

Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:250.000

Carta Minero Metalogenética 2366-II **La Quiaca**



Veta Mataderos, distrito Pumahuasi, provincia de Jujuy.

Provincias de Salta y Jujuy

Nicolás E. Larcher, Lidia I. Korzeniewski, Rolando Cabrera, Andrea V. Turel, Diego Azcurra,
Dolores Alvarez, Javier I. Peroni, Ana C. González y Noelia Iannizzotto



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

Carta Minero-Metalogenética 2366-II

La Quiaca
Provincias de Salta y Jujuy

Nicolás E. Larcher¹, Lidia I. Korzeniewski², Rolando Cabrera¹, Andrea V. Turel², Diego Azcurra², Dolores Alvarez², Javier I. Peroni², Ana C. González² y Noelia Iannizzotto²

1 - Servicio Geológico Minero Argentino – Centro Jujuy

2 - IGRM Instituto de Geología y Recursos Minerales

Validación: Pablo E. Johanis
Corrección editorial: Lidia Inés Korzeniewski
Edición Gráfica: Marcos Vila Nina

Normas, dirección y supervisión del Instituto de Geología y Recursos Minerales

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

Boletín N° 456
Buenos Aires - 2025

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Dr. Julio M. Bruna Novillo

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Martín R. Gozalvez

DIRECCIÓN DE RECURSOS GEOLÓGICO MINEROS

Director: Lic. Pablo E. Johanis

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Esta publicación debe citarse como:

Larcher, N.E., Korzeniewski, L.I., Cabrera, R., Turel, A.V., Azcurra, D., Alvarez, D., Peroni, J., González, A. C., Iannizzotto, N. 2025. Carta Minero Metalogenética 2366-II, La Quiaca. Provincias de Salta y Jujuy. Escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 456, 71 pp. Buenos Aires.

ISSN 0328-2333

ES PROPIEDAD DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES - SEGEMAR
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia) 1650 - San Martín - Buenos Aires - República Argentina

Edificios 14 y 25 | (11) 5670-0100

www.segemar.gov.ar

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. SÍNTESIS GEOLÓGICA E INTERPRETACIÓN GEOTECTÓNICA	3
3. METALOGÉNESIS	9
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS	9
3.1.1. COBRE	11
3.1.1.1. Olga	11
3.1.1.2. Distrito Purísima-Rumicruz	13
3.1.1.3. Esperanza (Ex – Chacabuco)	17
3.1.1.4. Otras manifestaciones	18
3.1.2. HIERRO	18
3.1.2.1. Distrito Baritú	18
3.1.2.2. El Cebilar	19
3.1.2.2. 6 de noviembre	20
3.1.3. MANGANESO	20
3.1.3.1. Distrito Tafna	20
3.1.3.2. Otras manifestaciones	21
3.1.4. NÍQUEL	21
3.1.4.1. La Niquelina	21
3.1.5. ORO	22
3.1.5.1. Distrito Santa Victoria	22
3.1.6. PLOMO-ZINC (COBRE - PLATA)	24
3.1.6.1. Distrito Pumahuasi	24
3.1.6.2. La Ciénaga	31
3.1.6.3. Distrito Poscaya	32
3.1.6.4. La Candelaria	34
3.1.6.5. La Gateada	34
3.1.6.6. Otras manifestaciones	36
3.2. FAJAS METALOGENÉTICAS Y DOMINIOS METÁLICOS	37
3.2.1. FAJA DEL VOLCANISMO BIMODAL SINSEDIMENTARIO ORDOVÍCICO (PRE ANT Om)	37
3.2.2. FAJA DE DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS MARINOS SILÚRICOS (POS-PAM-S)	39
3.2.3. FAJA DEL MAGMATISMO DE <i>RIFT</i> PÉRMICO-JURÁSICO (POS-R-PJ)	39
3.2.4. FAJA DEL MAGMATISMO DE <i>RIFT</i> JURÁSICO-CRETÁCICO (POS-R-JK)	41
3.2.4.1. Subfaja de tierras raras y torio asociadas a carbonatitas	42
3.2.4.2. Subfaja de manganeso en sedimentitas de <i>synrift</i>	42
3.2.4.3. Subfaja de vetas simples de Pb-Zn (Cu-Ag) y <i>Five Elements Deposits</i>	43
3.2.5. FAJA DEL ARCO MAGMÁTICO NEÓGENO (POS - am - TN)	44
3.2.6. FAJA DE DEPÓSITOS ALUVIALES CON PLACERES (POS-PAM-Q)	44
3.3. METALOTECTOS	45
3.3.1. METALOTECTOS ESTRUCTURALES	45
3.3.1.1. Fracturas extensionales en rocas del basamento	45
3.3.1.2. Fallas Normales asociadas a procesos de <i>rifting</i>	46
3.3.1.3. Zonas de cizalla	46
3.3.1.4. Fallas inversas	46
3.3.2. METALOTECTOS LITOLÓGICOS	46
3.3.3. METALOTECTOS PALEOGEOGRÁFICOS	46
3.4. ANOMALÍAS	46
3.4.1. ANOMALÍAS GEOFÍSICAS	46
3.4.1.1. Magnetometría	46
3.4.1.2. Espectrometría de rayos gamma	47
3.4.2. ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS	49
3.4.2.1. Factores de mineralización	49
3.4.2.2. Índices de mineralización	50
3.4.2.3. Resumen de anomalías geoquímicas	52

3.4.3. sensores remotos.....	52
3.5. historia metalogenética.....	53
4. conclusiones	55
5. fichas mina	57
trabajos citados en el texto	63

RESUMEN

El área de la Carta Minero Metalogenética 2366-II, La Quiaca alberga 154 depósitos metalíferos conocidos hasta el momento. La mayoría de estos yacimientos son vetiformes y fueron designados como vetas y brechas de asignación genética diversa y, epitermales polimetálicos complejos. En menor medida se registran depósitos de placeres auríferos, formaciones ferríferas, epitermales de manganeso y sombreros de hierro. Las principales zonas mineralizadas corresponden a los distritos Pumahuasi (vetas polimetálicas simples), Purísima-Rumicruz (vetas polimetálicas ricas en As-Ni-Co), Baritú (formación ferrífera), Tafna (epitermales de Mn) y Santa Victoria (Placeres de Au). Estos distritos, junto a otros yacimientos de importancia como La Niquelina y Esperanza (vetas polimetálicas ricas en As-Ni-Co); Poscaya, La Ciénaga, Parmense-Viscachani, Jaime Alberto, La Candelaria, Mono Abra y Santa Rosa (vetas polimetálicas simples); La Gateada, Hornillos y Yangaso (epitermales polimetálicos complejos), tuvieron su auge durante el siglo pasado, habiéndose prácticamente paralizado los trabajos en la actualidad.

La Carta se extiende sobre parte de la Puna, la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas de las provincias de Jujuy y Salta. Las rocas más antiguas aflorantes corresponden a leptometamorfitas proterozoicas superiores a cámbricas, intruidas por granitoides cámbricos, que constituyen el basamento de la Cordillera Oriental. En la Puna el basamento está conformado por sedimentitas marinas y volcanitas ordovícicas, mientras que en las Sierras Subandinas las rocas de mayor edad corresponden a depósitos de plataforma ordovícicos. La Cordillera Oriental contiene depósitos de plataforma cámbricos y ordovícicos y, en su porción oriental, depósitos glaciáricos silúricos. Desde el Paleozoico Superior hasta el Jurásico solo hubo sedimentación en las Sierras Subandinas, aunque se encontraron evidencias de magmatismo del *rift* Pérmico-Jurásico en Cordillera Oriental. Durante el Cretácico toda la región se vio afectada por procesos de *rifting*, generando depósitos de *sinrift* y *sag* y, en la Cordillera Oriental, la intrusión de plutones alcalinos. El volcanismo de retroarco cenozoico solo afectó a la porción puneña de la Carta, mientras que en el resto del área se depositaron sucesiones continentales granocrecientes, correspondientes a cuencas de antepaís y depósitos intermontanos. La estructura está caracterizada por grandes corrimientos, de rumbo submeridiano, responsables de la elevación del cordón de Cochino Escaya, la Sierra de Santa Victoria y las Sierras Subandinas. Algunos de estos corrimientos son fallas reactivadas e invertidas sobre los planos de las fallas normales del *rift* cretácico.

Se identificaron seis fajas metalogenéticas:

- 1) Faja del volcanismo bimodal sinsedimentario ordovícico, con potencial para albergar depósitos tipo SEDEX y VMS.
- 2) Faja de depósitos sedimentarios marinos silúricos, que contiene yacimientos de mantos ferríferos intercalados en sedimentitas marinas.
- 3) Faja del magmatismo de *rift* Pérmico-Jurásico, a la que se asocian vetas y brechas polimetálicas simples, epitermales complejos y vetas polimetálicas ricas en As-Ni-Co.
- 4) Faja del magmatismo de *rift* Jurásico-Cretácico, con depósitos de las mismas tipologías de la faja anterior, más epitermales de manganeso y potencialmente yacimientos de tierras raras y torio asociadas a carbonatitas.
- 5) Faja del arco magmático neógeno, que incluye depósitos epitermales de manganeso, existiendo la posibilidad de que albergue yacimientos epitermales de alta y baja sulfuración, polimetálicos complejos y polimetálicos ricos en estaño.
- 6) Faja de depósitos aluviales con placeres, que contiene a los placeres auríferos del distrito Santa Victoria.

Las mineralizaciones más importantes conocidas, se asocian a las fajas 2 y 3. Los datos geofísicos, geoquímicos y de alteraciones, aunque no cubren la totalidad del área de la Carta, permitieron definir áreas de interés prospectivo.

Palabras clave: plomo, níquel, hierro, Puna, Cordillera Oriental, Ordovícico, Salta, Jujuy.

ABSTRACT

The area of the Metallogenic Map 2366 – II La Quiaca hosts 154 known metallic deposits to date. Most of these deposits are vein-type and have been classified as veins and breccias with diverse genetic assignment and complex polymetallic epithermal deposits. In lesser amounts, there are records of gold placer deposits, iron formations, manganese epithermal deposits, and iron caps. The main mineralized zones correspond to the districts of Pumahuasi (simple polymetallic veins), Purísima-Rumicruz (polymetallic veins rich in As-Ni-Co), Baritú (iron formation), Tafna (epithermal manganese), and Santa Victoria (gold placers). These districts, along with other significant deposits like La Niquelina and Esperanza (polymetallic veins rich in As-Ni-Co); Poscaya, La Ciénaga, Parmense-Viscachani, Jaime Alberto, La Candelaria, Mono Abra, and Santa Rosa (simple polymetallic veins); La Gateada, Hornillos, and Yangaso (complex polymetallic epithermal deposits), experienced their peak during the last century, with work currently almost halted. The map covers part of the Puna, the Eastern Cordillera, and the Sub-Andean Sierras in the provinces of Jujuy and Salta. The oldest exposed rocks are upper Proterozoic to Cambrian leptometamorphic rocks, intruded by Cambrian granitoids, which constitute the basement of the Eastern Cordillera. In the Puna, the basement consists of Ordovician marine sediments and volcanic rocks, while in the Sub-Andean Sierras, the oldest rocks are Ordovician platform deposits. The Eastern Cordillera contains Cambrian and Ordovician platform deposits and, in its eastern portion, Silurian glacial-marine deposits. From the Upper Paleozoic to the Jurassic, sedimentation only occurred in the Sub-Andean Sierras, although evidence of Permian-Jurassic rift magmatism has been found in the Eastern Cordillera. During the Cretaceous, the entire region was affected by rifting processes, generating synrift and sag deposits and, in the Eastern Cordillera, the intrusion of alkaline plutons. Cenozoic back-arc volcanism only affected the Puna portion of the map area, while the rest of the area saw the deposition of grain-growing continental sequences corresponding to foreland basins and intermontane deposits. The structure is characterized by major thrusts, with a submeridional strike, responsible for the uplift of the Cochínoca-Escaya range, the Sierra de Santa Victoria, and the Sub-Andean Sierras. Some of these thrusts are reactivated and inverted faults along the planes of normal faults from the Cretaceous rift.

Six metallogenic belts have been identified:

- 1) Belt of Ordovician synsedimentary bimodal volcanism, with potential to host SEDEX- and VMS-type deposits.
- 2) Belt of Silurian marine sedimentary deposits, containing iron deposits intercalated in marine sediments.
- 3) Belt of Permian-Jurassic rift magmatism, associated with simple polymetallic veins and breccias, complex epithermal deposits, and polymetallic veins rich in As-Ni-Co.
- 4) Belt of Jurassic-Cretaceous rift magmatism, with deposits of the same typologies as the previous belt, plus manganese epithermal deposits and potentially rare earth and thorium deposits associated with carbonatites.
- 5) Belt of Neogene magmatic arc, which includes manganese epithermal deposits, with the possibility of hosting high- and low-sulfidation epithermal deposits, complex polymetallic and tin-rich polymetallic deposits.
- 6) Belt of alluvial deposits with placers, which contains the gold placers of the Santa Victoria district.

The most significant known mineralizations are associated with belts 2 and 3. Geophysical, geochemical, and alteration data, although not covering the entire map area, allowed the definition of areas of prospective interest.

Keywords: lead, nickel, iron, Puna, Eastern Cordillera, Ordovician, Salta, Jujuy.

1. INTRODUCCIÓN

La Carta Minero-Metalogenética 2366-II, La Quiaca, cubre las porciones noreste de la provincia de Jujuy y noroeste de la provincia de Salta entre los meridianos 64°30' y 66°00' de longitud Oeste y entre el paralelo 23°00' y el límite internacional con el Estado Plurinacional de Bolivia hacia el norte. Sus terrenos occidentales forman parte de la provincia geológica Puna, el centro del área de estudio es atravesado por la Cordillera Oriental y hacia el este se ubican las Sierras Subandinas.

El área está atravesada por dos serranías principales: la sierra de Santa Victoria-Iruya en la porción central y oriental, y el Cordón de Cochino-Escaya en el oeste. Ambas serranías tienen un recorrido submeridional. Otro rasgo fisiográfico de importancia es la laguna de Pozuelos, una depresión que ocupa buena parte del límite occidental de la Carta. Las rocas aflorantes en las sierras son mayormente sedimentitas marinas neoproterozoicas y paleozoicas. En menor medida se observan intercalaciones de volcánicas submarinas ordovícicas (Cordón de Escaya) y depósitos mesozoicos de *sinrift* y *sag basin* con algunos intrusivos asociados. En el borde occidental del área de estudio, rodeando la laguna de Pozuelos, se observan depósitos terciarios y continentales constituidos por secuencias volcánicas, mientras que en su contraparte oriental predominan los depósitos fluviales y aluviales, también terciarios, sinorogénicos.

En el área fueron explotados una gran cantidad de yacimientos vetiformes en laboreos mineros subterráneos de pequeña escala, principalmente a principios y mediados del siglo XX. A pesar de esto los estudios metalogenéticos son escasos, la mayoría de la información geológica que se dispone de los yacimientos proviene de informes inéditos de las Direcciones de Minería de las provincias de Jujuy y Salta, de la Dirección General de Fabricaciones Militares, de la Dirección de Minería de la Nación y también de consultores privados e informes internos de las empresas que exploraron o explotaron los yacimientos. Estos informes son principalmente descriptivos, enfocados al contenido de mineral y al potencial minero del yacimiento. Estudios metalogenéticos fueron realizados por López (2011) en el área de Purisma-Rumicruz, Sangster y Sangster (2001) en el distrito Pumahuasi y Argañaraz *et al.* (2006) en los placeres auríferos del distrito Santa Victoria. Coira (1983), Sureda *et al.* (1986), Alonso y Viramonte (1987), Sureda y Galliski (1989),

realizaron destacados trabajos a nivel regional en diferentes sectores de la Carta.

La presente Carta brinda una información completa y actualizada sobre los episodios metalogenéticos que tuvieron lugar en el área de cobertura junto con la historia y descripción de los principales yacimientos minerales, sentando las bases para la evaluación del potencial minero de la región. Para su elaboración se recurrió a la integración de datos geológicos, geoquímicos, estructurales, mineralógicos e isotópicos que permitieron establecer la historia metalogenética de la región y representar y explicar la presencia de los distintos tipos de yacimientos conocidos en el área.

Los modelos genéticos asignados a las mineralizaciones comprendidas en el área de la Carta fueron clasificados de acuerdo con la Normativa para la confección de Cartas Minero-Metalogenéticas de la República Argentina (SEGEMAR 1998). La base geológica del mapa aquí presentado corresponde al de la Hoja Geológica 2366-II/ 2166-I, La Quiaca (Rubiolo *et al.* 2003).

2. SÍNTESIS GEOLÓGICA E INTERPRETACIÓN GEOTECTÓNICA

Al abarcar la Carta los territorios de tres provincias geológicas se observan diferencias en el registro estratigráfico de cada una de ellas. Sin embargo, la evolución geotectónica de la región puede ser estudiada en conjunto, ya que existieron eventos comunes a las tres provincias geológicas y, cuando se produjeron sucesos propios de la conformación de una de ellas, estos tuvieron su contraparte, diferenciada litológicamente pero equivalente temporalmente, en los dos restantes.

Las rocas más antiguas aflorantes en la región se encuentran dentro de la provincia Cordillera Oriental, a lo largo de la Sierra de Santa Victoria y su prolongación austral. Corresponden a la Formación Puncoviscana (Turner 1960, 1972; Turner y Mon 1979), representada por una espesa secuencia turbidítica (>2000 metros) de edad ediacariana tardía-cámbrica temprana. Está integrada por pizarras, filitas, meta-grauvacas y cuarcitas de colores verdosos y violáceos. El grado de metamorfismo es bajo y corresponde a la facies de esquistos verdes. Los depósitos de la Formación Puncoviscana forman la unidad tectonoestratigráfica de Depósitos de plataforma y talud Neoproterozoico-Cámbrico inferior (PEN-Ci-dPFT).

La Formación Puncoviscana fue interpretada por Escayola *et al.* (2011) como un depósito de antearco ubicado entre el arco magmático pampeano al Este y el bloque Arequipa- Antofalla al Oeste. Una toba datada en la localidad tipo de la Formación Puncoviscana (dentro de los límites de esta Carta) arrojó una edad U-Pb de 537 ± 0.9 Ma, mientras que el plutón de la Formación Cañaní (Turner 1960, 1964a), que intruye a la Formación Puncoviscana en el noreste de la Sierra de Santa Victoria, fue datado en 523.7 ± 0.8 Ma. El plutón, compuesto por tonalitas, granitos, granodioritas y dioritas, se habría alojado con posterioridad al plegamiento de la Formación Puncoviscana, ya que no se muestra afectado por el mismo (Escayola *et al.* 2011). El evento responsable del primer plegamiento de la Formación Puncoviscana, conocido como fase Tilcárica, se habría originado por la colisión del bloque Arequipa-Antofalla con el arco Pampeano al cerrarse la cuenca de Puncoviscana. En el mismo trabajo se interpreta que este cierre se habría producido primeramente en el noreste de la cuenca, dentro del área de esta Carta. En el extremo suroeste (Valles Calchaquíes, Salta) la cuenca habría permanecido activa hasta por lo menos el Cámbrico medio: 522 ± 4 Ma y 514 ± 8 Ma (Adams *et al.* 2008, 2010).

Si bien las rocas de la Formación Puncoviscana no afloran en la porción puneña de esta Carta, se interpreta que subyace a las rocas ordovícicas del cordón de Cochino-Escaya (Rubiolo *et al.* 2003). En las Sierras Subandinas, por otro lado, la deformación tectónica no produjo la elevación y afloramiento del basamento.

Además de la Formación Cañaní, que cubre un área de aproximadamente 40 km por 5 km, existe otro cuerpo plutónico de menores dimensiones (6 km²) denominado Formación Tipayoc que está compuesto por granodioritas y monzogranitos y su edad es similar a la de la Formación Cañaní (Omarini *et al.* 1996). Intruye a la Formación Puncoviscana en la Sierra de Santa Victoria, al este de Iruya. Ambos granitos se incluyen dentro de la unidad Granitoides del Cámbrico inferior ($\text{Ci} - \text{p} - \gamma$).

Tras la fase Tilcárica se produjo la erosión parcial de las formaciones Puncoviscana y Cañaní y el colapso gravitacional del orógeno que las había elevado (Hongn *et al.* 2010). Esto dio lugar a la formación de una cuenca marina poco profunda en la que se depositaron las secuencias del Grupo Mesón (Turner 1960, 1964a). Las rocas de este Grupo son mayormente cuarcitas y areniscas cuarzosas, observándose algunos conglomerados en su base

(Formación Lizoite) e intercalaciones pelíticas en su parte media (Formación Campanario). El ambiente de depositación es el de una plataforma somera dominada por mareas (Sánchez y Salfity 1999). La ausencia de fósiles guías y de niveles volcánicos impide una datación precisa del Grupo. Se lo ubica temporalmente entre el Cámbrico medio y superior por sus relaciones de base y techo. La base del Grupo Mesón se depositó en discordancia angular sobre la Formación Puncoviscana y la Formación Cañaní y subyace a los depósitos basales cámbricos tardíos del Grupo Santa Victoria. Al igual que la Formación Puncoviscana sus afloramientos se restringen a la Cordillera Oriental dentro de los límites de esta Carta (Rubiolo *et al.* 2003). Las rocas del Grupo Mesón conforman la unidad tectonoestratigráfica de Depósitos de cuencas extensionales del Cámbrico superior (Cs-dcE).

El contacto entre el techo del Grupo Mesón (Formación Chalhualmayoc) y la base del Grupo Santa Victoria, inicialmente interpretado como una discordancia angular producto de la Orogenia Irúyica (Turner 1960, Turner y Méndez 1975) fue luego definido como una discontinuidad producida por una caída del nivel del mar (Moya 1998, Buatois *et al.* 2000, Buatois y Mángano 2003) probablemente asociada al *Lange Ranch Eustatic Event*, un pico glaciario coincidente con el hiato furongiano representado por la discordancia. Posteriormente Astini (2008) y Ramos y Coira (2008) reinterpretaron la discordancia como de origen tectónico, vinculándola al inicio de la subducción en el margen occidental de Gondwana a la altura del noroeste argentino. Los sedimentos del Grupo Santa Victoria se depositaron en una cuenca de trasarco que recibió aportes continentales desde el Este y aportes del arco volcánico insular desde el Oeste (Astini 2008) (Fig. 1).

En el área de esta Carta el Grupo Santa Victoria está conformado en su base por la Formación Santa Rosita (Turner 1960), integrada por una sección basal de depósitos conglomerádicos fluvio-estuarinos, seguida por una sucesión grano decreciente, arenopelítica. La Formación Santa Rosita representa un evento transgresivo durante el cual los valles fluviales labrados en los depósitos del Grupo Mesón luego de la regresión irúyica fueron cubiertos sucesivamente por depósitos estuarinos, depósitos de plataforma proximal dominada por oleaje y depósitos de plataforma distal (Esteban *et al.* 2015). La Formación Santa Rosita es rica en fósiles, lo cual permitió establecer su edad entre el Furongiano y el Tremadociano tardío (Buatois *et al.* 2006). La distri-

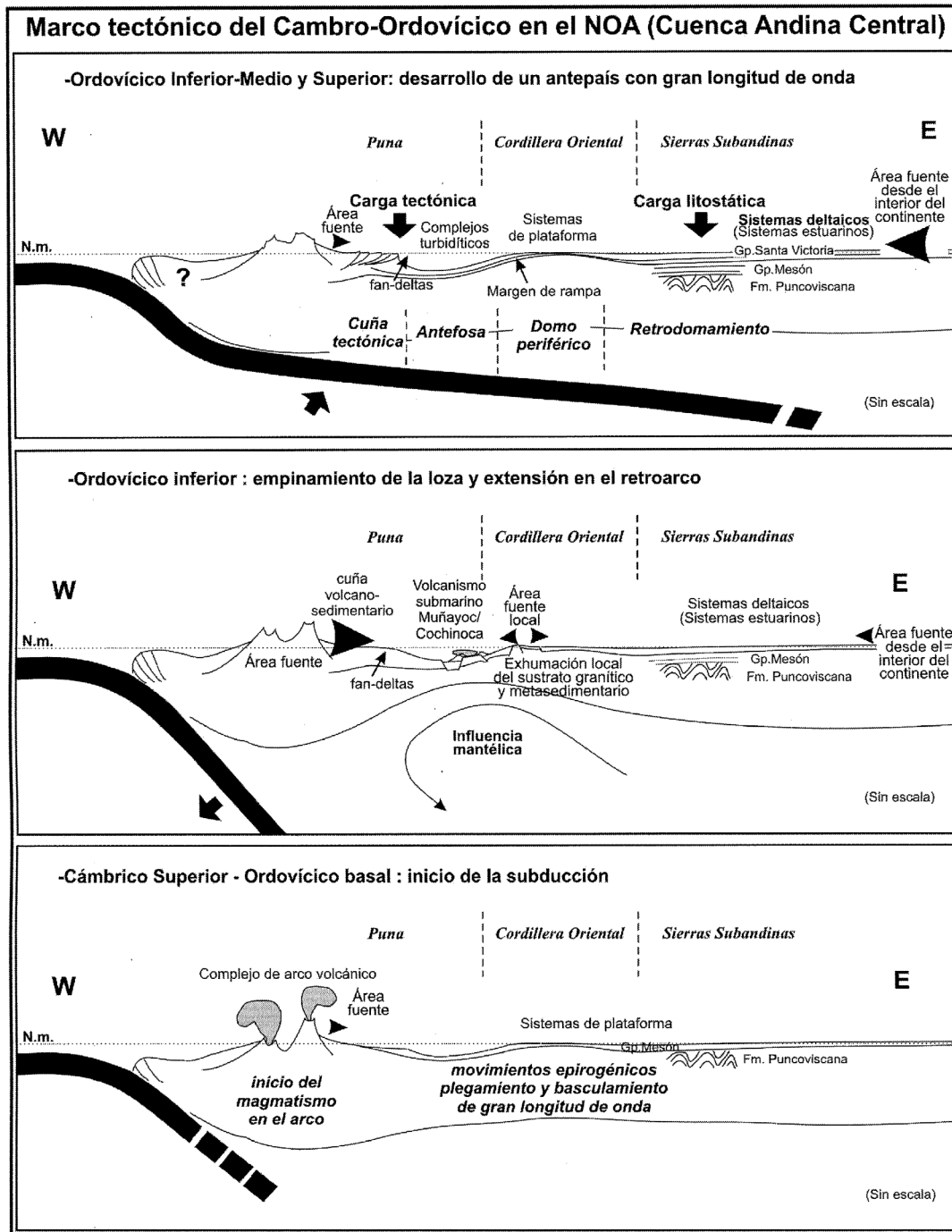


Figura 1: Corte interpretativo E-O del marco tectónico y sedimentario del Cámbrico-Ordovícico en el NOA (extraído de Astini 2008).

bución de esta formación está restringida, en el área abarcada por la Carta, a la Sierra de Santa Victoria.

Luego se produce una nueva fase diastrófica que fue definida por Moya (1997) como la Discordancia Tumbaya. Este evento orogénico afectó áreas ubicadas al sur y al suroeste de la región, siendo su localidad tipo la serranía del Chañi. En la sierra de Santa Victoria la sedimentación no se interrumpió lo que se evidencia por el contacto concordante entre

el techo de la Formación Santa Rosita y la base de la Formación Acoite (Rubiolo *et al.* 2003, Astini 2008).

La Formación Acoite (Harrington 1957, Turner 1960) está integrada mayormente por pelitas y lutitas entre las que se intercalan algunos niveles arenosos cuarcíticos y limolíticos. Representa un pico transgresivo ocurrido en el Floiano en un ambiente de plataforma dominado por tormentas (Suchs *et al.* 2007). En el área de estudio la Formación Acoite

aflores exclusivamente en el ámbito de la Cordillera Oriental. El techo de la Formación Acoite está representado por la Discordancia Guandacol que en otros lugares de la cuenca la separa de los depósitos del Ordovícico Medio. Dentro de los límites de esta Carta el hiato observable es mayor, depositándose por encima de la Formación Acoite (o directamente sobre la Formación Santa Rosita) los sedimentos de la Formación Mecoyita (Schlagintweit 1943, Turner 1960) de edad hirnantiana (Moya 2015).

Las formaciones Santa Rosita y Acoite conforman la unidad tectonoestratigráfica de Depósitos de plataforma cámbrico superior- ordovícico inferior (Ci-Oi-dPF).

En el límite oriental de la Puna, coetáneamente con la Formación Acoite, tuvo lugar la formación del Complejo Magmático Sedimentario Cochino-Escaya (CMSCE) (Coira *et al.* 1999). Este evento reflejaría un empujamiento de la placa oceánica subducida por debajo del arco de islas con la generación de intrusiones ígneas y volcanismo submarino en el área de trasarco (Fig. 1). El CMSCE aflora a lo largo del cordón homónimo y está conformado por depósitos de plataforma (areniscas cuarzo feldespáticas, limolitas, arcilitas y lutitas) entre los que se intercalan lavas espiliticas, hialocastitas dacíticas, domos y criptodomas dacíticos y algunas lavas basálticas. También se observan cuerpos subvolcánicos (diques y filones capas) de composición mayormente dacítica con escasos microgabros. El origen del magma responde geoquímicamente a la fusión parcial del basamento de la corteza (Formación Puncoviscana y Grupo Mesón) con influencia mantélica en algunos casos (Coira 2008). La CMSCE representa Depósitos de plataforma y volcanismo de trasarco del Ordovícico Inferior (Oi-vTAdPF).

En el Ordovícico Medio se produce un nuevo cambio en el ángulo de subducción que lleva a la instauración de un régimen tectónico compresivo con cese del volcanismo y erosión del arco magmático (Fig. 1). Esto llevó al plegamiento y levantamiento de las secuencias hasta aquí descritas. La edad de este plegamiento fue atribuida por Turner (1972) a la orogénia Oclóyica (fase Tacónica) de edad ordovícica superior. Sin embargo, Moya (2015) interpreta que el plegamiento del Grupo Santa Victoria (formaciones Santa Rosita y Acoite) y del CMSCE habría ocurrido durante la fase Guandacol, y que la Discordancia Oclóyica respondería a un evento erosivo ocasionado por una caída relativa del nivel del mar, asociada a la glaciación hirnantiana y no a un evento orogénico.

El siguiente registro sedimentario en el área

corresponde a la Formación Mecoyita (equivalente a Cancañiri en Bolivia y Zapla en Jujuy), de edad hirnantiana - llando-veriana basal. Aflora en el nordeste de la Cordillera Oriental y en las Sierras Subandinas, y está compuesta por tillitas y diamictitas dejadas por los sucesivos avances y retrocesos del escudo glaciario hirnantiano (Schönian 2003). Hacia el techo de la formación se observan depósitos mejor estratificados que gradan hacia los depósitos de plataforma silúricos de la Formación Lipeón (Turner 1960) que está integrada por limolitas, lutitas y areniscas entre las que se intercalan niveles, lentes y nódulos ferríferos. El ambiente de depositación de la Formación Lipeón es el de un mar epicontinental afectado por períodos cortos de transgresión / regresión (López Azarevich *et al.* 2015).

A partir del Devónico, y hasta mediados del Mesozoico, tanto la Puna como la Cordillera Oriental se comportaron como un alto estructural. En las Sierras Subandinas, por otro lado, se formó una cuenca de antepaís que recibió aportes de sedimentos desde el oeste (Starck 1996). La secuencia devónica empieza con las facies fluviales y marinas someras de las Formaciones Baritú (Padula *et al.* 1967) y Porongal (Serraiotto 1977). Por encima de ellas, entre el Emsiano y el Givetiano, se depositaron los estratos de la Formación Pescado (Serraiotto 1977) la cual presenta 5 ciclos de inundación-progradación representados por secuencias granocrecientes (Starck *et al.* 1992a, Starck 1996). Entre el Givetiano tardío y el Fameniano se produce una nueva transgresión durante la cual se depositaron las lutitas negras bituminosas de la Formación Los Monos (Donato *et al.* 1990), considerada roca madre del sistema petrolífero de la cuenca devónica subandina (Moretti *et al.* 1994).

Todas las formaciones de edad hirnantiana a devónico superior se agrupan dentro de la unidad tectonoestratigráfica de depósitos de cuenca de antepaís silúrico-devónica (S-D-dcA).

A finales del Devónico se produce una nueva discordancia en la que un largo hiato (~50 Ma) separa la Formación Los Monos del Grupo Macharetí (Mather 1922). Esta discordancia presenta, en el área de la Carta, una leve angularidad y una superficie irregular interpretada por Starck *et al.* (1993) como valles fluviales labrados en distintos niveles de erosión de los depósitos pre-carboníferos. En el ámbito de esta Carta el Grupo Macharetí está integrado por la Formación Tupambi (White 1923) compuesta por areniscas fluviales y deltaicas y la Formación Tarija (White 1923) conformada por diamictitas,

areniscas, conglomerados y pelitas con una clara influencia glaciaria. La edad del Grupo Macharetí es pennsylvaniana (Bashkiriano-Kasimoviano). La discordancia basal de esta unidad es atribuida a la orogenia Chánica aunque en una región alejada de la principal área deformada, lo cual se manifiesta por la baja angularidad de la discordancia. El extenso hiato representado por la discordancia impide descartar la influencia de otras fases diastólicas (Starck *et al.* 1993).

Luego de la depositación del Grupo Macharetí se produjo una caída eustática que provocó su erosión y la excavación de valles fluviales representados por las areniscas y conglomerados de la Formación Las Peñas (White 1923), base del Grupo Mandiyutí. Este grupo se completa con la Formación San Telmo (White 1923) compuesta por areniscas muy finas, lutitas y diamictitas que se depositaron concordantemente sobre la Formación Las Peñas y representan depósitos lacustres y fluviales con influencia glaciaria (Starck *et al.* 1992b). La edad del Grupo Mandiyutí abarca desde Carbonífero Superior tardío (Kasimoviano) al Pérmico temprano (Asseliano).

Tanto el Grupo Macharetí como el grupo Mandiyutí integran la unidad de depósitos de cuencas continentales del Carbonífero superior al Pérmico inferior (Cs-Pi-dc).

Hacia finales del Carbonífero (303 ± 10 Ma) se produce la intrusión del cuerpo alnöítico de Los Alisos. Este filón tiene un espesor de entre 20 y 80 metros y una longitud aflorante de unos 10 kilómetros. Su buzamiento varía entre subhorizontal a vertical, con un rumbo Nornoroeste. Aflora en el sureste del área de la Carta, extendiéndose mayormente por afuera de los límites de esta. Su composición geoquímica indica un origen mantélico, con un bajo grado de fusión parcial y su intrusión ha sido relacionada con la fase Chánica (Villar *et al.* 1997).

En el techo de la Formación San Telmo se produce una nueva discordancia erosiva sobre la que se depositan las areniscas eólicas de la Formación Cangapi (Mauri *et al.* 1956). Sobre esta a su vez se encuentran, en contacto transicional, las calizas silicificadas, pelitas y areniscas de la Formación Vitiacua (Mather 1922). Estas han sido interpretadas como depósitos lacustres con influencia mareal o de plataforma marina somera (Starck *et al.* 1992b). Las suprayacen las pelitas y areniscas continentales, con intercalaciones salinas, de la Formación Ipaguazú (Padula y Reyes 1958). Estas tres formaciones integran el Grupo Cuevo cuya edad, debido a la escasez de fósiles, no ha podido

ser establecida con exactitud. Sin embargo, sobre la base de las relaciones estratigráficas se le asigna una edad pérmico-triásica. Gallo *et al.* (2016), mediante estudios paleomagnéticos, le asignaron una edad Guadalupiana a la Formación Vitiacua. El Grupo Cuevo integra la unidad de depósitos de antepaís de la cuenca pérmica-triásica (P-T-cA).

Durante el Mesozoico se inician procesos distensivos que tendrían su punto máximo con la instauración de un *rift*, finalmente abortado, durante el Cretácico. Los primeros pulsos magmáticos corresponden a los diques de aillikitas (lamprófros ultramáficos alcalinos) y diabasas toleíticas que intruyen a la Formación Puncoviscana en el norte de la Sierra de Santa Victoria (Rubiolo 1992). Rubiolo *et al.* (2003) dataron las aillikitas en 224 ± 0.8 Ma y a las diabasas en 224 ± 12 Ma (Triásico Superior). Este magmatismo alcalino fue relacionado por Sempere *et al.* (2002) con el adelgazamiento litosférico y *rifting* que afectó a la Cordillera Oriental de Perú y Bolivia desde el Pérmico al Jurásico. Este proceso de apertura llegaría hasta el área de la Carta. Sempere *et al.* (2002) sugieren una edad menor para el plutón de Los Alisos en base a sus características litológicas y su origen mantélico. A estas unidades se las incluye en la unidad de magmatismo de *rift* del Triásico Superior (Ts-mR).

Los únicos depósitos sedimentarios que se asocian al *rift* Pérmico-Jurásico en el área de la Carta son las areniscas eólicas del Grupo Tacurú (Mather 1922). Estas rocas afloran en el ámbito de las Sierras Subandinas, en el extremo noreste del área de estudio. Relaciones estratigráficas y dataciones en circones detríticos realizadas en afloramientos de Bolivia y en la Sierra de Zenta (al sur del área que comprende la Carta) permitieron asignarle a este grupo una edad jurásica media a superior (Tomezzoli 1996, Sempere *et al.* 2004, Kusiak *et al.* 2014, van Kooten *et al.* 2022). Las rocas de Grupo Tacurú conforman la unidad tectonoestratigráfica de depósitos de *rift* del Jurásico (J-dR).

El subgrupo Pirgua (Reyes y Salfity 1972) engloba a los depósitos sedimentarios de *sinrift* del Cretácico, asociados a grabenes y hemigrabenos, que conforman la base del Grupo Salta. En otras áreas de la cuenca se pudieron diferenciar tres formaciones (La Yesera, Las Curtiembres y Los Blanquitos) pero en el área de esta Carta esa separación no es posible por lo que algunos autores denominan al conjunto como Formación Pirgua (Sabino y Salfity 2005, Sánchez y Marquillas 2010). El subgrupo está integrado por areniscas cuarzosas de origen eólico y por

vaques, areniscas conglomerádicas, conglomerados, areniscas calcáreas y fangolitas de origen fluvial entre las que se intercalan coladas lávicas basálticas, basaníticas y traquiandesíticas, y flujos piroclásticos. Una basanita aflorante en la localidad de San Marcos de Trigo Huaico fue datada en 98 ± 4 Ma (Rubiolo 1998). El Subgrupo Pirgua aflora tanto en la Cordillera Oriental como en la Puna. Estas sedimentitas conforman depósitos de *rift* del Cretácico Inferior bajo a Superior medio (KLi-KSm-dR).

Otro evento magmático asociado al *rift* está representado por la Formación Hornillos (Turner 1960, 1964a) compuesta por un lacolito sienítico al que se asocian diques leucocráticos (bostonitas, pórfiros rómbicos y aptitas sieníticas) mesocráticos (tinguaitas) y melanocráticos (diabasas, latiandesitas, malignitas, sannaítas, limburgitas y teschenitas) (Rubiolo 1992). El principal cuerpo intrusivo se encuentra en las cercanías del pueblo de Hornillos, en la Sierra de Santa Victoria, y cubre una superficie de unos 6 km². Los diques se observan principalmente en un área de aproximadamente 30 km² alrededor del lacolito pero también han sido detectados en otras locaciones a lo largo de la sierra. Las edades radimétricas obtenidas para distintas rocas de este complejo varían entre 76 ± 3 Ma y 59 ± 4 Ma (Rubiolo 1998). La Formación Hornillos intruye a la Formación Puncoviscana, a los Grupos Mesón y Santa Victoria y algunos diques incluso atraviesan al Subgrupo Pirgua. En este trabajo se incluye a la Formación Hornillos dentro de la unidad tectonoestratigráfica de magmatismo de *rift* cretácico (K-mR).

Existe un cuerpo granítico, de menores dimensiones, definido por Argañaraz y Castillo (2001) como el intrusivo de Potrerillos o el Plutón Granítico de Potrerillos (Argañaraz *et al.* 2006). Este plutón aflora en las inmediaciones del pueblo de Pucará y consiste en un conjunto de intrusivos granodioríticos, tonalíticos, dioríticos y gábricos, que se alojaron en una fractura regional que pone en contacto a la Formación Puncoviscana con la Formación Santa Rosita. La intrusión de estos cuerpos generó un área de alteración sericítica y clorítica que abarca unas 174 hectáreas. Tanto el área de alteración como el cuerpo granodiorítico principal presentan anomalías auríferas (entre 0,6 y 0,8 gramos por tonelada). Argañaraz *et al.* (2006) sugieren una edad neógena para el Plutón de Potrerillos aunque no descartan que pueda estar relacionado con la Formación Hornillos (Cretácico) o con el batolito de Tusaquillas (Jurásico).

Al abortarse el *rift* cretácico se produjo una subsidencia térmica que generó el espacio para el desarrollo de las areniscas eólicas y fluviales, con intercalaciones calcáreas lacustres de la Formación Lecho (Turner 1959) y luego al inundarse la cuenca, de las calizas, margas y areniscas calcáreas de la Formación Yacoraita (Turner 1959). Ambas formaciones son las representantes del Subgrupo Balbuena (parte media del Grupo Salta) aflorantes en el área de la Carta (Cordillera Oriental). Este subgrupo se formó entre el Maastrichtiano y el Paleoceno temprano (Sánchez y Marquillas 2010).

El Grupo Salta se completa con las unidades del Subgrupo Santa Bárbara (Moreno 1970) entre el Paleoceno medio y el Eoceno medio. Se trata de depósitos continentales (barreales, planicies fangosas y ríos de llanura) y lacustres en una cuenca de muy baja tasa de subsidencia durante la etapa tardía del *postrift*. En el área de la Carta este subgrupo aflora de manera restringida en el oeste de la Cordillera Oriental (Cuenca de Tres Cruces). Los subgrupos Balbuena y Santa Bárbara conforman la unidad de depósitos de cuencas de subsidencia térmica del Cretácico Superior medio al Eoceno medio (KSm-TEm-cS).

A partir del Eoceno medio se comienza a notar en el área de estudio la influencia de la tectónica andina. Se depositan secuencias progradantes que reflejan el aumento de energía de las corrientes a medida que el frente orogénico avanzaba hacia el Este. Así en la parte centro sur de la Carta (Cordillera Oriental) se forman los depósitos aluviales distales (areniscas y pelitas) eocenos de la Formación Casa Grande (Fernández *et al.* 1973) que en el Oligoceno son cubiertos por los depósitos fluviales areno-conglomerádicos de la Formación Río Grande (Pascual *et al.* 1978) y en el Mioceno inferior por los conglomerados aglomerados aluviales proximales de la Formación Pisungo (Pascual *et al.* 1978). Estas tres formaciones se agrupan dentro de la unidad de depósitos de la cuenca de antepaís del Eoceno medio al Mioceno inferior (TEm-TMi-dcA).

Por otro lado, se evidencia la presencia de un magmatismo calcoalcalino asociado a un arco magmático a través de los filones capas dacíticos presentes en la Formación Río Grande, en el norte de la Sierra del Aguilar (Boll y Hernández 1985). Este magmatismo es más conspicuo en la Formación Moreta (Coira 1979), en la Puna (Cordón de Cochino-Escaya) desarrollada entre el Oligoceno

medio y el Mioceno inferior. La Formación Moreta también es granocreciente (areniscas a conglomerados) y presenta numerosas intercalaciones de lavas y piroclastitas andesíticas.

