 00' S; Long. 69° 03' O). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 50: 270-272.
- RUBINSTEIN, N. A., SEGAL, S. J. y ZAPPETTINI, E. O., 1999. El pórfiro cuprífero Taca Taca Alto, Salta. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1333-1336. Buenos Aires.
- RUBINSTEIN, N., CARPIO, F. y MALLIMACCI, H., 2000a. La zona de alteración La Chilca, provincia de Mendoza. 5º Reunión de Mineralogía y Metalogenia (I. Schalamuk, M. Brodtkorb, E. Domínguez, M. Koukharsky y R. Etcheverry, eds.). I: 501-504.
- RUBINSTEIN, N., BRODTKORB, M., CARPIO, F. y MALLIMACCI, H., 2000b. Mineralización de la veta La Salvadora, distrito minero El Nevado, provincia de Mendoza. 5º Reunión de Mineralogía y Metalogenia (I. Schalamuk, M. Brodtkorb, E. Domínguez, M. Koukharsky y R. Etcheverry, eds.). I: 454-456.
- RUBINSTEIN, N., CARPIO, F. y MALLIMACCI, H., 2002. Las vetas polimetálicas del área del Cerro San Pedro, provincia de Mendoza, Argentina. 15º Congreso Geológico Argentino, 2: 263-266. El Calafate, Santa Cruz.

- RUBIOLO, D., SEGGIARO, R., GALLARDO, E., DISALVO, A., SÁNCHEZ, M., TUREL, A., RAMALLO, E., SANDRUSS, A. y GODEAS, M., 1997. Hoja Geológica 2366-II / 2166-IV. La Quiaca. Provincia de Jujuy y Salta. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 246. Buenos Aires.
- RUBIOLO, D., MARTÍNEZ, L. y PEREYRA, F. X., con la colaboración de GONZÁLEZ DÍAZ, E., SRUOGA, P., PRIERI, A., SEGGIARO, R., HONGN, F., FERNÁNDEZ SEVESO, F., MPODOZIS, C., GARDEWEG, M. y VELAZCO, M. S., 2000. Hoja Geológica Fiambalá. IGRM-SEGEMAR. Boletín 364. En prensa.
- RUIZ, C. y PEEBLES, F., 1988. Geología, distribución y génesis de los yacimientos metalíferos chilenos. Editorial Universitaria, 334 p. Santiago, Chile.
- SABALÚA, J. C., 1975. Informe final sobre la zona «Mina La Voluntad». Área de Reserva N° 45-«La Voluntad». (Provincia del Neuquén-Dpto. Catán Lil). Dirección General de Fabricaciones Militares, Centro de Exploración Geológica-Minera I. 17 p. Inédito. Mendoza.
- SABALÚA, J. C., 1986. El yacimiento de níquel-cobre-cobalto de Las Águilas, San Luis, Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares. 32 p. Inédito. Mendoza.
- SABALÚA, J. C., CHABERT, M. y SANTAMARÍA, G., 1981. Minerización de sulfuros de hierro, cobre y níquel en el cuerpo básico de Las Águilas, provincia de San Luis. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 497-507. San Luis.
- SALABERRY, C. A. y CRESPO KENNEDY, M. O., 1969. Área de Reserva III Charahuilla, provincia del Neuquén, en: Neuquén, Informes Finales. Dirección General de Fabricaciones Militares y Provincia del Neuquén, Plan Cordillerano Centro. 6 p. Inédito. Mendoza.
- SALFITY, J. A., 1985. Lineamientos transversales al rumbo andino en el noroeste Argentino. 4º Congreso Geológico Chileno, 2: 119-137. Antofagasta.
- SALFITY, J. y MONALDI, C., 2006. Hoja Geológica 2566-IV. Metán. Provincia de Salta. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 319. Buenos Aires.
- SANGSTER, D. F., 1998. Lead-zinc VMS and SEDEX deposits, geological characteristics and genetic concepts. Curso del 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica. 29 p. Inédito. Buenos Aires.
- SANGUINETTI, J. y RAMOS, V. A., 1993. El volcanismo de arco jurásico-cretácico. En Geología y Recursos Naturales de Mendoza (Ed. V. A. Ramos), 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio, I (10): 115-122, Mendoza.
- SASSO, A. M., 1997. Geological evolution and metallogenetic relationships of the Farallón Negro Volcanic Complex, NW Argentina. PhD Thesis. Queens University. 842 p. Inédito. Canadá.
- SASSO, A. M. y CLARK, A. H., 1998. The Farallón Negro Group, Northwestern Argentina: Magmatic, hydrothermal and tectonic evolution and implications for Cu-Au metallogeny in the Andean back-arc. Society of the Economic Geologists Newsletter, 34 (1): 8-18.
- SASSO, A. y CLARK, A., 1999. El Grupo Farallón Negro: evolución magmática, hidrotermal y tectónica e implicancias para la metalogenia de cobre-oro en el retroarco andino, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1437-1450. Buenos Aires.
- SATO, A. M., GONZÁLEZ, P. D. y LLAMBÍAS, E. J., 2003. Evolución del orógeno Famatiniano en la Sierra de San Luis: magmatismo de arco, deformación y metamorfismo de bajo a alto grado. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 58 (4): 487-504.
