

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE LAS ROCAS GONDWÁNICAS DEL PROYECTO MINERO DON SIXTO, MENDOZA

Ana Cecilia MUGAS LOBOS, María Florencia MÁRQUEZ-ZAVALÍA y Miguel Ángel GALLISKI

IANIGLA-CONICET, Mendoza. E-mails: amugas@lab.cricyt.edu.ar, mzavalia@mendoza-conicet.gov.ar, galliski@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN

El proyecto minero Don Sixto es un depósito epitermal de Au-Ag de baja sulfuración ubicado al sureste de la provincia de Mendoza; el recurso aurífero de este depósito es próximo a las 900.000 onzas. La mineralización en el área se encuentra principalmente diseminada y está alojada mayormente en volcanitas y piroclastitas riolíticas de la Formación Choique Mahuida y diques riolíticos del Grupo El Portillo, ambos representantes de la sección superior del Grupo Choiyoi. Los datos obtenidos por el relevamiento geológico y los estudios petrográficos realizados en las volcanitas-piroclastitas del área de estudio, permiten indicar que la Formación Choique Mahuida está representada por riolitas, intercaladas con mantos ignimbríticos y niveles aislados de depósitos lenticulares piroclásticos. Por su parte, los diques riolíticos del Grupo El Portillo, de rumbo general noroeste-sureste y norte-sur, están probablemente vinculados a la evolución de zonas de falla de carácter regional. La geoquímica de estas riolitas gondwánicas, de acuerdo a la distribución de sus elementos traza y tierras raras, indica que están genéticamente vinculadas entre sí y pertenecerían a una suite co-sanguínea proveniente de magmas diferenciados más evolucionados que los conocidos hasta la fecha para rocas de la sección superior del Grupo Choiyoi. Las características geoquímicas de estos magmas concuerdan además con los datos conocidos para rocas equivalentes fuera del área de estudio, en base a los cuales se asigna la sección superior del Grupo a un ambiente geotectónico transicional entre uno de arco volcánico y uno de intraplaca.

Palabras clave: *Epitermal, Grupo Choiyoi, Pérmico-Triásico, petrografía, geoquímica.*

ABSTRACT: *Petrography and geochemistry of the gondwanic rock units from Don Sixto mining project, Mendoza.* Don Sixto mining project is a low sulphidation epithermal Au-Ag ore deposit located at the southeast of Mendoza province; the gold resource of the deposit is close to 900.000 ounces. In the study area, the mineralization is mainly disseminated and it is hosted by rhyolitic volcanic and pyroclastic sequences of the Choique Mahuida Formation and dikes from the El Portillo Group, both included in the upper section of the Choiyoi Group. The geology and petrography of these volcanic-pyroclastic rocks indicates that the Choique Mahuida Formation is represented by rhyolites interlayered with rhyolitic ignimbrites and isolated levels of "pyroclastic lenticular deposits". The rhyolitic porphyritic dikes from the El Portillo Group, that strikes NW-SE and N-S, were probably developed in relationship with the evolution of large regional fault zones. Geochemically these gondwanic rhyolites, based on the distribution of their trace and rare earth elements, behave as a suite genetically related to evolved magmas, even more than other units from the upper section of the Choiyoi Group. The geochemical characteristics of these magmas are similar to others from equivalent rock units outside the study area, from which the upper section of the Choiyoi Group is interpreted as evolving from a volcanic arc into an intraplate tectonic setting.

Keywords: *Epithermal, Choiyoi Group, Permian-Triassic, petrography, geochemistry.*

INTRODUCCIÓN

El proyecto minero Don Sixto, anteriormente conocido con el nombre de El Pantanito o La Cabeza, es un depósito epitermal de baja sulfuración de Au-Ag principalmente alojado en secuencias volcánicas y piroclásticas de edad permotriásica pertenecientes a la sección superior del Grupo Choiyoi. Este depósito, ubicado al sureste de la provincia de Men-