El volcanismo andino tuvo su máxima expresión durante el Mioceno en el sector centro-oeste y suroeste de la Carta. Durante el Mioceno medio se depositan los niveles tufíticos y tobáceos dacíticos entre los conglomerados de la Formación Cara Cara (Rubiolo *et al.* 2003); las tobas brechosas, brechas y aglomerados volcánicos andesíticos de la Formación Doncellas (Coira 1979) y las tufitas, tobas, ignimbritas y pumicitas andesíticas y dacíticas (intercaladas con arenas sabulíticas) de la Formación Alto Laguna (Coira 1979). En el Mioceno superior extruyen las lavas y brechas autoclasticas andesíticas de la Formación VicuñaHuasi (Turner 1965) acompañadas por diques alojados en la Formación Doncellas. Hacia el final del Mioceno (6.6 ± 0.15 Ma) se conforma el *plateau* ignimbrítico dacítico-riolítico de Casabindo (Rubiolo *et al.* 2003) al que Coira (1979) había denominado Formación Zapaleri. Todo este conjunto de formaciones (Moreta, Cara Cara, Doncellas, Alto Laguna, VicuñaHuasi y Zapaleri) integra la unidad de magmatismo de arco de la Puna del Oligoceno medio al Mioceno superior (TEm-TMs-am).

En las Sierras Subandinas, luego de un hiato iniciado en el Cretácico, se depositan en el Mioceno medio las areniscas lacustres, fluviales y eólicas de la Formación Tranquitas (Schlagintweit 1937). Estos depósitos de planicie arenosa tienen intercalados niveles relacionados con la ingresión marina Paranense (Azcuy 1996).

Por encima de la Formación Tranquitas se depositan los sedimentos continentales del grupo Orán (Gebhard *et al.* 1974). Este grupo se subdivide en una sección inferior correspondiente a los depósitos de antepaís (Subgrupo Metán), y otra superior, separada por una discordancia, que marca la llegada del frente orogénico a las Sierras Subandinas (Subgrupo Jujuy). Ambas secuencias son granocrecientes y presentan niveles tobáceos. La edad del Subgrupo Metán es Mioceno medio a superior y la del Subgrupo Jujuy es Mioceno superior a Plioceno (Galli *et al.* 1996).

La Formación Tranquitas y el Grupo Orán son agrupados en este trabajo como los depósitos de cuenca de antepaís del Mioceno medio al Plioceno (TMm-TPc-cA).

Finalmente, durante el Plioceno y el Cuaternario, se acumulan los sedimentos aluviales, glaciares, lacustres y eólicos que conforman el relleno de las cuencas actuales (TPc-QH-dc). La tectónica andina siguió activa durante este período plegando y fallando los depósitos miocenos (especialmente en las Sierras Subandinas) sobre los que se depositan, en discordancia angular, los sedimentos modernos. Es frecuente también la presencia de piedemontes y planicies aluviales pliocenas aterrazados o disectados. Las glaciaciones ocurridas durante este período dejaron su huella en los picos más altos de la Cordillera Oriental (ceranos a los 5000 m s.n.m.) y de la Puna (Rubiolo *et al.* 2003).

3. METALOGÉNESIS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS

A principios del siglo XX, la región norteña de Jujuy, departamento Yavi, se destacó por un conjunto valioso de minas de plomo descubiertas en la década de 1900 (Sgrosso 1943). Estas minas conformaron el distrito minero Yavi (actualmente conocido como Pumahuasi) de gran importancia económica para Argentina en los comienzos del siglo veinte. Las principales minas de plomo en Yavi incluían Pumahuasi, La Pulpera, Sol de Mayo, Cangrejillos, La Bélgica, La Nueva Bélgica, General Leman, San Marcial, Caricasini, Chaussette, y Cerro Colorado, entre otras. Estas explotaciones marcaron una etapa autónoma y significativa en el desarrollo de la minería metalífera, destacándose por satisfacer las necesidades del mercado interno de manera estable y constituyeron la principal actividad minera organizada del país en minerales metalíferos. Inicialmente la explotación fue realizada por dos empresas: Compañía Hispano Argentina de Minas y Metales que explotaba la mina La Pulpera, descubierta en 1910, y estaba vinculada a la fundición de O. Levilly y Cía. en Mojotoro, Salta y la Compañía Minera y Metalúrgica Sudamericana que en 1927 adquirió y explotó todas las demás minas del grupo descubiertas entre 1915 y 1916 (SEGEMAR, 2004). A partir de la década de 1930 la National Lead Company adquirió la mayoría de las minas y llevó a cabo los mayores trabajos de explotación. A partir de mediados del siglo XX la actividad entró en declive, paralizándose a fines de

los años 60. En las décadas de 1970 y 1980 el distrito fue declarado un área de reserva por la Dirección Nacional de Fabricaciones Militares, que realizó estudios geológicos y geofísicos, detallados por Pancetti (1980). También en la década de 1980, la empresa INVARSA realizó estudios y propuso proyectos de exploración para el área. En la actualidad la actividad minera en esta área ha cesado completamente, siendo el procesamiento de antiguas colas y la perforación de algunos pozos exploratorios, llevados a cabo por Minera Aguilar en las décadas de 2000 y 2010, los últimos trabajos registrados.

El distrito Pumahuasi abarca una franja que se extiende cerca de 26 kilómetros en sentido N-S y unos 10 km en sentido E-O y constituye el más importante conjunto de mineralizaciones dentro del área de la Carta. Los yacimientos son vetiformes y están hospedados en rocas de la Formación Acoite. Las mineralizaciones más septentrionales conocidas corresponden a las vetas de baritina de Corral Blanco ubicadas a 9,7 km al sur de La Quiaca, mientras que las más australes son las de la mina Santa Rosa a 2,2 km al oeste de Cangrejillos. Si bien la mayoría

de estos depósitos fueron explotados por plomo, el distrito incluye depósitos de baritina (Corral Blanco, 9 de Julio y La Sanguinaria), hierro (6 de Noviembre, Santa Rosa) y cobre (Olga, Victoria, Corralito Blanco) (Figs. 2 y 3). En algunos trabajos se toma como límite septentrional del distrito a la mina Isabel, en el presente se incluye dentro del distrito Pumahuasi a las vetas Olga, Corralito Blanco, Blanquita, Barrios, 6 de Noviembre ubicadas más al Norte, por considerar que los procesos metalogénicos, las edades de formación y los metalotectos involucrados en su formación son similares o idénticos.

El segundo distrito en importancia es el de Purísima-Rumicruz, compuesto por yacimientos vetiformes con mineralización de cobre, plomo, arsénico y cobalto. En algunas de las vetas también se encuentran minerales de níquel y uranio. Otros distritos relevantes son La Ciénaga (Pb), Tafna (Mn), Santa Victoria (Au) y Baritú (Fe). Existen también numerosas mineralizaciones vetiformes que, en orden decreciente de abundancia, corresponden a depósitos de Pb (\pm Zn \pm Ba \pm Cu \pm U), Ba (\pm Pb \pm Cu), Cu (\pm Pb \pm Ba \pm Zn \pm U), Fe y Mn.

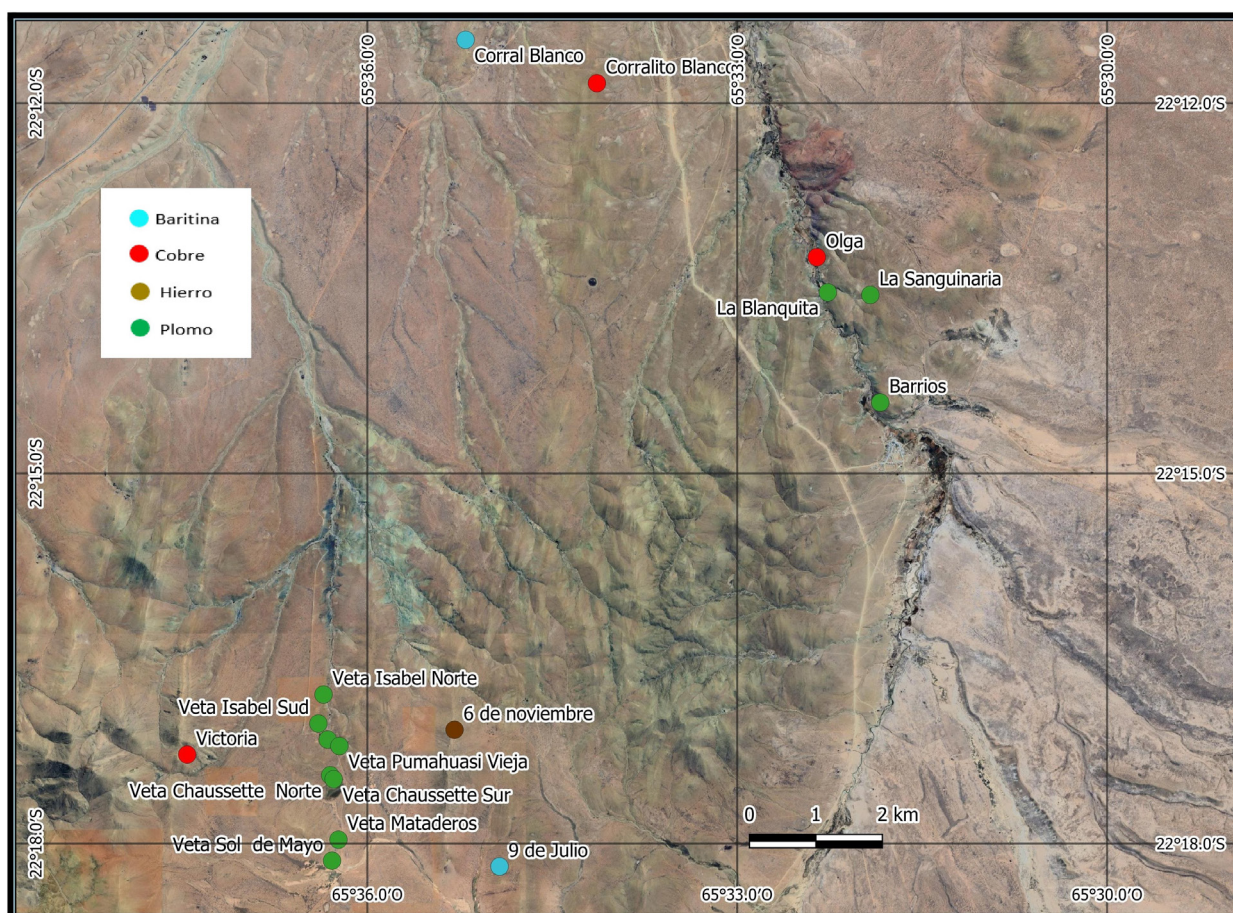


Figura 2: Mapa del sector norte del distrito Pumahuasi. Imagen modificada de Google Earth (2020).

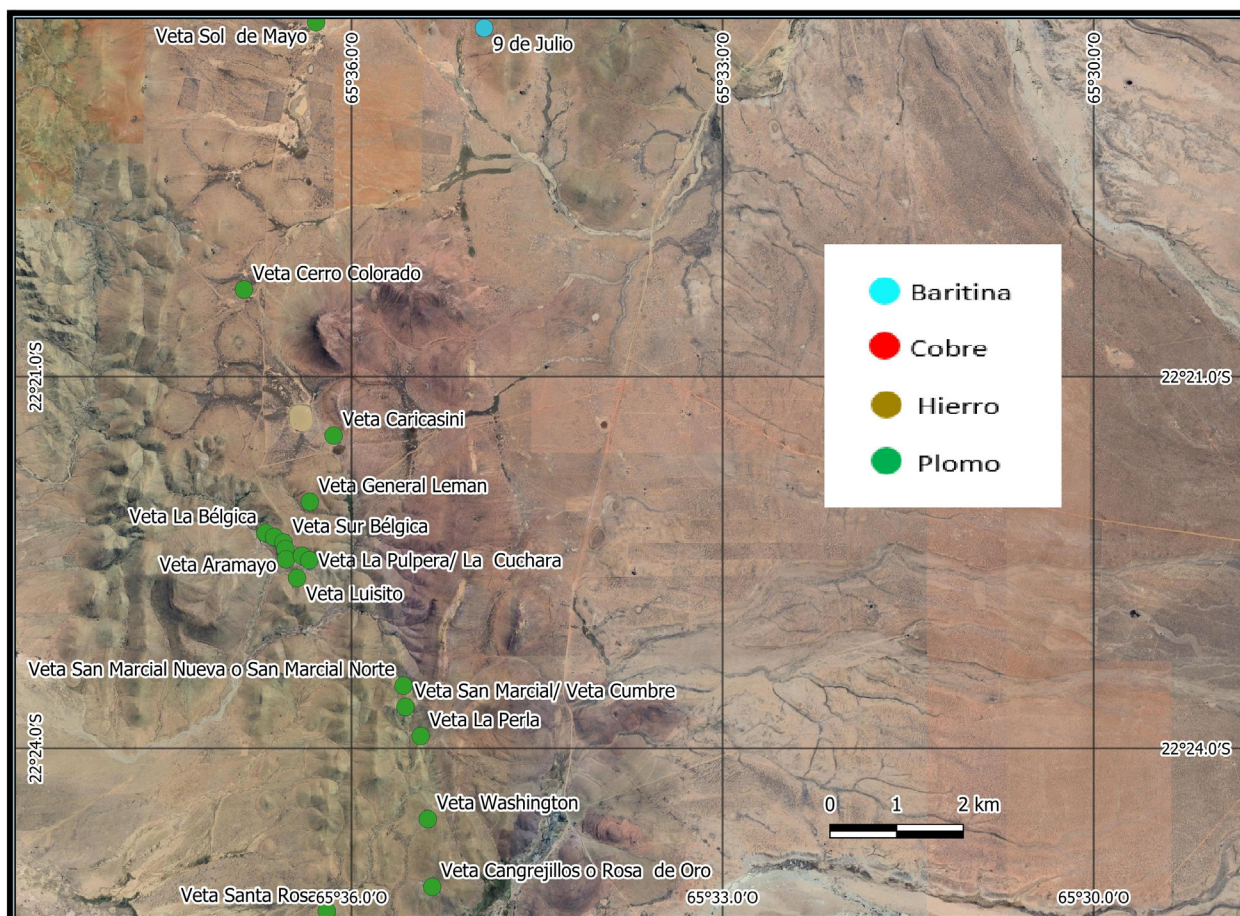


Figura 3: Mapa del sector sur del distrito Pumahuasi. Imagen tomada de Google Earth (2020).

3.1.1. COBRE

3.1.1.1. Olga (# 16)

Generalidades:

La Mina Olga se encuentra ubicada a unos 14 km en línea recta al sur del centro de la ciudad de La Quiaca, departamento Yavi, provincia de Jujuy. Sus laboreos se desarrollaron sobre la margen oriental del río Sansana, a unos 3500 m s.n.m., siendo sus coordenadas $22^{\circ}13'14,36''S$ - $65^{\circ}32'20,47''O$. La mineralización fue explotada durante las décadas de 1960 y 1970 mediante 605 metros de labores subterráneas, extrayéndose 604 toneladas de mena entre los años 1964 y 1973 (Pasquín 1969, Angelelli 1984). A esto se le suman 2984 toneladas de recursos indicados e inferidos con 12,71 % de Cu y 275,8 g/t de Ag calculados por De los Hoyos (1976).

Geología del depósito:

La mineralización está alojada en sedimentitas de la Formación Acoite. Alrededor de un kilómetro al

Norte de la mina afloran areniscas basales del grupo Salta, discordantemente sobre la Formación Acoite.

La mena se encuentra en una brecha tectónica que sigue un rumbo de $130-132^{\circ}$. Esta estructura fue afectada posteriormente a la mineralización, por la falla inversa del río Sansana y fallas menores paralelas a esta, de rumbo $155-165^{\circ}$. La inclinación de la estructura es mayormente subvertical pudiendo variar hasta unos 15° tanto hacia el NE como al SO. La brecha tiene un espesor que varía entre 7 y 60 centímetros, constituyendo cuerpos lenticulares elongados en el sentido del rumbo. Se han identificado al menos 3 cuerpos mineralizados de unos 30 metros de largo cada uno, cuya base no ha sido descubierta, pero su altura supera los 60 metros (De los Hoyos *et al.* 1969).

Los minerales primarios de mena se encuentran relleno las cavidades y cementando la brecha. Están constituidos principalmente por calcopirita – bornita y galena, y en menor medida por esfalerita, calcosina, enargita, tennantita, aikinita, wittichenita, digenita y covellina. La ganga está representada por pirita, baritina y cuarzo. Los minerales de oxidación

presentes son malaquita, antlerita, crisocola, cerusita, tenorita, hematita, limonita y psilomelano (De los Hoyos *et al.* 1969, Brodtkorb 2013). Se indicó la posibilidad de que el contenido de plomo aumente en profundidad, disminuyendo, al mismo tiempo, el contenido de cobre (De los Hoyos *et al.* 1969). La roca de caja presenta alteración caolinítica localizada asociada a la mineralización.

Los estudios isotópicos realizados por Sangster y Sangster (2001) dieron relaciones isotópicas de plomo $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,357$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,657$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,561$ y de azufre $\delta^{34}\text{S}$ entre -1,9 y -3,8 en galena y de +9,1 en baritina. Las relaciones de los isótopos de plomo son similares a las de otras vetas de los distritos Pumahuasi, Purísima-Rumicruz, El Gigante y Alumbrillo y las vetas La Gateada y San Juan (Fig. 4). Las diferencias observadas en la composición isotópica del azufre en la galena y baritina de la Mina Olga señalarían fuentes y por lo tanto eventos distintos actuantes en la precipitación de los minerales. Sangster y Sangster (2001) observaron

que los valores de azufre determinados en galenas son similares a los de una lutita negra del ordovícico inferior y que, por lo tanto, su origen podría estar en sulfuros singenéticos de la Formación Acoite.

Modelo genético:

La paragénesis, alteraciones y morfología de la brecha de Mina Olga permite clasificar a este depósito como un epitermal polimetálico complejo (7e). Sin embargo, el origen de los fluidos mineralizantes y la edad del depósito, aún no fueron determinados.

La intersección de la falla del río Sansana con la mineralización permite inferir que esta última se formó en el período comprendido entre la deposición de la roca de caja y el evento tectónico que originó la falla Sansana. Se considera que esta falla constituye el límite occidental de la subcuenca del Subgrupo Pigua en el área. Al momento de la deposición de dicho subgrupo, la falla Sansana era una falla normal que delimitaba el graben en el que se depositaron los sedimentos *synrift* cretácicos.

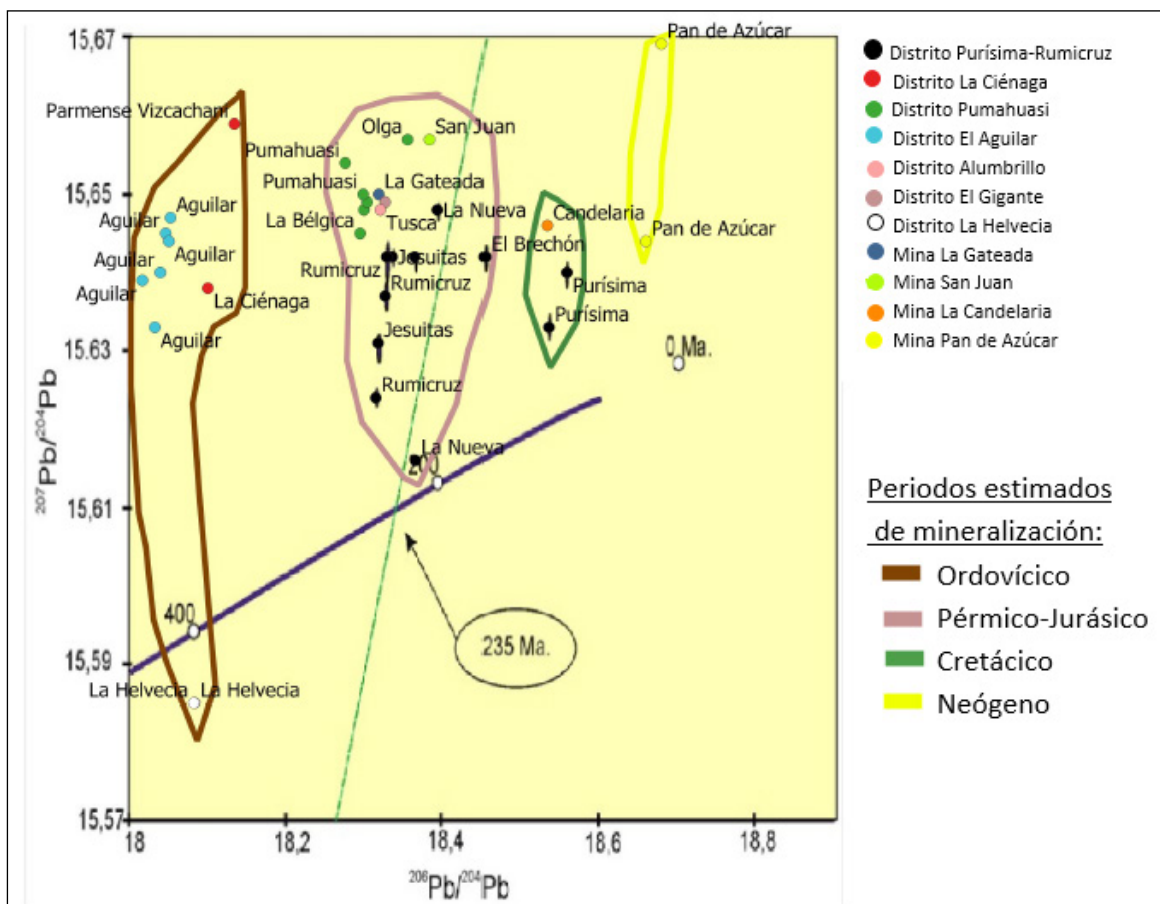


Figura 4: Gráfico de Stacey y Kramers (1975) con las relaciones isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ y $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ para muestras de varios depósitos de las provincias de Jujuy, Salta y La Rioja. Modificado de López (2011).

Posteriormente esta falla sufrió una inversión tectónica durante el levantamiento andino transformándola en una falla inversa. De ser así, el intervalo en el cual se produjo la mineralización de Mina Olga queda acotado entre el Arenigiano y el Cretácico Inferior. En ese lapso de tiempo existen dos eventos documentados que podrían relacionarse con la mineralización: el primero de ellos es la orogenia Guandacol, la cual podría haber dado lugar a la fracturación y fallamiento que originó la brecha tectónica. El segundo evento es la intrusión de plutones alcalinos asociados al magmatismo de *rift* pérmico-jurásico. La similitud de las relaciones isotópicas de plomo de la muestra de Mina Olga con las de otros depósitos vetiformes de edad pérmica-jurásica indicaría la existencia de un evento metalogénico de esa edad que dio origen a estas mineralizaciones.

3.1.1.2. Distrito Purísima-Rumicruz (# 40)

Generalidades:

El distrito minero Purísima-Rumicruz comprende de una serie de mineralizaciones vetiformes ubicadas

a unos 20 kilómetros al sureste de Abra Pampa, departamento Cochinocha, provincia de Jujuy. Sus coordenadas son $22^{\circ}49'12,99''S$ y $65^{\circ}31'50,52''O$. Las vetas que integran el distrito son: Purísima, Rumicruz, La Nueva, El Brechón y Jesuitas (Fig. 5), las cuales fueron explotadas desde 1942 hasta 1970. Durante ese tiempo se excavaron 540 metros de labores (450 m horizontales y 90 m verticales) de manera irregular, sin planificación, control geológico, muestreo ni delimitación de los cuerpos minerales. Los volúmenes y leyes extraídos son desconocidos (Puca y Iacovone 1980). Con respecto a las reservas, Alabí (1968) calculó 2.250 toneladas de recursos indicados y 4.500 toneladas de recursos inferidos con un contenido promedio de 5,5 % de cobre.

Geología del depósito:

Las vetas del distrito están alojadas en pelitas y areniscas de la Formación Acoite, deformadas en pliegues apretados de rumbo N-S a NE-SO. Hacia el este y noreste del área afloran las sedimentitas de la base del Grupo Salta (formaciones Pírgua y Lecho) las cuales se ponen en contacto con los estratos ordovícicos por medio la falla Tabladitas, de orientación

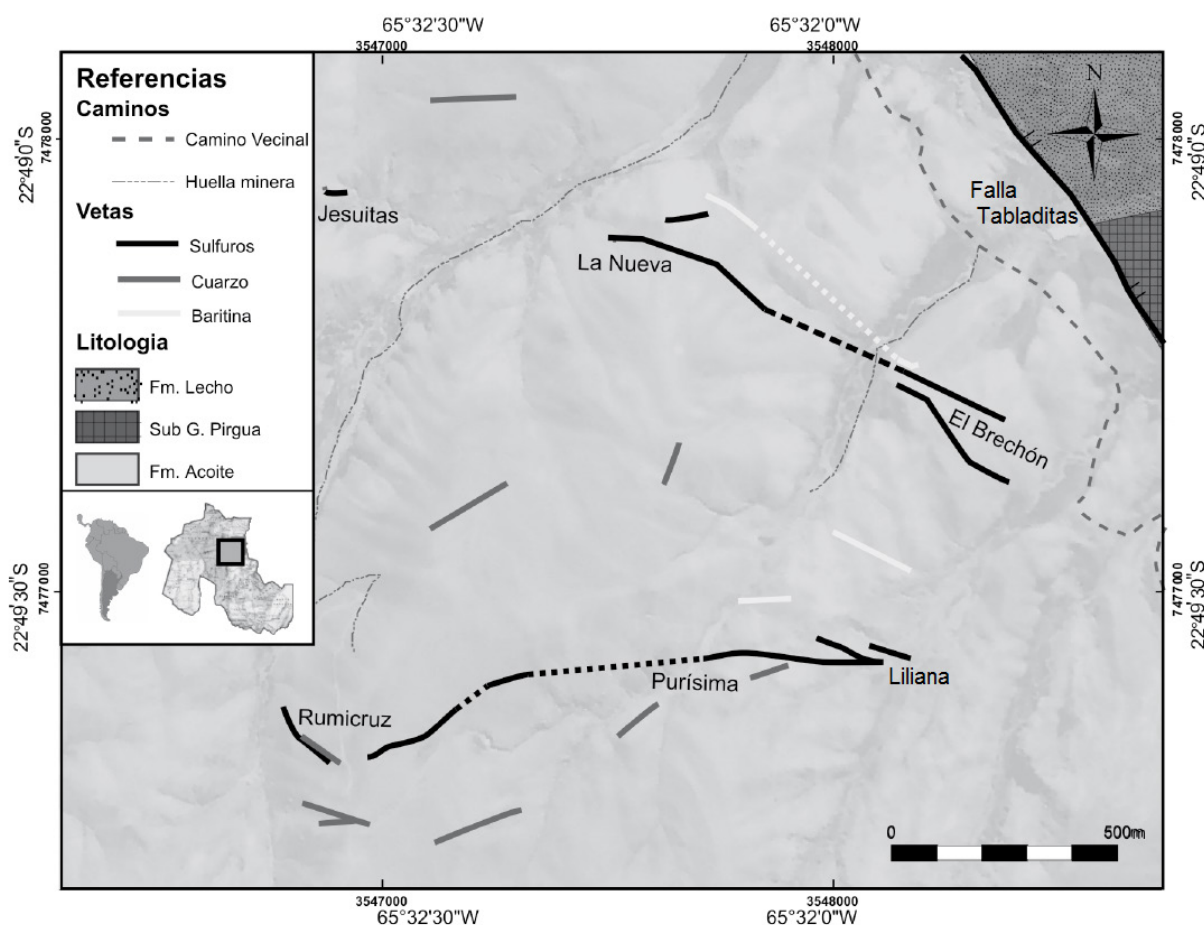


Figura 5: Plano geológico con la ubicación de las principales vetas del Distrito Purísima-Rumicruz (Modificado de López y Echeveste 2012).

NO-SE, cuyo plano buza al NE. Esta falla es normal con componente de rumbo asociada al *rift* Cretácico e invertida durante la orogenia andina (López 2011 y trabajos allí citados).

Las estructuras mineralizadas tienen un rumbo E-O a NO-SE. Las inclinaciones varían entre 70° y 90° tanto al Norte como al Sur. Las vetas con sulfuros tienen rumbo predominante de 120° y en menor frecuencia entre 80° y 90°. Las vetas de baritina presentan una distribución más heterogénea, aunque domina el rumbo de 120° a 130°, las vetas de cuarzo presentan dos direcciones predominantes: 110° y 10°. Las vetas polimetálicas presentan una textura brechosa y fueron interpretadas como el producto del “relleno de zonas de cizalla con una componente dilatacional asociada, sobre las que actuaron procesos de brechamiento mecánico y en menor medida corrosión química durante la depositación mineral” (López 2011).

La alteración hidrotermal en el distrito es muy débil, afectando apenas unos milímetros de la roca de caja adyacente a las vetas.

En la zona de Rumicruz se observan varias vetas paralelas de baritina con rumbo 310° - 320°, potencia promedio de 60 cm a 80 cm y extensiones máximas de más de 200 metros (Chomnalez 1976). La veta principal del depósito tiene un rumbo de 127°, inclinándose 46° al NE y una potencia de 80 centímetros. Se trata de una veta con estructura brechosa que contiene clastos de la roca de caja en una matriz soporte de carbonato, cuarzo, sulfuros, baritina y óxidos de hierro. La mineralización primaria está compuesta principalmente por galena y calcopirita acompañadas por *fahlore*, calcosina, bornita, covellina, gersdorffita y ullmannita (López 2011). Brodtkorb (1973) menciona también la presencia de niquelina, rammelsbergita, tetraedrita, esfalerita, pirita y oro.

La veta Purísima tiene rumbo 110°, inclinándose 80° al Norte y una potencia de 160 centímetros. Se emplaza en una zona de cizalla y presenta una textura brechosa con clastos de la Formación Acoite, cementados por carbonatos (calcita, dolomita, ankerita y siderita), baritina, cuarzo y sulfuros. La mineralización económica está representada principalmente por calcosina con intercrecimiento de digenita, bornita y gersdorffita, también se observan *fahlore*, galena, tetraedrita, calcopirita, covellina, niquelina, pechblenda, millerita y uraninita (De los Hoyos 1969, Chomnalez *et al.* 1960, López 2011).

En la zona de la veta Liliana aflora un conjunto de vetas brechosas de orientación y textura similar a las anteriores. La mineralogía de las vetas está

constituida por abundante baritina y carbonatos acompañados por cuarzo, óxidos de hierro y escasos sulfuros (*fahlore*, calcosina, gersdorffita, covellina, bornita y pirita). La veta El Brechón tiene un espesor de hasta 4 metros y 200 metros de extensión sobre un rumbo 116° inclinándose 80° al NE. También tiene una textura brechosa con clastos de la Formación Acoite cementados mayormente por baritina acompañada por carbonatos, cuarzo y escasos sulfuros (calcosina, bornita, calcopirita, covellina y gersdorffita) (López 2011).

La veta La Nueva es la que mayor contenido de sulfuros presenta en el distrito. Es una veta brechosa de unos 35 cm de espesor con rumbo 95° e inclinación 84° al Norte. El cemento de la brecha está conformado principalmente por sulfuros (calcosina, bornita, covellina y gersdorffita) y en menor medida carbonatos, cuarzo y óxidos de hierro. Finalmente, en el área de Los Jesuitas se observan vetillas de hasta 2 cm de espesor compuestas en orden decreciente de abundancia, por galena, calcopirita, tetraedrita, pirita y bravoíta (López 2011).

López (*op.cit.*) realizó estudios de inclusiones fluidas de muestras provenientes de las vetas Purísima, Rumicruz, El Brechón y La Nueva. Las inclusiones seleccionadas estaban alojadas en calcita y cuarzo y se trataba mayormente de inclusiones bifásicas (líquido-vapor), ricas en líquido, con un grado de relleno (relación líquido-vapor) entre 0,7 y 0,95 (promedio 0,9). Se registraron, en la veta Purísima, escasas inclusiones trifásicas (líquido-vapor-sólido) en donde la fase sólida estaba compuesta posiblemente por halita. Los resultados obtenidos pueden visualizarse en la Tabla 1. Las temperaturas mínimas de entrapamiento determinadas para los fluidos que originaron la mineralización varían en un rango de entre 113 y 276 °C para aquellas calculadas a partir de inclusiones en cuarzo. Los valores elevados de salinidad registrados en las inclusiones en calcita podrían indicar pérdida de fluido a través del clivaje del mineral, lo que indica que este mineral no es el más adecuado para este tipo de estudios en el distrito.

En el mismo trabajo se realizaron estudios de isótopos estables ($\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$) de minerales provenientes de las vetas con sulfuros del distrito.

Los valores $\delta^{34}\text{S}_{\text{min}}$ de los minerales de sulfuros analizados varían entre +5,8 ‰ y +7 ‰. La baja dispersión de los valores se interpretó como producto de una fuente de azufre homogénea y constante. Los valores de $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ ($\delta^{34}\text{S}_{\text{fluido}}$) varían entre 8,7 ‰ y 10 ‰ para una temperatura de 225 °C y entre 10 ‰ y 11,2 ‰ para una temperatura de 150 °C. Estos

			Tamaño μ	Vapor %	Th (°C)	Tfh (°C)	Te (°C)	Salinida d % peso NaCl eq.
Purísima	Calcita	n	10	10	7	5	2	5
		Promedio	7,2	0,9	277,2	-16,6	-45,6	19,92
		Min	5	0,8	113	-20,2	-63	11,93
		Max	17	0,95	351	-8,2	-48,2	22,51
Rumicruz	Calcita	n	18	18	11	7	-	7
		Promedio	8,6	0,9	177,9	-14,82	-	18,48
		Min	5	0,7	110	-24,8	-	1,74
		Max	30	0,95	230	-1	-	25,46
	Cuarzo	n	52	52	25	45	2	45
		Promedio	11,2	0,9	218,6	-4,32	-43	6,91
		Min	7	0,8	185	-7,7	-45,5	5,71
		Max	20	0,95	262	-3,5	-40,4	11,34
La Nueva	Cuarzo	n	35	35	29	6	4	6
		Promedio	8,3	0,9	204,4	-6,13	-50,2	9,38
		Min	5	0,8	113	-6,5	-53	8,95
		Max	10	0,95	276	-5,8	-48,2	9,86
El Brechon	Cuarzo	n	9	9	3	7	4	7
		Promedio	11,9	0,9	241	-6,1	-52,6	9,34
		Min	5	0,8	213	-7,9	-55,2	7,17
		Max	20	0,95	260	-4,5	-49,3	11,58
Total	Calcita	Promedio	-	-	180,4	-9,59	-55,6	19,08
		Desvío	-	-	73,9	10,9	10,5	14,46
	Cuarzo	Promedio	-	-	212,6	-5,56	50,9	7,45
		Desvío	-	-	40,64	2,79	2,99	4,6

Tabla 1: Resultados de los estudios de inclusiones fluidas de muestras del distrito Purísima-Rumicruz (López 2011). Th: Temperatura de homogenización. Tfh: Temperatura de fusión del hielo. Te: temperatura del punto eutéctico.

valores excluirían una fuente magmática para el azufre y posicionarían a las piritas de la Formación Acoite como la fuente más probable para el mismo.

Los valores de $\delta^{18}\text{O}$ (con respecto al *Standard Mean Ocean Water*) varían entre 16,5 ‰ y 19,7 ‰ en las vetas polimetálicas y entre 15,4 ‰ y 18,2 ‰ en las vetas de cuarzo. Los valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ ($\delta^{18}\text{O}_{\text{fluido}}$) varían entre 6,3 ‰ y 9,5 ‰ en las vetas polimetálicas y entre 5,2 ‰ y 8,0 ‰ en las vetas de cuarzo. Estos valores no son diagnósticos de una fuente específica del fluido hidrotermal.

Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ varían entre -3 ‰ y -4 ‰ indicando una fuente homogénea de carbono y condiciones físico-químicas estables. Esta fuente sería

cortical, producto de la interacción de los fluidos con carbonatos y materia orgánica sedimentaria.

López (2011) analizó la isotopía del plomo contenido en galena o calcosina de vetas del distrito Purísima-Rumicruz estableciendo las relaciones $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (Tabla 2), identificando un origen cortical superior para el plomo del distrito Purísima-Rumicruz (Fig. 6) y determinando una edad modelo tentativa triásica media (235 Ma) para la formación de la mineralización. Sin embargo, se observa que la veta Purísima se diferencia del resto, sugiriendo que su edad de formación posiblemente sea menor (cretácica), mientras que el resto de los depósitos serían triásicos a jurásicos.

Veta	Muestra	Mineral	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Error % (1 σ)	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Error % (1 σ)	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Error % (1 σ)
Jesuitas	14510a	Galena	18,319	0,007	15,631	0,009	38,469	0,011
Jesuitas	14510b	Galena	18,337	0,005	15,642	0,006	38,521	0,006
Rumicruz	14502a	Galena	18,328	0,007	15,637	0,007	38,494	0,008
Rumicruz	14502b	Galena	18,330	0,013	15,642	0,015	38,502	0,017
Rumicruz	14502c	Galena	18,316	0,006	15,624	0,006	38,446	0,007
La Nueva	6848a	Calcosina	18,395	0,006	15,648	0,006	38,528	0,006
La Nueva	6848b	Calcosina	18,366	0,006	15,642	0,007	38,508	0,007
La Nueva	6848c	Calcosina	18,367	0,005	15,616	0,005	38,422	0,006
Purísima	6914a	Calcosina	18,536	0,008	15,633	0,008	38,460	0,009
Purísima	6914b	Calcosina	18,559	0,008	15,640	0,010	38,477	0,012
El Brechón	6920a	Calcosina	18,455	0,009	15,642	0,009	38,524	0,010

Tabla 2: Relaciones isotópicas de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ en minerales de las vetas del distrito Purísima Rumicruz (López 2011).

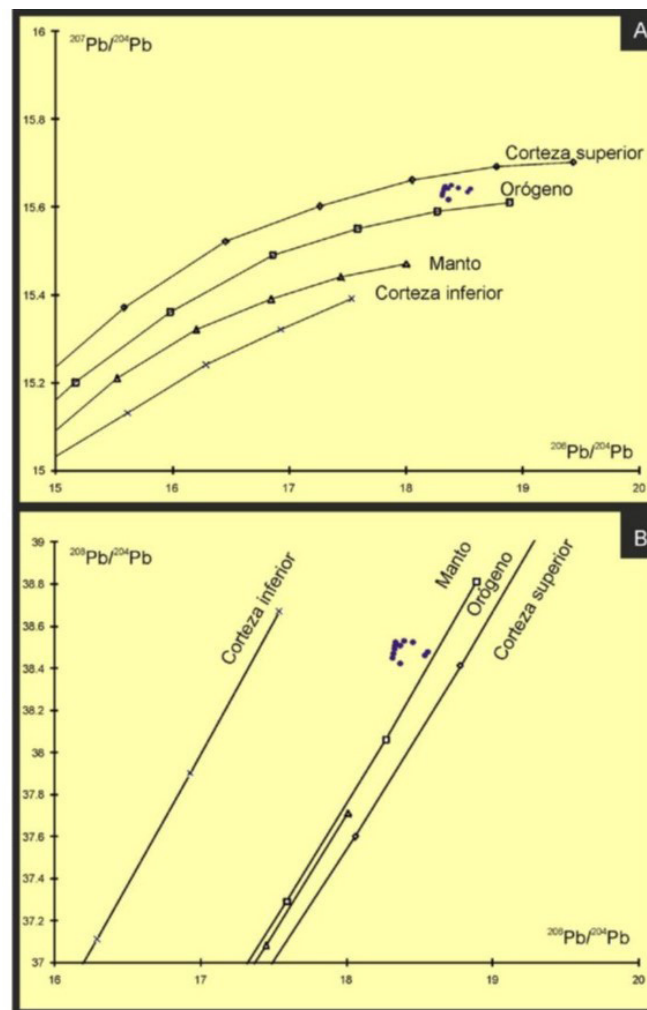


Figura 6: Diagramas de Zartman y Doe (1981) modificados por López (2011) para muestras del distrito Purísima-Rumicruz. A: Diagrama Uranogénico. B: Diagrama Radiogénico.

Modelo genético:

Las vetas del distrito fueron clasificadas como *five element deposit* (FED) (Lurgo Mayón 1999, López 2011) teniendo en cuenta su mineralogía, geoquímica y las características de los fluidos hidrotermales (Fig. 7). Este tipo de depósito se caracteriza por la presencia de arseniuros, antimoniuros, sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros de cobalto y níquel acompañados por calcopirita, plata nativa, galena, esfalerita, carbonatos (calcita, dolomita, ankerita y siderita), cuarzo, baritina y ocasionalmente fluorita. Los *Five Element Deposits* han sido vinculados a procesos de *rifting* continental y el origen de los metales ha sido atribuido a la removilización de elementos presentes en la roca de caja (Staude *et al.* 2007). Existen dos eventos de *rifting* documentados en el área de estudio, uno pérmico-triásico y otro cretácico. El primero de ellos coincide con las edades modelos determinadas para las vetas Rumicruz, El Brechón, La Nueva y Jesuitas, mientras que el segundo coincide con la edad modelo de la veta Purísima.

El distrito Purísima-Rumicruz se habría originado por la depositación de elementos removilizados desde las rocas de la Formación Acoite por fluidos hidrotermales asociados a las anomalías térmicas producidas por el adelgazamiento cortical en el extremo sur del *rift* Pérmico-Jurásico y por el *rift* Cretácico del Noroeste Argentino.

El distrito Purísima-Rumicruz se clasifica como un depósito 14a: Vetas y Brechas polimetálicas ricas en As-Ni-Co (SEGEMAR 1999).

3.1.1.3. Esperanza (Ex – Chacabuco) (# 100)

Generalidades:

Se ubica 5 kilómetros al norte de Iruya, sobre la margen sur de la Quebrada Colorada, departamento Iruya, provincia de Salta. Sus coordenadas son 22°44'38,09"S y 65°12'57,14"O. La mineralización fue conocida desde principios del siglo XIX con el hallazgo de cobre nativo en la Quebrada Colorada, mientras que los primeros laboreos subterráneos se iniciaron en la década de 1870 (Valentín 1897). Desde entonces el yacimiento fue explotado intermitentemente hasta mediados del siglo XX. Los datos más antiguos (Hoskold 1889) registran el mineral extraído en los primeros años de explotación en 230 toneladas con 40 % de cobre, 460 toneladas con 25 % a 30 % de cobre y más de 368 toneladas con 10 % a 12 % de cobre. Lurgo Mayón (1999) menciona la extracción de 100 toneladas de mineral con 30 % de cobre, 150 toneladas de mena plumbo-cuprífera en el año 1944, y la adquisición por parte de la Comisión Nacional de Energía Atómica de 17 toneladas de mineral de uranio en 1960. Las últimas actividades

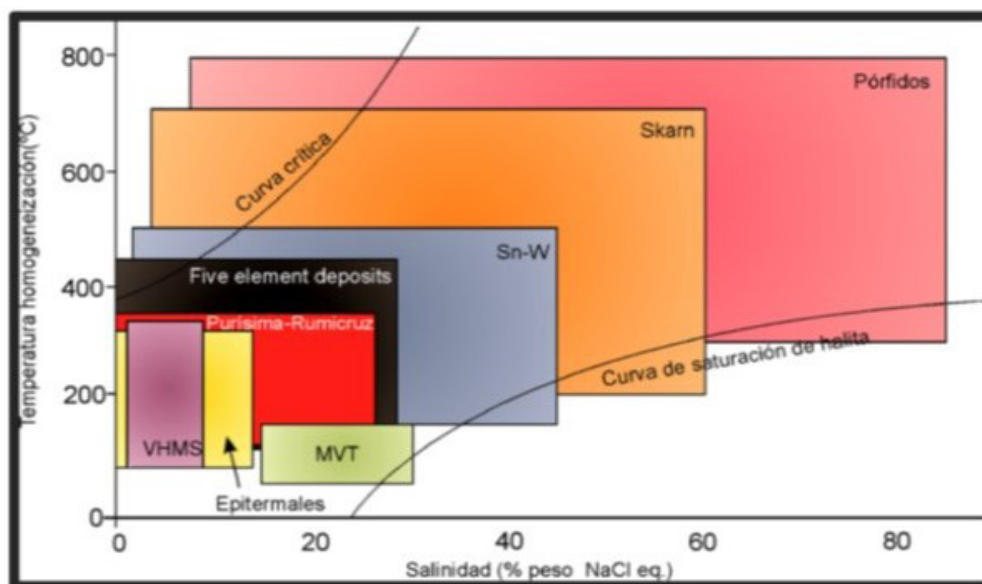


Figura 7: Diagrama de temperatura de homogeneización vs. salinidad (% en peso NaCl eq.) de los principales yacimientos hidrotermales. Se muestra la similitud entre los FED y el campo correspondiente al depósito Purísima-Rumicruz (López 2011, modificado de Wilkinson 2001).

llevadas a cabo en el yacimiento correspondieron a tareas de exploración emprendidas por la Dirección Provincial de Minería de Salta en la década de 1970 (Lurgo Mayón 1999).