- SAWKINS, F. J., 1990. Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg. 2ª edición. 451 p.
- SCHALAMUK, I. B., de BARRIO, R. E., ECHEVESTE, H. J. y DEL BLANCO, M. A., 1998. Anomalías auríferas en estructuras de cuarzo y en pelitas ordovícicas del extremo austral de la Sierra de Calalaste, Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina. Actas 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica, 3: 100-105, Buenos Aires.
- SCHALAMUK, I. B., de BARRIO, R. E., ZUBIA, M. A., GENINI, A. y VALVANO, J., 2002. Mineralizaciones auro-argentíferas del Macizo del Deseado y su encuadre metalogénico. En: M. J. Haller (Ed.). Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Relatorio 15º Congreso Geológico Argentino. El Calafate.
- SCHREIBER, U. y SCHWAB, K., 1991. Geochemistry of Quaternary shoshonitic lavas related to the Calama-Olapato-El Toro Lineament, NW Argentina. Journal of South American Earth Sciences, 4, 73-85.
- SCHWAB, K., 1973. Die Stratigraphie in der Umgebung des Salar de Cauchari (NW Argentinien). Ein Beitrag zur erdgeschichtlichen Entwicklung der Puna. Geotektonische Forschungen, 43 (I, II): 1-168.
- SECRETARÍA DE MINERÍA, 1993. Directorio de oportunidades de Inversión Minera en la República Argentina. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos.
- SEGAL, S., 1999. Mina La Providencia, Jujuy. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1599-1601. Buenos Aires.
- SEGAL, S., 2005. Informe microscópico de minerales metalíferos de la Hoja Geológica 4169-18. SEGEMAR. Inédito. Buenos Aires.
- SEGEMAR, 1998. Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas de la República Argentina. Normativa para las Cartas Minero-metalogenéticas de la Re-

- pública Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, 92 p, Buenos Aires.
- SEGGIARO, R. 2009. Rasgos estructurales de los Andes del NOA: Su control en la localización de Recursos Minerales. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Contribuciones Técnicas-Recursos Minerales Nº 32. 37 páginas. SEGGIARO, R., BECCHIO, R. y RAMALLO, E., 2005. Hoja Geológica Susques. Provincias de Jujuy y Salta. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Inédito. Buenos Aires.
- SEGGIARO, R. E., HONGN, F. D., CASTILLO, A., PEREYRA, F., VILLEGAS, D. y MARTÍNEZ, L., 2006. Hoja Geológica 2769-II Paso San Francisco, Catamarca. Programa Nacional de Cartas Geológicas. SEGEMAR. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 294. 62 p. Buenos Aires.
- SEPÚLVEDA, E. G. y VIERA, R. L. M., 1980. Geología y área de alteración en el cerro Colorado y alrededores. Chubut Noroccidental. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 35 (2): 195-202.
- SEPÚLVEDA, E. G., BERMÚDEZ, A., BORDONARO, O. L., DELPINNO, D. y MALLIMACCI, H. S., 1997. Hoja Geológica 3569-IV. Embalse El Nihuil, provincia de Mendoza. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 268. Buenos Aires.
- SEPÚLVEDA, E., CARPIO, F., REGAIRAZ, M., ZÁRATE, M. y ZANETTINI, J. C. M., 2007. Hoja Geológica 3569-II, San Rafael, provincia de Mendoza. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 321. Segunda edición revisada, 59 p. Buenos Aires.
- SERVICIO NACIONAL MINERO GEOLÓGICO, 1973. Exploración Geológico- Minera de la provincia de La Rioja (Plan La Rioja). Ministerio de Economía. Subsecretaría de Minería. Buenos Aires. 85 p. Buenos Aires.
- SESANA, F., 1972. Plan Valcheta. Inédito. Buenos Aires.
- SGROSSO, P., 1936. Plomo. Informe sobre la mina de plomo «María», en el Territorio Nacional de Río Negro. Secretaría de Industria y Comercio, Dirección de Minas y Geología. Carpeta 34. Inédito. Buenos Aires.
- SGROSSO, P., 1944. Informe sobre la mina de cobre La Leona. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- SILLITOE, R. H., 1971. Informe de la prospección de cobre porfírico en la provincia de Salta. Plan NOA I-Naciones Unidas-Fabricaciones Militares.
- SILLITOE, R. H., 1973a. Tops and bottoms of porphyry copper deposits. *Economic Geology*. 78: 799-815.
- SILLITOE, R. H., 1973b. Geology of the Farallón Negro porphyry copper deposits. Plan NOA I1-Geológico-Minero-PNUD. 25 p. Inédito. Tucumán.
- SILLITOE, R. H., 1974. Tectonic segmentation of the Andes: implication for magmatism and metallogeny. *Nature*, 250: 542-545.
- SILLITOE, R. H., 1977. Permo-Carboniferous, Upper Cretaceous, and Miocene porphyry copper-type mineralization in the Argentinian Andes. *Economic Geology*, 72: 99- 109.
- SILLITOE, R. H., 1994. An assessment of exploration potential in the Famatina District, Argentina. Consulting report prepared for CRA exploration, November, 1994. Informe interno.