La explotación subterránea alcanzó más de 125 metros de profundidad con más de 500 metros de labores horizontales. Todas las excavaciones están parcialmente inundadas o soterradas. Muestras tomadas sobre la veta principal dieron leyes de entre 19 % y 23 % Cu, 10 % y 21 % Pb, 9,75 % y 10,3 % Zn y 0,14 % y 0,37 % U_2O_3 (Lurgo Mayón 1999).

Geología del depósito:

La mina Esperanza se ubica en el flanco oriental de la sierra de Zenta, dentro de la Cordillera Oriental. En esta porción de la sierra afloran rocas de la Formación Puncoviscana y de los grupos Mesón y Santa Victoria en secuencias repetidas y truncadas por fallas de rumbo NNE. A unos 150 metros al este de la boca mina se observan estratos del Grupo Salta (Subgrupo Santa Bárbara) de rumbo submeridional y separados por una falla inversa NNE de carácter regional, de las pizarras de la Formación Puncoviscana que conforman la roca de caja de la mineralización.

La mineralización se presenta en dos vetas que se intersecan en un ángulo muy agudo. La veta principal tiene un rumbo de 105° y una inclinación de 80 a 85° al Norte con una potencia máxima de un metro en superficie y 10 a 20 cm de espesor promedio a 55 metros de profundidad (Lurgo Mayón 1999). La paragénesis de esta veta está compuesta principalmente por calcosina, esfalerita, tetraedrita y bornita en ganga de cuarzo, calcita y dolomita. También se presentan calcopirita, covellina, linneíta, ulmanita, millerita, pechblenda, galena, crisocola, azurita, malaquita, limonita y ankerita (Angelelli *et al.* 1970, Brodtkorb 1973, Lurgo Mayón 1999). La segunda veta está compuesta por galena en ganga de baritina y alcanza un espesor máximo de un metro.

Una datación realizada en pechblenda dio una edad de 277 ± 15 Ma (Diez *et al.* 1984).

Modelo genético:

Esperanza ha sido clasificada como FED (Diez *et al.* 1984). La paragénesis y la edad radimétrica asocian a este depósito al mismo evento metalogénico que formó los depósitos de La Niquelina y Purísima-Rumicruz, el *rift* Pérmico-Jurásico. Según la Normativa para las Cartas Minero-Metalogénicas de la República Argentina (SEGEMAR 1999) se clasifica como un depósito 14a: Vetas y Brechas polimetálicas ricas en As-Ni-Co.

3.1.1.4. Otras manifestaciones

(# 43, 14, 22, 1, 2, 3, 6)

En el entorno del distrito Pumahuasi se observan vetas de cuarzo encajadas en la Formación Acoite, portadores de sulfuros de cobre. Entre ellas se incluyen las vetas de San Francisco (vetas rumbo 90°), Corralito Blanco (2 vetas de rumbo 165° y 115° respectivamente, con contenidos de cobre en muestras puntuales de 3,1 % y 13,5 %) y Victoria (falla de rumbo 35°). Su génesis, aunque no ha sido estudiada en detalle, posiblemente esté relacionada a los eventos que originaron las mineralizaciones en Mina Olga y del distrito Pumahuasi (Chomnales 1976, Rosco e Iza 1968).

En el cordón de Escaya, alojadas en el complejo Magmático Sedimentario de Cochino-Escaya, se encuentran las vetas de Yangaso, Cerro Escaya, Hornillos, Chocoite y Barcosconte. Estas mineralizaciones están conformadas por vetas de cuarzo con sulfuros de cobre (principalmente calcopirita con cantidades variables de calcosina, bornita, covellina y piritita).

La veta de Hornillos se aloja en un cuerpo dacítico, tiene un rumbo de 140° a 150° y una textura brechosa donde se identificaron clastos de cuarzo y lutitas en una matriz mineralizada con piritita, calcopirita, bornita y calcosina. Las leyes de la veta oscilan entre 1,4 % y 3,2 % de Cu, mientras que en la pila de mineral se obtuvieron valores de 5,6 % de Cu y, 15 g/t de Ag (Iglesias *et al.* 1969). La veta de Yangaso tiene un rumbo de 128°, 40 centímetros de potencia, está conformada por cuarzo con calcopirita, bornita, piritita y cobre nativo y presenta leyes de entre 19 % y 26 % de cobre en muestras seleccionadas (DPMJ 1960). La veta de Cerro Escaya aflora en las cercanías de Hornillos, tiene como roca de caja a sedimentitas y cuerpos subvolcánicos del Complejo Cochino Escaya. Está compuesta por cuarzo con calcopirita y malaquita y tiene un rumbo N-S buzando 70° al Este (Sangster 2001). Se las clasifica tentativamente como polimetálicos complejos.

3.1.2. HIERRO

3.1.2.1. Distrito Baritú

(# 112, 113, 114, 115, 116, 120, 122, 123, 124, 125)

Generalidades:

Este distrito se ubica en el cuadrante noreste de la Carta, departamento Santa Victoria, provincia de Salta en un corredor submeridiano (NNE-SSO) que se extiende aproximadamente desde la localidad de El

Condado, en el límite con Bolivia, hasta el río Iruya. A la fecha no se produjo explotación de estos yacimientos, habiéndose realizado únicamente laboreos prospectivos superficiales. La mineralización consiste en nódulos y niveles ferríferos sinsedimentarios. La potencia y distribución de la mineralización es variable. Ramallo (1979) calculó una ley media de 37,31 % de hierro considerando, para el horizonte ferrífero más conspicuo, una potencia media de 1,79 metros. Este horizonte aflora ininterrumpidamente a lo largo de 1.356 metros, siendo sus coordenadas aproximadas 22°27'58"S y 64°44'50"O.

Geología del depósito:

Los depósitos de hierro del distrito se asocian a la base de la Formación Lipeón y se presentan como uno o varios mantos hematíticos intercalados entre areniscas micáceas, limolitas y lutitas estériles. La potencia de los mantos varía entre 3 y 130 centímetros conformando, junto con las intercalaciones, dos horizontes ferríferos de entre 0,5 y 2,4 metros de espesor, separados entre sí por 10 a 15 metros de roca estéril. El horizonte inferior es el más importante en espesor y continuidad de los mantos hematíticos. Bancos y lentes thuringíticos de color verdoso suelen asociarse a ambos horizontes (Robert 1963, Ramallo 1979).

El rumbo predominante de los estratos es N-S, con alguna tendencia hacia el Este y el buzamiento varía entre 20° y 45°, siempre hacia el Este.

Modelo genético:

La génesis de los depósitos del distrito Baritú se considera similar a la de otros mantos ferríferos alojados en la Formación Lipeón. Un estudio del yacimiento de Unchimé (localizado al sur y fuera del área de la Carta) sugiere que la Formación Lipeón se depositó en una plataforma marina somera, con aporte de sedimentos continentales, en un clima postglacial. La alternancia de bancos arenosos ferruginosos y pelíticos obedecería a una estacionalidad climática que originaría períodos reductores y de baja energía del ambiente sedimentario, donde aumentó la concentración de hierro disuelto, y períodos oxidantes, de alta energía, en los cuales precipitó rápidamente el hierro en forma de granos, cemento y recubriendo granos y oolitas de hematita, chamosita y siderita. Luego, procesos diagenéticos y tectónicos produjeron la removilización de la hematita, formando venillas e incrementando el contenido de hierro en la mena (López de Azarevich *et al.* 2015 y trabajos allí citados). Según la Normativa para las Cartas

Minero-Metalogenéticas de la República Argentina (SEGEMAR 1999), el distrito Baritú está integrado por depósitos 9e: Formación Ferrífera.

3.1.2.2. El Cebilar (# 118)

Generalidades:

Este depósito se ubica en las coordenadas 22°51'6"S y 64°57'29,92"O, al sur del río Iruya, en la margen occidental del arroyo El Cebilar y a 27 km al este del pueblo de Iruya, departamento homónimo, provincia de Salta. El yacimiento fue prospectado mediante trincheras superficiales que posibilitaron una estimación de recursos de 30.451 toneladas de mena con 36 % de hierro (Mezzetti 1965).

Geología del depósito:

El yacimiento cuenta con 12 afloramientos lenticulares hematíticos de rumbo submeridiano, distribuidos a lo largo de 1.200 metros. Estos lentes se encajan en rocas de la Formación Puncoviscana (10 lentes) y en cuarcitas del Grupo Mesón (2 lentes). El cuerpo mayor tiene 65 m de largo y 15 m de espesor máximo (Mezzetti 1965) y el resto presenta longitudes de entre 1 y 12 metros.

Las características estructurales de la mineralización y la disposición de los lentes sugieren la existencia de al menos dos vetas subparalelas "en rosario" buzando entre 30° y 56° al Oeste. Las vetas presentan textura brechosa con clastos de las rocas de caja y de cuarzo lechoso. La mineralización está representada principalmente por hematita acompañada por sílice, óxidos de manganeso, goethita, siderita y lepidocrosita. Se observaron escasos sulfuros (pirita y calcopirita) y pátinas de oxidados de cobre (malaquita, azurita, calcantita y crisocola) (Robert 1963, Mezzetti 1965).

Modelo genético:

El modelo de depósito corresponde al de un sombrero de hierro formado por la oxidación de sulfuros primarios (pirita y calcopirita) al ser expuestos a los factores atmosféricos. Se trata entonces de una mineralización secundaria y residual. El conocimiento de la mineralización primaria es muy escaso. Debido a que los laboreos de exploración fueron superficiales y en ninguno de ellos se alcanzó la zona de enriquecimiento supergénico o de mineralización primaria se desconoce la existencia de otros sulfuros que podrían haber formado parte de la mena. Se lo clasifica como depósitos residuales y de alteración: modelo 13i (SEGEMAR 1999).

3.1.2.3. 6 de noviembre (# 20)

Generalidades:

Esta mina pertenece al distrito Pumahuasi, ubicándose en la porción septentrional del mismo, a unos 2,5 km al noreste de la Mina Pumahuasi y a 7,2 km al sureste de Mina Olga. Forma parte del departamento Yavi, provincia de Jujuy, siendo sus coordenadas 22°16'6,47"S y 65°35'17,58"O. Fue escasamente explotada a mediados del siglo XX mediante trincheras y galerías. Pancetti (1980) calculó 347,9 toneladas de recursos remanentes con una ley media de 51 % de Fe₂O₃.

Geología del depósito:

La mineralización está alojada en una veta de rumbo predominante 165° buzando 80° al Este a vertical. Los espesores varían entre 20 y 50 cm, ramificándose por sectores. La veta corre paralela a una falla que corta los estratos de la Formación Acoite. En el extremo noroeste del yacimiento la veta cambia de rumbo a E-O y alcanza espesores de hasta 70 centímetros. La mineralización se extiende a lo largo de 1.500 metros en forma discontinua y está compuesta por siderita, hematita y limonita (Pancetti 1980).

Modelo genético:

El modelo de depósito corresponde al de un sombrero de hierro formado por la oxidación de sulfuros primarios. No se cuenta con información de la mineralogía de ganga, la cual permitiría establecer similitudes con otras mineralizaciones del distrito Pumahuasi, sin embargo, se menciona la presencia de minerales de plomo en los niveles más profundos de la mina (Jorge Bragantini com. pers.). Se lo clasifica como depósitos residuales y de alteración: modelo 13 i (SEGEMAR 1999).

3.1.3. MANGANESO

3.1.3.1. Distrito Tafna (# 13)

Generalidades:

Este distrito está integrado por las minas Silviana Luisa, Marita y Casablanca I, II y III ubicadas en el Departamento Yavi, Provincia de Jujuy, a unos 11 km al oeste de la Ciudad de La Quiaca. Las coordenadas de las labores de la Mina Silviana Luisa son 22°6'12,30"S y 65° 42' 23,73"O. Las mineralizacio-

nes ocupan una corrida submeridiana de unos 5 km de largo sin superar los 100 metros de ancho. Las minas fueron explotadas a mediados del siglo XX, extrayéndose entre los años 1952 y 1955, 12.000 toneladas de mena que contenían de 20 % a 25 % de manganeso (Angelelli *et al.* 1962). La producción total, a lo largo de 12 años de explotación fue de 30.500 toneladas de mineral con un contenido total de 7.500 toneladas de manganeso. Se estimaron 350.000 toneladas de recursos remanentes con un contenido de 66.000 toneladas de manganeso (Sureda *et al.* 1986). Los laboreos extractivos consisten principalmente en rajos y trincheras a cielo abierto elongados en dirección N-S, que alcanzan hasta 380 metros de largo. Existen también piques y galerías de exploración subterráneas que se encuentran inundados.

Geología Regional:

El distrito se ubica al este del Cordón de Escaya, el cual está compuesto por las sedimentitas marinas y volcanitas del Complejo Magmático Sedimentario de Cochino-Escaya. En la comarca afloran también depósitos piroclásticos de la Formación Tafna (Turner 1964b), constituida por bancos de poco espesor con laminación paralela o entrecruzada de tobas blancas o amarillentas claras. La Formación Tafna tiene un espesor máximo de 25 metros y se encuentra como relleno de pequeñas cuencas labradas en el basamento ordovícico. En algunos lugares la base está compuesta por material conglomerádico. Estos estratos están levemente inclinados hacia el Este. Por encima de ellos se depositan sedimentos aluviales, fluviales y lacustres cuaternarios. A la Formación Tafna se la asigna una edad pliocena superior - pleistocena en base a fósiles de mamíferos (Camacho *et al.* 2015).

A unos 2,5 kilómetros al oeste del distrito manganesífero se encuentran las canteras de caolín de Yuraj, que explotan las tobas caolinitizadas de la Formación Tafna. Esta alteración de las tobas ha sido atribuida a la meteorización o al hidrotermalismo (Reverberi 1966).

Los depósitos más modernos corresponden a un conglomerado heterogéneo compuesto por rodados de pórfiro (¿dacítico?) y lajas de lutitas de hasta 35 centímetros de diámetro. Este conglomerado grada a sedimentos más finos hacia la superficie, la matriz es areno-arcillosa y se encuentra cementada en algunos lugares por carbonatos y, en las zonas mineralizadas, por óxidos de manganeso y hierro (Kröger 1956).

Geología de los depósitos:

Los depósitos manganesíferos del distrito Tafna siguen el rumbo de una estructura submeridional y se alojan en sedimentos de la formación homónima, en la cubierta cuaternaria y en la propia estructura. La estructura asociada corresponde a una falla inversa de rumbo aproximado 345° a 350° que buza al Oeste entre 65° y 77° (Kröger 1956). Esta falla eleva a la Formación Tafna por encima de los depósitos conglomerádicos modernos y se encuentra parcialmente mineralizada, formando una veta discontinua. La mineralización se encuentra preferentemente como cemento del conglomerado al este de la falla, pero también se halla dentro de la Formación Tafna y como guías dentro de la falla.

El principal mineral es psilomelano, aunque también se ha mencionado la presencia de pirolusita (Kröger 1956). Además, se encuentran cantidades dispares de limonita asociada a la mineralización de manganeso, siendo más abundante en la falla y en los niveles conglomerádicos que en las tobas. El psilomelano forma nódulos botroidales, impregnaciones y lascas de hasta 3 centímetros de espesor dentro de la toba. Al cementar los conglomerados, forma bancos irregulares y discontinuos con espesores de hasta 15 metros. La veta presenta una mineralización ferrífera en la porción norte del distrito donde alcanza espesores de hasta 2,7 metros. Hacia el sur el contenido de hierro y los espesores de la veta decrecen, encontrándose vetas manganesíferas de entre 5 y 30 cm de espesor. La mineralización se extiende hacia el Norte adentrándose en territorio boliviano (Kröger 1956, Turner 1964b).

Modelo genético:

Se considera que la mineralización del distrito Tafna es de origen hidrotermal con un fuerte control estructural. Los fluidos portadores de manganeso y hierro habrían ascendido a través de la falla para luego penetrar en las rocas de cajas y depositar los minerales. La menor permeabilidad de los estratos de la Formación Tafna con respecto a los conglomerados cuaternarios habría favorecido la mineralización de estos últimos. A su vez la heterogeneidad intrínseca de los conglomerados aluviales habría sido la que generó una distribución irregular del mineral dentro de ellos.

También se considera que las vetas asociadas a la falla estuvieron reguladas por la permeabilidad de esta y por la cercanía a los canales de ascenso de los fluidos. Se estima entonces que los mayores espesores, asociados a un mayor contenido de hierro, registrados en la porción septentrional del distrito,

corresponden a la parte central del sistema. Mientras los espesores de veta menores, donde predominan los minerales de manganeso, corresponden a los extremos distales.

El origen de los fluidos mineralizantes es incierto, pudiendo tratarse de la expresión superficial de un sistema de mayor envergadura capaz de alojar mineralizaciones de metales base en profundidad. Sin embargo, no se detectaron anomalías magnéticas en la zona que indiquen la presencia de un intrusivo o de un gran cuerpo mineralizado no aflorante. Según la Normativa para las Cartas Minero-Metalogenéticas de la República Argentina (SEGEMAR 1999) los depósitos del distrito Tafna se clasifican como modelo 7a: depósitos epitermales de Manganeso.

3.1.3.2. Otras manifestaciones (# 56)

En la Quebrada del Cóndor, unos 12 km al este de Tres Cruces se encuentra la mina El Cóndor, la cual fue escasamente explotada mediante pequeñas labores excavadas en estratos del Subgrupo Pírgua. La mineralización consiste en pirolusita, psilomelano, cuarzo y limonita rellenando fracturas o diseminada en los poros de las areniscas. Las fracturas tienen rumbo NNO a SSE, buzando la estructura principal 38° al NNE, mientras que los estratos buzan entre 32° y 35° al SO (Márquez Vieyra 1971).

3.1.4. NÍQUEL

3.1.4.1. La Niquelina (# 80)

Generalidades:

La mina La Niquelina se encuentra ubicada 48 km al este de la localidad de Pumahuasi y 18 km al noroeste del pueblo de Poscaya, en el paraje Rodeo de Tuctuca, falda oriental de la Sierra de Santa Victoria, Provincia de Salta. Las coordenadas del yacimiento son 22°20'50,84"S y 65°13'15,54"O. Las vetas con mineralización de níquel, plomo, uranio, cobre, zinc y cobalto fueron exploradas en 14 labores que suman más de 530 metros excavados (Fernández Lima 1954). Las leyes de las vetas alcanzan valores máximos de 1,8 % de Ni, 30 % de Pb, 21 % de Zn (Angelelli 1984). Diez *et al.* (1984) mencionan leyes de uranio en mena de hasta 1 %. El análisis de muestras seleccionadas arrojó valores de 20 % a 23,96 % de Ni, 0,47 % a 1,76 % de Co y 26,6 % a 31,46 % de As (Lurgo Mayón 1999).

Geología del depósito:

La mineralización de la mina La Niquelina se presenta en forma de vetas, venillas y como diseminación en la roca de caja conformada por lutitas y pelitas de la Formación Santa Rosita y por cuarcitas de la Formación Chalhualmayoc. Estas últimas presentan un rumbo NE, buzando entre 50° y 60° al NO (Fernández Lima 1954). Las vetas tienen espesores máximos de entre 25 y 60 centímetros y se alojan en las lutitas o en el contacto de estas con las cuarcitas. El rumbo predominante de las vetas es de 150° a 160° con buzamientos de 70° a 90° al SO (Angelelli 1984). También se observan algunas vetas de rumbo submeridiano, con buzamientos de entre 64° y 90° al Este y al Oeste (Fernández Lima 1954). Las vetas tienen textura brechosa con clastos de la roca de caja y cemento de niquelina, galena, esfalerita, pirita, calcopirita, pechblenda, gersdorfitita, maucherita, millerita, hauchecornita, tetraedrita-tennantita, bismuto nativo y argentita en ganga de cuarzo y siderita (Angelelli 1984, Brodtkorb 1973).

Las venillas consisten en rellenos de diaclasas con rumbo E-O. Están compuestas por niquelina de gran pureza y tienen espesores de 1 a 5 cm (Angelelli 1984). Las diseminaciones en la roca de caja están compuestas por pirita dentro de las lutitas y con menor intensidad, de niquelina en las cuarcitas (Fernández Lima 1954). En los lugares en los que se producen estas diseminaciones el espesor mineralizado alcanza entre 1,5 y 3 metros (Angelelli 1984).

La mineralización uranífera fue datada en 170 ± 10 Ma (Diez *et al.* 1984).

Modelo genético:

Teniendo en cuenta su paragénesis, este depósito se clasifica como un FED. La edad de la mineralización se asocia al *rift* Pérmico-Jurásico. Según la Normativa para las Cartas Minero-Metalogenéticas de la República Argentina (SEGEMAR 1999) La Niquelina se clasifica como un depósito 14a: Vetas y Brechas polimetálicas ricas en As-Ni-Co.

3.1.5. ORO

3.1.5.1. Distrito Santa Victoria

(# 61, 62, 63, 64, 67, 68, 104, 105, 106, 119, 121, 126)

Generalidades:

El Distrito Santa Victoria se ubica en el extremo noreste de la Carta e incluye a todos los placeres auríferos del departamento Santa Victoria, provincia de Salta. Los depósitos de placer se encuentran

en tramos de las cuencas de los ríos Tres Lagunas (Vizcachani Norte, Pueblo de Mina y Pozo Bravo), Santa Cruz (Yavihuaico, Sin Nombre, Santa Cruz, Pucará, Santa Rosita y Cerros Bravos), Condado, Los Toldos y Lipeo. La mayor parte de la explotación de estos depósitos se realizó de manera artesanal por parte de los pobladores de la zona.

No existen cálculos de recursos y los contenidos de oro son muy variables. En el placer de Vizcachani (22°7'41,68"S - 65°7'59,92"O) las leyes varían entre 0,08 y 0,176 g/m³ en un aluvión que cubre un área de 94,8 hectáreas con un espesor medio de 1,2 metros.

El placer de Pueblo de Mina (22°6'3,34"S - 65°7'30,51"O) cubre 100 hectáreas con un espesor de hasta 5 metros y contenidos de oro de 0,21 a 2,041 g/m³.

En el área de Pucará (22°10'46,06"S - 64°57'43,32"O) se midió una superficie de 7,5 hectáreas con un contenido promedio de 0,63 g/m³ y espesores que superan los 3 metros. En este lugar se encontraron pepitas de más de 300 gramos y se obtuvieron muestras con valores de 5,2 y 6,1 g/m³ (Sureda *et al.* 1991).

El resto de los placeres del distrito sólo cuentan con menciones de la presencia de oro en los sedimentos, sin datos sobre leyes del mismo.

Geología Regional:

Los depósitos occidentales del distrito se encuentran en el ámbito de la Cordillera Oriental, mientras que los orientales (Condado, Los Toldos y Río Lipeo) se hallan en el límite entre esta provincia geológica y las Sierras Subandinas. En todos los casos los placeres forman parte de depósitos aluviales y fluviales de edad cuaternaria o reciente. Sus clastos están compuestos mayormente por rocas preordovícicas de los grupos Mesón y Santa Victoria y de la Formación Puncoviscana (Sureda *et al.* 1991, Argañaraz *et al.* 1994, Argañaraz *et al.* 2006). En la mayoría de los depósitos del distrito estas rocas afloran a lo largo de toda la cuenca de los ríos involucrados, excepto los depósitos orientales de Los Toldos y Lipeo que se encuentran sobre lechos de roca paleozoica superior y reciben aportes de áreas con afloramientos del Grupo Santa Victoria y el Granito Cañaní (Fig. 8). La región occidental, más elevada, fue afectada por las glaciaciones cuaternarias dejando depósitos morrénicos y fluvio-glaciares en las cabeceras de los ríos.

Excepto la Mina Arias (que no forma parte de las áreas de aporte de los ríos que albergan placeres) no se conocen vetas auríferas explotadas en la zona.

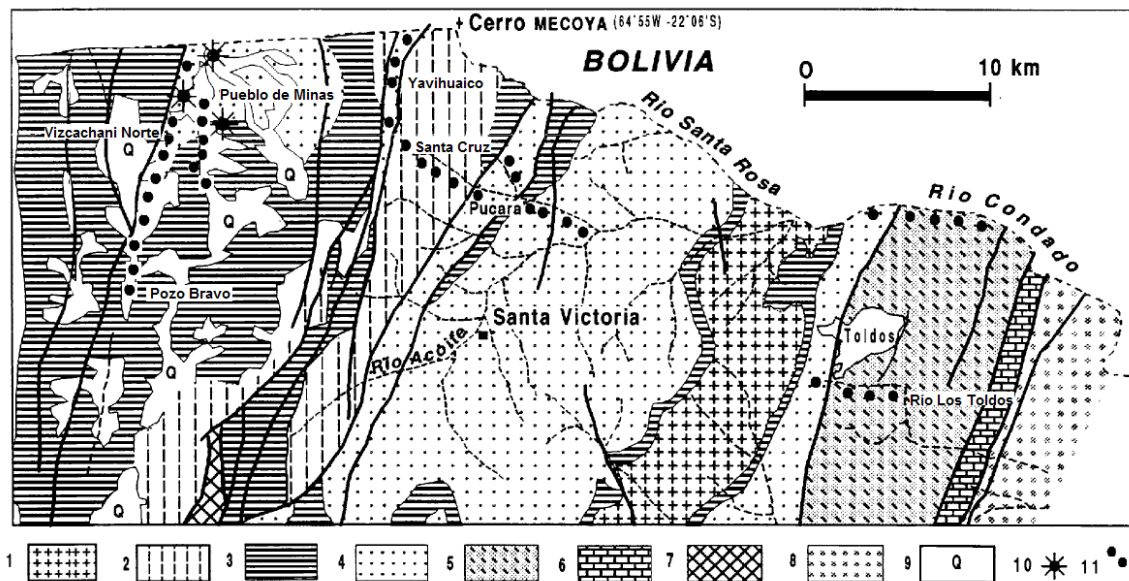


Figura 8: Mapa geológico simplificado del área de Santa Victoria. 1) Granito Cañaní 2) Formación Puncoviscana 3) Grupo Mesón 4) Grupo Santa Victoria 5) Formaciones Mecoyita, Lipeón, Baritú, Porongal, Pescado y Los Monos 6) Grupos Mandiyutí, Machareti, Cuevo y Tacurú 7) Grupo Salta 8) Terciario Subandino 9) Sedimentos Cuaternarios 10) Vetas de cuarzo aurífero 11) Depósitos de placeres auríferos. Modificado de Argañaraz *et al.* (1994).

Sin embargo, anomalías auríferas fueron detectadas en rocas de los Grupos Mesón y Santa Victoria, en las escasas mineralizaciones de Pb-Zn-Ba alojadas en ellas, en el intrusivo granodiorítico de Potrerillos y en vetas de cuarzo halladas al oeste del placer de Pucará (Argañaraz *et al.* 2006).

Geología de los depósitos:

La mayoría de los depósitos de placer se encuentran en el lecho de ríos actuales y en algunos casos asociados a terrazas pleistocenas a holocenas. Los sedimentos que los integran son conglomerádicos a aglomerádicos conteniendo ocasionalmente bloques que superan los 1,5 metros de diámetro. Los clastos de los conglomerados son predominantemente subangulosos, con una gran heterogeneidad granulométrica. Los minerales pesados asociados al oro aluvional son hematita y magnetita, junto con pequeñas cantidades de zircón, rutilo, plata nativa, topacio y granate (Sureda *et al.* 1991, Argañaraz *et al.* 1991, Argañaraz *et al.* 2006).

Las partículas de oro del aluvión de Pueblo de Minas presentan contornos irregulares y tamaños variables, aunque la mayoría mide entre 1 y 1,5 mm de diámetro. Argañaraz *et al.* (1991, 1994) basándose en el índice de aplastamiento de las partículas determinaron que el 27 % de la población procedía de fuentes cercanas. El resto de las partículas mostraban índices de aplastamiento superiores indicando

fuentes distantes de 30 km y en algunos casos más lejanas. También se encontraron algunas partículas cuyos índices de aplastamiento indicaban distancias intermedias.

Análisis geoquímicos realizados con microsonda determinaron un menor contenido promedio de plata y mayor pureza promedio de oro en las partículas de oro de los depósitos de placer que en las provenientes de vetas de cuarzo aurífero. Esta diferencia se observa en menor grado entre las partículas del aluvión de Pucará (más puras) con respecto a las del aluvión de Pueblo de Minas (Argañaraz *et al.* 1994) y se explicaría por la lixiviación de la plata en la parte externa de las partículas debido a la alteración meteórica. El menor contenido de plata de las partículas de Pucará indicaría una distancia de transporte superior, lo cual concuerda con el mayor aplastamiento y redondeamiento observado en esas partículas (Argañaraz *et al.* 1994).

Modelo genético:

Los depósitos auríferos del distrito Santa Victoria se clasifican como depósitos 12a: Placeres auríferos. Su génesis se produjo por procesos de concentración gravitacional de minerales pesados (oro nativo) en trampas sedimentarias fluviales y aluviales. Para el caso del aluvión de Pucará, Sureda *et al.* (1991) menciona que la fracturación transversal al cauce de las rocas ordovícicas del lecho del río

generó *riffles* naturales que permitieron la deposición de granos de oro.

En cuanto a los yacimientos primarios de oro sólo una porción de las partículas del aluvión de Pueblo de Mina pudo asociarse por su cercanía con las vetas de cuarzo aurífero encontradas en la zona. El resto de las partículas, provenientes de distancias incluso mayores a 30 km, tienen un origen incierto (Argañaraz *et al.* 1991, 1994). Estas distancias exceden en varios kilómetros la longitud de los cauces más largos de la cuenca situados aguas arriba de los placeres. Estos cauces tienen un recorrido máximo de menos de 20 km para el placer de Pucará, menos de diez kilómetros para el placer de Vizcachani Norte y alrededor de 7 kilómetros para los placeres de Pueblo de Minas. Las distancias de transporte mayores, calculadas para gran parte de las partículas de estos placeres, sugieren que han sido removilizadas desde un depósito sedimentario preexistente (probablemente alojado en las rocas paleozoicas con contenidos anómalos de oro) y luego concentradas en las trampas sedimentarias cuaternarias. En ese caso el depósito primario habría sido destruido por la erosión en el Paleozoico inferior.

3.1.6. PLOMO-ZINC (COBRE - PLATA)

3.1.6.1. Distrito Pumahuasi

(# 17, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35)

Generalidades:

Los yacimientos de plomo del distrito Pumahuasi están distribuidos en varias minas pertenecientes al departamento Yavi de la provincia de Jujuy. El distrito Pumahuasi fue trabajado desde principios hasta mediados del siglo XX, teniendo su auge en la década de 1930. La mayor actividad se registró hasta el año 1937 decayendo a partir de allí. Debido a la antigüedad de la explotación y a la escasez de perforaciones no existe un cálculo preciso del mineral extraído ni de las reservas y recursos.

Entre los años 1914-1921 y 1927-1937 las minas Pumahuasi (Vetas Pumahuasi vieja y Pumahuasi Nueva) y Chaussette (vetas Chaussette Norte y Sur) produjeron 80.000 toneladas de concentrado, mina Bélgica (La Bélgica y Sur Bélgica) 20.000 toneladas, mina la Pulpera (Pulpera y Piss) 25.000 toneladas, mina Sol de Mayo (Sol de Mayo y Mataros) 18.000 toneladas, Caricasini 2.000 toneladas, General Leman 1.500 toneladas y Cangrejillos 1.800

toneladas (Turner 1964b). Para el mismo período Pancetti (1980) calcula que la producción de todo el distrito fue de 150.000 toneladas de concentrados. Las leyes de los concentrados de la Mina Pumahuasi fueron de 77,7 % de Pb y 5 % de Zn (Sgrosso 1939). A partir de datos de Matthews *et al.* (1975) García y Caguara (1975) y Canga (1980) la empresa INVARSA, en el año 1981, cuantificó el mineral de las escombreras de las minas Sol de Mayo, Bélgica, Alejandro y Pulpera obteniendo un total de 122.082,08 t con una ley ponderada de 3,01 % de Pb y 5,06 % de Zn. Marquina (2011) sobre la base de 8.401,85 metros de perforación con diamantina, estimó para la zona norte del distrito (Minas Pumahuasi y Chaussette) recursos remanentes (indicados e inferidos) de 381.000 toneladas con 0,67 % Pb, - 6,35 % Zn y 51,47 g/t Ag.

Las minas fueron explotadas mayormente mediante labores subterráneas que alcanzaron, en el caso de Pumahuasi, una profundidad máxima de 350 metros con galerías sobre vetas que superaron los 350 metros de longitud (Pancetti 1980). También existen en el área decenas de trincheras, destapes y piques exploratorios que investigaron vetas menores.

En el año 1978 se realizaron cuatro perforaciones someras (175 m en total de diamantina en diámetro BQ) en la zona de la Mina Bélgica. Otra perforación más de 132 m, fue llevada a cabo en 1979 al norte de la mina Pumahuasi (Pancetti 1980). Entre los años 2006 y 2007 la Compañía Minera Aguilar perforó 41 sondeos de diamantina (diámetro HQ y NQ) en la parte norte del distrito (Minas Pumahuasi, Isabel y Chaussette) obteniendo 8.401,85 metros de testigos de diamantina (Marquina 2011). Un año más tarde se realizaron otras 5 perforaciones (1062.5 m en diámetro HQ) en las vetas Bélgica, Alejandro, Luisito, San Marcial y Caricasini.

Geología Regional:

La franja ocupada por el distrito está limitada hacia el oeste por la falla de Tafna, una falla regional, submeridiana, que se extiende desde Bolivia hacia el sur, en el flanco oriental del cordón de Cochinoa Escaya en Argentina. En el área del distrito esta falla se halla cubierta por depósitos cuaternarios que imposibilitan observar su relación con las rocas de la Formación Acoite que albergan las vetas mineralizadas.

El límite oriental del distrito en la porción septentrional está relacionado con la falla del río Sansa-

na, la cual tiene un recorrido subparalelo al de la falla de Tafna. Las vetas de La Blanquita, La Sanguinaria y Barrios se encuentran a escasos cientos de metros al este de esta estructura. En la porción centro sur del distrito las mineralizaciones están limitadas hacia el este por la falla inversa Tres Lagunas (Salani 1981) buzante al Este, que en algunos sectores separa a la Formación Acoite del Subgrupo Pirgua (Fig. 9). Esta falla inversa continúa hacia el norte y según Pancetti (1980) es la responsable de la elevación de la veta Pumahuasi Vieja por encima de la veta de Pumahuasi Nueva.

La Formación Acoite se encuentra intensamente plegada formando anticlinales y sinclinales cuyos ejes tienen una orientación submeridiana. Los ejes de los pliegues de la porción austral del distrito presentan hundimiento hacia el norte llegando a presentarse ejes casi verticales en algunos pliegues del sector oriental. En el sector norte se observa una tendencia de los ejes de los pliegues de buzarse hacia el Sur y en algunos casos (Minas Pumahuasi y Sol de Mayo) se observan pliegues con ejes doblemente buzantes (Cosentino 1969, Pancetti 1980, Marquina 2008). La litología predominante es de grano fino (pelitas y psamopelitas) con intercalaciones de

bancos arenosos cuarcíticos con ondulitas. Suelen observarse vetas y vetillas de cuarzo lechoso asociadas especialmente a los bancos arenosos (Pancetti 1980).

Las vetas del distrito se alojan exclusivamente en rocas de la Formación Acoite. Estas rocas se hallan levemente metamorizadas, presentando un clivaje incipiente que es más notorio en los estratos pelíticos. Las líneas de clivaje, en algunos casos, están rellenas por cuarzo de grano grueso u óxidos férricos en vetillas que suelen ramificarse o desviarse siguiendo las líneas de estratificación (Cosentino 1969).

El orden de cristalización de los minerales primarios establecido por Cosentino (1969) indica que en primer lugar habría cristalizado cuarzo acompañado de pirita y arsenopirita. En una segunda etapa se habría producido la precipitación de esfalerita oscura, esfalerita clara y calcopirita. La tercera etapa se caracterizaría por la depositación de galena. Luego se formaron venillas de cuarzo atravesando los minerales de mena. Finalmente, los espacios vacíos fueron rellenos por ópalo y calcedonia con textura coloidal, ocupando el ópalo la parte interna y la calcedonia la parte externa.

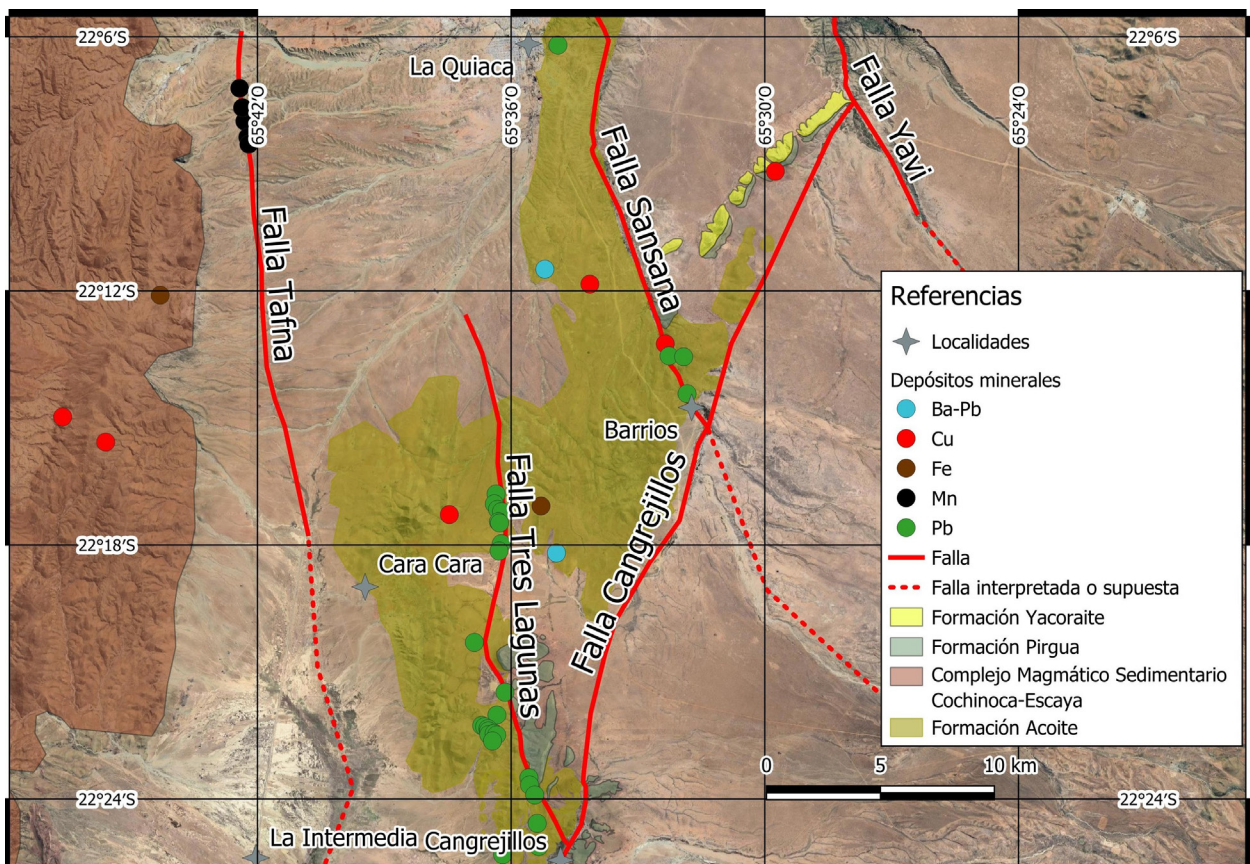


Figura 9: Mapa geológico simplificado del distrito Pumahuasi y áreas circundantes. Imagen tomada de Google Earth (2020).

La alteración de la roca de caja es en general débil, Cosentino (1969) describe los siguientes tipos:

Argílica: Se presenta únicamente en las rocas adyacentes a vetas en zonas de cizalla, siendo especialmente notoria en la Veta San Marcial. En este lugar la roca de caja lutítica ha sido completamente transformada en illita acompañada por cuarzo a lo largo de fajas de hasta 1 metro de espesor.

Sericítica y Clorítica: si bien la Formación Acoite presenta un cierto contenido de sericita y clorita debido al leve metamorfismo regional al que ha sido sometida, tanto la cantidad como el tamaño de las hojuelas de sericita aumentan en las cercanías de las vetas. En cuanto a la clorita se observan parches de este mineral unidos a venillas de igual composición en zonas de pocos metros en torno a las vetas.

Silicificación: se presenta como relleno de microfracturas y en venillas centimétricas.

La orientación de la mayoría de las vetas es generalmente perpendicular o casi perpendicular a los ejes del plegamiento. Cosentino (1969) determinó que estas vetas (por ejemplo, La Bélgica, La Pulpera, Sol de Mayo y General Leman) ocuparon fracturas extensionales con apertura en dirección perpendicular al rumbo. Estas fracturas no produjeron desplazamientos de rumbo o verticales de la roca de caja, los estratos sedimentarios son correlacionables a uno y otro lado de la veta. El mismo autor observó que las vetas principales San Marcial y La Perla ocupan zonas de cizalla, en las que se produjo desplazamiento de ambas paredes de la fractura, brechamiento y ciclos de fracturación sindeposicional.

Geología de los depósitos:

Veta La Blanquita: Es la única veta explotada en la mina homónima, sus coordenadas son 22°13'32"S y 65°32'15,90"O. Se ubica 500 metros al sur de mina Olga y a 400 metros al oeste de las últimas labores sobre la veta La Sanguinaria. La estructura mineralizada consiste en una brecha cementada por galena, pirita, hematita y goethita, con clastos angulosos, de hasta 1 cm de diámetro, de la roca de caja. Tiene un rumbo de 117°, buzando 62 grados al Sur. Su espesor es de 20 centímetros.

Veta La Sanguinaria: Se exploró en una serie de labores que siguen su rumbo, siendo sus coordenadas 22°13'33,20"S y 65°31'55,20"O. Se trata de una veta en parte brechada, de 100° de rumbo y 65° de buzamiento al Sur, compuesta por cuarzo, baritina, galena, hematita, goethita, cerusita y carbonatos. En los alrededores, a menos de 500 metros en diversas direcciones, se encuentran varias labores

exploratorias poco profundas sobre vetas menores de composición similar.

Veta Isabel Norte: Se ubica en las coordenadas 22°16'47,58"S y 65°36'21,33"O y es la segunda veta en importancia de la Mina Isabel. Entre esta veta y la Veta Isabel Sur se reconocieron otras dos vetas menores que fueron exploradas mediante piques de hasta 10 metros de profundidad, sin sobrepasar la zona de oxidación ni descubrirse otro mineral aparte de limonita (Juárez 1954). La Veta Isabel Norte presenta un rumbo de 50° a 60° (Pancetti 1980) buzando 77° al Norte (Juárez 1954). Su espesor varía entre pocos centímetros y 2 metros, con una corrida de al menos 50 metros, con un contenido de plomo puntual de 0,7 % (Pancetti 1980).

Veta Isabel Sud: Aflora 200 metros al sur de la anterior, en las coordenadas 22°16'54,29"S y 65°36'19,82"O. Tiene una potencia media de entre 20 y 40 cm con máximos de 2 metros. Está compuesta por baritina y hematita, con concentraciones de galena que aumentan con la profundidad. Su rumbo es de 90° a 100°, buzando 75° a 80° al Norte según Pancetti (1980) o de 107° buzando al Sur según Cosentino (1969). Fue minada y explorada por varios piques, el mayor de los cuales tiene 30 metros de profundidad, y trincheras (Juárez 1954, Pancetti 1980).

Veta Pumahuasi Vieja: Es la veta de mayor importancia del distrito y la que le da su nombre. Se explotó hasta una profundidad de 350 metros a lo largo de 250 metros de corrida, con un espesor de 60 a 300 centímetros. Su rumbo es de 90° a 100° buzando 80° a 85° al Norte según Pancetti (1980) o de 115° buzando al Sur según Cosentino (1969). Juárez (1954) indica que la veta buza hacia el Sur hasta los 105 metros de profundidad y hacia el Norte a partir de allí, lo que explicaría las diferencias entre las observadas respecto a esto entre los autores citados. Sgross (1943) describe a la veta como de textura brechosa y compuesta por galena, cerusita y esfalerita en ganga de baritina, cuarzo, ópalo, calcedonia y pirita. Beder (1928), que estudio las porciones más someras de la veta, menciona la presencia de anglesita, hemimorfita, goethita y limonita, mientras que Pancetti (1980) señala la existencia de trazas de calcopirita, crisocola y ankerita.

La mineralización fue extraída completamente hasta la profundidad alcanzada por las labores mineras. Hasta ese nivel el contenido de esfalerita aumentaba en profundidad al mismo tiempo que disminuía el de galena lo que, sumado al costo del desagote, llevó al abandono de la explotación. Las

leyes promedio de plomo fueron de 36,1 % hasta los 105 metros de profundidad disminuyendo a 7,6 % a 350 metros bajo la superficie. Con el zinc ocurría lo contrario: 7,9 % hasta los 105 metros y 32,2 % a los 350 metros. La plata disminuía con el plomo desde los 90 g/t a los 60 g/t (Sgrosso 1943).

Análisis isotópicos realizados por Sangster y Sangster (2001) dieron relaciones isotópicas de plomo $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,277$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,654$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,467$ y un valor de azufre ^{34}S de -4,5 en galena lo que indicaría su origen, y posterior removilización, desde lutitas negras ordovícicas. Las relaciones isotópicas de plomo son similares a las obtenidas por Zentilli *et al.* (1988): $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,300$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,650$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,460$.

Pumahuasi Nueva: Se ubica al oeste de la veta anterior, cortándola oblicuamente. Sus coordenadas son $22^{\circ}17'09,49''\text{S}$ y $65^{\circ}36'19,29''\text{O}$. Su rumbo varía entre 110° y 140° , buzando 75° a 85° al Sursuroeste y ramificándose en dos o tres vetas menores (Pancetti 1980). La rama principal tiene una potencia media de 75 centímetros y se presenta oxidada hasta los niveles minados más profundos (alrededor de 80 m de profundidad), siendo los minerales reconocidos galena, cuarzo y limonita. Fue explotada parcialmente entre las décadas de 1930 y 1940, utilizándose el mineral como fundente en una planta de plomo. El contenido de plomo de los mejores tramos alcanzaba el 15 % y se documentó una producción de 245,6 toneladas de concentrado manual con 77 % de plomo (Foster 1941).

Veta Chaussette Norte: Aflora alrededor de 450 metros al sursureste de Pumahuasi Vieja, en las coordenadas $22^{\circ}17'26,86''\text{S}$ y $65^{\circ}36'18,07''\text{O}$. Tiene un rumbo de 110° y una inclinación de 85° al Norte. Su potencia varía entre 10 y 40 centímetros y está compuesta por baritina con plomo (Juárez 1954, Cosentino 1969, Pancetti 1980). Fue explorada mediante un pique de 13 metros y dos galerías de alrededor de 10 metros (Pancetti 1980).

Veta Chaussette Sur: Consiste en una brecha cementada por baritina, hematita, galena y esfalerita. Las coordenadas de su extremo sureste son $22^{\circ}17'28,73''\text{S}$ y $65^{\circ}36'16,40''\text{O}$. El espesor promedio es de 20 centímetros, con un rumbo de 100° a 130° y un buzamiento de 60° a 85° al Norte. Se une con la Veta Chaussette Norte en su extremo NO (Cosentino 1969, Pancetti 1980). Fue explotada hasta los 60 metros de profundidad (Juárez 1954).

Veta Mataderos: Se ubica 900 metros al sur de las vetas de Chaussette, en las coordenadas $22^{\circ}17'58,16''\text{S}$ y $65^{\circ}36'14,05''\text{O}$. Tiene una corri-

da de al menos 120 metros, con una flexión en su trayecto que le da forma de "S", siendo su rumbo general de 115° y buzando 75° a 85° al SO. Su espesor promedio es de 80 cm (Pancetti 1980). La mineralización primaria está integrada por galena, baritina, esfalerita, cuarzo, calcopirita y pirita, siendo sus productos de alteración hematita, goethita, crisocola, malaquita, y azurita. Ahlfeld (1948) menciona la presencia de cerusita y ankerita. La roca de caja se presenta levemente sericitizada y con sectores de alteración argílica. La veta presenta una textura brechosa, con clastos angulosos a subredondeados de la roca de caja rodeados por la mineralización (Fig. 10). El pique principal descendía hasta los 150 metros de profundidad (Juárez 1954).

Veta Sol de Mayo: Afloraba alrededor de 300 metros al sur de la Veta Mataderos. Fue explotada hasta los 250 metros de profundidad y a lo largo de 100 metros de corrida. La mina asociada consta de un pique de 280 metros ubicado en las coordenadas $22^{\circ}18'8,38''\text{S}$ y $65^{\circ}36'17,19''\text{O}$. La veta tiene un espesor de entre 40 y 60 cm, con un rumbo de 95° y un buzamiento de 75° al Sur (Cosentino 1969, Pancetti 1980). Los relaves y escombreras remanentes de la explotación contienen entre 0,7 % y 2,7 % de plomo y entre 3,5 % y 15,7 % de Zinc (Marquina 2011).

Veta Cerro Colorado: Se ubica uno 4 kilómetros al sur de la Veta Sol de Mayo en las coordenadas $22^{\circ}20'17,83''\text{S}$ y $65^{\circ}36'52,16''\text{O}$. Fue explorada hasta una profundidad de 15 metros mediante un pique y 40 metros de galerías sobre veta. Se divide en dos ramas de 40 y 25 centímetros de espesor cerca de la superficie, aumentando su potencia hasta 70 y 68 centímetros respectivamente en las labores más profundas. La primera rama es la más septentrional y tiene un rumbo de 93° inclinando 65° al N, mientras que la segunda tiene un rumbo de 96° , buzando 55° al N. Se calculó que ambas vetas se unen a los 26 metros de profundidad. La mineralización está compuesta por galena, cerusita, anglesita y pirolusita en ganga de baritina, cuarzo, calcedonia, hematita y goethita, (Beder 1928).

Veta Caricasini: Dos kilómetros y medio al sur de la veta Cerro Colorado, en las coordenadas $22^{\circ}21'28,52''\text{S}$ y $65^{\circ}36'08,69''\text{O}$ se encuentran las labores y escombreras asociadas a la explotación de la Veta Caricasini. Esta veta tiene un espesor de alrededor de 50 cm y está compuesta por baritina, galena, marmatita, esfalerita, pirolusita, cuarzo, hematita y goethita. Tiene un rumbo de 130° a 150° buzando 80 a 85° al NE. La mina contaba con 2 piques de profundidad desconocida y la producción

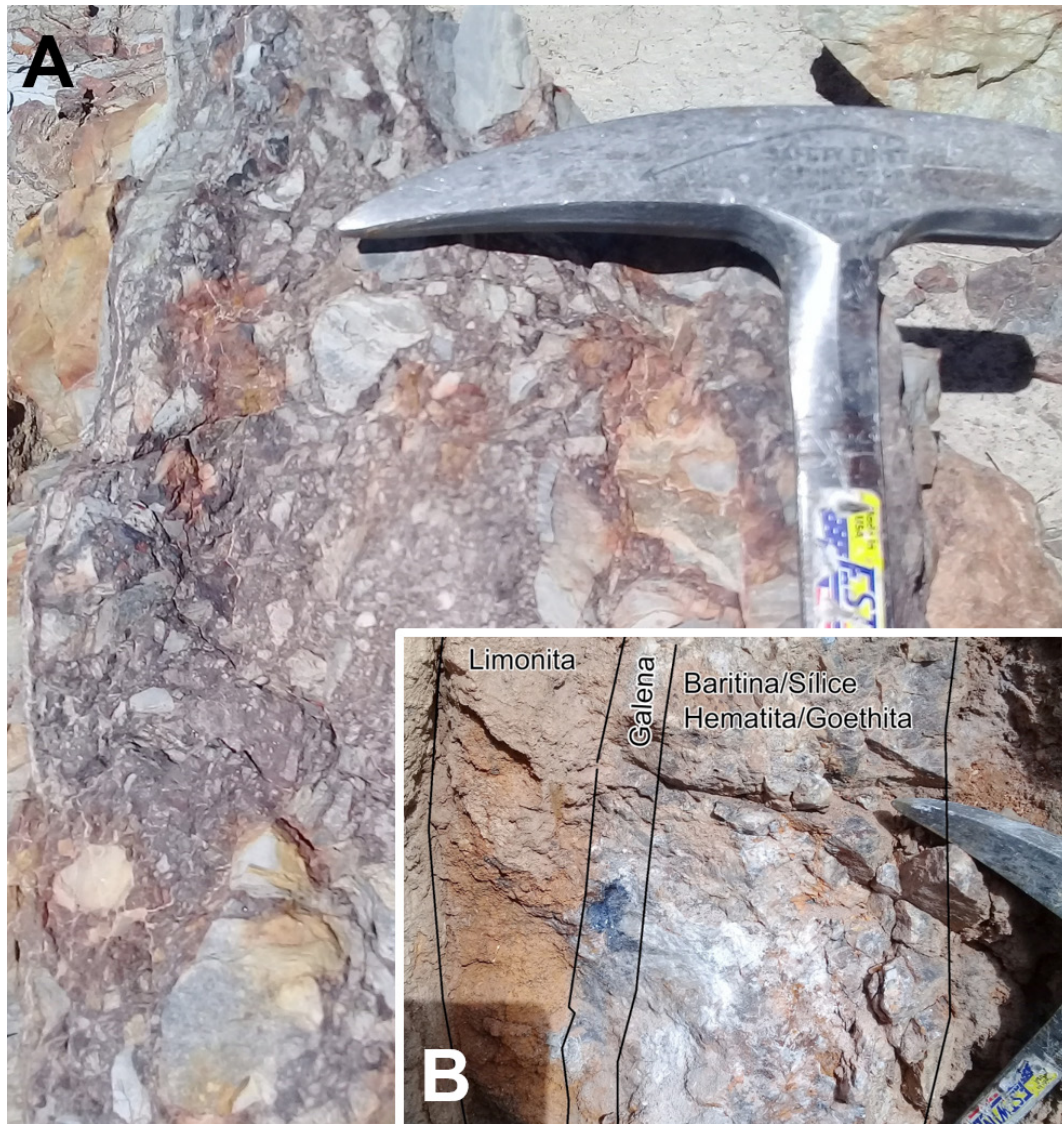


Figura 10: Ejemplos de texturas de vetas del distrito Pumahuasi. 10A: veta brechada oxidada Mina Mataderos. 10B: textura bandeada Veta Aramayo.

habría alcanzado las 2000 toneladas de concentrado (Pancetti 1980, Marquina 2011). Una muestra de galena analizada por Zentilli *et al.* (1988) arrojó relaciones isotópicas de plomo de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,301$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,648$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,490$, similares a los de otras vetas del distrito Pumahuasi.

Veta General Leman: Es la única veta explotada en la mina homónima, en una extensión superior a 200 metros. Aflora a unos 500 metros al oeste del pueblo de La Pulpera y un kilómetro al sur de la Veta Caricasini. Sus coordenadas son $22^{\circ}22'00,64''\text{S}$ y $65^{\circ}36'20,21''\text{O}$. Tiene un rumbo

variable entre 90° y 105° , buzando 65° a 78° al Sur (Pancetti 1980). El espesor máximo registrado es de 30 centímetros, pero con tramos de sólo tres centímetros. La mineralización está conformada principalmente por galena en ganga de limonita y sílice, con escasa baritina. Los minerales de oxidación son anglesita y cerusita (Beder 1928). Al visitar este yacimiento se observaron además trazas de calcopirita y esfalerita. La explotación habría alcanzado los 110 metros de profundidad (Pancetti 1980), produciendo al menos 1.500 toneladas de concentrado (Turner 1964b).

Veta La Bélgica: Se encuentra unos 700 metros al suroeste de la Veta General Leman, en las coordenadas 22°22'15,70"S y 65°36'41,70"O. Fue explotada hasta los 150 metros de profundidad a lo largo de 160 metros (Pancetti 1980). La mineralización contenía galena, limonita, cuarzo lechoso, hematita, cerusita, anglesita y escasa esfalerita, apareciendo esta última en los niveles más profundos. El rumbo de la veta oscila entre 59° a 79°, con un buzamiento de 60° a 90° al Sursureste. El espesor varía entre 5 centímetros a 2 metros. En algunos sectores la veta se divide en ramas menores (Beder 1928).

Análisis realizados sobre los relaves cercanos, que probablemente son el residuo de la concentración de minerales de varias vetas, dieron por resultado contenidos de plomo de entre 3,25 % y 6,88 %, y de zinc de entre 6,67 % y 20,84 % (Marquina 2011).

Análisis isotópicos de plomo realizados por Puig (1988), dieron como resultado las siguientes relaciones: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,296$ y $18,305$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,645$ y $15,649$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,437$ y 474 . Estos análisis fueron atribuidos a mina Bélgica sin identificar la veta exacta de proveniencia, pudiendo ser la presente o Nueva Bélgica, Sur Bélgica, Aramayo, Alejandro o incluso alguna de las vetas menores que se encuentran entre las anteriores. Dada la cercanía entre todas estas vetas y la similitud entre de los valores obtenidos con los de otras vetas del distrito Pumahuasi es probable que todas las vetas mencionadas presenten relaciones isotópicas de plomo similares.

Veta Nueva Bélgica: Los destapes más occidentales de esta veta se encuentran a poco más de 50 metros de la veta La Bélgica. Los rumbos de ambas vetas hacen suponer que se cruzan en profundidad. El pique principal practicado sobre la veta Nueva Bélgica se ubica en las coordenadas 22°22'17,64"S y 65°36'37,56"O. La veta tiene un rumbo de 121° a 124°, buzando 75° a 80° al NE. El espesor medido varía desde unos pocos centímetros hasta 38 en las partes más anchas. Los trabajos mineros sobre esta veta llegaron a más de 50 metros de profundidad a lo largo de más de 100 metros. La mineralogía es igual a la de la veta La Bélgica (Beder 1928).

Veta Sur Bélgica: Corre subparalela a la veta Nueva Bélgica, a unos 20 metros al sur de esta. Las coordenadas de su pique principal son 22°22'20,30"S y 65°36'33"O, ubicándose aproximadamente en la mitad de la extensión horizontal de la veta. Fue explotada completamente a lo largo de 260 metros, pero su extensión posiblemente supere los 500 metros. Tiene un rumbo variable entre 95° y 120,

buzando 75° a 80° al SSO. El espesor oscila entre 25 y 40 centímetros (Pancetti 1980). Turner (1964b) describe la mineralogía de esta veta compuesta por galena en ganga de baritina, limonita y cuarzo.

Veta Aramayo: Se trata de una veta de rumbo sinuoso distante entre 40 y 100 metros al sur de la veta Sur Bélgica, cuyo rumbo general comparte. Un puente en el rajo principal, visible en las coordenadas 22°22'23,50"S y 65°36'32,10"O, permite la observación de una porción remanente de la veta. En ese lugar presenta un rumbo de 120° y buza 76° al Norte. Tiene una textura bandeada conformada por una banda superior limonítica, una banda central de galena y una inferior con baritina, sílice y óxidos de hierro (Fig. 10). El espesor total medido en este punto es 30 centímetros. En superficie la veta fue seguida a lo largo de más de 250 metros.

Veta Alejandro: Alrededor de 150 metros al sur del puente descrito en la veta anterior, se aprecian los rajos superficiales que exploraron esta veta, siguiéndola por cerca de 280 metros de corrida. En las labores subterráneas los desarrollos sobre esta veta fueron de menor longitud. Tiene un recorrido sinuoso, con rumbo de 140° en su extremo occidental, cambiando a 110° en el centro y luego a 130° en el extremo oriental. El buzamiento es subvertical y la potencia varía entre 20 y 40 cm (Pancetti 1980). Las coordenadas 22°22'28,47"S y 65°36'31,74"O corresponden a uno de los rajos superficiales de mayor desarrollo sobre esta veta.

Veta Piss: El pique principal excavado sobre esta veta (22°22'26,79"S - 65°36'24,04"O) se encuentra a unos 250 metros a ESE de la veta Aramayo, y a poco más de 200 metros al ENE del punto ubicado para la veta Alejandro. Su prolongación occidental debería cortar a esta última veta, pero al parecer desaparece antes. La veta tiene un rumbo de 100° en la mayor parte de su recorrido, girando a 75° en el extremo oriental (Pancetti 1980). El buzamiento es de 80° a 85° al N (Cosentino 1969). Fue explotada a lo largo de unos 200 metros, con una potencia de entre 20 y 30 centímetros y hasta los 70 metros de profundidad (Pancetti 1980, Ahlfeld 1948). No se encontró en la bibliografía una descripción completa de su mineralogía y se estima que esta es similar a las de la veta La Pulpera. La galena es reemplazada por esfalerita a partir de los 70 metros de profundidad lo que motivó que no se continuara con la explotación (Pancetti 1980).

Veta La Pulpera: Denominada también como veta La Cuchara (Turner 1964b), nombre que recibe el pique más oriental practicado sobre la veta. Es la

veta más larga de todo el distrito, con alrededor de 600 metros de corrida (Pancetti 1980) o 1000 según Ahlfeld (1948), quien la extendía hacia el oeste hasta el socavón Alejandro, asociándola posiblemente con alguna de las vetas menores encontradas entre las vetas Aramayo y Alejandro. Esta continuidad es especulativa ya que ninguna labor subterránea o superficial la demuestra. El pique principal, ubicado en las coordenadas $22^{\circ}22'28,97''\text{S}$ y $65^{\circ}36'20,53''\text{O}$, alcanzó una profundidad de 97 metros. La veta tiene un rumbo de 95° a 115° , buzando 75° a 80° al Norte. En la parte central se divide en dos ramas que corren subparalelas y vuelven a unirse luego de un centenar de metros. El espesor se mantiene relativamente constante a lo largo de toda la corrida, con un mínimo de 20 centímetros y un máximo de 40 (Pancetti 1980). La mineralización está constituida por galena y esfalerita en ganga de baritina, cuarzo, calcedonia, dolomita, ankerita, sílice, hematita, calcopirita y pirita. Los minerales de oxidación encontrados son cerusita, anglesita, limonita y hemimorfita (Beder 1928, Ahlfeld 1948). La zona de oxidación llega hasta los 70 metros de profundidad, coincidiendo este nivel con la casi desaparición de la galena y aumento de la esfalerita en la composición de la veta (Ahlfeld 1948).

Veta Luisito: Aflora a poco más de 300 metros al sur de las vetas Alejandro, Piss y Pulpera. Las coordenadas de su único pique son $22^{\circ}22'37,54''\text{S}$ y $65^{\circ}36'26,43''\text{O}$. Tiene una corrida de alrededor de 300 metros, con un espesor que varía entre 20 y 40 centímetros. Su rumbo es de 115° , buzando casi verticalmente al Norte (Turner 1964b). Las labores realizadas no tuvieron mucho desarrollo porque el contenido de galena era relativamente escaso. El resto de la mineralización lo constituyen baritina, ankerita, cuarzo, limonita y óxidos de cobre.

Veta San Marcial Nueva o San Marcial Norte: Ambos nombres fueron utilizados para denominar a la veta de rumbo 135° a 150° y buzamiento 75° a 80° al sudoeste, que afloraba a 2.200 metros al sureste de la mina Luisito, en las coordenadas $22^{\circ}23'29,67''\text{S}$ y $65^{\circ}35'34,76''\text{O}$ (Fernández 1960, Cosentino 1969). Fue explotada mediante un pique de al menos 60 metros de profundidad y más de 150 metros de galerías (Fernández 1960). El rajo de extracción llega a la superficie y tiene al menos 20 metros de profundidad (Pancetti 1980). Fernández (1960) estimó recursos remanentes de 700 toneladas de mineral con un contenido de 60 % de plomo y otras 500 toneladas de colas y desmontes asociados, con un 5,8 % de plomo y 1,6 % de zinc. No se encontró una descripción

mineralógica completa de esta veta ni datos sobre su espesor. Los minerales mencionados son galena, cuarzo, sílice, baritina, hematita, calcita y oxidados de cobre (Fernández 1960, Pancetti 1980).

Veta San Marcial o Veta Cumbre: Aflora a poco más de 300 metros al sur de la anterior, lugar en donde fue prospectada por una serie de destapes ($22^{\circ}23'40,01''\text{S}$ - $65^{\circ}35'33,83''\text{O}$). Se realizaron dos piques ubicados a unos 20 metros al norte de la traza de la veta y separados entre sí unos 150 metros, siendo el más importante el occidental (70 metros de profundidad). Desde el lado sur se excavó un cortaveta de más de 100 metros de largo. La veta tiene una corrida de 150 metros y espesores medidos de 5 a 50 cm (Beder 1928, Fernández 1960), con rumbo de entre 61° y 65° y buzamiento de 82° a 85° al Norte (Beder 1928, Cosentino 1969).

La mineralización está constituida por galena en ganga de limonita, cuarzo, sílice, baritina y carbonatos. Como minerales secundarios se encuentran anglesita, cerusita, crisocola, malaquita y azurita (Beder 1928, Fernández 1960). Análisis puntuales sobre la veta arrojaron valores de entre 58,6 % y 66,8 % de plomo, 0,3 % y 0,9 % de zinc y 270 g/t a 360 g/t de plata (Fernández 1960).

Existen varios chiflones, destapes y galerías cercanos, ubicados al oeste del pique principal, pero estos exploraron vetas diferentes con mineralización de cuarzo, baritina, óxidos de hierro y escasa galena (Pancetti 1980).

Veta La Perla: La veta Perla tiene un rumbo de 120° a 140° , buzando 60° al noreste (Turner 1964, Cosentino 1969). La extensión de los laboreos sobre la corrida de la veta es cercana a los 150 metros en la superficie, no habiéndose hallado datos sobre la profundidad de los mismos ni sobre el ancho de la veta. En el terreno se contabilizaron tres piques asociados a esta veta con una profundidad estimada mayor a 10 metros. Los únicos minerales mencionados son galena y baritina, descritos en fragmentos de brechas de la escombrera (Cosentino 1969, Turner 1964, Pancetti 1980).

Las coordenadas del más oriental de los piques excavado sobre la veta, son $22^{\circ}23'54,08''\text{S}$ y $65^{\circ}35'26,48''\text{O}$. Esto es 480 metros al sursureste de la veta San Marcial.

Veta Washington: Su pique central, de una profundidad de entre 10 y 15 metros, se ubica en las coordenadas $22^{\circ}24'34,31''\text{S}$ y $65^{\circ}35'22,97''\text{O}$, cerca de 1400 metros al sur de la veta La Perla. Existía otro pique más profundo (35 m) a unos 65 metros al oeste, que al parecer fue cegado por los sedimen-

tos de la quebrada. Un tercer pique exploratorio se halla a unos 50 metros al este del pique central, con lo cual la veta tendría al menos 115 metros de corrida (Tuttolomondo 1971). El rumbo de la veta es de 147° a 150° , con un buzamiento de 85° a 87° al noreste y un ancho de 10 a 15 centímetros (Beder 1928, Turner 1964).

La mineralización está conformada por abundante baritina con galena diseminada en ella. También se presentan sílice, hematita, goethita, limonita, pirita, psilomelano, pirolusita, ankerita, siderita, calcopirita y malaquita (Beder 1928, Tuttolomondo 1971).

Veta Cangrejillos o Rosa de Oro: La explotación de esta veta ya había sido abandonada en 1928 cuando Beder la visitó y no pudo acceder a las labores. Según este autor la veta tiene un rumbo de 100° y buzamiento casi vertical. Turner (1964b) le confiere una corrida de 150 metros y 10 a 20 centímetros de espesor. Se desconoce la profundidad alcanzada por la explotación, pero se estima que el pique principal, actualmente inundado, supera los 10 metros. Las coordenadas de este pique son $22^\circ 25' 07,11''$ S y $65^\circ 35' 20,87''$ O y se estima, sobre la base de la observación de otras labores asociadas, que dista entre 20 y 40 metros de la traza de la veta, actualmente cubierta por desmontes.

La mineralización consiste en galena en ganga de baritina, limonita, hematita, ópalo y sílice. Se menciona la presencia de anglesita, crisocola, azurita y malaquita (Beder 1928, Turner 1964b). La roca de caja observada en los desmontes, en un rajo y en destapes cercanos presenta una moderada a fuerte alteración argílica por sectores.

Veta Santa Rosa: Aflora a unos 1.500 metros al oeste de la Veta Cangrejillos y consiste en una veta ondulosa con rumbo general de 120° y 60° de buzamiento al noreste. Tiene un espesor de entre 40 y 150 centímetros (Beder 1928), con una corrida que fue seguida por los laboreos en una longitud superior a los 200 metros. Fue explorada mediante dos piques de 10 y 15 metros de profundidad, distantes 180 metros entre sí y excavados entre 15 y 20 metros al norte de la traza de la veta. Sobre esta traza, en la superficie, se observan una serie de destapes, trincheras, chiflones y galerías, desconociéndose la longitud total alcanzada por las galerías sobre veta. Sobre la escombrera del pique principal ($22^\circ 25' 18,76''$ S - $65^\circ 36' 12,02''$ O) se observaron acumulaciones de fragmentos seleccionados de la veta, con mineralización de goethita, hematita, cuarzo y sílice, lo que se interpreta como un posible intento

de explotación del mineral como mena de hierro. Sin embargo, Beder (1928) indica que, al menos en los primeros tiempos, la mina fue trabajada por plomo. Los minerales mencionados por este autor, además de los previamente nombrados, incluyen galena, escasa baritina, pirolusita y vestigios de minerales oxidados de cobre.

Modelo genético:

Las vetas del distrito Pumahuasi se clasifican como Vetas Polimetálicas Simples (14c). Los estudios isotópicos de plomo y azufre llevados a cabo por Sangster y Sangster (2001) diferenciaron claramente a los depósitos vetiformes de los depósitos tipo SEDEX de Mina Aguilar, sugiriendo una edad Pérmica para la mineralización. La composición isotópica del azufre en galenas de las vetas (+0,2 a -4,5 ‰) es similar a la encontrada en cristales de pirita y pirrotina biogénicas de lutitas ordovícicas. Esto indica que el azufre en galenas del distrito Pumahuasi es producto de la removilización del azufre de sulfuros sinsedimentarios alojados en la roca de caja (Formación Acoite).

El origen de las vetas estaría relacionado con la prolongación austral del *rift* Pérmico-Triásico. Se estima que el calor asociado a los procesos de adelgazamiento cortical y *rifting*, provocó la circulación de fluidos hidrotermales que lixiviaron el azufre y los metales base desde rocas del basamento, para luego depositarlos en fracturas extensionales y zonas de cizallas pre-existentes.

3.1.6.2. Mina La Ciénaga (# 81)

Generalidades:

Se trata de un depósito vetiforme ubicado en el departamento Santa Victoria, provincia de Salta, a 13,6 kilómetros al norte de Nazareno y a 63 kilómetros al sureste de la Quiaca. Sus coordenadas son $22^\circ 23' 21,35''$ S y $65^\circ 4' 25,70''$ O. Se desarrolla a ambos lados de un arroyo afluente del río Trigo-huaico y fue explotado mediante galerías y rajos sobre veta que suman alrededor de 190 metros de longitud y una profundidad máxima de 26 metros por debajo de la superficie. De la explotación se extrajeron al menos 380 toneladas de mineral concentrado con una ley promedio superior a 38 % de Pb, 19 % de Zn y 66 g/t de Ag (Faroux 1977). Los recursos indicados remanentes se calculan en 27.000 toneladas con 4 % de Pb, 3,5 % de Zn y 0,4 % de Cu (Guillou 1986a).

Geología Regional:

La Ciénaga se encuentra en el centro de un bloque de rocas ordovícicas (Formación Santa Rosita) limitado hacia el Este y al Oeste por sendas fallas regionales de rumbo Nornoreste. Unos pocos kilómetros hacia el noroeste del depósito, la falla que limita al bloque pone en contacto a la Formación Santa Rosita con la Formación Puncoviscana y, hacia el sur, con el intrusivo sienítico de la Formación Hornillos. Mientras que un par de kilómetros al sur, en las cercanías de la localidad de San Marcos de Trigo Huaico, afloran diques basaníticos datados por Rubiolo (1998) en 98 ± 4 Ma. Estos diques tienen de 30 a 40 centímetros de potencia y longitudes menores a 300 metros. Se encajan en lutitas de las Formaciones Santa Rosita con rumbos perpendiculares a los de la estratificación (aproximadamente E-O) y buzamientos verticales. Por otro lado, se observan diques alcalinos porfíricos tanto hacia el este como hacia el oeste del depósito La Ciénaga (Faroux 1977). Estos intrusivos tienen rumbos submeridianos y, aunque no han sido datados, probablemente, por su litología, pertenezcan a la Formación Hornillos y sean más jóvenes que las basanitas.

Geología del depósito:

La mineralización de la Mina La Ciénaga se asocia a una falla directa de rumbo variable entre 350° y 24° , que corta el flanco oriental de un anticlinal (Fig. 11). El buzamiento de la falla varía de subvertical a 75° al Oeste. La roca de caja es la Formación Santa Rosita y está compuesta por cuarcitas grises con laminación paralela y entrecruzada dispuestas en bancos de 1 a 1,5 metros de espesor entre los que se observan escasas y delgadas intercalaciones pelíticas. La mineralización se encuentra cementando una brecha crackle conformada por clastos decimétricos de cuarcita. Los minerales primarios son galena, esfalerita, pirita y calcopirita en ganga de cuarzo, siderita y baritina. También se encuentran como productos de oxidación crisocola, malaquita y limonita. La veta tiene alrededor de 10 centímetros de potencia en su parte superior incrementándose con la profundidad. Faroux (1977) menciona bolsones de hasta 1,2 metros de espesor. El orden de cristalización establecido para una muestra rica en cobre es: siderita > pirita > calcopirita > galena > esfalerita (JICA 2002).

Zentilli *et al.* (1988) analizaron una muestra de galena y establecieron relaciones isotópicas de plomo de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,101$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,638$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,043$. Estos valores son similares a

los presentados por los mismos autores para galenas de la mina El Aguilar, provincia de Jujuy, y para la Mina La Helvecia en la provincia de La Rioja. Tanto El Aguilar como La Helvecia han sido clasificados como depósitos del tipo sedimentario exhalativo de edad Ordovícica, existiendo la posibilidad de removilización de los sulfuros por procesos posteriores (Sureda 1999, Brodtkorb y Brodtkorb 1999).

Sangster (2001) analizó los isótopos de azufre en dos muestras de galena obteniendo valores de $\delta^{34}\text{S}$ de 13,7 y 15,5 lo que indica que los sulfuros son derivados de rocas sedimentarias que contienen sulfuros derivados a su vez de la reducción directa de sulfatos del agua marina o de sulfuros biogénicos formados en un ambiente anóxico.

Modelo genético:

Se considera que la falla normal a la que se asocia la mineralización fue generada con posterioridad al plegamiento de la Formación Acoite, durante la etapa extensiva del *rifting* cretácico. La cercanía geográfica de los intrusivos de la Formación Hornillos sugiere que estos fueron la fuente de calor de los fluidos hidrotermales que generaron la mineralización en el espacio abierto generado por la falla. La edad modelo ordovícica obtenida a partir de la isotopía de plomo indicaría que al menos parte del plomo fue removilizado a partir de un depósito de esa edad. Los isótopos de azufre indican un ambiente marino reductor o anóxico. Se interpreta entonces que los elementos constituyentes de la galena de La Ciénaga se depositaron originalmente en un yacimiento sedimentario exhalativo contemporáneo a la roca de caja para luego ser removilizados y depositados como cemento de una brecha de falla asociada al *rift* cretácico.

El depósito La Ciénaga se clasifica dentro del modelo 14 C, Vetas y Brechas Polimetálicas Simples (SEGEMAR 1999).

3.1.6.3. Distrito Poscaya

(# 87)

Generalidades:

Este distrito está conformado por una serie de vetas explotadas entre las décadas de 1930 y 1940. Se encuentra ubicado 2 kilómetros al este del poblado homónimo, en los cerros que conforman la margen oriental del río Nazareno, a unos 68 kilómetros al sureste de la Quiaca y 7 kilómetros al noreste de Nazareno. La mayor explotación se realizó sobre las vetas 5 y 6 las cuales totalizaban hasta el año



Figura 11: Vista de las labores de mina La Ciénaga al norte de la quebrada y estructuras asociadas.

1943, 175 y 64 metros de galerías respectivamente (Sgrosso 1943). El mismo autor estimó recursos de 19.400 toneladas de mineral con una ley promedio de 75,77 % de Pb para ambas labores.

Geología del depósito:

Las vetas que componen el distrito se alojan en lutitas grises azuladas y areniscas de la Formación Santa Rosita. Se identificaron 9 vetas, 7 en la zona de “El Bañado” y 2 en la zona de “Matancillos”. De ellas las vetas 5 y 6 de la zona de El Bañado son las más importantes. La veta 5 tiene un rumbo de 125°, buzamiento vertical, una potencia media de 40 centímetros y una extensión de 300 metros. La veta 6 tiene igual rumbo que la anterior, pero buza 65° al NE. Se extiende en superficie por casi un kilómetro con una potencia media de 80 centímetros. La veta 7 se ubica al este de la 6, tiene rumbo idéntico y buzamiento vertical, lo que la llevaría a intersectar a la veta 6 a unos 130 metros de profundidad. Su

potencia media es de 30 centímetros. Además de las vetas anteriores Sgrosso (1943) describe una de las vetas de la zona de Matancillos la cual presenta uno 10 cm de espesor, rumbo 105° y buzamiento de 75° al Sur. El principal mineral de mena descrito es galena en cristales gruesos, de hasta varios centímetros, formando guías y bolsillos en ganga de baritina con escaso cuarzo. También se encuentran calcopirita, pirita y escasa esfalerita. Los minerales de oxidación incluyen cerusita, anglesita, limonita y hematita (Sgrosso 1939, Turner 1964a).

Modelo genético:

El distrito Poscaya se clasifica dentro del modelo 14 C, Vetas y Brechas Polimetálicas Simples (SE-GEMAR 1999). No existen suficientes datos para relacionarlo a un evento metalogénico en particular salvo su cercanía con los intrusivos de la Formación Hornillos aflorantes en las quebradas de Lopiara y Paltoroa, a una distancia de entre 4 y 8 kilómetros.

3.1.6.4. Mina La Candelaria (# 41)

Generalidades:

Este depósito se encuentra a 17,2 km al sur de la plaza principal de Abra Pampa, en la ladera occidental del extremo norte de la Sierra de Aguilar, departamento Cochínoca, provincia de Jujuy. Sus coordenadas son 22°52'35,50"S y 65°43'42,60"O. El minado del depósito se inició en 1954 y prosiguió hasta 1958, luego entre 1966 y 1967 se realizaron nuevos laboreos exploratorios con resultados poco favorables. La producción registrada es de 90 toneladas de concentrado con leyes promedio de 79,1 % de Pb (De los Hoyos y Leidhold 1968). La mina contaba con al menos 382,6 metros de labores horizontales en 5 subniveles y 126,5 metros de labores verticales (Iza 1966, Iza y Leidhold 1967). Los recursos remanentes estimados suman 345 toneladas con 26 % de Pb (De los Hoyos y Leidhold 1968).

Geología del depósito:

La roca de caja está constituida por lutitas, limolitas y areniscas cuarzosas de la Formación Acoite. Esta formación está atravesada por vetas de pocos centímetros de cuarzo lechoso. Los estratos están plegados en anticlinales y sinclinales apretados de rumbo general NE-SO y, en el área de la mina, buzaban entre 40° a 50° al SE (De los Hoyos 1962). La mineralización está asociada a fallas y diaclasas de rumbo NNO-SSE, las que a su vez están cortadas por un fallamiento principal de rumbo N-S que varía de NNE-SSO a NNO-SSO (De los Hoyos y Leidhold 1968). Dentro de la mina se observó un dique andesítico alterado de 1,4 a 1,5 metros de espesor, con textura porfírica y pasta intersertal, donde una parte de las plagioclasas fue reemplazada por calcita y cuarzo (De los Hoyos 1962).

La mineralización consiste en galena de grano muy fino a medio cementando cuerpos irregulares de brecha, elongados en dirección NNO-SSE. La galena se halla parcialmente alterada a cerusita, anglesita y piromorfita, acompañadas por óxidos e hidróxidos de hierro y escaso cuarzo (De los Hoyos 1962, De los Hoyos y Leidhold 1968). Las labores mineras fueron desarrolladas en la zona de oxidación, donde no se encontró ni esfalerita ni piritita. La roca de caja tiene débil alteración argílica.

Sangster (2001) obtuvo relaciones isotópicas de plomo de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,534$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,646$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,696$ en una muestra de galena. Estos valores son cercanos a los de la veta Purísima

publicados por López (2011), indicando una edad modelo cretácica para la mineralización.

Modelo genético:

No se observó una relación directa entre la mineralización y el dique andesítico, como indicó De los Hoyos (1962) quien le atribuyó a este dique una edad cretácica; sin embargo, es probable que sea de edad miocena, similar a los filones capas dacíticos descritos por Boll y Hernández (1985), que intruyen la Formación Río Grande a pocos kilómetros al sudeste del yacimiento. El rumbo predominante de la mineralización sugiere que esta ocupó estructuras formadas con posterioridad al plegamiento de la Formación Acoite (es oblicua a los ejes de los pliegues) y previas a la fase andina (es oblicua a las fallas principales).

Los datos isotópicos de plomo la asocian temporalmente con los eventos del *rift* cretácico y a un mecanismo de formación similar al de la veta Purísima.

Se clasifica tentativamente a la Mina La Candelaria dentro del modelo 14c, brechas polimetálicas simples (SEGEMAR 1999).

3.1.6.5. Mina La Gateada (# 4)

Generalidades:

Se encuentra ubicada a 38,2 kilómetros al suroeste de La Quiaca y a 41 kilómetros al NNE de Abra Pampa, en la parte central de la sierra de Cochínoca-Escaya, departamento Yavi, provincia de Jujuy, en las coordenadas 22°22'24,82"S y 65°49'45,67"O. Las labores están en su mayoría derrumbadas o anegadas y no se cuenta con datos de producción.

Geología del depósito:

La mineralización consiste en vetas de cuarzo y sulfuros alojadas en rocas de edad ordovícica del Complejo Magmático Sedimentario Cochínoca-Escaya. La roca de caja forma un anticlinal de rumbo NNE (214° a 230°) donde las capas del flanco oriental buzaban entre 49° y 64°. En superficie se observan lavas basálticas almohadilladas intercaladas en pelitas y areniscas. La deformación tectónica ha dado lugar a *boudines* conformados por lavas dentro de las pelitas. En uno de los contactos entre las lavas y las pelitas se produjo la intrusión de un cuerpo dacítico que generó *hornfels* en las pelitas. Todo el conjunto está atravesado por el clivaje asociado al plegamiento (¿Fase Guandacol?) y también por

las vetas mineralizadas. En algunos casos las vetas mineralizadas siguen el contorno curvo del contacto entre las lavas almohadilladas y las pelitas. Se observan vetas de cuarzo menores, que cortan transversalmente al clivaje.

Tuttolomondo (1970) describe a una de las vetas observada en una labor menor (galería de 10 metros) como una veta en rosario con un espesor promedio de 5 cm y bolsones de 10 centímetros. Esta veta tiene un rumbo subparalelo al eje del anticlinal, buzando 50° al Este, y posiblemente se trate de la prolongación norte de la veta principal explotada en las labores soterradas.

La mineralogía de las vetas obtenida de las viejas escombreras incluye piritita, galena, calcopirita y esfa-

lerita como minerales primarios en ganga de cuarzo. Se observó calcosina y covellina reemplazando a los sulfuros. Los minerales de oxidación consisten en hematita, limonita y psilomelano (Tuttolomondo 1970). En una muestra de veta (Fig. 12) se observa que el cuarzo fue el primero en cristalizar conformando una textura en peine con cristales de hasta 2 centímetros de largo. Los sulfuros se depositaron luego formando bandas que ocuparon el resto del espacio disponible. Datos isotópicos de plomo en una muestra de galena arrojaron relaciones de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,320$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,650$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,363$ (Sangster 2001). Estos valores son similares a los valores encontrados en minerales de los distritos Pumahuasi, Rumicruz, Alumbrillo y el Gigante.



Figura 12: Muestra de veta encontrado en la escombrera de la mina Gateada donde se infiere que el cuarzo fue el primer mineral en cristalizar conformando una textura en peine y luego los sulfuros ocupando el espacio libre de la veta.

Modelo genético:

Las vetas se formaron con posterioridad al plegamiento y formación del clivaje de las rocas que la hospedan. La ausencia de fragmentos de la roca de caja y el tamaño y orientación de los cristales de cuarzo sugieren que las vetas se formaron como relleno de fracturas extensionales. A diferencia de las vetas observadas en el distrito Pumahuasi, en el caso de la mina La Gateada la orientación de las fracturas extensionales indica que estas no se habrían formado junto con el plegamiento de las rocas sino en un evento posterior. La edad modelo obtenida a partir de los isótopos de plomo incluyen a este depósito en el grupo de los yacimientos asociados con la prolongación austral del *rift* Pérmico-Triásico.

Se clasifica a la Mina La Gateada dentro del modelo 14c, brechas polimetálicas simples (SEGEMAR 1999).

3.1.6.6. Otras manifestaciones (# 10, 51, 83, 69, 60)

En la porción de la Puna y principalmente dentro del área de la Cordillera Oriental abarcada por la Carta, existen numerosas manifestaciones vetiformes portadoras de galena, generalmente asociadas con baritina. Algunas de ellas fueron explotadas en pequeña escala mientras que otras sólo fueron prospectadas superficialmente. La información disponible sobre estos depósitos es en general muy escasa y en varios casos no se pudo ubicar de manera precisa el yacimiento. Entre ellas se destacan las mineralizaciones de Punta del Quivil, Huasi-Viejito, Parmense-Viscachani, Abra de Jaimes y Rosario.

Punta del Quivil

En el extremo sur del cordón de Cochino-Escaya se encuentra la mina Punta del Quivil. En ella se observaron dos vetas exploradas someramente, alojadas en rocas del Complejo Magmático Sedimentario Cochino-Escaya. La primera de ellas presenta una potencia de 20 a 25 cm y consiste en una veta de pirita (alterada a hematita y limonita), baritina y cuarzo, de rumbo 145° buzamiento de 84° al Este. La segunda es una veta con textura brechosa de hasta 1,1 metros de espesor y presenta 134° de rumbo, buzando 69° al Oeste. Esta última veta se formó en dos episodios, el primero de ellos formó una brecha *crackle* con clastos de la roca de caja cementados con cuarzo lechoso estéril. El segundo episodio corta al primero generando una mineralización de galena en ganga de cuarzo y baritina (Fig. 13).