- SILLITOE, R. H., 1996. Further comments on the Famatina Gold Project, La Rioja Province, Argentina. Consulting report prepared for CRA exploration, April 1996. Informe interno.
- SILLITOE, R. H., 2003. Iron oxide-copper-gold deposits: An Andean view. *Mineralium Deposita*, 38: 787-812.
- SILLITOE, R. H. y HEDENQUIST, J. W., 2003. Linkages between volcanotectonic settings, ore fluid compositions and epithermal precious-metal deposits. In: Simmons, S. F. (ed.). *Understanding crustal fluids: roles and witnesses of processes deep within the earth. Giggenbach memorial volume. Society of Economic Geologists and Geochemical Society, Special Publication. Submitted.*
- SILVA NIETO, D., CABALERI, N., SALANI, F., GONZÁLEZ DÍAZ, E., COLUCCIA, A. y MÁRQUEZ, M., 2002. Hoja Geológica 4369-27 Cerro Cóndor, Provincia del Chubut. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Argentino. Boletín 328, 68 p. Buenos Aires.
- SIM, R. y DAVIS, B. 2011. Taca Taca Porphyry Copper-Gold-Molybdenum Project, Argentina. NI 43-101 Technical Report. Lumina Copper Corp. 107 páginas.
- SIM, R., DAVIS, B. y LARSON, 2013. Porphyry Copper-Gold-Molybdenum Project. Argentina. NI 43-101 Technical Report. Lumina Copper Corp.
- SIMON, W., MEISSL, E. y SUMAY, C., 2005. Pórfido cuprífero «El Salado»: geología, alteración y mineralización. Iglesia. San Juan. Argentina. 8º Congreso Argentino de Geología Económica, Actas I: 279-286. Buenos Aires.
- SIMS, J., STUART SMITH, P., LYONS, P. y SKIRROW, P., 1997. Informe geológico y metalogenético de las Sierras de San Luis y Comechingones, provincias de San Luis y Córdoba. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Anales 28: 1-148.
- SIMS, J., IRELAND, T., CAMACHO, A., LYONS, P., PIETERS, P., SKIRROW, R., STUART SMITH, P. y MIRÓ, R., 1998. U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar chronology from the southern Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the Paleozoic tectonic evolution of the western Gondwana margin. En Pankhurst, R. y Rapela, C. (eds.): *The Proto-Andean Margin of Gondwana. Geological Society of London, Special Publications*, 142: 259-281. Londres.
- SKIRROW, R. G. y SIMS, J. P., 1999. Genesis and setting of intrusion-hosted Ni-Cu mineralization at Las Águilas, San Luis Province, Argentina: Implications for Exploration of an Ordovician Arc. *Exploration Mining Geology*, 8 (1-2): 1-20.

- SKIRROW, R., CAMACHO, A., LYONS, P., PIETERS, P., SIMS, J., STUART-SMITH, P. y MIRÓ, R., 2000. Metallogeny of Southern Sierras Pampeanas, Argentina: geological, ^{40}Ar - ^{39}Ar dating and stable isotope evidence for Devonian Au, Ag-Pb-Zn and W ore formation. *Ore Geology Reviews*, 17: 39-81.
- SOTARELLO, G., BELVIDERE, I., MACHUCA, E. y CASTRO DE MACHUCA, B., 2007. Cerro Casposo. Sistema epitermal de baja sulfuración en el área de Villa Corral, Calingasta, San Juan, Argentina. Secretaría de Minería. Dirección de Minería. 11 p. Inédito. San Juan.
- SOTO, A. y DAVIDS, N. C., 1954. Informe geológico-minero del «Cerro del Diablo». Departamento Ñorquinco. Territorio Nacional del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares. 26 p. Inédito. Buenos Aires.
- SOTO, A., SALABERRY, C. A. y NÚÑEZ, E., 1968. Informe final. Zona «Río Neuquén-Areniscas cupríferas». Área de Reserva N° 43 A. Provincia de Neuquén. República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares. Plan Cordillerano. Inédito. Mendoza.
- SOTO, A., SALABERRY, C., CRESPO, M. O., PÉREZ, E. E., VELO, R. A. y ZANETTINI, J. C. M., 1969. Área de Reserva I Distrito minero de Andacollo-Cordillera del Viento, provincia del Neuquén. En: Neuquén, Informes Finales. Dirección General de Fabricaciones Militares y Provincia del Neuquén, Plan Cordillerano Centro. 12 p. Inédito. Mendoza.
- SRUOGA, P., URBINA, N. y MALVICINI, L., 1996. El volcanismo terciario y los depósitos hidrotermales (Au, Cu) asociados en La Carolina y Diente Verde, San Luis, Argentina. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º de Exploración de Hidrocarburos, Actas, 3: 89-100. Buenos Aires.
- SRUOGA, P., ETCHEVERRÍA, M., FOLGUERA, A. y SEPÚLVEDA, E., 1998. El magmatismo hipabisal mioceno en la Cordillera Principal de Mendoza, Argentina (34º-35º S). 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas I: 59-64, Buenos Aires.
- SRUOGA, P., ETCHEVERRÍA, M. P., FOLGUERA, A., REPOL, D. y ZANETTINI, J. C. M., 2005. Hoja Geológica 3569-I Volcán Maipo, provincia de Mendoza. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Boletín 290. 92 p. Buenos Aires.
- SRUOGA, P., RUBINSTEIN, N. A., ETCHEVERRÍA, M. P., CEGARRA, M., KAY, S. M., SINGER, B. y LEE, J., 2008. Estadio inicial del arco volcánico neogéno en la Cordillera Principal de Mendoza (35º S). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 63 (3): 454-469, Buenos Aires.
- STAPPENBECK, R., 1918. Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la República Argentina. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Boletín 19, serie B.
- STIPANICIC, P., 1965. El Jurásico de Vega de la Veranada (Neuquén). El Oxfordense y el diastrofismo Divesiano (Agassiz y Yaile) en la Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 20 (4): 403-478.
- STIPANICIC, P. y LINARES, E., 1975. Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina. I. Años 1960-1974. Asociación Geológica Argentina. Serie «B» (Didáctica y Complementaria), 3. 42 p. Buenos Aires.
- SUREDA, R. 2002. Metalogenia Andina Subvolcánica Neógena: Novedades de la exploración minera aurífera en sistemas porfíricos y depósitos epitermales del NOA. *Argentina Mining 2002*. 23 p. Mendoza.
- SUREDA, R., GALLISKI, M., ARGANARAZ, P. y DAROCA, J., 1986. Aspectos metalogenéticos del noroeste argentino (Provincias de Salta y Jujuy). *Revista Capricornio*, 1 (1), 39-95. Salta.
- TABACCHI, M. H., 1953a. Estudio Geológico-Minero de las vetas Upulungus y San Pedro y consideraciones generales sobre el distrito minero «La Mejicana», Dpto. Chilecito, Pvcia. de La Rioja. Dirección General de Fabricaciones Militares. 28 p., apéndice geoquímico y cubicación. Inédito. Buenos Aires.
- TABACCHI, M., 1953b. Estudio geológico-minero del yacimiento cuprífero Condorcanqui. Departamento Cushamen. Chubut. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- TENKE MINING CORPORATION, www.tenke.com/ News Releases, 2004.
- TEZÓN, R. V., 1957. Minería de Hoja 13c Fiambalá, Provincia de Catamarca. Dirección Nacional de Minería. Anales 5: (127).
- THEBAULT, J. Y., 1972. Gira efectuada en el noroeste argentino. Diablillos, Inca Viejo, Sa. de Calalaste, Pirquitas (del 12/10/72 al 2/11/72). Carpeta 774. Servicio Geológico Nacional. Secretaría de Industria y Minería. 25 p. Inédito. S. M. de Tucumán.
- THIEDE, D. S. y VASCONCELOS, P. M., 2010. Paraná flood basalts: rapid extrusion hypothesis confirmed by new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ results. *Geology*, 38, 747-750.
- TOWNLEY, B. K., 1996. Ore deposits, tectonics and metallogenesis of the continental Aysen region, Chile. Thesis, Queen's University. Kingston, Ontario, Canadá.
- TURNER, J. C. M., 1962. Estratigrafía de la región al naciente de la Laguna Blanca (Catamarca). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 17 (1-2): 11-46.
- TURNER, J. C., 1964. Descripción geológica de la Hoja Santa Victoria (provincias de Salta y Jujuy). Subsecretaría de Minería. Instituto Nacional de Geología y Minería. Boletín 104. 83 p. Buenos Aires.
- TURNER, J. C. M., 1976. Descripción geológica de la Hoja 36a Aluminé, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, Boletín 145. 79 p. Buenos Aires.
- TURNER, S., REGELOUS, M., KELLEY, S., HAWKSWORTH, C. y MANTOVANI, M., 1994. Magmatism and continental breakup in the South Atlantic: high precision ^{40}Ar - ^{39}Ar geochronology. *Earth Planetary Sciences, Letters*, 121, 333-348.

- TUTTOLOMONDO, F., 1969. Proyecto de exploración en el sector norte de la mina Chorrillos, Jujuy. Dirección Provincial de Minería. 22 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- TUTTOLOMONDO, F., 1970. Reconocimiento geológico-minero de las áreas Chocoite y Muyayoc. Informe interno. Dirección Provincial de Minería, Jujuy. 5 p. Inédito. San Salvador de Jujuy.
- ULRICH, T., GÜNTHER, D., y HEINRICH, C. A., 2002. The Evolution of a Porphyry Cu-Au Deposit, Based on LA-ICP-MS Analysis of Fluid Inclusions: Bajo de la Alumbrera, Argentina. *Economic Geology*, 97 (8): 1865-1888.
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL-FACULTAD REGIONAL MENDOZA, 2009. Dictamen Técnico. Informe de impacto ambiental-Proyecto Minero San Jorge. Uspallata-Departamento de Las Heras-Provincia de Mendoza. Expediente 371-M-2008-01583 Dirección de Minería. Ministerio de Economía (E/Informe cumplimiento Ley N° 24.585 y Decreto N° 820/06-Provincia de Mendoza-Título I-Art. 3 y Art. 4, Etapa IV (Planta de Tratamiento de más de 80.000 tn/año) y Etapa VI (Explotación). 118 p. Inédito. Mendoza.