Huasi y Viejito

En el paraje Toroyoc, departamento Iruya, provincia de Salta, a unos 5 km al oeste del pueblo de Vizcarra están las minas Huasi (22°36'40,83"S- 65°16'13,31"O) y Viejito (22°37'27,36"- 65°15'49,26"O) S. Estas minas fueron explotadas rudimentariamente hasta comienzos de la década de 1960. La mineralización en la mina Viejito consiste en una veta con un espesor de 4 a 70 cm, rumbo NE a NNE e inclinación de 30° a 64° al NNW, compuesta por galena, pirita y calcopirita junto con sus productos de oxidación (Reverberi y Mezzetti 1959). La mina Huasi fue explotada inicialmente por los jesuitas y cuenta con el mayor desarrollo de labores. La mineralización estaba conformada principalmente por galena, aunque también se en-



Figura 13: Fragmentos de la brecha mineralizada de la Mina Punta del Quivil.

contraron oxidados de cobre (Reverberi y Mezzetti 1959). No se encontraron datos estructurales sobre la mineralización en la escasa bibliografía disponible. La roca de caja de ambas mineralizaciones consiste en cuarcitas de la base del Grupo Santa Victoria.

Parmense – Viscachani

La mina Parmense-Viscachani (22°24'18,32"S - 65° 7'29,40"O) se ubica a unos 12 kilómetros al NNO del pueblo de Nazareno y a 5,5 kilómetros al OSO de la mina La Ciénaga, en el departamento Santa Victoria, provincia de Salta. Fue explotada entre las décadas de 1940 y 1950 en al menos 4 niveles con sus respectivas galerías. La veta está alojada en lutitas y areniscas de la Formación Santa Rosita y tiene rumbo submeridiano buzando 70° a 90° al Oeste. Su potencia varía entre 20 y 30 centímetros en una extensión mayor a 100 metros. La mineralización consiste en galena y esfalerita en ganga de cuarzo y baritina (Guillou 1986b). Sangster (2001) menciona la presencia de pirita alterada y trazas de calcopirita. Análisis isotópicos de plomo en galena realizados por este último autor muestran relaciones de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,135$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,659$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,130$, los cuales se encuentran cercanos a los valores obtenidos para las mineralizaciones de El Aguilar y La Ciénaga (Fig. 4). De una muestra de galena se obtuvo un resultado de $\delta^{34}\text{S}$ de 16,0, también similar a los valores obtenidos para muestras de La Ciénaga.

Teniendo en cuenta las similitudes y cercanía su génesis posiblemente sea similar o la misma de la mina La Ciénaga.

Abra de Jaimes

En el departamento Santa Victoria, provincia de Salta, a 15 kilómetros al noroeste de Santa Victoria, a 2,6 kilómetros del abra homónima, se encuentra la mina Abra de Jaimes también conocida con el nombre de Vizcachani (no confundir con la anterior) o Jaime Alberto. Las coordenadas del depósito son 22°10'12,90"S y 65°5'40,29"O. Fue explotada en la década de 1950 mediante un pique (que alcanzó los 60 metros de profundidad) y varios subniveles hoy derrumbados. La veta tiene un rumbo de 27° a 357°, con un buzamiento de 60° al Oeste y está alojada en lutitas y cuarcitas de la Formación Santa Rosita (Turner 1964a, Argañaraz y Castillo 2001). La mena primaria está conformada por galena, esfalerita, pirita y calcopirita.

Rosario

La mina Rosario contaba con varias labores sobre veta incluyendo un cuadro de 30 metros de

profundidad. Se ubica en el extremo noroeste de la provincia de Salta en las cercanías de los límites con Jujuy y Bolivia. La veta tiene un espesor de 10 a 40 centímetros, presenta un rumbo de 110°, buzando 80° al SSE y se aloja en cuarcitas y lutitas de la base del Grupo Santa Victoria (Formación Santa Rosita). La mineralización consiste en galena en ganga de cuarzo, calcita y siderita. Los productos de oxidación incluyen goethita y hematita (Argañaraz y Castillo 2001).

3.2. FAJAS METALOGENÉTICAS Y DOMINIOS METÁLICOS

Las fajas metalogenéticas son unidades geológicas que contienen, o son favorables para ello, a un grupo de modelos de depósitos coetáneos y genéticamente relacionados (Nokleberg *et al.* 1998). Las unidades así definidas incluyen áreas mineralizadas con uno o más metales asociados y relacionados en el tiempo y en su petro-tectónica, implicando la extensión a posibles áreas de acumulación con o sin mineralizaciones conocidas.

Para el área de la presente Carta se identificaron seis fajas metalogenéticas de variable extensión, cuatro de las cuales fueron reconocidas también en el área que comprenden Cartas aledañas a la presente:

- a) Faja del volcanismo bimodal sinsedimentario ordovícico (Herrmann *et al.* 2018)
- b) Faja de depósitos sedimentarios marinos silúricos (Ramallo *et al.*, en prensa)
- c) Faja del magmatismo de *rift* Jurásico-Cretácico (Gozalvez *et al.* 2016)
- d) Faja del arco magmático neógeno (Zappettini 1999)

El resto de las fajas se definen por primera vez en la Carta Minero Metalogenética 2366 – II, La Quiaca:

- e) Faja del magmatismo de *rift* Pérmico-Jurásico
- f) Faja de depósitos aluviales con placeres

La nomenclatura de las fajas se realizó siguiendo la normativa para la realización de las Cartas Minero-Metalogenéticas (SEGEMAR 1999).

3.2.1. FAJA DEL VOLCANISMO BIMODAL SINSEDIMENTARIO ORDOVÍCICO (PRE ANT Om)

Esta faja fue definida en la Carta Minero Metalogenética 2366-I Mina Pirquitas por Herrmann *et al.* (2018) como una asociación de rocas sedimentarias

y volcánicas de edad ordovícica que conforman el Complejo Magmático Sedimentario Cochino-Escaya. La nomenclatura se refiere a las unidades geológicas formadas en la cuenca de retroarco famatiniana durante el Ordovícico Medio (Om) previas a la acreción (PRE) provocada por la colisión de los terrenos de Antofalla (ANT) y Pampia. El área abarcada por esta faja comprende la totalidad de las rocas ordovícicas ubicadas en Puna y Cordillera Oriental en el área de la Carta (Fig. 14).

El magmatismo asociado al complejo presenta un carácter bimodal conformado por un término dacítico de mayor importancia y un término basáltico subordinado. Las lavas e intrusivos dacíticos presentan características geoquímicas que indican que son derivados, en parte, de la fusión parcial de la corteza incluyendo rocas del basamento sedimentario Pre-ordovícico (Formación Puncoviscana y Grupo Mesón) en el fundido. Las rocas básicas (basaltos y microgabros) muestran por su parte características geoquímicas similares a los de los basaltos de islas oceánicas lo que sugiere un adelgazamiento cortical e influencia mantélica en su formación (Coira 2008 y trabajos allí citados).

Herrmann *et al.* (2018) señalan que la presencia de volcanismo submarino félsico asociado a esta faja posibilita la existencia de depósitos de sulfuros masivos tipo Kuroko aún no descubiertos. Gozálvez *et al.* (2016) asocian a esta faja a los depósitos de Pb-

Zn-Ag-Cu tipo sedimentario exhalativo (SEDEX) de La Colorada, Limeca y Prometedora ubicados en la Sierra de Cobres (a unos 77 km al SSO de la presente Carta). Los yacimientos tipo SEDEX de la sierra del Aguilar se encuentran a sólo 15 kilómetros al sur del límite austral de esta Carta y también se incluyen en esta faja. Las vetas de La Ciénaga y Parmense – Viscachani, situadas a casi 70 kilómetros al este del CMSCE, presentan relaciones isotópicas de plomo y valores de $\delta^{34}\text{S}$ que sugieren que se formaron a partir de depósitos tipo SEDEX asociados a esta faja. Teniendo en cuenta estos antecedentes se considera posible la presencia de depósitos similares (aún no encontrados) dentro del área de la Carta. Las vetas de las minas Punta del Quivil, Hornillos, Yangaso, Poscaya, Mono Abra, Santa Rosa 10 y tal vez otras vetas de la Sierra de Santa Victoria se formaron con posterioridad a las rocas incluidas en esta faja, pero los metales que las conforman podrían haberse removilizado desde depósitos asociados a ella.

La definición de esta faja coincide con la «Subfaja ordovícica de plataforma» (Coira 1983), con la «Faja de Zn-Pb-Ag en baritina» (Alonso y Viramonte 1987) y con la «Faja polimetálica ordovícica de la Puna Oriental» (Gozálvez *et al.* 2016). A escala continental la faja está incluida en la «Provincia Polimetálica Oriental» (Zappettini *et al.* 2001) y a escala regional en la «Provincia Metalogénica Quiaqueña» (Sureda y Galliski 1989).

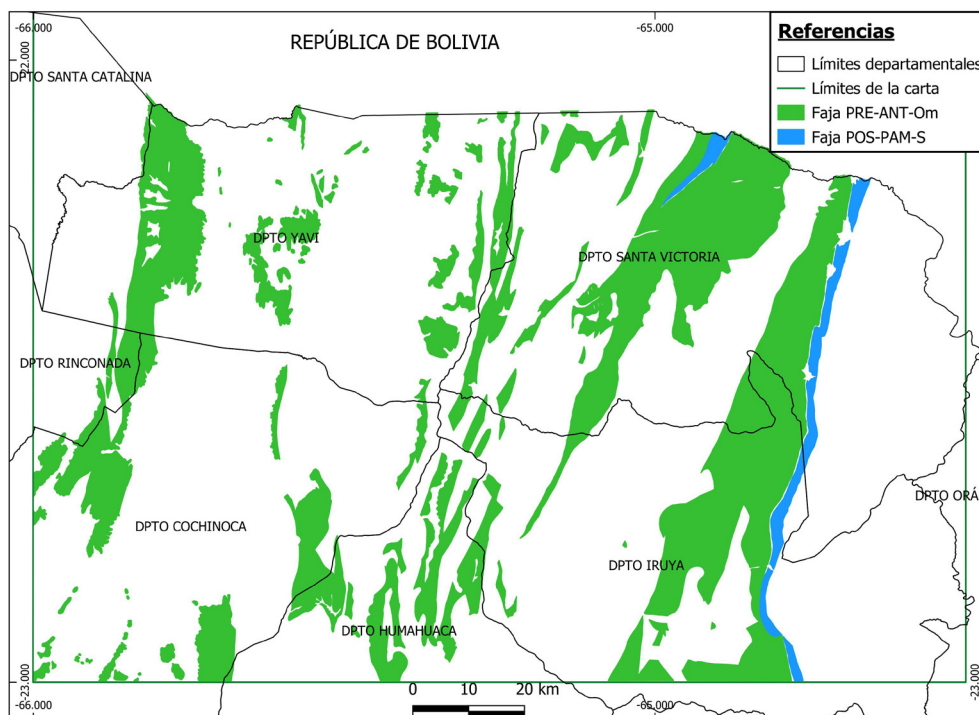


Figura 14: Distribución de las Fajas Metalogénicas Paleozoicas inferiores en el área de la Carta Minero Metalogénica La Quiaca.

3.2.2. FAJA DE DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS MARINOS SILÚRICOS (POS-PAM-S)

Ramallo *et al.* (en prensa) definieron esta faja correspondiente a los estratos sedimentarios de edad silúrica, portadores de niveles ferríferos, que ocurren en las sierras de Zapla, Puesto Viejo, Santa Bárbara, Unchimé y Cresta del Gallo. Su nomenclatura hace referencia a los depósitos post-acrecionales (POS) que se formaron sobre el terreno de Pampia (PAM) durante el Silúrico (S) luego de la colisión entre Pampia y Antofalla que plegó y elevó los depósitos ordovícicos inferiores a medios. En el área de la presente Carta esta faja comprende dos franjas de orientación NNE a SSO (Fig. 14). La primera de ellas se extiende desde la localidad de Mecoyita en el norte y se acuña hacia el sur hasta desaparecer al oeste de Santa Victoria. La segunda atraviesa todo el territorio de la Carta desde el pueblo de Condado en el norte, cruzando por el este de la localidad de Baritú e ingresando en el área de la Hoja Geológica Libertador General San Martín hacia el sur. Ambas franjas coinciden con los afloramientos de la Formación Lipeón.

Los depósitos que se asocian a esta faja consisten en niveles ferruginosos intercalados dentro de la Formación Lipeón. Sus características y génesis son las mismas que las descritas para los depósitos del Distrito Baritú. Los yacimientos conocidos fueron explorados superficialmente. Se trata de depósitos delgados de extensión variable y leyes relativamente bajas.

Esta faja es equivalente a la “Provincia Ferrífera Sedimentaria Centroandina” (Chomnals 1978) que se extiende desde el sur de la provincia de Salta hasta las regiones de Tarija y Sucre en Bolivia.

3.2.3. FAJA DEL MAGMATISMO DE RIFT PÉRMICO-JURÁSICO (POS-R-PJ)

Esta faja, definida aquí por primera vez en el territorio de la República Argentina, es posterior al amalgamamiento de los terrenos Pampia y Antofalla (POS) e involucra a las mineralizaciones asociadas al adelgazamiento litosférico y magmatismo producido por los procesos de *rifting* (R) que tuvieron lugar en la Cordillera Oriental de Perú, Bolivia y Argentina entre el Pérmico y el Jurásico Inferior (PJ) (Sempere *et al.* 2002, Spikings *et al.* 2016). Dentro del área de la Carta Minero Metalogenética 2366 – II, La Quiaca esta faja abarca todas las áreas con afloramientos de

rocas más antiguas que el Pérmico en la Cordillera Oriental y la Puna, y de rocas pre-devónicas en las Sierras Subandinas (Fig. 15). Regionalmente se extiende hacia el norte en las repúblicas de Bolivia y Perú donde tuvo mayor desarrollo el *rift*. Hacia el sur el límite es aún desconocido, el intrusivo más austral asociado a este *rift* es el cuerpo alnóitico de Los Alisos de 303 ± 10 Ma de edad (Villar *et al.* 1997). Este dique aflora en el sureste del área de la carta, extendiéndose luego hacia el sur por afuera de los límites de esta. Sin embargo, existen mineralizaciones de Pb - Ba (Distritos Alumbrillo y El Gigante) ubicadas mucho más al sur y que presentan *ratios* isotópicos de plomo similares a otras mineralizaciones que se incluyen en esta faja (ver Fig. 4). Debido a la falta de datos sobre la extensión occidental de este *rift* se toma, tentativamente, a los afloramientos del CMSCE como la máxima extensión hacia el oeste de esta faja. El límite oriental también es impreciso. Los depósitos del Grupo Cuevo son coetáneos, pero no presentan magmatismo asociado y, en el área de la Carta, no se han encontrado mineralizaciones en sus capas. Tampoco existen registros de mineralizaciones metálicas hospedadas en rocas ordovícicas, silúricas, devónicas ni carboníferas de las Sierras Subandinas en el área de la Carta, con la excepción del depósito del Cebilar. El cuerpo alnóitico de los Alisos es, por ahora, la única manifestación asociada al *rift* Pérmico-Jurásico ubicada dentro del ámbito de las Sierras Subandinas. Este dique encaja en rocas de la Formación Lipeón (Villar *et al.* 1997) razón por la cual se toma a los afloramientos de esta Formación como límite oriental de la faja, dejando abierta la posibilidad de que esta se extienda hacia el este incluyendo a las formaciones devónicas y carboníferas.

Esta faja sería la prolongación austral de la «Franja de pórfidos-skarns Cu-Mo-Zn, depósitos de Au-Cu-Pb-Zn y U-Ni-Co-Cu, relacionados con intrusivos del Pérmico-Triásico» definida por Carlotto *et al.* (2009) en la Cordillera Oriental de Perú. La franja peruana incluye depósitos de *skarns* (Cobrizo), vetas de cuarzo aurífero con arsenopirita, pirita, galena y esfalerita (Huachón), vetas con uraninita, pechblenda, niquelina, gersdorfito y sulfuros de cobre (Adrianita, Santa Rita, San Marcos, Puntarayoc) y vetas de galena-esfalerita (Yunquiyoc y Negrillas). Las mineralizaciones vetiformes con U-Ni-Cu-Cu y Pb-Zn de la franja son similares a las que se incluyen dentro de la Faja aquí definida para el Noroeste Argentino.

En Bolivia, tal vez debido a la ausencia de dataciones, no se estableció una relación entre el *rift*

Pérmico–Jurásico y mineralizaciones. Sin embargo, la «Faja de Plomo-Zinc de la Cordillera Oriental» (Arce-Burgoa 2007, Arce-Burgoa y Goldfarb 2009) presenta mineralizaciones vetiformes de Pb-Zn-Ag alojadas en sedimentitas ordovícicas de edades inciertas (Huara Huara, San Lucas, Toropalca, Tupiza, Cornaca y Mojo) que podrían haberse formado durante este evento metalogénico. Arce-Burgoa (2007) relaciona este tipo de vetas con las mineralizaciones de Pumahuasi y las presentes en las Sierras de Santa Victoria y Zenta. La descripción de las vetas que este autor realiza es aplicable a las vetas de Pb-Zn de la Faja del Magmatismo de Rift Pérmico-Jurásico: “La mineralización se presenta en vetas anastomosadas, vetillas y brechas tectónicas, y consiste de esfalerita, acompañada por galena y ocasionalmente por sulfuros de plata, calcopirita y malaquita, en una ganga de cuarzo, siderita, bari-tina, limonita y gossan”.

Los depósitos conocidos asociados a la Faja del Magmatismo de Rift Pérmico-Jurásico son mineralizaciones vetiformes del tipo *Five Element Deposits* (Rumicruz, Jesuitas, El Brechón, La Esperanza y La Niquelina) y polimetálicos (Distrito Pumahuasi, La Gateada). La Esperanza y La Niquelina tienen

dataciones radimétricas de 277 ± 15 Ma y 170 ± 10 Ma respectivamente (Diez *et al.* 1984). Los yacimientos de Purísima-Rumicruz presentan una edad modelo tentativa de 235 Ma (López 2011) similar a la obtenida por Sangster y Sangster (2002) para el distrito Pumahuasi (Zappettini *et al.* 2015). Se considera que muchos de los depósitos vetiformes, con la paragénesis galena \pm baritina \pm calcopirita \pm esfalerita \pm cuarzo (Ej. Punta del Quivil, Yangaso, Hornillos, Santa Rosa 10, Abra de Jaimes, Poscaya, Huasi -Viejito El Quirusillal, Casillas Brujo, Mabel-Melliza), pueden haberse formado en el período de tiempo asignado a esta faja. La comprobación de esta hipótesis precisa de dataciones de los depósitos, pero todos ellos responden a modelos de depósitos relacionados con *rifts* (Zappettini *et al.* 2017).

El modelo genético planteado para este tipo de mineralizaciones es el mismo que el descrito para el distrito Purísima-Rumicruz, esto es la depositación de elementos removilizados desde las rocas del basamento por fluidos hidrotermales asociados a la anomalía térmica producida por el adelgazamiento cortical. Las trampas estructurales de las mineralizaciones son fracturas abiertas preexistentes en rocas del basamento *sensu lato* (Formación Puncoviscana

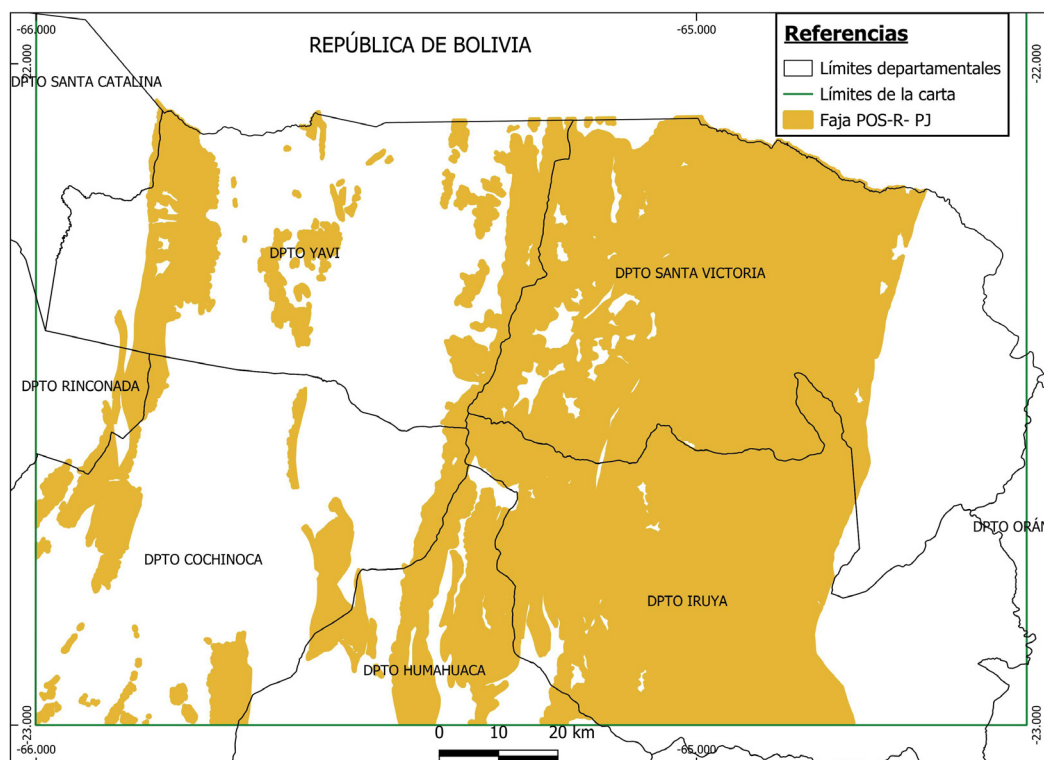


Figura 15: Mapa con la distribución de la Faja POS-R-PJ en el área de la Carta Minero Metalogénica 2366 II - La Quiaca.

y Grupos Mesón y Santa Victoria). Las más jóvenes de estas fracturas se habrían formado conjuntamente con el plegamiento de las capas ordovícicas lo que explicaría la ausencia de este tipo de depósitos en rocas más jóvenes (Formaciones Mecoyita y Li-peón). De acuerdo al modelo conceptual planteado por Zappettini *et al.* (2015) el ascenso de los fluidos mineralizantes se asociaría a fallas de despegue regionales, estando las mineralizaciones resultantes relacionadas con la tipología de la roca de caja y/o de la roca lixiviada por los fluidos (depósitos marinos, basamento metamórfico, depósitos de *rift*, plutones ricos en U) y con la proximidad con intrusivos relacionados al *rift* (Fig. 16). En este trabajo los autores incluyen al distrito Pumahuasi, a las vetas de baritina de Santa Victoria y a las vetas de Purímisma-Rumicruz como ejemplos de los depósitos de vetas polimetálicas simples de Pb-Ag-Zn, de vetas epitermales de baritina y de *Five Elements Deposits*, respectivamente.

Existe también la posibilidad de que depósitos asociados a intrusivos ultramáficos o alcalinos, por ejemplo, tierras raras en carbonatitas, estén presentes en el área de la faja, aunque aún no fueron descubiertos. Otro modelo de depósito asociado a *rift* que potencialmente podría estar presente en el área de la carta es el de vetas de Cu-Au en zonas de falla de despegue extensional. Se considera que estas vetas podrían ser una fuente primaria del oro en los placeres del distrito Santa Victoria.

3.2.4. FAJA DEL MAGMATISMO DE RIFT JURÁSICO-CRETÁCICO (POS-R-JK)

Esta faja fue definida por Gozalvez *et al.* (2016) con el nombre de «Faja del Magmatismo de Rift Mezozoico». En la presente carta se modifica el nombre original para acotar su duración al tiempo Jurásico-Cretácico (JK). El *rift* desarrollado durante este período en el Noroeste Argentino tuvo una mayor extensión, magmatismo e influencia tectónica que su predecesor pérmico-jurásico en el área de la Carta. Sin embargo, hasta el momento, son pocas las mineralizaciones que pueden asociarse con seguridad a este evento tectónico.

Al momento de su definición se asoció esta faja con “magmatitas de fuente astenosférica, representadas por dioritas y carbonatitas, y de fuente cortical con granitoides alcalinos y sienitas” y los depósitos relacionados fueron los de tierras raras y torio alojados en carbonatitas. La extensión estaba acotada a la franja de la Sierra de Cobres donde afloran los diques carbonatíticos, pero también se incluía a la Formación Hornillos (dentro del área de esta Carta) debido a la posibilidad de existencia de carbonatitas asociadas (Gozalvez *et al.* 2016).

En el presente trabajo se mantiene el área dónde aflora la Formación Hornillos, como una zona con potencial de alojar depósitos de tierras raras y torio asociados a carbonatitas, pero se extiende el área de cobertura de la faja dividiéndola en subfajas

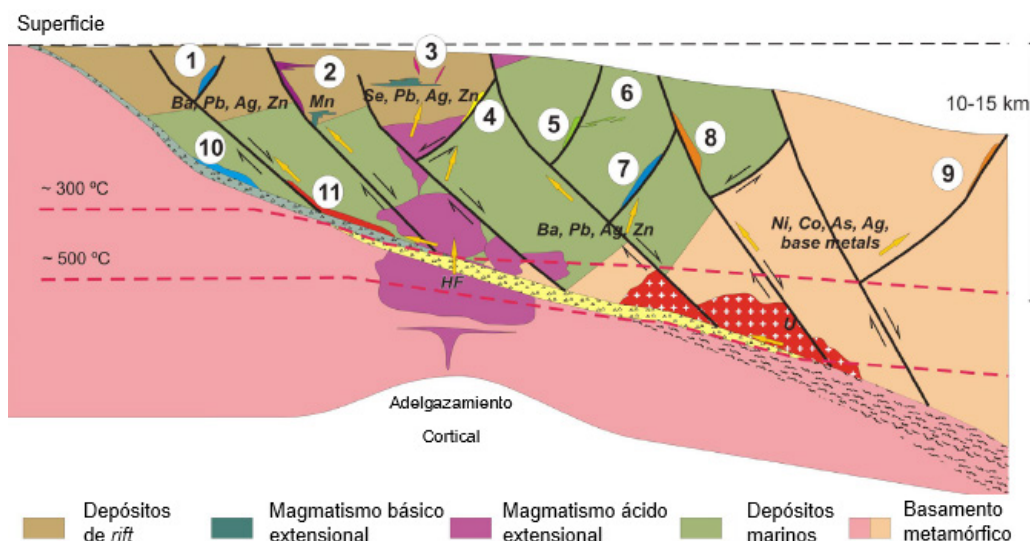


Figura 16: Modelo conceptual de modelos de depósitos asociados a fallas de despegue (Zappettini *et al.* 2015). 1: polimetálicos simples de Pb-Ag-Zn. 2: Manganeseo epitermal y manganeseo lacustre. 3: polimetálicos ricos en selenio. 4: fluorita epitermal. 5: vetas epitermales de baritina. 6: baritina estratotligada. 7: vetas polimetálicas simples de Pb-Ag-Zn. 8: Five Elements Deposits ricos en uranio. 9: Five Elements Deposits. 10: CaCO_3 11: depósitos de Cu-Au-Fe.

definidas por los tipos de depósitos susceptibles de ser encontrados en cada una de ellas:

3.2.4.1. Subfaja de tierras raras y torio asociadas a carbonatitas

Corresponde a la definición original de la faja según lo explicado anteriormente. Su extensión en el área de la carta se limita, tentativamente, a las dos zonas con intrusivos (diques y plutones) alcalinos conocidos. Estas son los alrededores del Cerro Hornillos, donde se encuentra el lacolito sienítico homónimo y numerosos diques asociados, y la zona al oeste del Abra de Casillas, donde afloran sanaítas y tinguaítas intruyendo a la Formación Puncoviscana (Fig. 17).

3.2.4.2. Subfaja de manganeso en sedimentitas de *synrift*

El único yacimiento conocido de este modelo de depósito en el área de la Carta es el de la Mina El Cóndor. Sin embargo, el potencial para la existencia de depósitos similares está presente en todos los sedimentos del subgrupo Pirgua.

El modelo asociado para esta subfaja es el de depósitos estratoligados y vetiformes de manganeso asociados a fallas de despegue (Long 1992). Implica el ascenso de los fluidos mineralizantes a través del espacio generado por las fallas para luego depositarlos en las propias fracturas o diseminados en capas de sedimentos inconsolidados permeables. La naturaleza inicial de los fluidos es ácida que al combinarse con aguas meteóricas se neutralizan provocando que el manganeso precipite. El manganeso es extraído de las rocas de caja de intrusivos alcalinos o basálticos por proceso metasomáticos (Spencer 1991, Derby 2012).

Dada la naturaleza superficial y prácticamente sinsedimentaria de estos depósitos se limita la extensión de esta subfaja a la presencia de sedimentitas del subgrupo Pirgua, en especial aquellas colindantes con zonas de fallas activas durante el *rift*. No se incluyen las inmediaciones de los intrusivos de la Formación Hornillos alojados en rocas del basamento ya que estas no habrían presentado la permeabilidad necesaria para la generación de este tipo de depósitos.

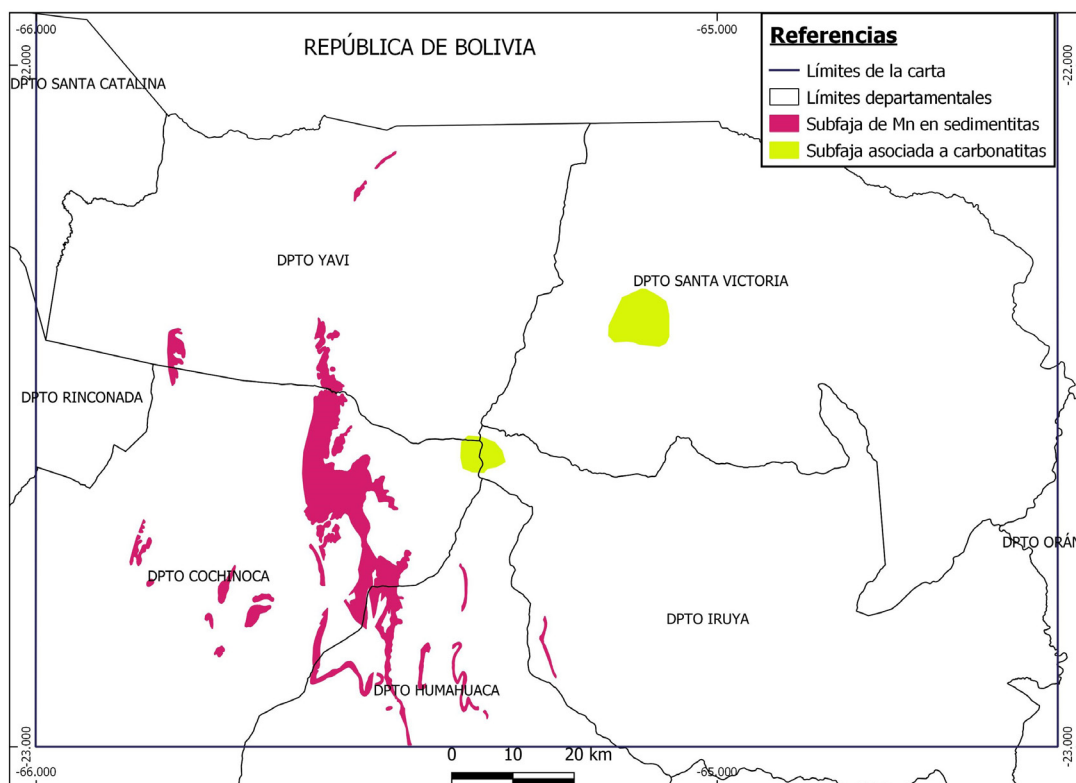


Figura 17: Mapa de las subfajas de tierras raras y torio asociadas a carbonatitas y de manganeso en sedimentitas de *rift* en el área de la Carta Minero Metalogénica La Quiaca.

3.2.4.3. Subfaja de vetas simples de Pb-Zn (Cu-Ag) y *Five Element Deposits*

Aquí se incluyen depósitos vetiformes con la paragénesis galena \pm baritina \pm calcopirita \pm esfalerita \pm cuarzo (La Candelaria) y vetas del tipo FED (Purísima). Se trata de depósitos de génesis idéntica a los de la faja del magmatismo de *rift* Pérmico-Jurásico, pero desarrollados en una época diferente. Se considera que, dado las similitudes entre dos procesos de adelgazamiento cortical ocurridas en los mismos terrenos, se generaron mineralizaciones similares. También es probable que el bajo número de mineralizaciones de este tipo que se puedan asociar con seguridad al período Jurásico-Cretácico se deba más a la escasez de dataciones disponibles que a la inexistencia de ellas.

Debido al mayor desarrollo del *rift* Jurásico-Cretácico con respecto a su predecesor se considera que esta subfaja se extiende por toda la Cordillera Oriental, las formaciones predevónicas de las Sierras Subandinas y el cordón de Cochino Escaya en la Puna (Fig. 18). El límite oriental de la subfaja

(y también de la faja) es el mismo que el de la faja del magmatismo de *rift* del Pérmico-Jurásico. Se considera que, al no haber estado plegadas, las rocas del paleozoico superior de las Sierras Subandinas posiblemente no contaron con trampas estructurales para que se formaran mineralizaciones alojadas en ellas. Esta hipótesis es avalada por la ausencia de mineralizaciones conocidas alojadas en rocas de menor edad que la Formación Lipeón. Sin embargo, se deja abierta la posibilidad de que, al igual que con la faja anterior, nuevos descubrimientos extiendan el límite oriental.

Hasta contar con más datos (dataciones, edades, modelos) que sustenten o no esta hipótesis se considera posible que al menos algunas de las mineralizaciones listadas como probablemente asociadas al *rift* pérmico-triásico se asocien en realidad a esta subfaja. Por su cercanía al plutón de Hornillos, se interpreta que las vetas de La Ciénaga y Parmense - Viscachani se generaron por la removilización de sulfuros, a partir de un depósito tipo SEDEX de edad ordovícica, provocada por la intrusión del plutón antedicho.

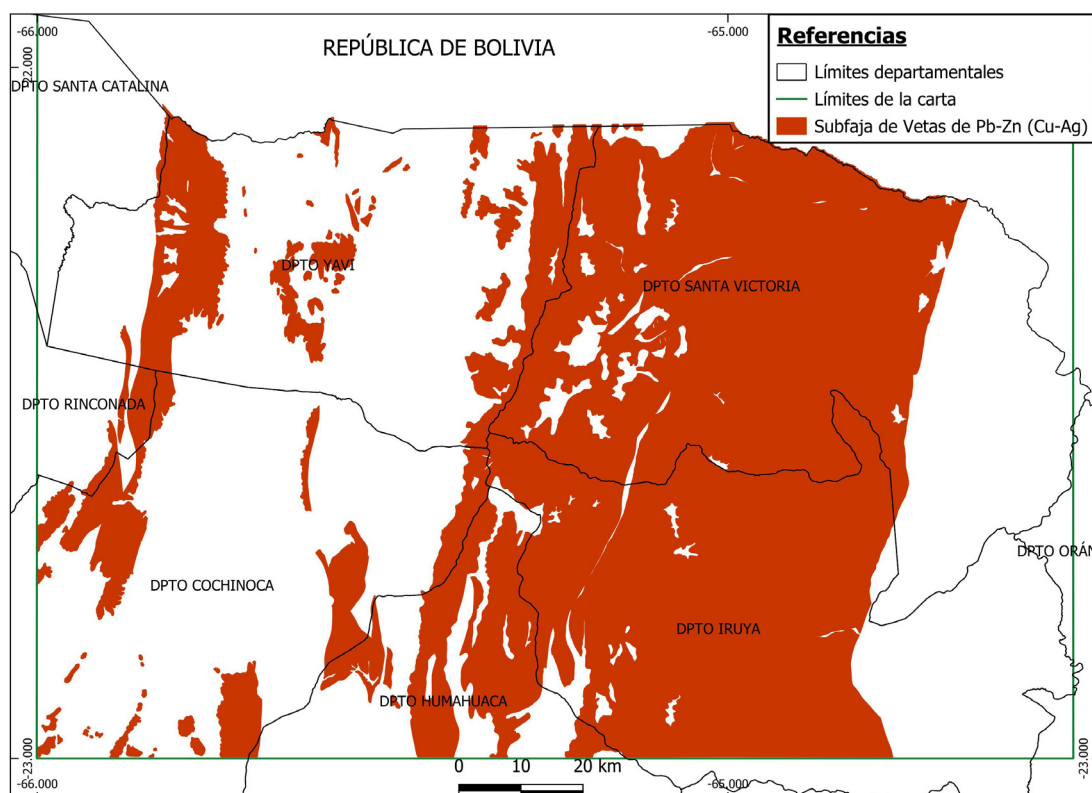


Figura 18: Mapa de la subfaja de vetas de Pb-Zn (Cu-Ag) en el área de la la Carta Minero Metalogénica 2366 - II, La Quiaca.

3.2.5. FAJA DEL ARCO MAGMÁTICO NEÓGENO (POS-am-TN)

Esta faja se asocia al arco magmático (am) desarrollado durante el neógeno (TN) en el ámbito de la Puna. En el área de la carta la influencia del arco se limita a la porción occidental (Fig. 19), siendo los diques dacíticos y andesíticos que afloran en el norte de la Sierra del Aguilar las expresiones más orientales del mismo. Esta faja tiene mayor desarrollo en las vecinas Cartas de 2366 I, Mina Pirquitas y 2366 III, Susques en donde se asocia a depósitos epitermales del tipo polimetálico complejo (Pb-Ag-Zn-Cu), polimetálicos ricos en estaño (Sn-Ag), epitermales de manganeso, epitermales de alta y baja sulfuración (Au-Ag) y depósitos de Cu-Au del tipo hot spring y distal (Herrmann *et al.* 2016, Gozalvez *et al.* 2016).

Se incluye dentro de esta faja a la ocurrencia de manganeso de Toimate. La mineralización manganesífera del distrito Tafna no se incluye dentro de la faja del arco magmático neógeno ya que no parece existir conexión entre ésta y magmatismo de ningún tipo.

A escala continental la Faja está incluida en la «Provincia Polimetálica del Altiplano» y constituye

la porción austral de la «Faja Oriental» del Mioceno medio a Plioceno (Zappettini *et al.* 2001) que se extiende desde Perú hasta los 26° de latitud en territorio argentino.

3.2.6. FAJA DE DEPÓSITOS ALUVIALES CON PLACERES (POS-PAM-Q)

Esta faja se circunscribe al área del distrito aurífero Santa Victoria, en el norte de la Provincia de Salta (Fig. 20). Es similar a la faja de depósitos aluviales y coluviales con placeres definida por Herrmann *et al.* (2018) en el sentido de que ambas involucran depósitos aluviales cuaternarios (Q) y se diferencia de esa faja al no presentar depósitos estanníferos, al no incluir depósitos anteriores al Pleistoceno y al no estar identificadas las mineralizaciones auríferas primarias que originaron los placeres.

Como se detalló anteriormente el índice de aplastamiento de una porción de las partículas de oro sugiere distancias de transporte mayores al recorrido total de los ríos que albergan los placeres. Esto indicaría una etapa de concentración previa a la actual ocurrida en sedimentos paleozoicos. En el resto de los casos las distancias de transporte indicarían que

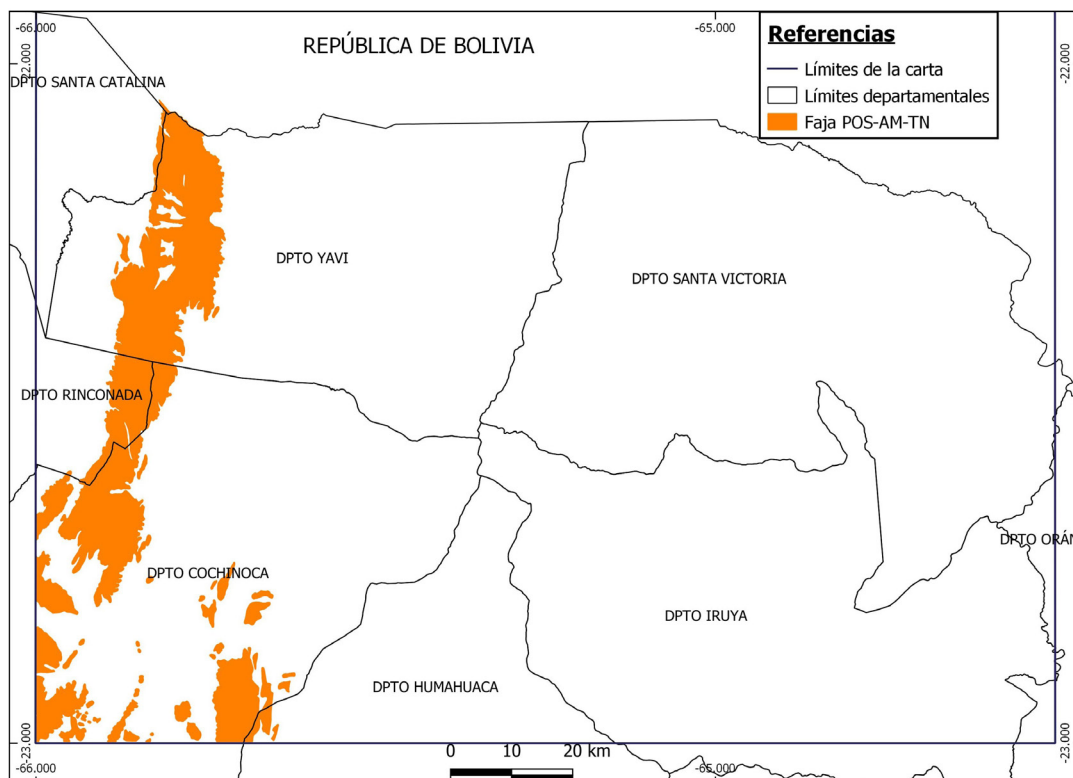


Figura 19: Mapa con la distribución de la Faja POS-am-TN en el área de la Carta Minero Metalogénica 2366-II, La Quiaca.

las fuentes son cercanas posibilitando que las vetas de cuarzo aflorantes en la zona sean las mineralizaciones primarias.

La determinación de las fuentes primarias es de importancia para delimitar la extensión de la faja. Por el momento no se documentaron placeres auríferos ubicados al sur y/o al oeste del distrito Santa Victoria. Esto puede deberse a la falta de mineralizaciones primarias o a que los placeres aun no fueron descubiertos. Ante la duda se decidió limitar la extensión de la faja a la del distrito, pero dejando abierta la posibilidad de que esta se expanda a la luz de nuevos descubrimientos.

3.3. METALOTECTOS

La definición de metalotecto dada por Laffitte *et al.* (1965) incluye en el término a todo objeto geológico que contribuye al emplazamiento y constitución de una concentración mineral. Los metalotectos se clasifican según el tipo de rasgo que los define en metalotectos litológicos, estructurales, paleogeográficos, mineralógicos, etc. En la Carta Minero Metalogenética 2366 – II, La Quiaca se identificaron tres metalotectos: estructural, litológico y paleogeográfico.

3.3.1. METALOTECTOS ESTRUCTURALES

3.3.1.1. Fracturas extensionales en rocas del basamento

Este es el metalotecto principal en el distrito Pumahuasi y otras mineralizaciones vetiformes del área. En el caso de Pumahuasi se trata de fracturas perpendiculares o subperpendiculares a los ejes de pliegues de las rocas ordovícicas, generadas al mismo tiempo que el plegamiento sin desplazamientos notorios entre las caras de la fractura. Y que proporcionaron un espacio abierto para la circulación de los fluidos mineralizantes y la concomitante precipitación mineral. Tienen mayor importancia en los anticlinales que en los sinclinales, y especialmente en los pliegues con ejes buzantes o doblemente buzantes (Cosentino 1969). Este tipo de fracturas se observa también en otras mineralizaciones alojadas en el grupo Santa Victoria (Poscaya, Mono Abra).

También se encuentran este tipo de fracturas en mineralizaciones alojadas en la Formación Puncoviscana (Esperanza) o el Grupo Mesón (La Niquelina). Los planos de clivaje de la Formación Puncoviscana también sirvieron como canales abiertos para el ascenso de magma como en el caso de las sanaitas cercanas al abra de Casillas (Rubiolo *et al.* 2003).