- URBINA, N. E. y SRUOGA, P., 2009. La Faja Metalogenética de San Luis, Sierras Pampeanas: Mineralización y Geocronología en el Contexto Metalogenético Regional. *Revista de la Asociación Geológica* 64 (4): 635-645.
- USGS. Open File Report 2008-1155.
- VALANIA, J., 1966. Yacimiento cuprífero «La Leona» y su zona de influencia. Instituto Nacional de Geología y Minería. Carpeta 1052. Inédito. Buenos Aires.
- VALLÉS, J., 1974. Contribución a la metalogénesis de la Provincia de Río Negro. Instituto Tecnológico de Minería y Aguas Subterráneas de la ex Dirección de Minería e Hidrogeología de la Provincia de Río Negro. Biblioteca de la Dirección General de Minería e Hidrocarburos de la Provincia de Río Negro (Viedma), H00142. Inédito. Viedma.
- VALLÉS, J., 1978. Los yacimientos minerales ubicados al oeste de la mina Gonzalito, Dptos de San Antonio y Valcheta, Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 33 (4): 325-344.
- VALLÉS, J., 1980. Contribución a la Metalogénesis de la provincia de Río Negro. 6º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 179-200.
- VARELA, M. E., 1994. Silicate-melt and fluid inclusions in rhyolitic dykes, Los Manantiales mining district, Argentina. *European Journal of Mineralogy*, 6: 837-854. Stuttgart.
- VARELA, R., LÓPEZ DE LUCHI, M., CINGOLANI, C. y DALLA SALDA, L., 1996. Geocronología de gneises y granitoides de la Sierra de Umango, La Rioja. Implicancias tectónicas. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas 3: 519-527. Buenos Aires.
- VARELA, R., BASEI, M., SATO, A., GONZÁLEZ, P. D., SIGA Jr., O., CAMPOS NETO, M. y CINGOLANI, C., 2003. Grenvillian basement and Famatinian events of the Sierra de Umango (29° S): A review and new geochronological data. 4th South American Symposium on Isotopic Geology, Actas 1: 302-306. Salvador (Brasil). www.brasil.ird.fr/sympIsotope/ST2/ST2-46-Varela.pdf
- VARESE, F. y NAVARRO, H.B. 1949. Distrito Minero Capillitas. Informe geológico-minero. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- VIERA, R., 1976a. Reconocimiento geomínero de algunas anomalías de color, detectadas en el vuelo realizado en Febrero-Marzo de 1976, sobre la Cordillera de los Andes, entre los paralelos de 40º y 45º de Latitud Sur. Plan Patagonia-Comahue. 18 p., 2 mapas y 1 cuadro resumen. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- VIERA, R. L. M., 1976b. Informe Geológico-Minero de los Mosaicos 4766-III -C1,C2. Proyecto 19NA «La Juanita», Río Deseado, provincia de Santa Cruz. Servicio Minero Nacional. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- VIERA, R. L. M., 1978a. Informe Preliminar del Proyecto 04-HB. Esquel. Secretaría de Minería de la Nación. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- VIERA, R., 1978b. Informe Preliminar Geológico Minero. 4372 II C1-C2 D1 D2. Secretaría de Minería de la Nación. Plan Patagonia-Comahue. 12 p, 2 mapas, 1 tabla. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- VIERA, R., 1979. Informes Preliminares del Proyecto 04-HB. Esquel. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- VIERA, R., 1982. Informe geológico preliminar. Proyecto 04-HB Esquel. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- VIERA, R. y HALLER, M. J., 2001. Recursos Minerales. Hoja Geológica Trevelin. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 322. Inédito. Buenos Aires.
- VIERA, R. y HUGHES, G., 1999. El yacimiento polimetálico aurífero Huemules, Chubut. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 1369-1376, Buenos Aires.
- VIERA, R., HERRERO, J. C. y HUGHES, G., 1988. Geología, Reservas y Modelo Teórico de Estructuras mineralizadas del yacimiento de oro Huemules, Provincia del Chubut. 3º Congreso Nacional de Geología Económica, 2: 517-545. Olavaria.
- VILLAR, H. J., LEGARRETA, L., CRUZ, C., LAFFITE, G. A. y VERGANI, G., 2005. Los cinco sistemas petroleros coexistentes en el sector sudeste de la Cuenca Neuquina: Definición geoquímica y comparación a lo largo de una transecta de 150 km. 6º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. CD. Mar del Plata.
- VILLAR, L. M., 1972. La faja ultrabásica de la Sierra de Fiambalá y la prospección orientativa de níquel.

- Servicio Nacional Minero Geológico. Carpeta 736. Inédito. Buenos Aires.
- VILLAR, L. M., 1975. Las fajas y otras manifestaciones ultrabásicas de la República Argentina y su significado metalogenético. 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica. Actas, 3: 135-156. Buenos Aires.
- VILLAR, L. M., 1982. Geología de dos sectores de la faja ultrabásica de la Sierra de Fiambalá (Filo del Medio y Agua de los Piques). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 37 (2): 287-295.
- VILLAR, L. M., y COLEMAN, R. G., 1986. Reinterpretación geológica de la faja ultrabásica y el bloque de alto grado de metamorfismo, Sierra de Fiambalá, provincia de Catamarca. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 41 (3-4): 410-413.
- VILLAR, L. M. y SEGAL, S. J., 1988. Correlación geológica y metalogenética de las perforaciones realizadas en la asociación gábrico-sedimentaria de la Sierra de Fiambalá, provincia de Catamarca. 7º Congreso Latinoamericano de Geología, Anais, 6: 130-139. Belem, Pará, Brasil.
- VILLAR, L. M. y SEGAL, S. J., 1999. Mineralizaciones de cobreníquel-cobalto y cromo en la sierra de Fiambalá, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 451-456. Buenos Aires.
- VILLAR, L. M., GODEAS, M. C. y SEGAL, S. J., 1978. El basamento facies anfibolita-granolita y la faja ultrabásica de la Sierra de Fiambalá. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 521-536.
- VILLAR, L. M., GODEAS, M. C. y SEGAL, S. J., 1979. Geología y petrología de la faja ultramáfica de la Sierra de Fiambalá y su basamento asociado, inferida del estudio en detalle de los subsectores Filo del Medio y Agua de los Piques, del Área de Reserva Fiambalá- Zapata, provincia de Catamarca. Servicio Minero Nacional. Inédito. Buenos Aires.
- VILLAR, L. M., SEGAL DE SVETLIZA, S. y GODEAS, M., 1981. Sulfuros de Fe, Cu, Ni, Co, Zn y Pb en relación con la faja ultrabásica y la escama de alto metamorfismo de la sierra de Fiambalá, Catamarca. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 36: 143-147.
- VILLAR, L. M., DONNARI, E. I. y MEYER, H. O., 1982. Reconsideraciones geológicas del complejo ultrabásico de Novillo Muerto y su mineralización asociada, Cordillera Frontal de Mendoza, Argentina. 5º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 2: 173-183. Buenos Aires.
- VILLAR, L. M., SEGAL, S. y GODEAS, M., 1983. Mineralización y génesis de la faja ultrabásica y las metamorfitas de alto grado asociadas, sierra de Fiambalá, provincia de Catamarca, Argentina. 2º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas I: 143-159. San Juan.
- VILLAR, L. M., GODEAS, M. C. y SEGAL, S. J., 1986. Logs de las perforaciones 1, 2, 3 y 4 de la Sierra de Fiambalá. Dirección Nacional de Minería y Geología. 343 p. Inédito. Buenos Aires.
- VILLAR, L. M., DONNARI, E. I., SEGAL, S. J. y PAGE, N. J., 1991a. Platinoideos en la faja máfica-ultramáfica de Cordillera Frontal de Mendoza y el gabro de Fiambalá. Iº Jornadas de Mineralogía. Petrografía y Metalogénesis de rocas ultramáficas, 475-489.
- VILLAR, L. M., SEGAL, S. J. y PAGE, N. J., 1991b. Presencia de platinoideos en el gabro de Fiambalá, provincia de Catamarca. 4º Congreso Geológico Chileno, Actas: 588-592.
- VILLAR, L. M., SEGAL, S. J. y PAGE, N. J., 1993. Platinum Group Elements in the Gabbro of Fiambalá, province of Catamarca, Argentina. 1º Brazilian PGE Meeting, 60-62.
- VILLAR, L. M., SEGAL, S. J. y PAGE, N. J., 1996. Los platinoideos del plutón gabroide de Fiambalá, provincia de Catamarca, Argentina. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 189-200. Buenos Aires.
- VIRAMONTE, J., GALLISKI, M. A., ARANA SAAVEDRA, V., APARICIO, A., GARCÍA CACHO, L. y ESCORZA, O., 1984. El finivulcanismo básico de la depresión de Arizaro, provincia de Salta. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas, 3: 234-251. San Carlos de Bariloche.
- VIRUEL, M. E., 1973. Geología de la región comprendida entre los ríos Visvis y Jaci Yaco. Plan NOA I Geológico Minero. Seminario. Universidad Nacional de Tucumán. 87 p. Inédito. Tucumán.
- VITEAU, P., 1910. Informe sobre el estado de la minería en los distritos mineros Famatina y Guandacol. Anales del Ministerio de Agricultura. Sección Geología, Mineralogía y Minería. V (1): 41-57. Buenos Aires.
- VIVALLO, W. P., ZANETTINI, J. C. M., GARDEWEG, M. C., MÁRQUEZ, M. J., TASSARA, A. H. y GONZÁLEZ, R. A., 1999. Mapa de recursos minerales del área fronteriza argentino-chilena entre los 34º y 36º S. Servicio Nacional de Geología y Minería. Publicación Geológica Multinacional, N° 1, 62 p, 1 mapa escala 1:1.000.000 en dos hojas. Santiago de Chile.
- VUJOVICH, G. I. y RAMOS, V. A., 1998. Mapa Geotectónico de la República Argentina, escala 1:2.500.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.
- VUJOVICH, G., CHERNICOFF, C. J., GODEAS, M., MARÍN, G., PEZZUTTI, N. y SEPÚLVEDA, E., 1998. Hoja Geológica 3166-III, Chepes, provincias de San Juan y La Rioja. Subsecretaría de Minería de la Nación. SEGEMAR. 54 p. Buenos Aires.