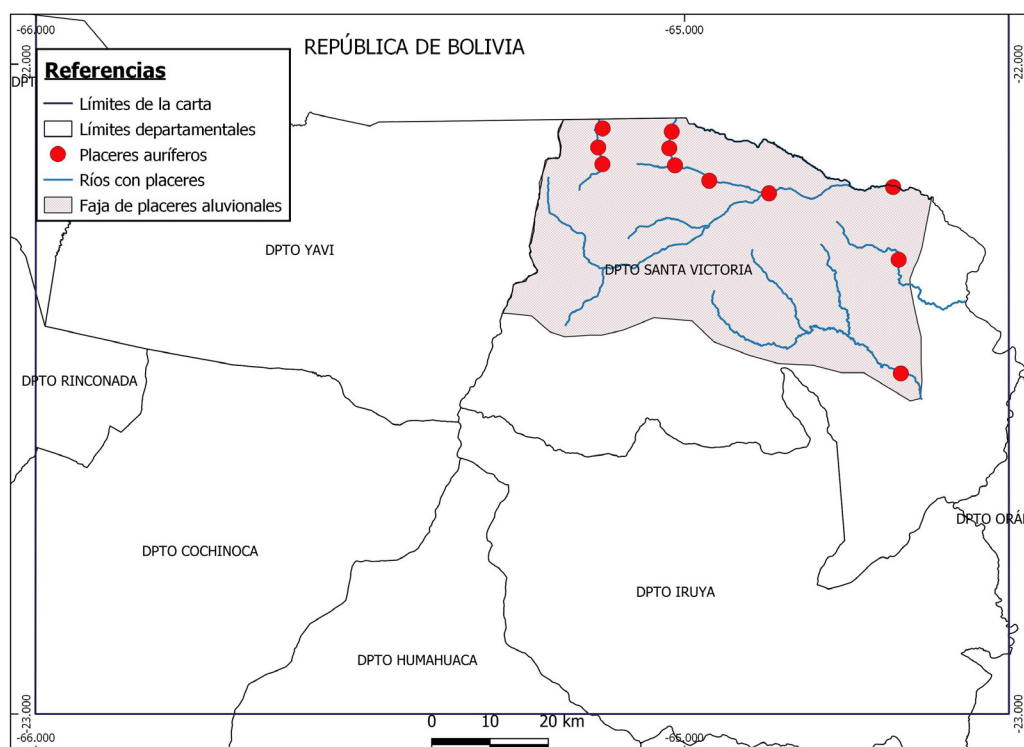


Figura 20: Mapa de la Faja de Placeres aluvionales con la ubicación de los placeres y la traza de los ríos involucrados.

3.3.1.2. Fallas Normales asociadas a procesos de *rifting*

Se produjeron mayormente durante el desarrollo del *rift* Cretácico generando grábenes y hemigrábenes en los que se depositaron los sedimentos del subgrupo Pírgua. Los espacios abiertos que generaron las fallas posibilitaron tanto el ascenso de magmas (Plutón de Hornillos) como de fluidos mineralizantes (Mina El Cóndor). En el caso de la Mina La Ciénaga una falla menor, asociada a este *rift*, sirvió de huésped a la mineralización.

3.3.1.3. Zonas de cizalla

Constituyen el metalotecto estructural de las mineralizaciones del distrito Purísima-Rumicruz (López 2011) y de algunas vetas del distrito Pumahuasi (Cosentino 1969). Se formaron junto con el plegamiento de las rocas de la Formación Acoite y, las vetas alojadas en ellas se caracterizan por su textura brechosa y en algunos casos por la presencia de material molido de la roca de caja. Si bien se originaron por movimientos compresivos, al momento de la formación de los depósitos conformaban zonas de debilidad que posiblemente se hayan dilatado durante los eventos de *rifting* o a causa de la presión de los fluidos mineralizantes, permitiendo la depositación de minerales.

3.3.1.4. Fallas inversas

Una falla inversa de carácter regional fue el conducto de los fluidos mineralizantes del distrito Tafna. Es el único ejemplo documentado en el área de la Carta de mineralización asociada a una falla inversa.

3.3.2. METALOTECTOS LITOLÓGICOS

Este tipo de metalotecto se asocia a los depósitos de manganeso del distrito Tafna y de Mina El Cóndor donde la presencia de capas permeables (conglomerados y areniscas) condicionó la distribución de la mineralización.

3.3.3. METALOTECTOS PALEOGEOGRÁFICOS

Se distinguen dos paelocuenas que por sus características propiciaron la formación de dos fajas metalogenéticas paleozoicas.

La primera de ellas es la cuenca de trasarco ordovícica, la cual aparte de contar con eventos magmáticos coetáneos tuvo la profundidad y las condiciones de anoxia y baja energía requeridas para la acumulación de depósitos sedimentarios ex-

halativos (Emsbo *et al.* 2016), como El Aguilar y La Colorada. Coira y Koukharsky (1991) determinaron que las lavas almohadilladas del Cordón de Escaya se formaron a menos de 500 metros de profundidad.

La segunda cuenca fue la plataforma marina somera instaurada a principios del Silúrico. En ella las condiciones climáticas imperantes favorecieron la formación de los mantos ferríferos asociados a la Formación Lipeón en el distrito Baritú.

3.4. ANOMALÍAS

3.4.1. ANOMALÍAS GEOFÍSICAS

3.4.1.1. Magnetometría

La Carta Minero Metalogenética 2366-II La Quiaca posee una cobertura parcial de datos geofísicos en el sector oeste, correspondiente al área de la Puna y Cordillera Oriental. Los datos geofísicos integran el bloque Puna Norte, levantado en 1995 por la empresa contratista Sial Geosciences para el SEGEMAR.

El relevamiento aéreo se efectuó a una altura de 132 metros sobre el nivel del terreno, con una separación de líneas de vuelo de 1000 metros en dirección N-S y líneas de control cada 10 kilómetros.

La grilla de campo magnético total del área posee una serie de anomalías magnéticas en sentido N-S, paralelas a las principales estructuras. En el tramo central occidental del Cordón Cochino-Escaya, denominado Sierra de Piruruya, se observan anomalías magnéticas de alta frecuencia e intensidad, con remanencia magnética. En los límites del área anómala se encuentran los prospectos de Yangaso y la Gateada, ambos polimetálicos complejos de Cu y Cu-Pb respectivamente.

Las vetas polimetálicas de Pb-Zn del Distrito Pumahuasi, emplazadas en las areniscas y limolitas de la formación Acoite abarcan una franja elongada en sentido N-S. En el sector norte de esta franja se identificó una anomalía magnética de baja intensidad (Fig. 21) en donde se ubican los depósitos Isabel, Pumahuasi, Chausette y Sol de Mayo. Las sedimentitas de la Formación Acoite y los depósitos aluviales y lacustres del Plioceno-Pleistoceno no presentan respuesta magnética en este sector, por lo tanto, se infiere que la anomalía magnética estaría asociada a una litología no aflorante, y podría ser usada como un método de prospección en otras áreas.

En la porción meridional del distrito, no se presenta ninguna anomalía magnética asociada. En este sector se identificaron dos grandes lineamientos magnéticos de rumbo NNE-SSO, perpendicular a la mayoría de las vetas mineralizadas.

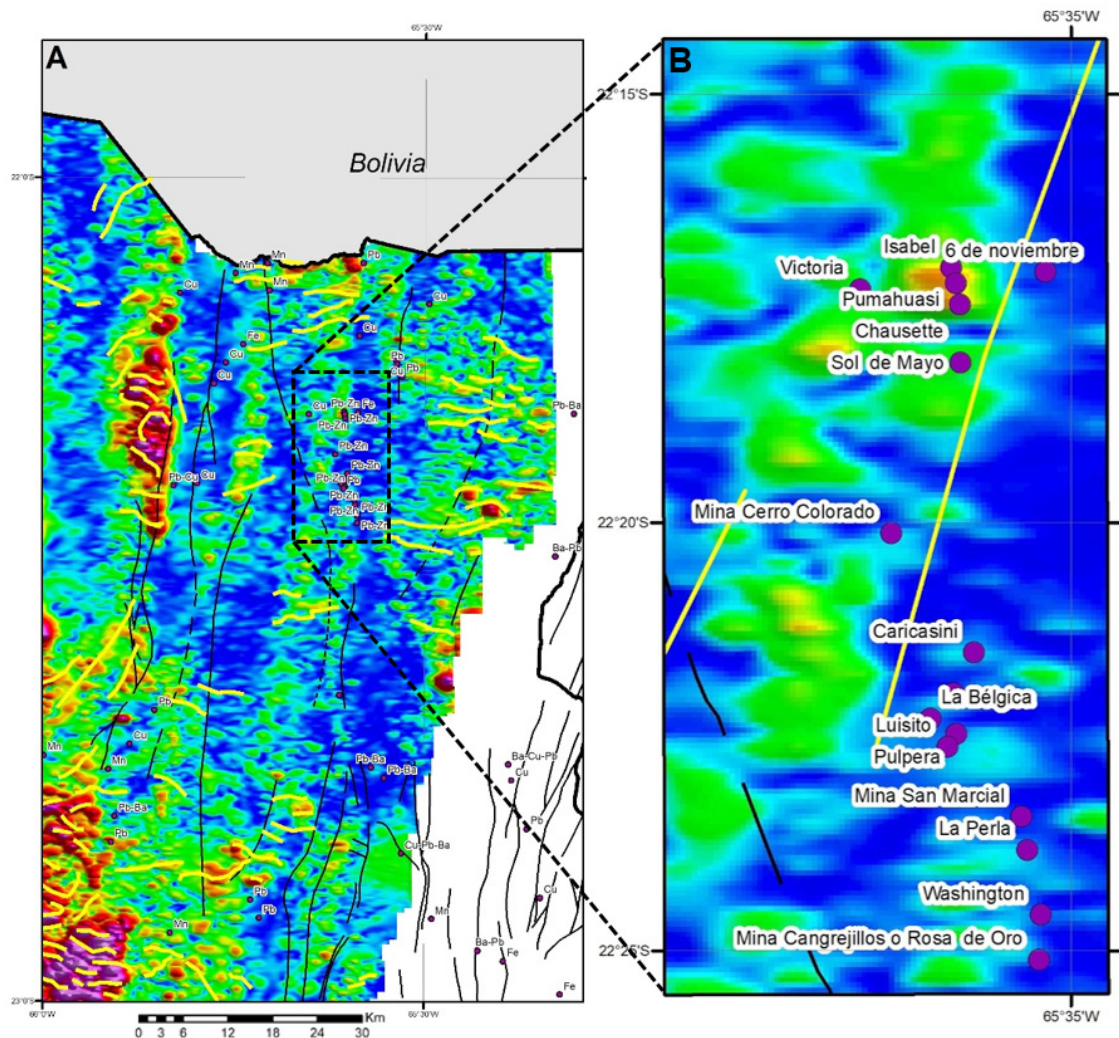


Figura 21: **A:** Mapa de señal analítica, combinado con los yacimientos, principales estructuras y lineamientos magnéticos (en amarillo). **B:** Detalle de la grilla de señal analítica en la zona del Distrito Pumahuasi. Los lineamientos magnéticos están representados con líneas amarillas y en negro las estructuras.

Al Norte, cerca de la frontera con Bolivia, se encuentra el Distrito Tafna compuesto por depósitos epitermales de manganeso. Estos depósitos se sitúan sobre un lineamiento magnético con orientación Este-Oeste, determinado a partir del filtro de Primera Derivada Vertical aplicado a la grilla de campo magnético Reducido al Polo.

3.4.1.2. Espectrometría de rayos gamma

Como parte del relevamiento aerogeofísico del Bloque Puna Norte se llevó a cabo la medición aérea de datos de espectrometría de rayos gamma, que determina el contenido en superficie de potasio, torio y uranio.

La interpretación de los datos disponibles consistió en la determinación de “dominios radimétricos”, áreas con similares contenidos de los tres radioelementos. Los datos fueron agrupados en unidades

mayores en función de la litología aflorante en la zona con cobertura, y se definió el valor medio, a partir del cual se identificaron las anomalías. Las unidades mayores analizadas fueron:

- Sedimentitas marinas Ordovícicas (Grupo Santa Victoria y formaciones Santa Rosita y Acoite).
- Complejo magmático sedimentario Cochinoca Escaya.
- Grupo Salta (subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara; y Formación Casa Grande).
- Volcanitas cenozoicas (formaciones Moreta, Doncellas, Alto-Laguna y Vicuña huasi, e Ignimbritas de Casabindo).
- Sedimentitas y sedimentos cenozoicos (formaciones Río Grande, Pisungo, Cara-cara, Tafna y Uquía, y depósitos aluviales, palustres, lacustres, de playa, de planicie aluvial, eólicos, campos de dunas y planicies de inundación).

Para cada una de las unidades se realizó un análisis estadístico de los contenidos de K, Th y U, obteniéndose el valor promedio (X_{medio}) y la desviación estándar (sd) (Tabla 3). Para obtener los valores que se consideraran anómalamente altos se utiliza la siguiente relación: $Anom_{\text{max}} = X_{\text{medio}} + 2 * sd$

La composición de una imagen ternaria de concentraciones de K, Th y U, combinada con la

agrupación litológica, permitió definir dominios radiométricos (Fig. 22). que favorecen algunas discriminaciones. Por ejemplo, se reconoce la diferente procedencia de los sedimentos entre los que provienen del flanco este de la Sierra de Cochinocha, ricos en potasio, torio y uranio, y aquellos que caen desde el este al río Abra Pampa, con un fondo muy bajo.

Radioelemento		Potasio (%)			Torio (ppm)			Uranio (ppm)		
Variable		X_{medio}	sd	$Anom_{\text{max}}$	X_{medio}	sd	$Anom_{\text{max}}$	X_{medio}	sd	$Anom_{\text{max}}$
Litologías	Sedimentitas marinas Ord.	2,67	0,66	3,99	9,93	2,82	15,56	3,40	0,74	4,88
	C.M. Cochinocha-Escaya	3,13	0,51	4,15	12,27	2,30	16,87	3,93	0,78	5,50
	Grupo Salta	1,72	0,69	3,1	6,36	2,95	12,25	2,99	0,74	4,48
	Volcanitas Cenozoicas	3,01	0,5	4,01	11,81	2,04	15,88	4,08	0,76	5,60
	Sedimentitas y sedimentos cenozoicos	2,32	0,53	3,38	8,96	2,49	13,94	3,04	0,53	4,10
	Área completa	2,41	0,63	3,67	9,29	2,82	14,93	3,17	0,67	4,50

Tabla 3: Resultados del análisis estadístico de las grillas de K, Th y U, separado por agrupaciones litológicas.

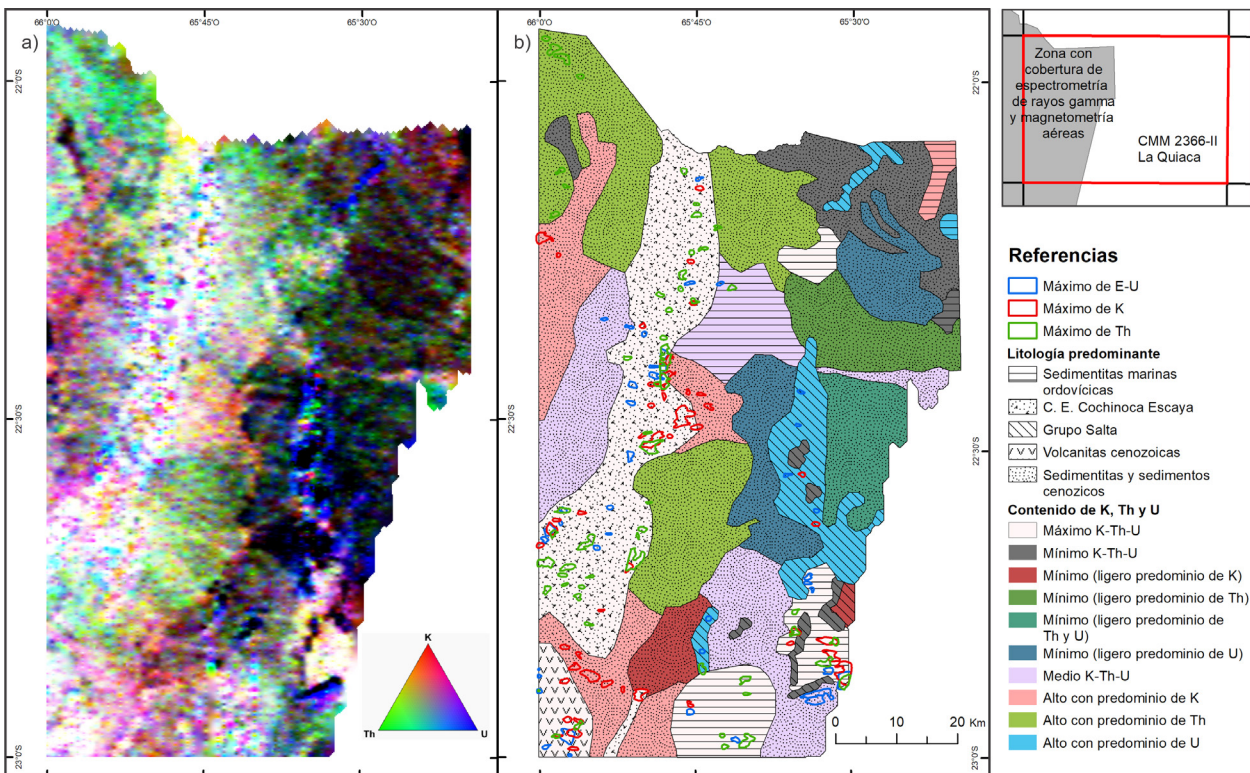


Figura 22: a) Imagen ternaria (rojo: potasio; verde: torio; azul: uranio) de área con cobertura; b) mapa de dominios radiométricos y altos de K, Th y U.

3.4.2. ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS

Las anomalías geoquímicas de un sector de la Carta fueron definidas a partir del reanálisis de la fracción <80 de muestras de sedimentos de corriente obtenidas durante el desarrollo del Plan NOA Geológico Minero en las décadas de 1960 y 1970, y por el SEGEMAR. Las muestras utilizadas fueron recolectadas sobre el lecho activo de cauces fluviales. El tercio oriental del área de la Carta carece de muestreo. La densidad promedio del muestreo para el análisis multielemento es 1 muestra cada 10 - 15 km². Sin embargo, en áreas de alto potencial puede variar desde 2 hasta 10 muestras por km² mientras que en áreas con menor potencial la densidad de la grilla disminuye hasta 1 muestra cada 25 km² (Ferpozzi *et al.* 2008).

Las muestras fueron analizadas para determinar su contenido en 48 elementos (Ag, Al, As, Au, Ba, Be, Bi, Br, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Eu, Fe, Hf, Hg, Ir, K, La, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nd, Ni, P, Pb, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Th, Ti, U, V, W, Y, Yb y Zn) en la fracción pasante por el tamiz malla 80 del sedimento de corriente (Ferpozzi *et al.* 2008).

Con estos datos, Turel (2012) llevó a cabo el análisis factorial y elaboró índices de mineralización

3.4.2.1. Factores de mineralización

Factor Cd-Pb-Ba: Este factor destaca 2 grandes zonas anómalas. La primera de ellas se asocia al distrito Pumahuasi. La segunda a las minas Niquelina, La Ciénaga, Poscaya, Parmense Viscachani, Santa Rosa 10, Mono Abra, El Quirusillal, Abra Colorada, Misquero y Lopiara en la Sierra de Santa Victoria. Se observan algunas anomalías, en el Cordón de Escaya, que no se asocian a depósitos conocidos por lo que podrían indicar zonas de favorabilidad prospectiva (Fig. 23).

Factor Br-Cd (As-Pb): Muestra anomalías en torno a las mineralizaciones de La Ciénaga, La Niquelina Misquero, Lopiara, Alto de Minas y el sector sur del Distrito Pumahuasi (Fig. 24). La comparación con los factores anteriores parece señalar que el Cd y el Pb son mejores indicadores de las mineralizaciones, mientras que el Br y el As estarían, en parte, influenciados por la litología de la roca de caja.

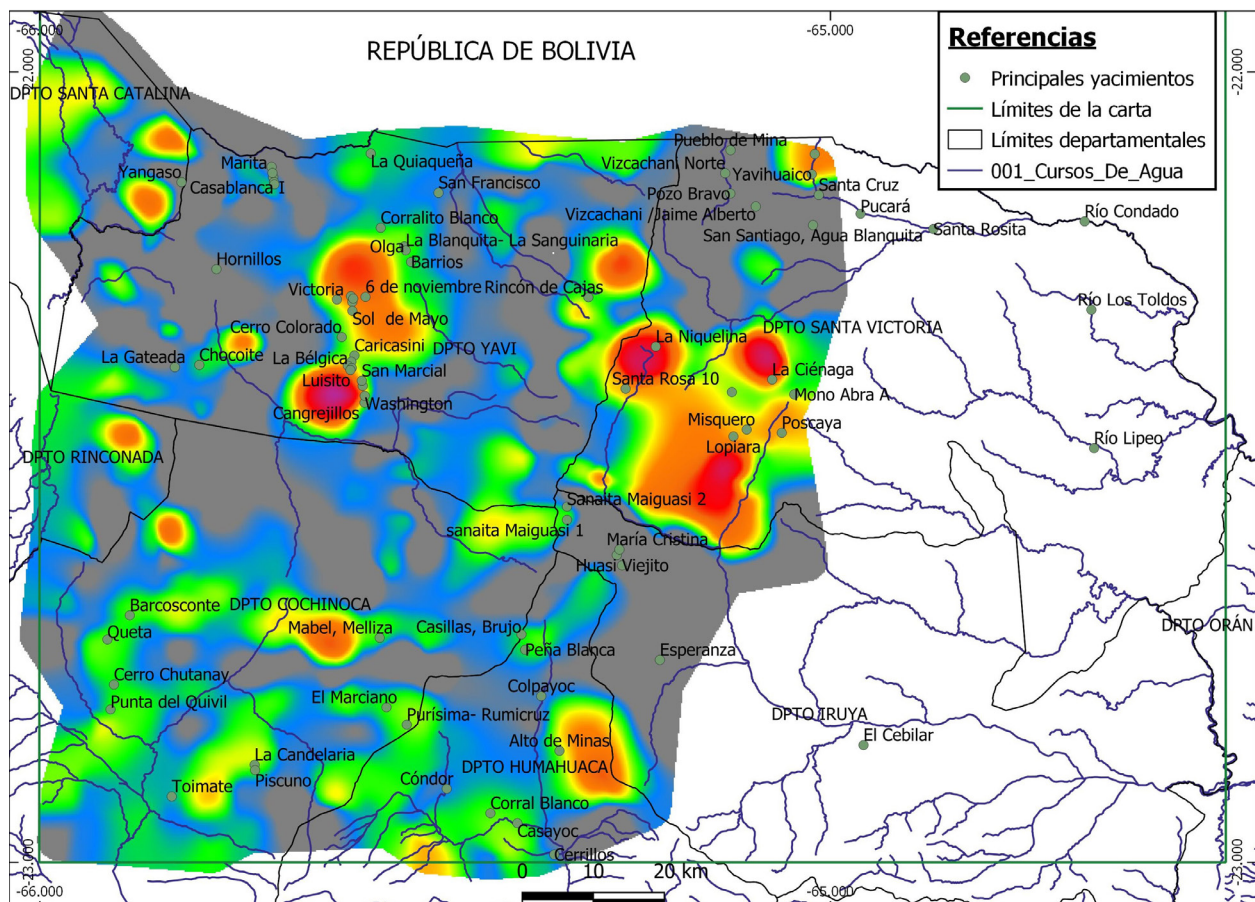


Figura 23: Mapa con las anomalías detectadas por el Factor Cd-Pb-Ba.

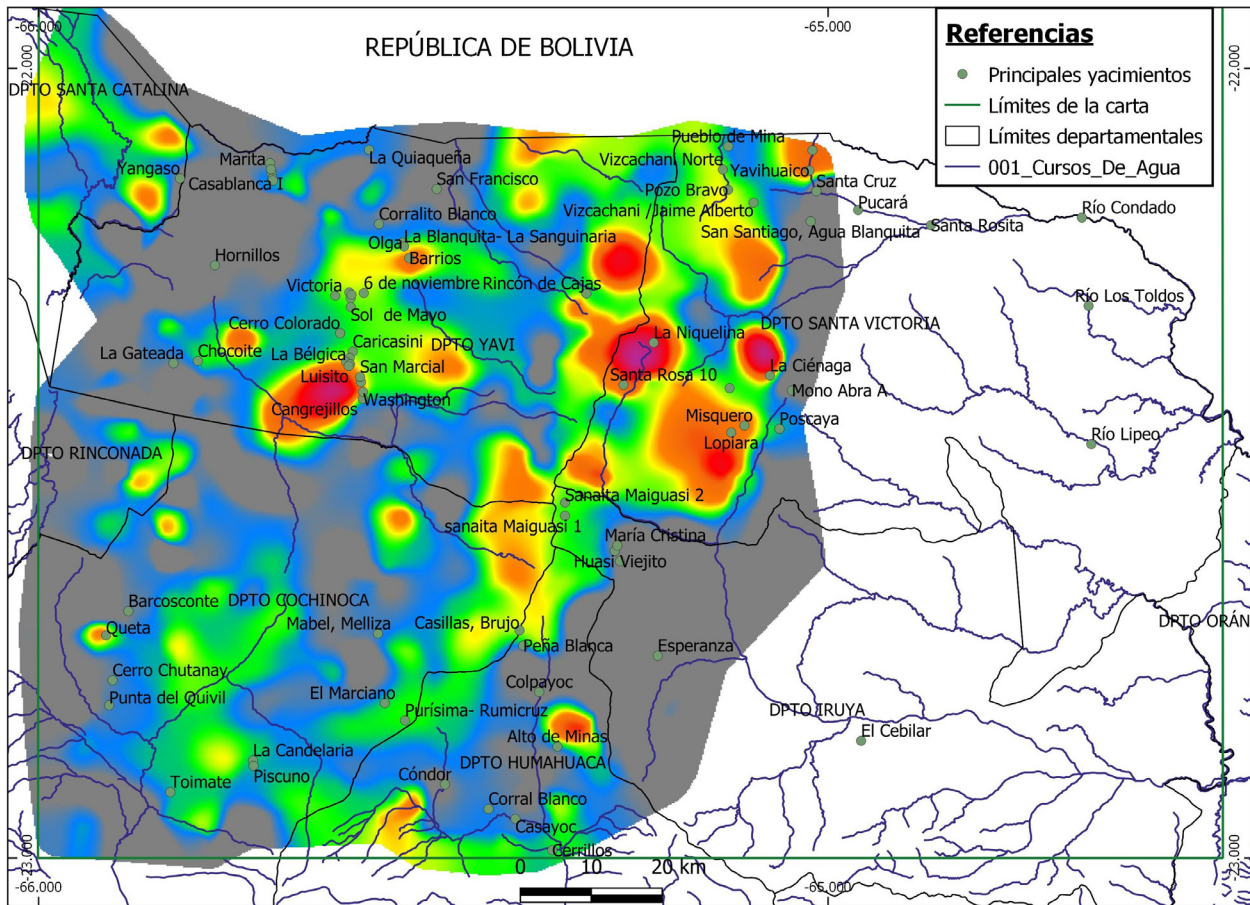


Figura 24: Mapa con las anomalías detectadas por el Factor Br-Cd (As-Pb).

3.4.2.2. Índices de mineralización

Índice calcófilo (Cu+Pb+Zn+As+Sb): Este índice muestra fuertes anomalías asociadas a la totalidad del Distrito Pumahuasi. También se observan anomalías importantes asociadas a las minas La Niquelina y La Ciénaga y anomalías menores en torno a las mineralizaciones de La Quiaqueña, Punta del Quivil, Cerro Chutanay, La Candelaria, La Gateada, Chocoite, Hornillos, Piscuno, Lopiara y Misquero (Fig. 25).

Se ha identificado una serie de anomalías alineadas con rumbo N-S sobre los abanicos aluviales actuales, ubicados al este y sureste del distrito de Pumahuasi. Estas anomalías se encuentran alejadas de la Sierra de Santa Victoria (área de aporte de los abanicos) y cercanas a los afloramientos del Subgrupo Pargua y la Formación Acoite, aunque no sobre estas. Su orientación latitudinal podría indicar su relación con alguna estructura oculta. La geofísica cubre solo parte de esta área de la carta, sin embargo, se alcanzan a observar algunas anomalías magnéticas coincidentes con las anomalías de este índice geoquímico. Esta coincidencia podría estar indicando la

presencia de depósitos minerales o intrusivos aún no descubiertos por debajo de la cubierta cuaternaria.

Índice de metales base (Pb+Cu+Zn+Ba): Las anomalías de este índice se asocian a la mayoría de las mineralizaciones vetiformes del área de la Carta. Incluye a los distritos Pumahuasi y Purísima-Rumicruz, a las minas La Ciénaga, La Niquelina, Poscaya, Mono Abra, Parmense-Viscachani, Lopiara, Misquero, Quirusillal, Viejito, La Gateada, Chocoite, Cerro Chutanay, Punta del Quivil y Alto de Minas. La mina La Esperanza presenta una anomalía aguas arriba de su ubicación. (Fig. 26).

Índice de Five Elements Deposits (Cu+Pb+Zn+Ni+U+As+Co): El índice de *Five Elements Deposits* (Cu+Pb+Zn+Ni+U+As+Co) se desarrolló para la prospección de depósitos del tipo FED (Rubiolo *et al.* 2003) un modelo que incluye las mineralizaciones de La Niquelina, Purísima-Rumicruz y Esperanza. Mientras que las dos primeras se asocian con anomalías de este índice, en la tercera no se registran anomalía. Las mayores anomalías detectadas por este índice no se

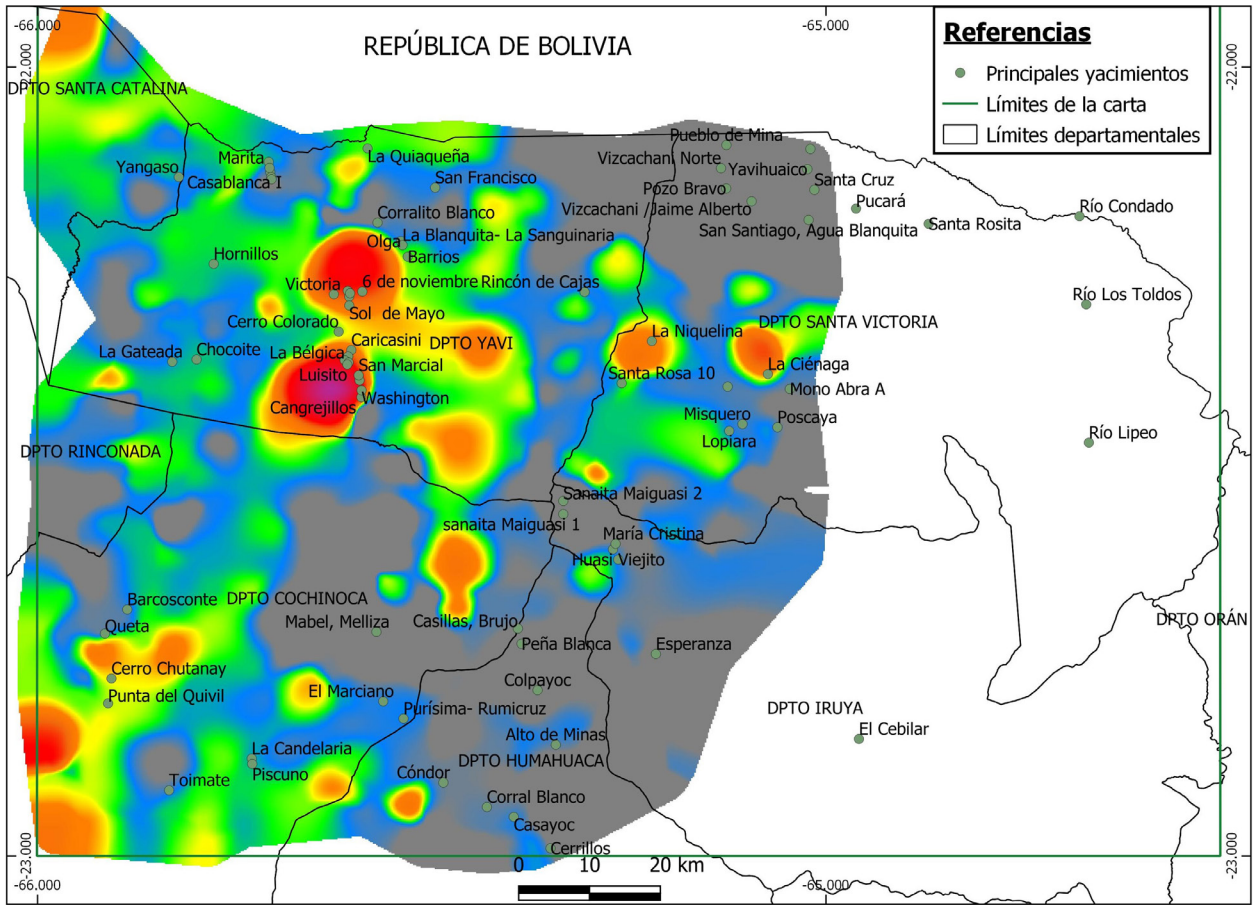


Figura 25: Mapa con las anomalías detectadas por el índice calcófilo.

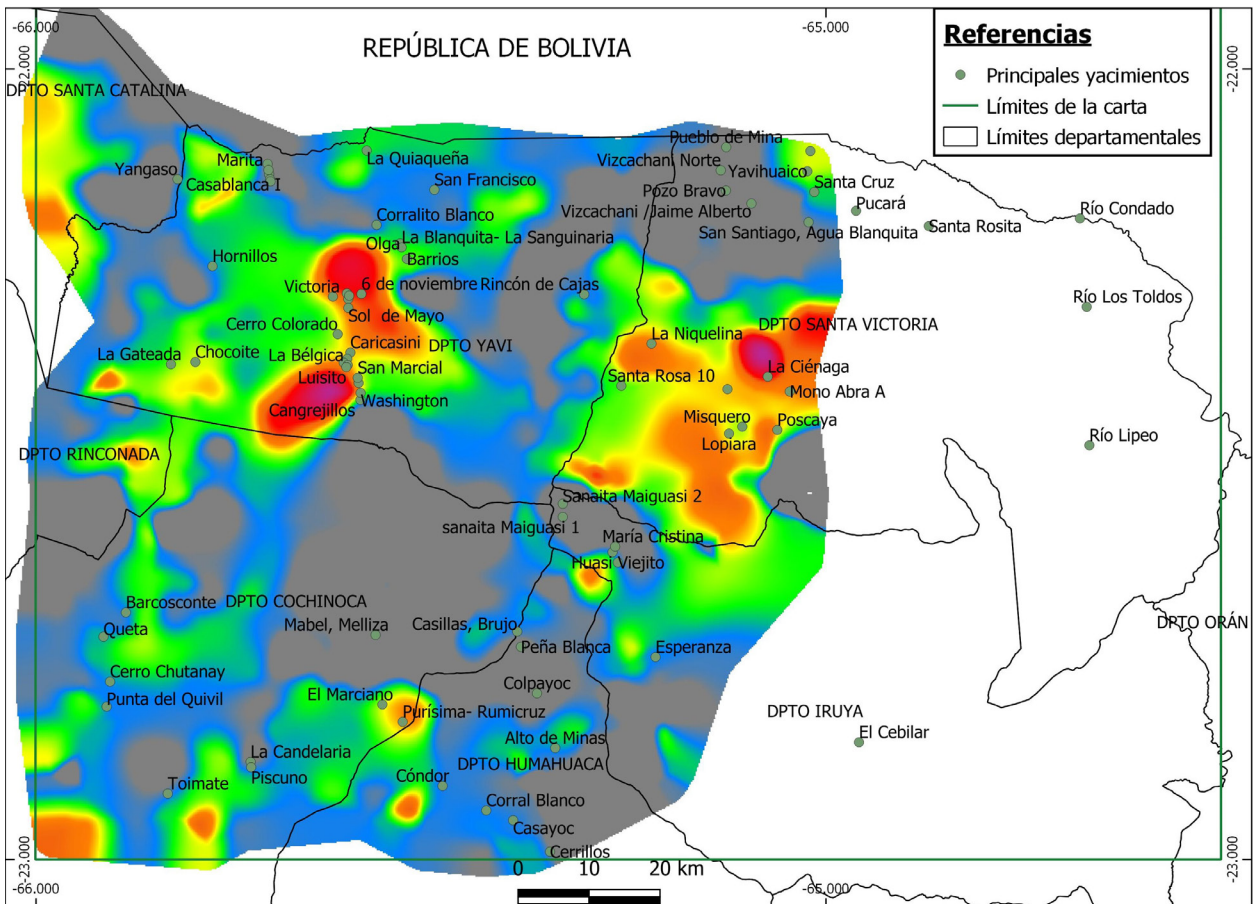


Figura 26: Mapa con las anomalías detectadas por el índice de metales base.

relacionan con depósitos clasificados como FED, sino con el sector sur del distrito Pumahuasi y la mina La Ciénaga.

Algunas anomalías no tienen correlación con anomalías geofísicas o con depósitos minerales como la ubicada al sur de Toimate, que coincide con afloramientos del Complejo Magmático Sedimentario de Cochino-Escaya y se muestra anómala en todos los índices y factores con excepción del Factor Cd-Pb-Ba.

Índice de metales preciosos epitermales (Au+As+Sb): La mayor anomalía de este índice se encuentra en el noroeste, en el departamento Santa Catalina. Esta anomalía se asocia a abanicos aluviales cuaternarios. El área de aporte de estos abanicos es el extremo norte de la Sierra de Rinconada, la cual es conocida por albergar vetas orogénicas de cuarzo aurífero y antimónífero (Minas Azules, Oratorio, El Torno, San Francisco, etc.). Sin embargo, ninguna de estas mineralizaciones forma parte de la cuenca de los ríos que aportan hacia el área anómala. Esta anomalía podría indicar la presencia de depósitos, aún desconocidos, en la vertiente oriental de la sierra, fuera de los límites del área abarcada por la Carta. También podría indicar la existencia de placeres auríferos alojados en los aluviones cuaternarios.

3.4.2.3. Resumen de anomalías geoquímicas

Entre los índices de mineralización hay una correspondencia importante entre los índices calcófilo, de metales base y *Five Elements Deposits* con el factor de mineralización Cd-Pb-Ba, que comparten en su cómputo la mayoría de los elementos. Sus diferencias son atribuibles a los restantes elementos analizados, As-Sb para el índice calcófilo y el Ba para el índice de metales base. El Ba, presente en la baritina de la mayoría de las vetas descritas anteriormente, parece ser un “*pathfinder*” para este tipo de mineralizaciones en el área de la carta.

La principal anomalía del índice de metales preciosos parece asociarse a depósitos del tipo Bendigo y Au-Sb en turbiditas ubicados fuera del área de la Carta, en el norte de la sierra de Rinconada.

Se detectaron algunas correlaciones entre las anomalías de los distintos índices de mineralización en áreas donde no se conocen depósitos minerales. Si bien el muestreo geoquímico es de carácter regional se considera que estas zonas constituyen blancos de interés para exploraciones, tanto geoquímicas como geofísicas, de mayor detalle.

3.4.3. SENSORES REMOTOS

Para la identificación de zonas de alteración se procesaron 12 imágenes ASTER LIT obtenidas del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

La alteración filica fue detectada en varias áreas coincidentes con cúspides de cerros conformados por afloramientos de cuarcitas del Grupo Mesón, en el oeste de la Sierra de Santa Victoria, las cuales se considera que podrían tratarse de falsos positivos ya que la composición de las rocas (cuarcitas micáceas) tiene la misma mineralogía que la esperable en una alteración filica (cuarzo-muscovita). La falta de cubierta vegetal que presentan las zonas cuspidales de los cerros podría aumentar la reflectancia en las bandas asociadas a la alteración filica. Por lo tanto, hay que considerar que algunas de las áreas de alteración filica detectadas en la sierra de Santa Victoria podrían ser el reflejo de rocas cuarzo micáceas aflorantes más que el resultado de procesos de alteración hidrotermal.

En cuanto a las alteraciones sílicea y propilítica se detectaron registros puntuales dispersos en las sierras de Santa Victoria y Cochino-Escaya. La alteración sílicea es la que mayor cantidad de estos registros tiene, principalmente en la sierra de Santa Victoria. Es posible que muchos de estos provengan de afloramientos de rocas cuarcíticas de los grupos Mesón y Santa Victoria, aunque también se observan registros sobre afloramientos de la Formación Puncoviscana. Cabe destacar que la mayoría de los registros puntuales de alteración sílicea se ubican en la parte central de la sierra de Santa Victoria, dentro de un área alargada en el sentido del rumbo de los estratos y de las principales fallas. La alteración propilítica está muy pobremente representada (Fig. 27).

Finalmente, la abundante cubierta vegetal en la porción oriental de la Carta dificultó la detección de posibles áreas de alteración hidrotermal en gran parte del sector de las Sierras Subandinas cubierto por la Carta.

Alteraciones con interés prospectivo

Las áreas de alteración detectadas en el área son relativamente escasas y, en su mayoría, pequeñas. Ninguna se relaciona con depósitos minerales conocidos. Luego de descartar aquellas áreas de alteración sospechosas de ser “falsos positivos”, se identificaron dos zonas en las que las alteraciones detectadas puedan relacionarse con un depósito mineral aún no descubierto.

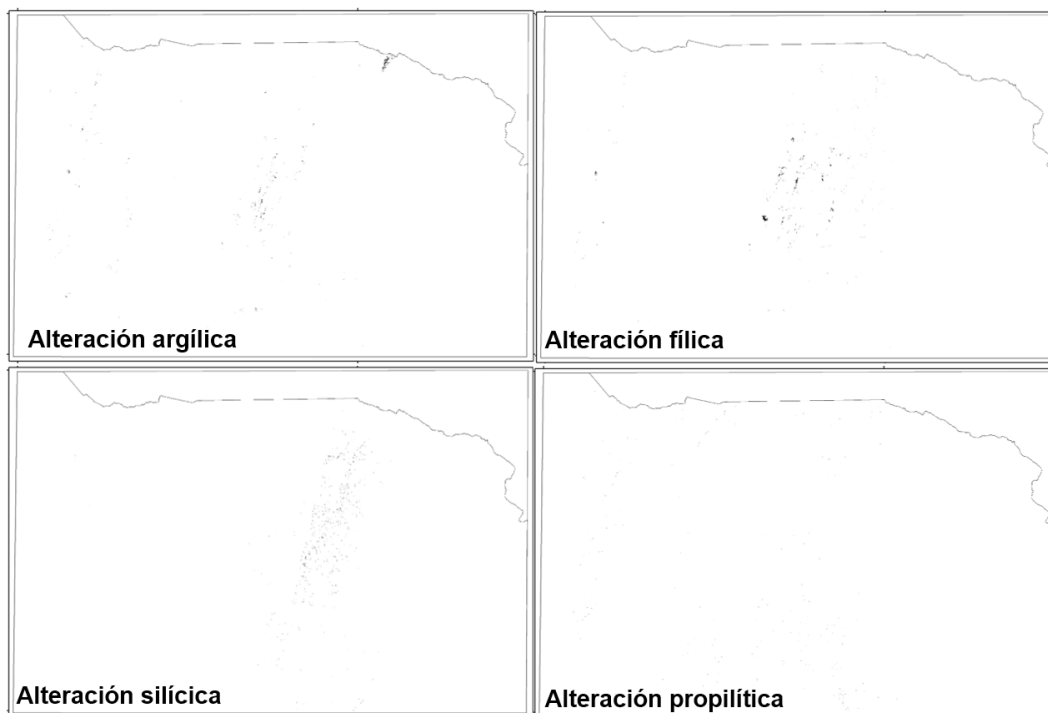


Figura 27: Alteraciones argílica, filica, silicea y propilítica interpretada a partir de datos ASTER en el área de la Carta.