- WALSER, G. y OSCAR, R. M., 1986. Evaluación Minera Famatina, Provincia de La Rioja. Sverigiges Geologiska AB report. Informe final.
- WETTEN, F., 1959. Estudio Geológico Minero de los yacimientos auríferos de la zona de Los Caballos, San

- Juan. Dirección Nacional de Minería. Facultad de Ingeniería. Instituto de Investigaciones Mineras. Universidad Nacional de Cuyo. Inédito. San Juan.
- WHITE, N. C., 1991. High sulfidation epithermal gold deposits: characteristics and a model for their origin. Geological Survey of Japan, Report 277: 9-20.
- WILLIAMS, W. C. y MADRID, J., 1999. El pórfiro cuprífero San Jorge, Mendoza. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 451-456. Buenos Aires.
- WILLNER, A. P., LOTTNER, U. S. y MILLER, H., 1987. Early Paleozoic Structural development in the NW Argentine Basement of the Andes and its implications for geodynamic reconstructions. En: McKenzie, G. D. (Ed.): Gondwana six; Structure, tectonics and geophysics. American Geophysical Union, Geophysical Monograph Series 40: 229-239.
- WILLNER, A. P., MASSONNE, H. J., GERDES, A., HERVÉ, F., SUDO, M. y THOMSON, S., 2009. The contrasting evolution of collisional and coastal accretionary systems between the latitudes 30°S and 35°S: evidence for the existence of a Chilenia microplate. 12º Congreso Geológico Chileno. 4 p. Santiago.
- XTRATA, 2012. Mineral Resources and Ore Reserves. 51 p. Inédito.
- YAMANA RESOURCES Inc., 1996. Fin del Mundo Project, Tierra del Fuego, Argentina. Inédito. Canadá.
- YAMANA RESOURCES Inc., 1997. Fin del Mundo Project, Tierra del Fuego, Argentina. Inédito. Canadá.
- YAMANA RESOURCES Inc., 1998. Proyecto Fin del Mundo, Tierra del Fuego. Argentina. Informe privado. 4 p. Inédito. Canadá.
- ZAFFARANA, C. B., LEAL, P. R. y BRODTKORB, M. K. de, 2006. Estudio geológico y petrográfico de los yacimientos Virorco (Cu) y El Fierro (Fe), San Luis. 8º Congreso de Mineralogía y Metalogenia. Actas: 325-332. Buenos Aires.
- ZAHONI, S., 1999. La Paquita Gold Project. Chubut Province. Argentina. Informe privado.
- ZANDONAI, G., CARMICHAEL, R. y CHARCHAFLÍ, D., Updated mineral resource estimate for the Josemaría Property, San Juan Province, Argentina. NGEX Resources Inc. 80 p. Inédito. San Juan.
- ZANETTINI, J. C. M., 1979a. Geología de la comarca de Campana Mahuida, provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 34 (1): 61-68, Buenos Aires.
- ZANETTINI, J. C. M., 1979b. Geología del pórfiro cuprífero Campana Mahuida, provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 34 (3): 224-234, Buenos Aires.
- ZANETTINI, J. C. M., 1984. Prospección Mendoza Sur, en Informe Final Proyectos Santa Clara y Mendoza Sur. Convenio Dirección General de Fabricaciones Militares-Provincia de Mendoza. Dirección General de Fabricaciones Militares (CEGM). 100 p. Inédito. Mendoza.
- ZANETTINI, J. C. M., 1998. Recursos Minerales, en Narciso, V.: Hoja Geológica 3769-I Barrancas, provincias de Mendoza y Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Boletín 253, 57 p. Buenos Aires.
- ZANETTINI, J. C. M., 2000. Recursos Minerales, en Nullo, F. E., Stephens, G., Combina, L., Dimieri, L., Baldauf, P. y Bouza, P. Hoja Geológica 3569-III y 3572-IV Malar-güe, provincia de Mendoza. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Boletín 346, 85 p. Buenos Aires.
- ZANETTINI, J. C. y CAROTTI, M. A., 1993. Yacimientos metalíferos y metalogénesis. En: Geología y Recursos Naturales de Mendoza. (Ed. V. A. Ramos). 12º Congreso Geológico Argentino, Relatorio. Parte IV. Yacimientos metalíferos y metalogénesis, 485-504. Mendoza.
- ZANETTINI, J. C. M. y CENTENO, R., 1999. Cobre volcanogénico de la Formación Tordillo, Mendoza. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1023-1028. Buenos Aires.
- ZANETTINI, J. C. M., LEANZA, H. A. y GIUSIANO, A., 2004. Hoja Geológica 3792-II Paso de Pino Hachado, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, en preparación, Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. O., 1989. Geología y metalogénesis de la región comprendida entre las localidades de Santa Ana y Cobres, provincias de Jujuy y Salta. República Argentina. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Inédito. Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. O., 1999a. Evolución geotectónica y metalogénesis de Argentina. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 51-73, Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. O., 1999b. 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., 1999c. Vetas de cobre de los distritos Capillas y Las Cuevas. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 369-370, Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. O. y BLASCO, G., 1998. Hoja Geológica 2569-II Socompa, provincia de Salta. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 160. Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. O. y SEGAL S., 1998. El depósito polimetálico La Colorada (Salta, Argentina): un cuerpo de sulfuros masivos de filiación Sedex. 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 3: 200-206. Buenos Aires.