Una de las zonas identificadas se localiza en el Cordón de Cochino-Escaya, aproximadamente a tres kilómetros al norte de la cima del cerro Cóndor y a 10 kilómetros al sur de la mina La Gateada. En esta área, se observa una alteración filica irregular que pasa hacia una alteración argílica en los bordes. La alteración se presenta tanto en sedimentitas como en vulcanitas del Complejo Magmático Sedimentario Cochino-Escaya. Se relaciona con un mínimo en la señal analítica magnética y se sitúa en el borde de anomalías geoquímicas de varios índices, incluidos FED, Metales Base, depósitos termales, Calcófilo y de Metales Preciosos.

Entre las localidades de Mecoyita y Pucará se ubica la segunda zona de alteración argílica, la más extensa del área de la Carta, que se extiende hacia el suroeste desde el límite internacional entre Argentina y Bolivia. La alteración argílica se desarrolló sobre rocas de las Formaciones Santa Rosita, Acoite y Lipeón, siguiendo aproximadamente el contacto entre las formaciones ordovícicas y la Formación Lipeón. Aunque no se disponen de datos geoquímicos ni geofísicos se han considerado dos hipótesis para explicar la presencia de esta área de alteración.

La primera hipótesis sugiere que el área de alteración podría reflejar la presencia de las arcillas

y micas que componen la Formación Lipeón. Sin embargo en la Formación Lipeón que se extiende hasta unos 10 kilómetros al suroeste del punto más austral del área de alteración, no fueron detectados puntos de alteración argílica en todo ese tramo.

La segunda hipótesis considera la posible presencia de un plutón alcalino no aflorante, relacionado con alguno de los eventos de *rift* mesozoicos, el cual se habría emplazado aprovechando la zona de debilidad existente en el contacto por falla entre las dos formaciones ordovícicas y la Formación Lipeón. Se destaca esta área de alteración como un posible sitio de interés prospectivo que requiere de investigaciones adicionales para su definición.

3.5. HISTORIA METALOGÉNÉTICA

Al coexistir tres provincias geológicas en el área de la Carta 2366 – II, La Quiaca la historia metalogénética no es única para toda la extensión de esta. Hay eventos que son propios de una sola provincia geológica, eventos que tuvieron lugar en dos de ellas y también eventos comunes a las tres.

La Cordillera Oriental es la única provincia geológica en el área de la Carta, que contiene registros del Ciclo Pampeano (Neoproterozoico-

Cámbrico medio). Las rocas asociadas a este ciclo son los depósitos marinos distales de la Formación Puncoviscana y los intrusivos de las Formaciones Cañaní y Tipayoc. El plegamiento de la Formación Puncoviscana durante la orogenia Tiltárica, en el Cámbrico medio, supone el fin del Ciclo Pampeano. Este evento se habría producido por la colisión entre el terreno de Pampia y el bloque Arequipa-Antofalla (Escayola *et al.* 2011). Durante este proceso acrecional se produjo la intrusión de plutones calcoalcalinos entre los que se encuentran los granitos de Cañaní y Tipayoc (Toselli *et al.* 2002).

Hasta el momento ningún yacimiento del área de estudio ha podido ser vinculado fehacientemente al Ciclo Pampeano. Sureda *et al.* (1986) consideran posible que algunos yacimientos vetiformes alojados en la Formación Puncoviscana tengan su origen en derivaciones hidrotermales de los intrusivos cámbricos como la Formación Cañaní. Sin embargo, admiten que “sus vinculaciones genéticas son oscuras y posiblemente variadas”.

El segundo ciclo registrado en el área consiste en el ciclo Famatiniano. Se inició con el colapso del orógeno pampeano y la formación de una cuenca marina somera que sirvió de depocentro al Grupo Mesón (Hong *et al.* 2010). Durante este ciclo se instauró un arco magmático en el actual territorio chileno, mientras que en la Puna, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas se desarrolló una cuenca de trasarco representada por el Grupo Santa Victoria. En la Puna y en la porción más occidental de la Cordillera Oriental se produjo el ascenso de magmas dando lugar a la intrusión de cuerpos subvolcánicos y a volcanismo submarino bimodal (Coira 2008). En este contexto dentro de la cuenca se formaron depósitos volcanogénicos submarinos distales (SEDEX) cuyos ejemplos conocidos son los depósitos de El Aguilar y La Colorada.

En el área de la Carta el magmatismo bimodal cuenta con conspicuos registros (Complejo Mágmatco Sedimentario de Cochino Escaya), pero por el momento no se produjo el hallazgo de depósitos del tipo SEDEX o de sufuros masivos volcanogénicos asociados a ese magmatismo. Sin embargo, se conocen dos depósitos vetiformes, La Ciénaga y Parmense – Viscachani, cuyas relaciones isotópicas de plomo son similares a las registradas en El Aguilar.

El plegamiento y levantamiento de las capas del grupo Santa Victoria, ocurrido en el Ordovícico Medio, generó una deformación y metamorfismo regional de las rocas tremadocianas-arenigianas, que tuvieron mayor grado en el Oeste que en el

Este (Hong *et al.* 2008). Esto último, asociado con una mayor profundidad de la cuenca tremadociana (depósitos turbidíticos), propició la formación de yacimientos de oro del tipo orogénico en la Sierra de Rinconada (Rodríguez 2008). En el área de la Carta estas condiciones no parecen haber estado presentes y no se conocen depósitos auríferos de este tipo.

La sedimentación en la Puna septentrional se vio interrumpida, luego de la deformación ordovícica media, hasta el Mesozoico. En la Cordillera Oriental y Sierras Subandinas el hiato fue menor ya que se desarrolló una cuenca de antepaís en el Ordovícico Superior representada por las Formaciones Mecoyita y Lipeón. Fue dentro de la Formación Lipeón donde tuvo lugar el siguiente episodio metalogenético con la formación de los niveles ferríferos sinsedimentarios.

El ciclo Famatiniano se extendió hasta el Devónico Superior, pero sin que se produjeran nuevos eventos metalogenéticos. El registro sedimentario en la Cordillera Oriental se interrumpió luego de la Formación Lipeón. En las Sierras Subandinas la sedimentación continuó ininterrumpida hasta la finalización del ciclo.

El ciclo Gondwánico (Devónico Superior-Pérmico), sólo cuenta con registro sedimentario en las Sierras Subandinas. En esta región, un hiato de unos 50 Ma separa los depósitos Gondwánicos de los Famatinianos. Ningún evento metalogenético parece asociarse a este ciclo dentro del área de la Carta.

El fin del ciclo Gondwánico supone el inicio del desmembramiento de Pangea. El ciclo extensional asociado a la ruptura de Gondwana recibe el nombre de Pre-Andino. La evidencia más antigua de esta tectónica extensional en el territorio de la Carta es el dique alnoítico de los Alisos, de edad Carbonífera tardía (303 Ma), aunque la exactitud de esta datación fue cuestionada por Sempere *et al.* (2002). El resto de las escasas dataciones disponibles de rocas (Aillikitas y diabasas de la Sierra de Santa Victoria con 224 Ma) y mineralizaciones asociadas (La Niquelina, Esperanza y Rumicruz con 170, 277 y 235 Ma respectivamente) entran dentro del intervalo Pérmico-Jurásico establecido para el Ciclo Pre-Andino. Los procesos de *rifting* y el adelgazamiento cortical asociados habrían originado los depósitos vetiformes de la Faja del Magmatismo de *rift* Pérmico-Jurásico. Este episodio metalogenético habría afectado principalmente a la Cordillera Oriental, aunque también existen evidencias del mismo en las Sierras Subandinas. Además de las mineralizaciones mencionadas existen evidencias

isotópicas que vinculan a las mineralizaciones del distrito Pumahuasi, La Gateada y de distritos ubicados fuera del área de la Carta con este ciclo.

El último ciclo reconocido (Andino) se inicia con una etapa compresiva, aun activa, responsable de la elevación de la cordillera de los Andes. El magmatismo de arco asociado tuvo sus primeros episodios en el actual territorio chileno durante el Jurásico, migrando hacia el este desde entonces (Charrier *et al.* 2007).

Concomitantemente con la reactivación de la subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana, en el noroeste argentino y en un ambiente de retroarco, se generó un sistema de *rift*, finalmente abortado entre el Jurásico y el Cretácico. Este nuevo *rift* tuvo un mayor desarrollo magmático y tectónico que su predecesor en el área de la Carta. A nivel regional se desarrollaron grábenos y hemigrábenos que se rellenaron con potentes secuencias sedimentarias continentales entre las que se intercalaron depósitos lávicos. Plutones y cuerpos subvolcánicos alcalinos intruyeron las rocas del basamento. Las mineralizaciones asociadas a este episodio incluyen depósitos de tierras raras asociados a cuerpos carbonatíticos, depósitos de manganeso en sedimentitas de *sinrift* vetas con mineralización de Pb (La Candelaria) y depósitos estratoligados de cobre. También se conocen depósitos de U (Cu-V) en sedimentitas (Formaciones Lecho y Yacoraite) de la etapa de post *rift* (Ramallo y Bercheñi 2015, Gozalvez *et al.* 2016). En el área de la Carta se reconoció una faja metalogenética y 3 subfajas asociadas al *rift* cretácico que incluyen algunos de estos modelos de depósitos.

Luego de que el *rift* cretácico abortara, la tectónica compresiva fue dominante durante todo el Cenozoico. Gran parte de las fallas normales mesozoicas fueron invertidas a medida que el frente orogénico avanzaba desde el Oeste hacia el Este. El magmatismo calcoalcalino asociado tuvo un fuerte impacto en la Puna, extendiéndose hasta el límite con la Cordillera Oriental. En el área de influencia de este magmatismo se conocen numerosas mineralizaciones asociadas al mismo. Los modelos de depósitos asociados incluyen pórfiros de Cu, pórfiros de Au, epitermales de alta y baja sulfuración, epitermales ricos en estaño, epitermales de manganeso, depósitos del tipo *Hot Spring* y Distal y vetas polimetálicas complejas (Ramallo y Bercheñi 2015, Gozalvez *et al.* 2016, Herrmann *et al.* 2018).

En el área de la Carta son escasos los depósitos conocidos asociados a este magmatismo. Se trata de

manifestaciones pequeñas de epitermales de manganeso y, tentativamente, algunas vetas polimetálicas. El área más propicia para la búsqueda de mineralizaciones asociadas al arco magmático neógeno se encontraría al oeste del eje de la Sierra del Aguilar y al sur del Cordón de Cochino Escaya.

Otro aporte significativo de la tectónica andina fue la elevación de los cordones serranos presentes en el área. Esta elevación propició la exhumación de los depósitos generados en los episodios previos y posibilitó la erosión de las mineralizaciones auríferas de la Sierra de Santa Victoria dando lugar a la formación de placeres de oro en depósitos aluviales modernos.

4. CONCLUSIONES

El estudio metalogenético de la porción del territorio de la República Argentina ubicada entre los meridianos 64°30' y 66° y al norte del paralelo 23° permitió reconocer episodios metalogenéticos famatinianos, pre-ándicos y ándicos. Se definieron 6 fajas metalogenéticas, 3 subfajas, 6 metalotectos y anomalías geofísicas y geoquímicas vinculadas a procesos mineralizadores.

Se identificó y definió un episodio metalogenético no reconocido anteriormente en el NO argentino, al que se le atribuye el origen de algunas de las mineralizaciones más importantes en el área de la Carta como los distritos Pumahuasi, Purísima Rumi Cruz y minas La Niquelina y Esperanza. La Faja del magmatismo de *rift* Pérmico-Jurásico definida para los depósitos asociados a este episodio, continúa hacia el norte fuera de los límites del área de estudio, hasta la cordillera Oriental de Perú; y también hacia el sur, en la Cordillera Oriental y Sierras Subandinas de las Provincias de Jujuy y Salta. La mayoría de las mineralizaciones vetiformes pertenecientes a esta faja fueron explotadas durante el siglo XX. La conjunción de anomalías geofísicas y geoquímicas ubicadas al este del distrito Pumahuasi parecen indicar la presencia de intrusivos no aflorantes. Se desconoce si estos intrusivos se asocian al *rift* Pérmico-Jurásico o al *rift* Cretácico.

La Faja del Volcanismo Bimodal Sinsedimentario Ordovícico tiene dos depósitos que se asocian a ella a través de datos isotópicos. Sin embargo, estos depósitos habrían sido producidos por la removiliación de los sulfuros originales debido al aumento de temperatura generado por la intrusión del plutón de Hornillos. No se ha hallado aún, dentro del área

de la Carta ningún depósito SEDEX o de sulfuros masivos asociados a esta faja. La magnetometría no detectaría yacimientos cubiertos relacionados con esta faja, ya que en los depósitos similares de otras regiones (El Aguilar, La Colorada) no se registraron anomalías magnéticas asociadas a los depósitos de sulfuros masivos. La geoquímica podría indicar la presencia de un yacimiento por descubrir, asociado a la zona anómala, en casi todos los índices y factores estudiados, ubicada sobre los afloramientos del Complejo Magmático-Sedimentario de Cochinoca-Escaya al sureste de Toimate.

La Faja del Hierro Sedimentario Marino Silúrico está explorada superficialmente en el área de la Carta, siendo posible la existencia de depósitos de mayor tamaño y calidad de mena de los hasta ahora conocidos.

Muchos de los depósitos de las fajas mesozoicas y cenozoicas no cuentan con dataciones ni estudios isotópicos que permitan asociarlos con certeza a una faja en particular. Ambas fajas tienen la misma extensión en el

área de la carta y dieron origen a depósitos vetiformes polimetálicos simples y FED de manera similar.

La geoquímica, demostró ser una herramienta válida y de utilidad para la prospección de yacimientos de las tipologías conocidas presentes en el área de estudio. La estrechez de las vetas mineralizadas y su escaso contenido de minerales magnéticos parece limitar el uso de la magnetometría en la prospección. Las anomalías detectadas son indicativas del magmatismo de arco neógeno y podrían estar indicando también los mencionados intrusivos de *rift*. La extensión limitada de la cobertura de los vuelos magnetométricos no permite observar si esta técnica es capaz de detectar cuerpos conocidos, como los intrusivos de Hornillos, Los Alisos y Maiguasi, no incluidos en el área de cobertura.

El procesamiento de las imágenes satelitales y la identificación de áreas con alteración hidrotermal permitió definir dos áreas de interés prospectivo, una en el cordón de Cochinoca-Escaya y otra en la sierra de Santa Victoria.

5. FICHAS MINA

Número	Distrito Minero	Depósito	Ubicación		Modelo de Depósito	Edad de Mineralización	Estilo	Mena	Mineralogía	Alteración	Roca Hospedante			Tonelaje (Mt)	Ley de Corte	Recursos	Reservas
			Latitud	Longitud							Estratigrafía	Litología	Edad				
COBRE																	
1	Cordón de Escaya	Yangaso	-22,139525	-65,82099722	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cp, Bo, Py, Cc, Cu, MI, Az, Cris, Cv, Lim, Q	Silicificación	Complejo Magmático-sedimentario Cochinoca-Escaya	Lutitas, limolitas	Ordovícico				
2	Cordón de Escaya	Hornillos	-22,24954722	-65,77678889	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cp, Py, Cc, Cv, Bo, MI, Cris, Az, Lim, Sid, Q, Ba	Caolinitización, Silicificación	Complejo Magmático-sedimentario Cochinoca-Escaya	Pórfiros dacíticos, areniscas, lutitas	Ordovícico				
2	Cordón de Escaya	Cerro Escaya	-22,25947	-65,759813	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cp, MI, Q		Complejo Magmático-sedimentario Cochinoca-Escaya	Pórfiros dacíticos, areniscas, lutitas	Ordovícico				
3	Cordón de Escaya	Chocoite	-22,37073889	-65,79843611	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cp, Cc, MI, Az, Lim, Q		Complejo Magmático-sedimentario Cochinoca-Escaya	Areniscas, lutitas, andesitas	Ordovícico				
6		Barcosconte	-22,6875	-65,88638889	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cp, MI, Az, Q		Complejo Magmático-sedimentario Cochinoca-Escaya	Areniscas y lutitas	Ordovícico				
14		Corralito Blanco	-22,197297	-65,568962	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cc, MI, Az, Cp, Py, Hem, Q	Silicificación	Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
22	Pumahuasi	Victoria	-22,28799	-65,624359	7e	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Cu	Cp, Po, Py, MI, Cris, Az, Lim, Q	Caolinitización	Formación Acoite	areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
36		Norma Patricia	-22,62777778	-65,6125	7e	S/D	Vetiforme	Cu			Grupo Santa Victoria	Sedimentitas	Ordovícico				
43		San Francisco	-22,15290556	-65,49584167	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cc, Bo, Cv, Ga, Py, MI, Cris, Az, Hem, Q		Formación Acoite-Subgrupo Pircua, Subgrupo Balbuena	Lutitas, areniscas cuarcíticas-conglomerados, areniscas, arcillas-areniscas calcáreas	Ordovícico-Cretácico				
46	Abra de Cóndor	San Antonio	-22,443056	-65,276667	7e	S/D		Cu	Oxcu, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
53	Casillas	Peña Blanca	-22,731	-65,386304	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cp, Cc, MI, Q		Grupo Santa Victoria	Lutitas micaceas	Ordovícico				
55		Alto de Minas	-22,85893	-65,342855	7e	S/D	Vetiforme	Cu	MI, Az, Lim, Q		Formación Lizoite	Areniscas cuarzosas, cuarcitas	Cámbrico				
76		Atahualpa	-22,311667	-65,175556	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cp, Cv, MI, Az, Py, Lim, Q		Formación Lizoite	Cuarcitas	Cámbrico				
96		Rodeo Colorado	-22,6775	-65,151111	7e	S/D		Cu	Cp, Py, MI, Az, Cris, Q, Lim		Grupo Mesón	Cuarcitas, areniscas cuarzosas	Cámbrico				
98		Juanita	-22,723889	-65,236389	7e	S/D	Vetiforme	Cu	Cp, Py, Oxcu, Q, Lim		Formación Puncoviscana	Pizarras-filitas	Precámbrico-Cámbrico				
16	Pumahuasi	Olga	-22,2208	-65,53923611	7e	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Cu, Pb	Cp, Cc, Bo, Cv, Ga, Sp, Py, MI, Atl, Ten, Cris, Ba, Hem, Lim, Psi, Ba, Q	Caolinitización, Silicificación	Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico	0,0037	2.984 t de de recursos indicados e inferidos con 12,71 % de Cu y 275,8 g/t Ag	399.5 t extraídas con ley de 17,2 % Cu	
39	La Purísima-Rumicruz	El Marciano	-22,803913	-65,561701	7e	Triásico	Vetiforme	Cu, Pb	Cp, Bo, Py, Ga, Cc, Cv, Dig, MI, Tn/Ttr, Q, Lim		Formación Acoite	Areniscas, pelitas	Ordovícico				
99		San Isidro	-22,7375	-65,229167	7e	S/D	Vetiforme	Cu, Pb	Ga, Cp, Py, Oxcu, Lim, Q,		Formación Puncoviscana	Pizarras-filitas	Precámbrico-Cámbrico				
40	La Purísima-Rumicruz	La Purísima	-22,825869	-65,535989	14a	Cretácico	Vetiforme	Cu, Pb, Ba, Ni, Co, Zn	Cp, Cc, Bo, MI, Az, Ga, Nq, Py, Pch, Ger, Ttr, Dig, Tn/Ttr, Mil, Urn, Cv, Ba, Q, Ca, Ank, Sid, Dol		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
40	La Purísima-Rumicruz	Rumicruz	-22,82587	-65,53599	14a	Triásico	Vetiforme	Cu, Pb, Ba, Ni, Co, Zn	Cp, Cc, Bo, MI, Az, Ga, Sp, Nq, Py, Ramg, Ger, Ttr, Tn/Ttr, Mil, Urn, Au, Cv, Ba, Q,		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico	0,0385	38.500 t con 4 % de Cu		
40	La Purísima-Rumicruz	Liliana	-22,825908	-65,532201	14a	Triásico	Vetiforme	Cu, Pb, Ba, Ni, Co, Zn	Tn/Ttr, Cc, Ger, Cv, Bo, Py, Ba, Q		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
40	La Purísima-Rumicruz	El Brechón	-22,82057	-65,530717	14a	Triásico	Vetiforme	Cu, Pb, Ba, Ni, Co, Zn	Cc, Bo, Cp, Cv, Ger, Ba, Q		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
40	La Purísima-Rumicruz	Jesuitas	-22,816459	-65,544196	14a	Triásico	Vetiforme	Cu, Pb, Ba, Ni, Co, Zn	Ga, Cp, Ttr,Py, Brav		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
40	La Purísima-Rumicruz	La Nueva	-22,817419	-65,538073	14a	Triásico	Vetiforme	Cu, Pb, Ba, Ni, Co, Zn	Cc, Bo, Cv, Ger, Q		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				

Número	Distrito Minero	Depósito	Ubicación		Modelo de Depósito	Edad de Mineralización	Estilo	Mena	Mineralogía	Alteración	Roca Hospedante			Tonelaje (Mt)	Ley de Corte	Recursos	Reservas
			Latitud	Longitud							Estratigrafía	Litología	Edad				
HIERRO																	
15		La Casualidad, La Constancia	-22,2016667	-65,73833333	13i?	S/D	Sombrero de Hierro	Fe	Hem		Complejo Magmático-sedimentario Cochinoca-Escaya	Pórfiros dacíticos, areniscas, lutitas	Ordovícico				
20	Pumahuasi	6 de noviembre	-22,28463889	-65,58821667	13i	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Fe	Sid, Hem, Lim		Formación Acoite	Areniscas cuarcíticas, areniscas arcillosas, lutitas, fangolitas	Ordovícico				
58		Casayoc	-22,950407	-65,396152	9e	Cámbrico?	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Q		Formación Chalhualmayoc	Cuarcitas	Cámbrico				
59		Cerrillos, Luisa Stael, Hormesinda	-22,991425	-65,349489	13i	S/D	Vetiforme	Fe	Hem, Gth, Ba, Psi, Pirol, Oxmn, Py, Ga, Ag, Py, Cu, Q	Sil	Grupo Mesón	Cuarcitas	Cámbrico				
74		María Gabriela	-22,302222	-65,036944	13i	S/D	Sombrero de Hierro	Fe	Espe, Hem, Mag, Ga		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
78		Campamento	-22,319722	-65,046394	13i	S/D	Sombrero de Hierro	Fe	Espe, Hem, Mag, Ga		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
95		Virgen del Valle	-22,641111	-65,114167	9e?	Cámbrico?	Formación Ferrífera?	Fe	Espe, Hem, Lim		Formación Puncoviscana	Pizarras-filitas	Precámbrico-Cámbrico				
97		La Soledad	-22,698611	-65,242222	9e?	Cámbrico?	Formación Ferrífera?	Fe	Hem, Lim		Formación Lizoite	Cuarcitas, areniscas cuarzosas	Cámbrico				
102	Mecoyita	Mecoyita	-22,132778	-64,886111	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
103	Mecoyita	Antigal	-22,172222	-64,914722	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
107	Mecoyita	Sepultura	-22,2125	-64,961111	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
112	Baritu	Baritu	-22,540278	-64,750556	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
113	Baritu	Porongal	-22,617778	-64,758333	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
114	Baritu	Candelaria	-22,678889	-64,777222	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
115	Baritu	Astillero	-22,751389	-64,811389	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
116	Baritu	Rio Iruya	-22,793333	-64,808056	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
117		Monoyoc (Arroyo Sepultura)	-22,79387	-64,79053	13i	S/D	Sombrero de Hierro	Fe	Hem, Ga, Oxmn, Q, Ca		Grupo Santa Victoria	Areniscas cuarcíticas	Ordovícico				
118		El Cebilar	-22,851666	-64,95831	13i	S/D	Sombrero de Hierro	Fe	Hem, Gth, Lepd, Oxmn, Py, Cp, Ml, Az, Cc, Cris, Sid, Q		Formación Puncoviscana/ Grupo Mesón	Pizarras-filitas/ Cuarcitas	Precámbrico-Cámbrico	35,6 % Fe	30.450 toneladas de mena inferida		
120	Baritu	La Misión	-22,234167	-64,685	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
122	Baritu	Roberto Carlos	-22,318611	-64,708333	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
123	Baritu	Edilma Isabel	-22,402222	-64,726944	9e		Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
124	Baritu	María Jesús	-22,413889	-64,729722	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				

Número	Distrito Minero	Depósito	Ubicación		Modelo de Depósito	Edad de Mineralización	Estilo	Mena	Mineralogía	Alteración	Roca Hospedante			Tonelaje (Mt)	Ley de Corte	Recursos	Reservas
			Latitud	Longitud							Estratigrafía	Litología	Edad				
125	Baritu	Cuesta de Minas	-22,466111	-64,747222	9e	Silúrico	Formación Ferrífera	Fe	Hem, Thu, Bio, Si, Mos, Lim		Formación Lipeón	Limolitas, grauvacas, bancos de hierro	Silúrico				
35	Pumahuasi	Veta Santa Rosa	-22,421878	-65,603339	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Fe, Pb	Ga, Gth, Hem, Q, Ba, Pirol		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
MANGANESO																	
7		Positiva	-22,70111111	-65,99916667	7a	S/D	Diseminado	Mn	Psi, Pirol		Complejo Magmático-sedimentario Cochino-Escaya	Areniscas, lutitas	Ordovícico				
8		Queta	-22,71813611	-65,914725	7a	Pleistoceno	Diseminado	Mn	Psi, Pirol		Depósitos aluviales-columiales	Conglomerados, areniscas	Pleistoceno				
11		Toimate	-22,91666667	-65,83333333	7a	S/D	Diseminado	Mn	Psi, Pirol		Formación Doncellas	Areniscas, tufitas y tobas dacíticas	Mioceno				
56		El Cóndor, Angelita - Punta de Agua	-22,906919	-65,485474	7a	Cretácico	Diseminado	Mn	Piro, Psi, Q, Lim		Subgrupo Pirgua	Areniscas	Cretácico				
13	Tafna	Silviana Luisa (Tafna)	-22,120219	-65,707021	7a	Plio-Pleistoceno	Vetiforme y diseminado	Mn, Fe	Psi, Pirol		Formación Tafna	Conglomerados, conglomerados arenosos, tobas	Plio-Pleistoceno				
13	Tafna	Casablanca I	-22,133185	-65,705022	7a	Plio-Pleistoceno	Vetiforme y diseminado	Mn, Fe	Psi, Pirol		Formación Tafna	Conglomerados, conglomerados arenosos, tobas	Plio-Pleistoceno				
13	Tafna	Casablanca II	-22,13951	-65,703852	7a	Plio-Pleistoceno	Vetiforme y diseminado	Mn, Fe	Psi, Pirol		Formación Tafna	Conglomerados, conglomerados arenosos, tobas	Plio-Pleistoceno				
13	Tafna	Casablanca III	-22,142242	-65,703416	7a	Plio-Pleistoceno	Vetiforme y diseminado	Mn, Fe	Psi, Pirol		Formación Tafna	Conglomerados, conglomerados arenosos, tobas	Plio-Pleistoceno				
13	Tafna	Marita	-22,127875	-65,705929	7a	Plio-Pleistoceno	Vetiforme y diseminado	Mn, Fe	Psi, Pirol		Formación Tafna	Conglomerados, conglomerados arenosos, tobas	Plio-Pleistoceno				
NÍQUEL																	
80		La Niquelina	-22,347455	-65,220982	14a	Jurásico (170 Ma)	Vetiforme	Ni, Pb, Zn, Cu, U	Nq, Ga, Sp, Py, Cp, Bis, Pch, MI, Lim, Ger, Mauch, Mil, Ttr, Bi, Arg, Q		Formación Chalhualmayoc-Formación Santa Rosita	Cuarcitas-Lutitas y areniscas	Cámbrico-Ordovícico				
ORO																	
61	Santa Victoria	Pueblo de Mlna	-22,098985	-65,126447	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos aluvio-columiales	Aluviones	Plio-Pleistoceno				
62	Santa Victoria	S/N?	-22,1039	-65,019889	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos de planicie aluvial	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
63	Santa Victoria	Vizcachani Norte	-22,128245	-65,133312	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos aluviales-columiales	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
64	Santa Victoria	Yavihuaco	-22,129517	-65,023729	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos de planicie aluvial	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
67	Santa Victoria	Pozo Bravo	-22,153897	-65,126764	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos aluviales-columiales	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
68	Santa Victoria	Santa Cruz	-22,155707	-65,01486	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos de planicie aluvial	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
104	Santa Victoria	Pucará	-22,17946	-64,962033	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos de planicie aluvial	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
105	Santa Victoria	Santa Rosita	-22,198818	-64,869914	12a	Pleistoceno-Holoceno	placer	Au	Au		Depósitos de planicie aluvial	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
106	Santa Victoria	Cerros Bravos	-22,208849	-64,804575	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos de planicie aluvial	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
119	Santa Victoria	Río Condado	-22,189128	-64,678608	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos de planicie aluvial	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
121	Santa Victoria	Río Los Toldos	-22,30095	-64,67007	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos de planicie aluvial	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				
126	Santa Victoria	Río Lipeo	-22,476072	-64,666673	12a	Pleistoceno-Holoceno	Placer	Au	Au		Depósitos de planicie aluvial	Aluviones	Pleistoceno-Holoceno				

Número	Distrito Minero	Depósito	Ubicación		Modelo de Depósito	Edad de Mineralización	Estilo	Mena	Mineralogía	Alteración	Roca Hospedante			Tonelaje (Mt)	Ley de Corte	Recursos	Reservas
			Latitud	Longitud							Estratigrafía	Litología	Edad				
52	Casillas	Casillas, Brujo	-22,711697	-65,390935	7e	S/D	Vetiforme	Ba, Cu, Pb	Ba, Cp, Ga, MI,		Grupo Santa Victoria	Lutitas, areniscas	Ordovícico				
47	Abra de Cóndor	San Felipe	-22,456667	-65,283889	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ba, Ga		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
49	Abra de Cóndor	Laguna Blanca	-22,483611	-65,287778	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ba, Ga		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
57		Corral Blanco	-22,937886	-65,430191	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ga, Cer, MI, Ba		Formación Santa Rosita	Lutitas, areniscas	Ordovícico				
82		Volcán Blanco	-22,395556	-65,176667	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ba		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
85		Don José, Julia	-22,425	-65,041667	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ba, Ga, Oxfe, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas y areniscas cuarzosas	Ordovícico				
88		Lopiara	-22,461223	-65,122857	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ba, Ga, Oxfe, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas y areniscas cuarzosas	Ordovícico				
89		Abra Colorada	-22,462778	-65,141944	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ba, Ga, Q		Formación Puncoviscana	Pizarras-filitas	Precámbrico-Cámbrico				
91		Quebrada Colorada	-22,488333	-65,203056	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ba, Ga, Q		Formación Puncoviscana	Pizarras-filitas	Precámbrico-Cámbrico				
101		Las Tolderías	-22,871667	-65,195556	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ba, Ga, Oxfe, Q		Formación Puncoviscana	Pizarras-filitas	Precámbrico-Cámbrico				
110		Don Alberto, Puca Aypa, San Cayetano, María Marquesa	-22,270278	-64,978056	14c	S/D	Vetiforme	Ba, Pb	Ba, Ga, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
84		Mono Abra A	-22,408041	-65,045974	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Baritina	Ba, Ga, Oxcu, Lim, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas y areniscas cuarzosas	Ordovícico	2			
84		Mono Abra B			14c	S/D	Vetiforme	Pb, Baritina	Ba, Ga, Oxcu, Lim, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas y areniscas cuarzosas	Ordovícico				
45	Abra de Cóndor	Santa Rosa 10	-22,40084	-65,259216	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Baritina	Ba, Ga		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
PLOMO																	
5		Montecristo	-22,64638889	-65,85388889	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga		Complejo Magmático-sedimentario Cochino-Escaya	Areniscas y lutitas	Ordovícico				
12		La Quiaqueña	-22,10323889	-65,58154722	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga		Formación Acoite	Areniscas y lutitas	Ordovícico				
18	Pumahuasi	Barrios	-22,24043056	-65,53065833	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb	Ga, Sp, Ba, Cer, Ang, Q, Lim		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
25	Pumahuasi	Veta Cerro Colorado	-22,338286	-65,614489	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb	Ga, Sp, Cer, Py, Cp, Ang, Lim, Ba, Q, Ank, Pírol		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
31	Pumahuasi	Veta San Marcial Nueva o San Marcial Norte	-22,391575	-65,592989	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb	Ga, Q, Hem, Ba, Ca, Oxi Cu.		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
31	Pumahuasi	Veta San Marcial/ Veta Cumbre	-22,394447	-65,592731	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb	Ga, Sp, Cer, Py, Cp, Ang, Lim, Ba, Q, Cris, MI, Az.	Argilitización	Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico	0,0045*			"probadas: 1.000 t con 60 % Pb probables: 1.000 t con 60 % Pb"
32	Pumahuasi	Veta La Perla	-22,398356	-65,590689	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb	Ga, Ba		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
34	Pumahuasi	Veta Cangrejillos o Rosa de Oro	-22,418641	-65,589131	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb	Ga, Sp, Cer, Py, Cp, Ang, Lim, Ba, Q, Ank		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
41	Sierra del Aguilar	La Candelaria	-22,87652778	-65,7285	14c	Cretácico	Vetiforme	Pb	Ga, Cer, Ang, MI, Pym, Az, Gth, Hem, Q, Ca	Limonitización, Caolinitización	Formación Acoite	areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico	0,00027*			
42	Sierra del Aguilar	Piscuno-Curzniyoc-Carahuasi	-22,88332	-65,727874	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga, Q		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
54	Casillas	Colpayoc	-22,789729	-65,365966	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga, Q		Grupo Santa Victoria	Lutitas, areniscas	Ordovícico				
69		Abra de Jaimes o Jaime Alberto/ Vizcachani	-22,170251	-65,094524	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga, Sp, Py, Cp, Cer, Cris, MI, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
70		San Santiago, Agua Blanquita	-22,19386	-65,022146	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga		Formación Puncoviscana	Pizarras-filitas	Precámbrico-Cámbrico				

Número	Distrito Minero	Depósito	Ubicación		Modelo de Depósito	Edad de Mineralización	Estilo	Mena	Mineralogía	Alteración	Roca Hospedante			Tonelaje (Mt)	Ley de Corte	Recursos	Reservas
			Latitud	Longitud							Estratigrafía	Litología	Edad				
72		Encrucijada	-22,244167	-65,009722	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga, Ba, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
92		El Nazareno	-22,5125	-65,093056	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga, Ba		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
94		San José	-22,577222	-65,041389	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga		Formación Puncoviscana	Pizarras-filitas	Precámbrico-Cámbrico				
109		Papachacra	-22,268611	-64,919444	14c	S/D	Vetiforme	Pb	Ga		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
PLOMO - PLATA - ZINC (COBRE - BARIO)																	
9	Sierra de Cochinoa	Cerro Chutanay	-22,77506944	-65,906425	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ga, Ba		Complejo Cochinoa-Escaya	Areniscas, lutitas, porfirios riódacíticos	Ordovícico				
37		Mabel, Melliza, Cóndor Huasi	-22,71586944	-65,57028611	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ga		Grupo Santa Victoria	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
38		Charito-Arbolito	-22,728611	-65,553333	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ga		Grupo Santa Victoria	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
44		Rincón de Cajas	-22,28516389	-65,30624722	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ga, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas, areniscas	Ordovícico				
48	Abra de Cóndor	Romina Elisa	-22,45861111	-65,33027778	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ba, Ga		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
60		Rosario	-22,08972	-65,22028	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ba, Ga, Sid, Hem, Ca		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas, cuarcitas	Ordovícico				
65		La Codiciada	-22,140278	-65,063333	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ga, Ba		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
71		María Julia	-22,223611	-65,047778	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ga, Ba		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
79		Herman	-22,340278	-65,049722	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ga, Ba		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
81		La Ciénaga	-22,389263	-65,073805	14c	Ordovícico-Cretácico	Vetiforme	Pb, Ba	Ga, Sp, Py, Cp, Ba, Q	Silicificación, Caolinitización	Formación Santa Rosita	Lutitas y areniscas cuarzosas	Ordovícico	0,027		27.000 toneladas de recursos indicados con 4 % Pb; 3,5 % Zn y 0,4 % Cu	
83		Parmense Viscachani	-22,405089	-65,124834	14c	Ordovícico-Cretácico	Vetiforme	Pb, Ba	Ga, Ba, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas y areniscas cuarzosas	Ordovícico				
87	Poscaya	Poscaya	-22,456605	-65,061698	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ga, Ba, Cp, Py, Cer, Ang, Sp, Q, Lim, Hem		Formación Santa Rosita	Lutitas y areniscas cuarzosas	Ordovícico	0,01525		15.000 t con 45 % Pb y 100 g/t Ag	250 t con 78 % Pb*
111		Alejandra	-22,408889	-64,963611	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba	Ga, Ba		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
75		Acoite-Hornillos	-22,305556	-65,107778	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba, Cu	Ga, Ba, Q		Formación Campanario	Cuarcitas y pelitas	Cámbrico				
108		Elizabeth	-22,234722	-64,954444	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Ba, Cu	Ga, Ba, MI, Az, Q, Lim		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
4	Cordón de Escaya	La Gateada	-22,373562	-65,829353	7e	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Cu	Cp, Ga, Cv, Cc, Sp, Py, MI, Cer, Psi, Hem, Lim, Q, Ba		Complejo Magmático-sedimentario Cochinoa-Escaya	Areniscas silicificadas, lutitas	Ordovícico				
50	Toroyoc	María Cristina	-22,604225	-65,267039	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Cu	Ga, Oxcu, Ba, Q		Formación Santa Rosita	Cuarcitas-Lutitas y areniscas	Ordovícico				
86		Misquero	-22,452489	-65,106082	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Cu	Ba, Ga, Oxcu, Lim		Formación Santa Rosita	Lutitas y areniscas cuarzosas	Ordovícico				
93		Beatriz Socorro	-22,576389	-65,116944	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Cu	Ga-Ba		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
51	Toroyoc	Huasi	-22,611342	-65,270364	7e	S/D	Vetiforme	Pb, Cu, Baritina	Ga, Cp, Py, Lim, Q, Ba, Oxcu, OxfE	no visible	Formación Santa Rosita	Cuarcitas y areniscas cuarcíticas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
51	Toroyoc	Viejito	-22,624267	-65,263683	7e	S/D	Vetiforme	Pb, Cu, Baritina	Ga, Cp, Py, Lim, Q, OxfE	no visible	Formación Santa Rosita	Cuarcitas y areniscas cuarcíticas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
73		Río Blanco	-22,261944	-65,015278	7e	S/D	Vetiforme	Pb, Cu, U, Th	Ga, MI, Az, OxfE, Ba		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
77		Churquipampa	-22,312222	-65,115278	7e	S/D	Vetiforme	Pb, Cu, U, Th	Ga, MI, Th, Thrg, Ba, Q		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
100		Esperanza (Ex Chacabuco)	-22,743914	-65,215874	14a	Pérmico (277 ± 15 Ma)	Vetiforme	Pb, Cu, Zn, U	Bo, Cc, Cp, Ttr, Ga, Sp, Ull, Pch, Q, Ba, Ca, Az, MI, Cris,		Formación Puncoviscana	Pizarras-filitas	Precámbrico-Cámbrico				1.158 toneladas con 24 % Cu promedio
19	Pumahuasi	Veta Isabel Norte	-22,279883	-65,605925	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Lim		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
19	Pumahuasi	Veta Isabel Sud	-22,28379722	-65,60661944	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Hem, Ba		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				

Número	Distrito Minero	Depósito	Ubicación		Modelo de Depósito	Edad de Mineralización	Estilo	Mena	Mineralogía	Alteración	Roca Hospedante			Tonelaje (Mt)	Ley de Corte	Recursos	Reservas
			Latitud	Longitud							Estratigrafía	Litología	Edad				
23	Pumahuasi	Veta Chaussette Norte	-22,290794	-65,605019	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ba, Ga		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
23	Pumahuasi	Veta Chaussette Sur	-22,291314	-65,604556	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Hem, Ba,		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
24	Pumahuasi	Veta Sol de Mayo	-22,302327	-65,604775	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Hem, Cer, Py, Cp, Ang, Ba, Q, Ank		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
24	Pumahuasi	Veta Mataderos	-22,299488	-65,603903	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Hem, Ba, Q, Gth, Cer, Ml, Ank, Py, Cp, Cris, Az,		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
26	Pumahuasi	Veta Caricasini	-22,357922	-65,602414	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Lim, Ba, Q, Piro, Mar, Gth		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
27	Pumahuasi	Veta General Leman	-22,366844	-65,605614	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Cer, Ang, Lim, Ba, Q		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
28	Pumahuasi	Veta La Bélgica	-22,371028	-65,611583	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Cer, Py, Cp, Ang, Lim, Ba, Q, Ank		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
28	Pumahuasi	Veta Nueva Bélgica	-22,371567	-65,610433	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Cer, Py, Cp, Ang, Lim, Ba, Q, Ank		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
28	Pumahuasi	Veta Sur Bélgica	-22,372306	-65,609167	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Cer, Py, Cp, Ang, Lim, Ba, Q, Ank		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
28	Pumahuasi	Veta Aramayo	-22,373194	-65,608917	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Ba, Lim, Hem, Q		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
28	Pumahuasi	Veta Alejandro	-22,374575	-65,608817	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Ba		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
29	Pumahuasi	Veta La Pulpera/ La Cuchara	-22,374714	-65,605703	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Cer, Py, Cp, Ang, Lim, Ba, Q, Ank		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
29	Pumahuasi	Veta Piss	-22,374108	-65,606678	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Ba, Q		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
30	Pumahuasi	Veta Luisito	-22,37709444	-65,60734167	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Cer, Py, Cp, Ang, Lim, Ba, Q, Ank		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
10	Sierra de Cochinoa	Punta del Quivil	-22,806583	-65,910722	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Zn	Ga, Sp, Py, Q, Ba, Cv		Complejo Magmático-sedimentario Cochinoa-Escaya	Pórfiros dacíticos, areniscas, lutitas	Ordovícico				
17	Pumahuasi	La Blanquita	-22,225556	-65,53775	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn, Ag	Ga		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
17	Pumahuasi	La Sanguinaria	-22,225889	-65,532	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn, Ag	Ba, Hem, Ga, Gth, Cer, Cris, Mal, Q, Pym		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
21	Pumahuasi	Veta Pumahuasi Nueva	-22,285969	-65,605358	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn, Ag	Ga, Q, Lim		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
21	Pumahuasi	Veta Pumahuasi Vieja	-22,286832	-65,603778	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn, Ag	Ga, Sp, Hem, Cer, Py, Ang, Cp, Cris, Ba, Q, Ank	Caolinitización	Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
33	Pumahuasi	Veta Washington	-22,409531	-65,589714	14c	Pérmico-Jurásico	Vetiforme	Pb, Zn, Cu	Ga, Py, Cp, Ank, Hem, Gth, Sid, Lim, Ba, Q, Ml, Piro, Psi		Formación Acoite	Areniscas, limolitas, lutitas	Ordovícico				
66		Vizcachani Norte	-22,14306	-65,15414833	7e	S/D	Vetiforme	Pb, Zn, Cu	Ga, Sp, Cp, Cris, Ml		Formación Santa Rosita	Lutitas, Areniscas	Ordovícico				
90		El Quirusillal	-22,486111	-65,110833	14c	S/D	Vetiforme	Pb, Zn, U, Cu, Ni, Ba	Ba, Ga, Sp, Uran, Um		Grupo Mesón	Cuarcitas, areniscas cuarzosas	Cámbrico				

Ag: plata, Ang: anglesita, Ank: ankerita, Arg: argentita, Atl: antlerita, Au: oro, Az: azurita, Ba: baritina, Bi: bismuto, Bio: biotita, Bis: bismutina, Bo: bornita, Bv: bravoita, Ca: calcita, Cc: calcosina, Cer: cerusita, Co: cobalto, Cp: calcopirita, Cris: crisocola, Cu: cobre, Cv: covellina, Dig: digenita, Dol: dolomita, Espe: espectralita, Fe: hierro Ga: galena, Ger: gersdorffita, Gth: goethita, Hem: hematita, Lepd: lepidocroita, Lim: limolitas, Mag: magnetita, Mauch: maucherita, Mil: millerita, Ml: malaquita, Mn: manganeso, Mos: moscovita, Ni: níquel, Nq: niquelina, Oxcu: óxidos de cobre, Oxfe: óxidos de hierro, Oxmn: óxidos de manganeso, Oxu: óxidos de uranio, Pb: plomo, Pch: pechblenda, Piro: pirolusita, Psi: psilomelano, Py: pirita, Pym: piromorfita Q: cuarzo, Ramg: rammelsbergita, Si: sílice, Sid: siderita, Sp: esfalerita, Ten: tenorita, Ten-Ttr: serie tennantita-tetraedrita, Th: torio, Thrg: throgummita, Thu: thuringita, Ttr: tetraedrita, U: uranio, Ull: ullmanita Um: umangita, Uran: uranfano, Urn: uraninita, Zn: zinc.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Adams, C., Miller, H., Toselli A.J. 2008. Detrital zircon U-Pb ages of the Puncoviscana Formation, Late Neoproterozoic e Early Cambrian, of NW Argentina: provenance area and maximum age of deposition. In: Linares, E., Cabaleri, N.G., Do Campo, M.D., Duchos, E.I., Panarello, H.O. (Eds.), (VI SSAGI) VI South American Symposium on Isotope Geology. Compilers Proceedings. Trabajo CD Room, 4 pp.
- Adams, C.J., Miller, H., Aceñolaza, F.G., Toselli, A.J., Griffin W.L. 2010. The Pacific Gondwana margin in the late Neoproterozoic - early Paleozoic: detrital zircon U-Pb ages from metasediments in northwest Argentina reveal their maximum age, provenance and tectonic setting. *Gondwana Research*, 698. doi:10.1016/j.jgr.2010.05.002.
- Ahlfeld, F. 1948. Estudios geológicos de Yacimientos Minerales de la Provincia de Jujuy. Universidad Nacional de Tucumán. Instituto de Geología y Minería. Publicación N° 455. Yacimientos Minerales N° 1, 23 pp.
- Alabí, E. 1968. Informe sobre la mina "Purísima". Banco Industrial de la República Argentina. San Salvador de Jujuy. Inédito.
- Alonso, R., Viramonte, J. 1987. Geología y Metalogenia de la Puna. *Estudios Geológicos*, 43: 393-407. Madrid.
- Angelelli, V., Aristarain, A., Herrera, A., Fernández Lima, E. 1970. Descripción del Mapa Metalogenético de la República Argentina: Minerales Metalíferos. Dirección Nacional de Geología y Minería. *Anales XV*, 186 pp. Buenos Aires.
- Angelelli, V., Ezcurra, T., González Stegemann, E., Salado, L.N. 1962. Recursos Minerales. En *Evaluación de los Recursos Naturales de la República Argentina (Primera Etapa)*. Consejo Federal de Inversiones. Tomo VI, 297 pp. Buenos Aires.
- Angelelli, V. 1984. Yacimientos metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. Vol. I y II, 703 pp. La Plata.
- Arce-Burgoa, O.R. 2007. Guía a los Yacimientos Metalíferos de Bolivia. Eds. Minera San Cristóbal. 293 pp. La Paz, Bolivia.
- Arce-Burgoa, O.R., Goldfarb, R.J. 2009. Metallogeny of Bolivia. *Society of Economic Geologists Newsletter* 79, 10 pp.
- Argañaraz, P., Fornari, M., Castillo, A.L., Bataglia, R.R. 1994. Characteristics of the gold occurrences in the Santa Victoria District, Provincia de Salta, Argentina. 7° Congreso Geológico Chileno (Concepción). Universidad de Concepción. Departamento de Ciencias de la Tierra. *Actas 2*: 725-730. Chile.
- Argañaraz, P., Castillo, A.L., Marcuzzi, J., Suárez, O.M. 1991. Geología regional y evolución de las partículas de oro contenidas en los aluviones de la zona de Minas, Dpto. Santa Victoria, Argentina. En Hérial G., Fornari, M. (Eds.). *Simposio internacional sobre yacimientos aluviales de Oro (La Paz)*. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération. *Actas*: 17-22. Bolivia.
- Argañaraz, P., Castillo, A. 2001. Depósitos vetiformes de Pb, Zn, Ag, Cu (Au), Ba y aluviones auríferos del distrito minero Santa Victoria, Salta. VII Congreso Argentino de Geología Económica (Salta). *Actas 1*: 53-58.
- Argañaraz, P., Castillo, A., Sureda, R. 2006. Aluviones auríferos del río Pucará y el Plutón granítico Potrerillos, Santa Victoria, Provincia de Salta. *Avances en Mineralogía, Metalogenia y Petrología*. VIII Congreso de Mineralogía y Metalogenia (Buenos Aires). *Actas*: 203-208.
- Astini, R.A. 2008. Sedimentación, facies, discordancias y evolución paleoambiental durante el Cambro-Ordovícico. XVII Congreso Geológico Argentino (Jujuy). *Relatorio*: 50-73.
- Azcuy, C. 1996. Palynological biostratigraphy of the NW basin, Argentina. *Compañía General de Combustibles*. Buenos Aires.
- Beder, R., 1928. Los Yacimientos de Mineral de Plomo en el Departamento de Yavi, de la Provincia de Jujuy, con algunas consideraciones geológico-económicas sobre el norte de las provincias de Jujuy y Salta. Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección General de Minas y Geología. *Publicación N° 38*, 60 pp. Buenos Aires.
- Boll, A., Hernández, R. 1985. Área de Tres Cruces, provincia de Jujuy. Análisis estratigráfico y estructural. *Evaluación como objeto exploratorio*. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Inédito.
- Brodtkorb, M.K. 1973. Estudio de la mineralización del yacimiento "La Niquelina", prov. de Salta, y un análisis comparativo de sus posibles relaciones con los depósitos "Rumicruz" y "Esperanza". Servicio Geológico Nacional, Secretaría de Estado de Minería, Ministerio de Economía y Trabajo. Inédito, 12pp. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M.K. 2013. Presencia de aikinita CuPbBiS₃ y wittichenita Cu₃BiS₃ en el yacimiento Olga, Jujuy. *Avances en mineralogía, metalogenia y petrología*. 11° Congreso de Mineralogía y Metalogenia (San Juan). *Resumen*: 27-28.
- Brodtkorb, A., Brodtkorb, M.K. 1999. Distrito La Helvecia (plomo, cinc y bario), La Rioja. En: Zappettini

- E. O. (Ed.). Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 691-696. Buenos Aires.
- Buatois, L.A., Mángano, M.G. 2003. Sedimentary facies, depositional evolution of the Upper Cambrian-Lower Ordovician Santa Rosita Formation in Northwest Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 16: 343-363.
- Buatois, L.A., Mángano, M.G., Moya, M.C. 2000. Incisión de valles estuarinos en el Cámbrico Tardío del noroeste argentino y la problemática del límite entre los Grupos Mesón y Santa Victoria. II Congreso Latinoamericano de Sedimentología (Mar del Plata). Resúmenes, 55 p. Buenos Aires.
- Buatois, L.A., Zeballo, F.J., Albanesi, G.L., Ortega, G., Vaccari, N.E., Mángano, M.G. 2006. Depositional environments and stratigraphy of the Upper Cambrian-Lower Ordovician Santa Rosita Formation at the Alfarcito area, Cordillera Oriental, Argentina: Integration of biostratigraphic data within a sequence stratigraphic framework. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*. Vol. 13 (1): 1-29.
- Camacho, M., Zurita, A.E., Miño-Boilini, A.R., Rodríguez-Bualó, S.M., Canavidez, D.H. 2016. Geología y Paleontología de la cuenca del río Casira, Puna Norte Argentina. *Ameghiniana* 53 (3R) Suplemento: 7-8.
- Canga, A. 1980. Informe técnico de los estudios sobre los desmontes y escombreras de las minas: Sol de Mayo, Bélgica, Costado Sud Bélgica, Alejandro y Pulpera. Inversora Argentina S.A. Inédito.
- Carlotto, V., Quispe, J., Acosta, H., Rodríguez, R., Romero, D., Cerpa, L., Mamani, M., Díaz Martínez, E., Navarro, P., Jaimes, F., Velarde, T., Lu, S., Cuevas, E. 2009. Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú* 103: 1-89. Perú.
- Castillo, A.L., Battaglia, R.R., Moya, M.C. 1996. Depósitos Minerales en los distritos Santa Victoria, Zenta e Iruya (Precámbrico-Paleozoico Inferior), Salta, Argentina. XII Congreso Geológico de Bolivia (Tarija). *Memorias*: 1241-1252. Bolivia.
- Charrier, R., Pinto, L., Rodríguez, M. 2007. Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. En: Moreno, T., Gibbons, W. (Eds.). *The Geology of Chile*. Geological Society Special Publication: 21-114. Londres.
- Chomnalez, R. 1976. Contribución al conocimiento de manifestaciones de minerales de cobre en la Provincia de Jujuy. Fundación Miguel Lillo. *Miscelanea* 57, 59 pp. Tucumán.
- Chomnalez R. 1978.: Estudio microscópico de minerales del horizonte ferrífero en la serranía de Santa Bárbara, provincia de Jujuy, y una Provincia Metalogénica Sedimentaria. *Revista del Instituto de Ciencias Geológicas*, 3: 39-96. Jujuy.
- Chomnalez R., Vázquez R., Palou, R. 1960. Noticias preliminares sobre la existencia de minerales de níquel en la mina Purísima (Rumi-Cruz), Dpto. Cochínoca, Jujuy. Instituto de Geología y Minería. *Comunicación* 2: 4 pp. San Salvador de Jujuy.
- Coira, B. 1979. Descripción geológica de la hoja 3 c, Abra Pampa. Provincia de Jujuy. Carta Geológico – Económica de la República Argentina. Escala 1:200.000. Servicio Geológico Nacional. Secretaría de Minería. *Boletín* 170, 105 pp. Buenos Aires.
- Coira, B., 1983. Magmatismo y mineralizaciones asociadas en Puna jujeña. II Congreso Argentino de Geología Económica (Bariloche), *Actas* 2: 405-423.
- Coira, B. 1999. Potencialidad minera de sistemas megacaldéricos miocenos en Puna Norte. En: Zappettini, E.O. (Ed.). *Recursos Minerales de la República Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1557-1567. Buenos Aires.
- Coira, B. 2008. Volcanismo del Paleozoico inferior en la Puna jujeña. En: Coira, B. y Zappettini, E.O. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. XVII Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy). *Relatorio*: 140-154.
- Coira, B. y Koukharsky, M. 1991. Lavas en almohadillas ordovícicas en el Cordón Escaya, Puna Septentrional, Argentina. 6to Congreso Geológico Chileno (Viña del Mar). *Actas* 1 (A-5): 674-678. Chile.
- Coira, B., Mahlburg Kay, S., Pérez, B., Woll, B., Hanning, M., Flores, P. 1999. Magmatic sources and tectonic setting of Gondwana margin Ordovician magmas, northern Puna of Argentina and Chile. En: Ramos, V.A., Keppie, J.D. (Eds.): *Laurentia-Gondwana Connections before Pangea*. Geological Society of America Special Paper 336: 145-170. Boulder, Colorado.
- Cosentino, J.M. 1969. Geología del distrito minero Pumahuasi - Cangrejillos. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Inédito. http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n1345_Cosentino
- De los Hoyos, L. 1962. Informe mina de plomo “La Candelaria”, Prov. de Jujuy. Dirección Nacional de Geología y Minería. Subsecretaría de Minería. Inédito, 31 pp. Buenos Aires.
- De los Hoyos, L. 1969. Proyecto de trabajos de exploración geológica en el área de la mina Purísima, Dpto. Cochínoca, Jujuy. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito, 62 pp. Jujuy.
- De los Hoyos, L. 1976. Estudio geológico-estructural del área del yacimiento de cobre de la mina "Olga",

- departamento de Yavi, provincia de Jujuy. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata.
- De los Hoyos, L. 1981. Perspectivas de la Mina "La Pulpera", Departamento Yavi- Provincia de Jujuy. Inversora Argentina Sociedad Anónima (INVAR-SA). Inédito.
- De los Hoyos, L., Iza, A. 1969. Mineral de Cobre, Mina "San Marcial" Dpto. Yavi- Prov. de Jujuy. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito. Jujuy.
- De los Hoyos, L., Leidhold, H. 1968. Revisión de la mina de plomo "La Candelaria", con una evaluación de sus perspectivas (Informe Complementario). Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito. Jujuy.
- De los Hoyos, L., Iglesias, S.J., Tuttolomondo, F., Iza, A.A. 1969. Informe sobre la revisión geológica de la mineralización útil en el área de la mina de cobre Olga. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito, 113 pp. Jujuy.
- Derby, S. 2012. Depositional modes of manganese oxides at Artillery Peak, Mohave County, Arizona. Master of Science Thesis. University of Nevada, Reno. <http://data.nbmg.unr.edu/>
- Diez, J., Charadia, V., Navarra, P., Apesteguía, J. 1984. Geología y metalogénesis de los depósitos uraníferos de Argentina Parte 2: Depósitos vetiformes y similares. En: Geología y metalogénesis de los depósitos y manifestaciones uraníferos de Sudamérica: 87-109. Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena.
- Dirección Provincial de Minería de Jujuy (DPMJ) 1960. Datos de yacimientos de cobre según informe N 135, Banco Industrial de la República Argentina 1960. Corralito Blanco, Yangaso, Eureka, Lecho, Rumicruz Mina el Rosario, Rumicruz Mina Don Santiago. Informe Inédito, 5 pp. Jujuy.
- Donato, E.O., Starck, D. Gallardo, E.F. 1990. Cuencas siluricodevónicas y neopaleozoicas subandinas. Nuevos aportes a su conocimientos y consideraciones de interés petrolero. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Inédito.
- Emsbo, P., Seal, R.R., Breit, G. N., Diehl, S. F., Shah, A. K. 2016. Sedimentary Exhalative (Sedex) Zinc-Lead-Silver Deposit Model. U.S. Geological Survey, Scientific Investigations Report 2010-5070-N. <http://dx.doi.org/10.3133/sir20105070N>
- Escayola, M.P., Van Staal, C.R., Davis, W.J. 2011. The age and tectonic setting of the Puncoviscana Formation in northwestern Argentina: An accretionary complex related to Early Cambrian closure of the Puncoviscana Ocean and accretion of the Arequipa-Antofalla block. *Journal of South American Earth Sciences* 32: 438-459.
- Esteban, S.B., Benítez, M.H., Tortello, M.F. 2015. Geología sedimentaria y paleoambientes de la Formación Santa Rosita (Furongiano tardío - Tremadociano) en la región de Nazareno, Cordillera Oriental, provincia de Salta, Argentina. *Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica* 31(1): 5-20. Tucumán.
- Faroux, R.H. 1977. Informe del reconocimiento Explorativo de la mina de plomo-cinc "La Ciénaga" Provincia de Salta. Comité de Promoción Minera Jujuy. Inédito. Jujuy.
- Fernández, J., Bondesio, P., Pascual, R. 1973. Restos de *Lepidosiren paradoxa* (Osteichthyes, Dipnoi) de la Formación Lumbreira (Eógeno, Eoceno?) de Jujuy. Consideraciones estratigráficas. *Ameghiniana* 10 (2):152-172. Buenos Aires.
- Fernández, R. 1960. Informe de la mina "San Marcial". Dto. Yavi, prov. de Jujuy. Dirección General de Minas. Inédito, 9 pp. Jujuy.
- Fernández Lima, J.C. 1954. Informe sobre la mina "La Niquelina" Departamento Santa Victoria, Provincia de Salta. Dirección Nacional de Minería. Ministerio de Industria de la Nación. Inédito, 8 pp. Buenos Aires.
- Ferpozzi, L. H., Turel, A. V., Cruz Zuloeta, G., Casa, A., Jara, A.S. 2008. Datos Geoquímicos Multielemento y Ubicación de Sitios de Muestreo de Sedimentos de Corriente del Plan NOA I Geológico Minero. Hoja 2366-II / 2166-IV La Quiaca, Provincias de Jujuy y Salta. República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas Geoquímica N° 36, 66 pp. Buenos Aires.
- Foster, R. S., 1941. Traducción del Informe Sobre la Mina Pumahuasi Nueva. National Lead Company S.A. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito, 16 pp. Buenos Aires.
- Galli, C.I., Hernández, R., Reynolds, J.H. 1996. Análisis paleoambiental y ubicación geocronológica del Subgrupo Metán (Grupo Orán, Neógeno) en el río Piedras, Departamento Metán, Salta, Argentina. *Boletín de Informaciones Petroleras. Tercera Serie* XII (46): 98-107. Buenos Aires.
- Gallo, L.C., Tomezzoli, R.N., Dalenz Farjat, A., Hernández, R.M. 2016. Resultados paleomagnéticos preliminares de unidades del paleozoico superior de la cuenca de Tarija: Implicancias cronoestratigráficas. *Latinmag Letters, Volume 6 Special Issue B14*: 1-6. Proceedings São Paulo, Brasil.
- García, J., Caiguara, M. 1975. Informe sobre el muestreo y ubicación de los desmontes de la mina: "Sol de Mayo". Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito. Jujuy.

- Gebhard, J.A., Giúdice, A.R., Oliver Gascón, J. 1974. Geología de la comarca entre el río Juramento y arroyo Las Tortugas. Provincias de Salta y Jujuy, República Argentina. Asociación Geológica Argentina. Revista XIX (3): 359-375, Buenos Aires.
- Gozalvez, M.R., Ramallo, E., Bercheñi, V. 2016. Carta Minero Metalogenético 2366-III, Susques. Provincias de Jujuy y Salta. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 419, 71 pp. Buenos Aires.
- Guillou, J. 1986a. Mina La Ciénaga. Etapa de evaluación previa. Secretaría de Minería de la Nación. Centro de Exploración Salta. Inédito, 10 pp. Salta.
- Guillou, J. 1986b. Mina Vizcachani. Etapa de evaluación previa. Secretaría de Minería de la Nación. Centro de Exploración Salta. Inédito, 10 pp. Salta.
- Harrington, H.J. 1957. Ordovician Formations of Argentina. En: Harrington, H.J., Leanza, A.F. Ordovician Trilobites of Argentina. Department of Geology, University of Kansas, Special Publication 1: 1-276. University of Kansas Press.
- Herrmann, C.J., Guillou, J., Larcher, N., Turel, A., Chericoff, C.J., Korzeniewski, L.I. 2018. Carta Minero-Metalogenética 2366-I/2166-III Mina Pirquitas. Provincia de Jujuy. Escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 432, 79pp. Buenos Aires.
- Hongn, F., Mon, R., Seggiaro, R. 2008. Evolución estructural en el lapso neoproterozoico-paleozoico inferior. En Coira, B. y Zappettini, E. (eds.) Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy. XVII Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 37-49, Jujuy.
- Hongn, F., Tubia, J.M., Aranguren, A. Vegas, N., Mon, R., Dunning, G. 2010. Magmatism coeval with lower Paleozoic shelf basins in NW-Argentina (Tastil batholith): Constraints on current stratigraphic and tectonic interpretations. *Journal of South American Earth Sciences* 29: 289-305.
- Hoskold, H.D. 1889. Memoria General y Especial sobre las Minas, Metalurgia, Leyes de Minas, Recursos, Ventajas, etc. de la Explotación de Minas en la República Argentina. Exposición de París de 1889. Departamento Nacional de Minas y Geología. Buenos Aires.
- Iglesias, S., De los Hoyos, L.J., Iza, A.A., Rosco, J. 1969. Programa de trabajos técnicos para exploración geológica de la mineralización cuprífera en Hornillos, Cerro Escaya. Distrito: Abra Colorada, Departamento: Yavi, Provincia de Jujuy. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito, 15 pp. Jujuy.
- Iza, A. 1966. Informe sobre el estado actual de las labores en la mina de plomo "La Candelaria" Departamento Cochino. Provincia Jujuy. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito, 12 pp. Jujuy.
- Iza, A., Leidhold, H. 1967. Inspección de laboreo mina "La Candelaria" Septiembre-Diciembre 1967. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito, 11 pp. Jujuy.
- JICA 2002. Report on Regional Survey for mineral resources in the Northwest Area the Argentine Republic. Phase I. Metal Mining Agency of Japan. Japan International Cooperation Agency. Inédito, 380 pp. Buenos Aires.
- Juárez, M., 1954. Plomo y Zinc. Minas: Isabel - Pumahuasi - Chaussette - Sol de Mayo. Topografía y Geología, Zona de Pumahuasi, Departamento Yavi - Provincia de Jujuy. Dirección Nacional de Minería. Departamento de Minería. Inédito, 9 pp. Jujuy
- Kröger, J. 1956. Depósitos de Manganeso del Distrito Tafna (Departamento Yavi) Provincia de Jujuy. Dirección Nacional de Minería. Inédito, 42 pp. Jujuy.
- Kusiak, M., Mascle, G., Ramos, V. 2014. El magmatismo mesozoico asociado a los procesos extensionales en las cuencas de rift del Subandino boliviano y la importancia de su ubicación geocronológica en la paleogeografía de América del Sur. IX Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mendoza). Trabajos técnicos 2: 639-658.
- Laffitte, P., Permingeat, F., Routhier, P. 1965. Cartographie métallogénique, métallotecte et géochimie régionale. *Bulletin de la Société Française de Minéralogie et de Cristallographie* 88: 3-6. Paris.
- Long, K.R. 1992. Preliminary descriptive deposit model for detachment-fault related mineralization. In: Bliss, J. (Ed.). *Developments in Mineral Deposit Modeling*. U.S. Geological Survey Bulletin 2004: 52-56.
- López, L. 2011. Geología y metalogénesis del distrito polimetálico Purísima-Rumicruz, Departamento de Cochino, Provincia de Jujuy, Argentina. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de la Plata.
- López, L., Echeveste, H. 2012. Paragénesis mineral del depósito tipo five element Purísima-Rumicruz, Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 69 (4): 537 - 543.
- López de Azarevich, V., Ayendez, M., Azarevich M., De Paul Camacho, M. 2015. Estudio geológico del Manto Ferrífero II de la Formación Lipeón (Silúrico), noroeste argentino: consideraciones paleoambientales y genéticas. *Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica* 31(2): 137- 54. Tucumán.

- Lurgo Mayón, C.S. 1999. Depósitos polimetálicos ricos en níquel, cobalto y arsénico de la Cordillera Oriental, Jujuy y Salta. En: Zappettini E. O. (Ed.). Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Anales 35: 999-1004. Buenos Aires.
- Marquez Vieyra, M. 1971. Informe geológico económico del área el Cóndor, Iturbe, Cuevas, Casillas y Miyuyoc, Departamento Humahuaca-Provincia de Jujuy. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito. Jujuy.
- Marquina, E. 2011. Distrito Minero Pumahuasi Informe Geológico – Minero Potencialidad exploratoria para el desarrollo de yacimientos de metales base (Zn-Pb-Ag) en el Distrito Minero Pumahuasi – Jujuy – Argentina. Compañía Minera Aguilar S.A. Inédito, 108 pp. Jujuy.
- Mather, K.F. 1922. Front ranges of the Andes between Santa Cruz (Bolivia) and Embarcacion (Argentina). Geological Society of America. Bulletin 33 (4): 703-764.
- Matthews, B.G., García, J., Caiguara, M. 1975. Informe sobre el muestreo y cubicación de los desmontes de las minas “Bélgica” y “Pulpera”. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito. Jujuy.
- Mauri, E., Padula, E., Aldazosa, J. 1956. Yacimientos de Petróleo y Gas en Bolivia. 20° Congreso Geológico Internacional. Simposio de Yacimientos de Petróleo y Gas en América del Sur y Antillas. México
- Márquez Vieyra, M. 1971. Informe geológico económico del área el Cóndor, Iturbe, Cuevas, Casillas y Miyuyoc, Dpto. Humahuaca- Provincia de Jujuy. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito, 48 pp. Jujuy.
- Mezzetti, A. 1965. Informe geológico Minero de los afloramientos ferríferos de "El Cebilar", Departamento Iruya, Provincia de Salta. Instituto Nacional de Geología y Minería. Secretaría de Estado Industria y Minería. Inédito, 27 pp. Buenos Aires.
- Moreno, J. 1970. Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico Superior en la cuenca del noroeste argentino, con especial mención de los subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. Asociación Geológica Argentina. Revista 25(1): 9-44.
- Moretti, I., Díaz Martínez, E., Montemurro, G., Aguilera, E., Pérez, M. 1994. Las rocas madre de Bolivia y su potencial petrolífero: Subandino-Madre de Dios-Chaco. Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. Revista técnica 15 (3-4): 293-317. Cochabamba.
- Moya, M. C. 1997. La fase Tumbaya (Ordovícico Inferior) en Los Andes del norte argentino. 8° Congreso Geológico Chileno (Antofagasta). Actas 1: 185-189. Chile.
- Moya, M.C. 1998. El Paleozoico inferior en la sierra de Mojotoro, Salta-Jujuy. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 53: 219-238.
- Moya, M.C. 2015. La “Fase Oclóyica” (Ordovícico Superior) en el noroeste argentino. Interpretación histórica y evidencias en contrario. Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica 31(1): 73-10. Tucumán.
- Nokleberg, W., West, T., Dawson, K., Shpikerman, V., Bundtzen, T., Parfenov, L., Monger, J., Ratkin, V., Baranov, B., Byalobzhesky, S., Diggles, M., Eremin, R., Fujita, K., Gordey, S., Gorodinskiy, M., Goryachev, N., et al. 1998. Summary terrane, mineral deposit, and metallogenic belt maps of the Russian Far East, Alaska, and the Canadian Cordillera. United States Geological Survey (USGS) Open-File Report 98-136, Companion data to OFR 96-727 and OFR 97-161. <https://doi.org/10.3133/ofr98136>
- Omarini, R., Torres, J.G., Moya, L.A. 1996. El stock Tipayoc: Génesis magmática en un arco de islas Cámbrico inferior en el noroeste de Argentina. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Buenos Aires). Actas 5: 545-560.
- Padula, E., Reyes, F. 1958 Contribución al léxico estratigráfico de las Sierras Subandinas. Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. Revista técnica 1(1): 9-70. Bolivia.
- Padula, E.L., Rolleri, E.O., Mingramm, A.R.G., Criado Roque, P., Flores, M.A., Baldis, B.A. 1967. Devonian of Argentina. International Symposium on the Devonian System. Proceedings II: 165-199, Calgary.
- Pancetti, N. 1980. Informe Final Área de Reserva N° 30: Pumahuasi. Provincia de Jujuy. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológica Minera. Inédito, 74 pp. Buenos Aires.
- Pancetti, N., Mir, C. 1974. Prospección de Recursos Ferríferos. Informe Mina "6 de Noviembre". Área de Reserva N° 30: Pumahuasi. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito, 7 pp. Jujuy.
- Pascual, R., Vucetich, M.G., Fernández, J. 1978. Los primeros mamíferos (Notoungulata Henricorbornidae) de la Formación Mealla (Grupo Salta, Subgrupo Santa Bárbara). Sus implicancias filogenéticas, taxonómicas y cronológicas. Asociación Paleontológica Argentina, Ameghiniana 15(3-4): 366-390.
- Pasquín, C.L. 1969. Proyectos de exploración de las Minas de Cobre Olga y Purísima. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. Inédito, 8 pp. Jujuy.

- Puca, P., Iacovone, R. 1980. Proyecto de Exploración de Mina "Purísima", Distrito Minero Rumi-Cruz, Abrampampa-Dto. Cochinoqa, Provincia de Jujuy. Centro Industrial Minero S.A.M.C.I. y F. Inédito.
- Ramallo, E.E. 1979. Informe Final Plan Hierro Sector Lipeo-Alisal, Provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico Minera II. Inédito, 21 pp. Buenos Aires.
- Ramallo, E., Bercheñi, V. 2015. Carta Minero-Metalogenética 2566-III, Cachi. Provincias de Salta y Catamarca. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 417, 97pp. Buenos Aires.
- Ramallo, E.E., Bercheñi, V., Castro Godoy, S., Azcurra, D. (En Prensa) Carta Minero-Metalogenética 2566-II, Salta. Provincias de Jujuy y Salta. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- Ramos, V.A., Coira, B. 2008. Evolución tectónica preandina de la provincia de Jujuy y áreas aledañas. En: Coira, B., Zappettini, E.O. (Eds.). Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy. XVII Congreso Geológico Argentino (Jujuy). Relatorio: 401-417.
- Reverberi, O.V. 1966. Los yacimientos caoliníferos de Tafna, Distrito Tafna, Departamento Yavi, Provincia de Jujuy. (Estudio Preliminar). Instituto Nacional de Geología y Minería. Secretaría de Estado de Minería. Inédito, 50 pp. Buenos Aires.
- Reverberi, O.V., Mezzetti, A.M. 1959. Reconocimiento expeditivo de los yacimientos de Plomo de la Quebrada de Toroyoc. Dirección Nacional de Geología y Minería. Secretaría de Minería. Inédito, 23 pp. Buenos Aires.
- Reyes, F. C., Salfity, J. A. 1973. Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pírgua) del noroeste argentino. V Congreso Geológico Argentino (Carlos Paz). Actas 3: 355-385.
- Robert, R. 1963. Estudio Preliminar del Yacimiento de Hierro, zonas Cebilar y Condado-Toldos-Baritú, Provincia de Salta. Dirección Nacional de Geología y Minería. Secretaría de Industria y Minería. Inédito, 14 pp. Buenos Aires.
- Rodríguez, G. 2008. Mineralizaciones auríferas en la Sierra de Rinconada. En: Coira, B., Zappettini, E.O. (Eds.). Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy. XVII Congreso Geológico Argentino (Jujuy). Relatorio: 167-177.
- Rubiolo, D. 1992. Zur Geologie, Petrographie und Geochemie der Alkali-magmatite der Sierra de Santa Victoria (E-Kordillere, NW-Argentinien). Technische Universität Clausthal. Clausthaler geowissenschaftliche Dissertationen 41: 145 pp.
- Rubiolo, D. 1998. El magmatismo alcalino de la Sierra de Santa Victoria, Cordillera Oriental Argentina. X Congreso Latinoamericano de Geología y IV Congreso Nacional de Geología Económica (Buenos Aires). Actas 2: 330.
- Rubiolo, D., Seggiaro, R., Gallardo, E., Disalvo, A., Sánchez, M., Turel, A., Ramallo, E., Sandruss, A., Godeas, M. 2003. Hoja Geológica 2366-II/2166-IV, La Quiaca. Provincias de Jujuy y Salta. Escala 1: 250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 246, 113 pp. Buenos Aires.
- Sabino, I.F., Salfity, J.A. 2005. Los depósitos eólicos mesozoicos en las cuencas Andina y Subandina del noroeste argentino. II Simposio Argentino del Jurásico Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (Ciudad Autónoma de Buenos Aires). Ameghiniana 42 (4 R) Suplemento resúmenes: 55R.
- Salani, F.M. 1981. Perfiles geológicos de las estructuras aledañas al Cerro Colorado y Mina Bélgica, Distrito Pumahuasi, Departamento Yavi, Provincia de Jujuy. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Ciencias Geológicas. Trabajo Final de Licenciatura, GEO 000430.
- Sánchez, M.C., Marquillas, R.A. 2010. Facies y ambientes del Grupo Salta (Cretácico-Paleógeno) en Tumbaya, Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy. Revista de la Asociación Geológica Argentina 67 (3): 383-391.
- Sánchez M.C., Salfity, J.A. 1999. La cuenca cámbrica del Grupo Mesón en el Noroeste Argentino: desarrollo estratigráfico y paleo geográfico. Acta Geológica Hispánica 34 (3-2): 123-139.
- Sangster, A.L., 2001. Mineral Occurrences in the Puna Region, Salta and Jujuy Provinces, Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas Recursos Minerales N° 16, 18pp. Buenos Aires.
- Sangster, A.L., Sangster, D.F. 2001. Evaluation of the concept that the Pumahuasi veins indicate a potential for the existence of underlying undiscovered sedex deposit, northern Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas Recursos Minerales N° 15, 12 pp. Buenos Aires.
- Schlagintweit, O. 1937. Observaciones estratigráficas del Norte argentino. Boletín de informaciones petroleras 15 (152): 1-49. Buenos Aires.
- Schlagintweit, O. 1943. La posición estratigráfica del yacimiento de hierro de Zapla y la difusión del horizonte glacial de Zapla en la Argentina y Bolivia.

- Revista Minera de la Sociedad Argentina de Mineralogía y Geología, 13: 15-127.
- Schönian, F. 2003. Ambiente sedimentario de las diamictitas de la Formación Cancañiri en el área de Sella, Sur de Bolivia. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos* 21: 131-146. Cochabamba, Bolivia
- Sempere, T., Carlier, G., Soler, P., Fornari, M., Carlotto, V., Jacay, J., Arispe, O., Néraudeau, D., Cárdenas, J., Rosas, S., Jiménez, N. 2002. Late Permian–Middle Jurassic lithospheric thinning in Peru and Bolivia, and its bearing on Andean-age tectonics. *Tectonophysics* 345: 153–181.
- Sempere, T., Jacay, J. P., Pino, A. M., Bertrand, H., Carlotto, V. S., Fornari, M., García, R., Jiménez, N., Marzoli, A., Meyer, C. A., Rosas, S., Soler, P. 2004. Estiramiento litosférico del Paleozoico superior al Cretáceo medio en el Perú y Bolivia. En *Nuevas contribuciones del IRD y sus contrapartes al conocimiento geológico del sur del Perú*. Sociedad Geológica del Perú. Publicación Especial 5: 45-79. Lima.
- Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) 1999. Normativa para las Cartas Minero-Metalogenéticas de la República Argentina. Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Inédito, 91 pp. Buenos Aires.
- Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) 2004. Historia de la Minería Argentina. Lavandaio, E., Catalano, E. (Eds.). Instituto de Geología y Recursos Minerales. *Anales XL*, Tomo I, 326 pp. Buenos Aires.
- Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Sgrosso, P. 1939. Los nuevos yacimientos de plomo, plata y zinc en la República Argentina. Centro Argentino de Ingenieros. *La Ingeniería* N° 771, 23 pp. Buenos Aires.
- Sgrosso, P. 1943. Contribución al conocimiento de la Minería y Geología del Noroeste Argentino. Dirección de Minas y Geología. Ministerio de Agricultura de la Nación. *Boletín* N° 53, 206 pp. Buenos Aires.
- Spencer, J. 1991. The Artillery Manganese District in West – Central Arizona. *Arizona Geological Survey Journal* 21 (3): 9-12. Arizona.
- Spikings, R., Reitsma, M.J., Boekhout, F., Mišković, A., Ulianov, A., Chiaradia, M., Gerdes, A., Schaltegger, U. 2016. Characterisation of Triassic rifting in Peru and implications for the early disassembly of western Pangaea. *Gondwana Research* 35: 124-143.
- Stacey, J., Krammers. J.D. 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters* 26: 207–221.
- Starck, D. 1996. Facies continentales en el Siluro-Devónico de la cuenca del noroeste. Provincia de Salta, Argentina. XII Congreso Geológico de Bolivia (Tarija). *Memorias*: 231-238. Bolivia.
- Starck, D., Gallardo, E., Schultz, A. 1992a., La discordancia precarbónica en la porción argentina de la cuenca de Tarija. *Boletín de Informaciones Petroleras* 29: 2-11. Buenos Aires.
- Starck, D., Gallardo, E., Schultz, A. 1992b. La cuenca de Tarija: Estratigrafía de la porción argentina. *Boletín de Informaciones Petroleras* 30: 2-14. Buenos Aires.
- Starck, D., Gallardo, E., Schultz, A. 1993. The pre-Carboniferous uncoformity in the Argentine portion of the Tarija basin. XII International Congress on Carboniferous-Permian (Buenos Aires). *Comptes Rendus* 2: 373-384. Buenos Aires.
- Staupe, S., Wagner, T., Markl, G. 2007. Mineralogy, Mineral Compositions and Fluid Evolution at the Wenzel Hydrothermal Deposit, Southern Germany: Implications for the Formation of Kongsberg-Type Silver Deposits. *The Canadian Mineralogist* 45(5): 1147-1176.
- Such, P., Buatois, L.A., Mángano, M.G. 2007. Stratigraphy, depositional environments and ichnology of the lower Paleozoic in the Azul Pampa area - Jujuy province. *Asociación Geológica Argentina. Revista* 62(3): 331-334.
- Sureda, J.R. 1999. Los yacimientos sedex de plomo y zinc en la Sierra de Aguilar, Jujuy. En: Zappettini, E.O. (Ed.). *Recursos Minerales de la República Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. *Anales* 35: 459-485. Buenos Aires.
- Sureda, R.J., Galliski, M.A. 1989. La metalogenia del norte argentino: criterios para la elaboración del mapa metalogénico de Salta y Jujuy. En: Schalamuk, I.B.A., De Brodtkorb, M.K., Leanza, H.A. (Eds.). *Procesos metalogénicos*. Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica 3: 13-44. Tucumán.
- Sureda, R.J., Argañaraz, P., Castillo, A.L. 1991. Depósitos auríferos del distrito Santa Victoria, Salta, Argentina y sus relaciones con la provincia Metalogénica Quiaqueña. En: Héral G., Fornari, M. (Eds.). *Simposio internacional sobre yacimientos aluviales de Oro (La Paz)*. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération. *Actas*, 7-16. Bolivia.

- Sureda, R., Galliski, M., Arganaraz, P., Daroca, J. 1986. Aspectos metalogenéticos del noroeste argentino (provincias de Salta y Jujuy). *Capricornio* 1(I): 39-96. Salta.
- Tomezzoli, R. N. 1996. Estratigrafía del Grupo Cuevo (Pérmico-Triásico inferior) y del Grupo Tacurú (Jurásico) en las márgenes del río Bermejo (Oran, Salta y Tarija, Bolivia). *Asociación Geológica Argentina. Revista* 51(1): 37-50.
- Toselli, A., Sial, A., Rossi, J.N. 2002. Ordovician magmatism of the Sierras Pampeanas, Sistema de Famatina and Cordillera Oriental, NW of Argentina. *Aspects of the Ordovician System in Argentina* 16: 313-326.
- Turel, A.V. 2012. Interpretación geoquímica de los datos multielemento de sedimentos de corriente de la Hoja La Quiaca (1:250.000). Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Inédito, 22 pp. Buenos Aires.
- Turner, J.C.M. 1959. Estratigrafía del cordón de Escaya y de la sierra de Rinconada (Jujuy). *Asociación Geológica Argentina. Revista* 13: 15-39.
- Turner, J. C. M. 1960. Estratigrafía de la sierra de Santa Victoria y adyacentes. *Academia Nacional de Ciencias. Boletín* 41: 163-169. Córdoba.
- Turner, J.C.M. 1964a. Descripción Geológica de la Hoja 2c, Santa Victoria (Provincias de Salta y Jujuy). Escala 1:200.000. Carta Geológica Económica de la República Argentina. Instituto Nacional de Geología y Minería. *Boletín* N°104, 89 pp. Buenos Aires.
- Turner, J.C.M. 1964b. Descripción Geológica de la Hoja 2b, La Quiaca (Provincia de Jujuy). Escala 1:200.000. Carta Geológica Económica de la República Argentina. Instituto Nacional de Geología y Minería. *Boletín* N°103, 103 pp. Buenos Aires.
- Turner, J.C.M. 1965. Perfil de la Puna. Latitud 22°15' aproximada. Segundas Jornadas Geológicas Argentinas (Salta). Dirección Nacional de Geología y Minería. Secretaría de Minería. Inédito, 33 pp. Buenos Aires.
- Turner, J.C.M. 1972. Cordillera Oriental. En: Leanza, A.F. (Ed.). *Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias. Publicación Especial*, 117-142. Córdoba.
- Turner, J.C.M., Méndez, V. 1975. Geología del sector oriental de los departamentos de Santa Victoria e Iruya, Provincia de Salta, República Argentina. *Academia Nacional de Ciencias. Boletín* 51: 11-24. Córdoba.
- Turner, J. C. M., Mon, R. 1979. Cordillera Oriental. En: Turner, J.C.M. (Ed.). *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias. Volumen 1*: 57-94. Córdoba.
- Tuttolomondo, F. 1970. Reconocimiento Geológico Minero Explotativo en Mina de Plomo "La Gateada". Dpto. Yavi-Provincia de Jujuy. Dirección Provincial de Minería. Inédito. Jujuy.
- Tuttolomondo, F. 1971. Evaluación de las perspectivas económicas mineras de Mina "Washington". Departamento Yavi. Provincia Jujuy. Dirección Provincial de Minería. Inédito, 9 pp. Jujuy.
- Valentín, J. 1897. Comunicaciones Geológicas y Mineras de las Provincias de Salta y Jujuy. Museo Nacional de Buenos Aires. *Anales* 5: 25-32. Buenos Aires.
- Van Kooten, W. S. M. T., Del Papa, C. E., Starck, D., Sobel, E. R., Cavalleri, P., Agüera, M., Van Schijndel, V., Glodny, J. 2022. Evidence of Jurassic extension in NW Argentina: Characterization of fault-related strata at the Salta Group base using sandstone provenance and zircon U-Pb geochronology. *Journal of South American Earth Sciences* 120. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104048>
- Villar, L.M., Pezzuti, N.E., Sega, S., Barbieri, M., Ghiara, M.R., Stanzione, D. 1997. El intrusivo alnóitico de Los Alisos, Sierras Subandinas, Departamento Iruya, Provincia de Salta, Argentina. *Asociación Geológica Argentina. Revista* 52(4): 459-468.
- Wilkinson, J.J. 2001. Fluid Inclusions in Hydrothermal Ore Deposits. *Lithos*, 55: 229-272. [http://dx.doi.org/10.1016/S0024-4937\(00\)00047-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0024-4937(00)00047-5)
- White, K.O. 1923. Detailed reconnaissance of the Candado Range and Tarija Valley, between the Pescado River and Mouth of the Itau River, with supplementary data of the San Telmo Range. S.E. Bolivia and N.W. Argentina. Standard Oil Co. of Bolivia. Inédito. Bolivia.
- Zappettini, E., Miranda-Angels, V., Rodriguez, C., Palacios, O., Cocking, R., Godeas, M., Uribezeballos, H., Vivallo, W., Paz, M.M., Seggiaro, R., Heuschmidt, B. Gardeweg, M., Boulanngger, E., Korzeniewski, L., Mpodozis, C., Carpio, M., Rubiolo, D. 2001. Mapa metalogenético de la Región Fronteriza entre Argentina, Bolivia, Chile y Perú (14°S y 28°S). Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional N° 2, 1 mapa escala 1:1.000.000. Santiago de Chile.
- Zappettini, E.O., Crosta, S., Rubinstein, N., Segal, S. 2015. Revisión de Modelos de Mineralización asociados a fallas de despegue. Implicancias Metalogenéticas relacionadas al Rifting Mesozoico en Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas Recursos Minerales N° 41, 70 pp. Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., Rubinstein, N., Crosta, S., Segal, S. 2017. Intracontinental rift-related deposits: A review

- of key models. *Ore Geology Reviews* 89: 594–608.
- Zartman, R., Doe, B. 1981. Plumbotectonics-the model. *Tectonophysics* 75: 135–162.
- Zentilli, M., Doe, B.R., Hedge, C.E., Alvarez, C.O., Tidy, F.E., Daroca, J.A. 1988. Isótopos de plomo en yacimientos de tipo pórfido cuprífero comparados con otros depósitos metalíferos en los Andes del Norte de Chile y Argentina. V Congreso Geológico Chileno (Santiago). Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. *Comunicaciones* 39: 81. Chile.