- ZAPPETTINI, E. O. y SEGAL, S., 1999. Depósitos aluvionales auríferos de la Puna, Jujuy. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1841-1844. Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. O., LURGO, C. y GARAVILLA, R., 1991. Hallazgo de un sulfuro masivo en el Paleozoico del Noroeste de la República Argentina. El yacimiento polimetálico La Colorada, Cobres, provincia de Salta. Revista de la Asociación Argentina de Geólogos Economistas, 8 (8): 37-41. Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. O., GODEAS, M. y SEGAL, S., 1999a. Mapa Metalogenético de la República Argentina, escala 1:2.500.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. O., BRODTKORB, M. K. DE y PEZZUTTI, N., 1999b. El yacimiento polimetálico Santa Elena, San Juan. En: Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O. Zappettini). Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 721-724, Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. O., CHERNICOFF, C. J., SANTOS, J. O. S. y MC NAUGHTON, N. J., 2010. Los esquistos neoproterozoicos de Santa Helena, Provincia de La Pampa, Argentina: edades U-Pb SHRIMP, composición isotópica de hafnio e implicancias geodinámicas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 66 (1-2): 21-37.
- ZAPPETTINI, E.O., CROSTA, S., RUBINSTEIN, N. y SEGAL, S.J., 2014. Metalogénesis de mineralizaciones asociadas al rifting triásico-jurásico en Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Contribuciones Técnicas, Recursos Minerales N° XX. Buenos Aires
- ZIMMERMANN, U. y BAHLBURG, H., 2003. Provenance analysis and tectonic setting of Ordovician volcanic sedimentary successions in NW Argentina. Sedimentology, 50: 1079-1114.
- ZIMMERMANN, U., KAY, S. y BAHLBURG, H., 1999. Petrography and geochemistry of southern Puna (NW Argentina). Pre-Late Ordovician gabbroic to ultramafic units, intermediate plutonites and their host units: a guide to evolution of the western margin of Gondwana. 14º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 143-146. Buenos Aires.
- ZOLEZZI, R., 1971. Descripción del Mosaico 38D del Mapa Geológico- Económico de la provincia de La Rioja. Plan La Rioja. 20 p. Inédito. La Rioja.
- ZOLEZZI, R. E. y GUERRERO, M. A., 1981. Geología del Cerro Cacho y adyacencias, departamento General Lamadrid, provincia de La Rioja. Acta Geológica Lilloana, 15: 3.
- ZUBIA, M. A., 1986. Evaluación preliminar Proyecto Lago Nansen, Provincia de Santa Cruz. Servicio Minero Nacional. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- ZUBIA, M. y GENINI, A., 2003. Yacimientos auroargentíferos epitermales del macizo del Deseado. Servicio Geológico Minero Argentino, Serie Contribuciones Técnicas, Recursos Minerales, 13/D, 93p. 53 láminas. Buenos Aires.
- ZUBIA, M. y GIACOSA, R., 1987. Proyecto de Exploración preliminar. Veta Linque, Río Oro. Provincia de Santa Cruz. Secretaría de Estado de Minería. Plan Patagonia-Comahue. Inédito. Comodoro Rivadavia.
- ZUBIA, M., GODEAS, M. y AMETRANO, S. 1989. Área Mina Beatriz, Territorio Nacional de Tierra del Fuego, República Argentina: una manifestación de metales de base estratoligada y singenética. Contribuciones de los Simposios sobre el Cretácico de América Latina. Parte C: Depósitos Minerales del Cretácico de América Latina; Contribuciones sobre yacimientos minerales: C15-C44. Ed. M. K. de Brodtkorb e I. Schalamuk, INGEA, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Proyecto 242. Cretácico de América Latina. IGCP. Buenos Aires.
- ZUBIA, M., GIACOSA, R., GODEAS, M., SEGAL, S. y KORZENIEWSKI, L. I., 2008. Modelo de mineralización en «El Pingüino» (Depósito Cerro León), región del Deseado, Santa Cruz. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas. Recursos Minerales, 31: 29-42. Buenos Aires.
- ZULLIGER, G. A., 2005. Rincones de Araya: Miocene Porphyry Copper System in the High Andes of San Juan Province, Argentina. 16º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 295- 302. La Plata.

Direcciones url:

www.minandes.com; www.mcewenmining.com
www.xstratacopper.com
www.coromining.com
www.cardero.com
www.cricyt.edu.ar/libro_ianigla
www.goldenarrowresources.com
www.tenke.com
www.marketwire.com
www.peregrinemetals.com
www.antaes.com
www.allbusiness.com
www.imaexploration.com
www.sedar.com
www.brasil.ird.fr/symplosotope/ST2/ST»-46-Varela.pdf
www.luminacopper.com
www.marifilmines.com
www.miningpress.com
www.stillwatermining.com
www.kestrelgold.com
www.mansfieldminerals.com
www.yamana.com
www.goldrockmines.com