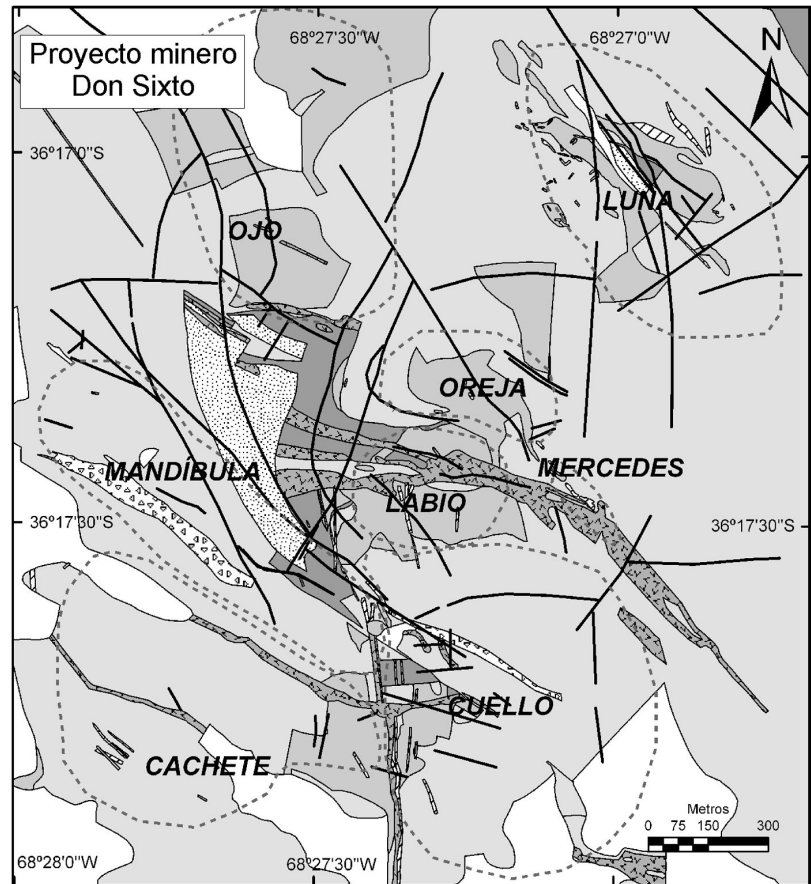
doza (Fig. 1), fue descubierto en el año 1996 por la empresa Argentina Mineral Development S.A. (AMD) y constituye una de las pocas manifestaciones minerales de su tipo vinculadas al extenso magmatismo gondwánico desarrollado durante el Paleozoico superior-Triásico.

Los antecedentes disponibles para este proyecto minero son escasos. Fue inicialmente estudiado por Carpio *et al.* (2001) y Rubinstein *et al.* (2001), quienes descri-

bieron aspectos generales del yacimiento, su alteración hidrotermal y mineralización, clasificándolo de manera preliminar como un depósito epitermal de baja sulfuración asociado a una estructura de caldera de edad pérmico-triásica. Contribuciones posteriores encararon detalles más específicos, tales como la presencia de buddingtonita (Godeas y Rubinstein 2004), y un análisis textural de cuarzo hidrotermal que ubica al depósito dentro de una

paleozona de ebullición ascendente (Rubinstein y Gargiulo 2005). Delendatti (2005) realizó una síntesis de la información disponible para las principales zonas mineralizadas, los prospectos: Luna, Ojo, Cuello, Labio, Mandíbula, Mercedes, Cachete y Oreja (Fig. 1), los cuales poseen un recurso aurífero próximo a las 900.000 onzas (calculado en base a una ley de corte de 0,5 g/t). Asimismo este autor descartó la presencia de una estructura de caldera en el área y vinculó la distribución subcircular de los principales prospectos a estructuras propagadas por la intrusión de un cuerpo magmático félsico a intermedio emplazado en profundidad y asoció la mineralización al vulcanismo del Grupo Choiyoi. Narciso *et al.* (2007), completan los antecedentes disponibles sobre la geología regional del área en que se encuentra el yacimiento. A nivel regional el magmatismo gondwánico es reconocido por su amplio desarrollo en el sector centro oeste de Argentina, especialmente en Cordillera Frontal, y norte de Chile hacia el norte del paso de San Francisco (Ramos 1999a). Este extenso magmatismo que incluye rocas plutónicas y volcano-piroclásticas es reconocido como Grupo Choiyoi (Stipanovic *et al.* 1968) y su extensión podría alcanzar más de 500.000 km², considerando datos de subsuelo, según publicaciones recientes (Llambías *et al.* 2003). Tradicionalmente diversos autores (Llambías *et al.* 1993, Kleiman 1993, Ramos 1999a, Llambías 1999 y Kleiman y Japas 2009, entre otros) interpretaron que la génesis de estas rocas estaría asociada al desarrollo de un arco magmático durante una etapa de subducción activa representada en la sección inferior del Grupo, pasando luego a un régimen de colapso extensional post-orogénico en la sección superior.

En la presente contribución se describe la geología, petrografía y geoquímica de las rocas mineralizadas presentes en el área del proyecto minero Don Sixto, especialmente aquellas incluidas en el magmatismo gondwánico.

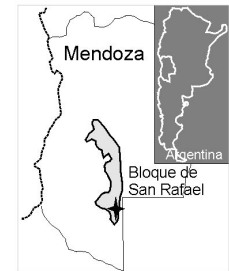


Referencias

- Prospectos
- Fallas y lineamientos

Litología

- Dep. aluviales recientes
- ▨ Brecha "Don Sixto"
- ▧ Venas de cuarzo
- ▩ Grupo El Portillo
- Fm. Choique Mahuida (riolitas)
- Fm. Choique Mahuida (ignimbritas)
- Fm. Choique Mahuida (DLP)
- ▨ Fm. Agua Escondida (lutitas)
- ▨ Fm. Agua Escondida (areniscas)



Grupo Choiyoi
(Pérmico inferior-Triásico inferior)

Carbonífero superior

Figura 1: Mapa geológico del proyecto minero Don Sixto. Modificado de Delendatti (2005) y Delendatti y Williams (2007).

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

El proyecto minero Don Sixto (Fig. 1) está ubicado en la provincia geológica conocida como bloque de San Rafael (Polanski 1951, 1954, en Ramos 1999b).

El basamento cristalino a nivel regional

(Narciso *et al.* 2007) está constituido por la Formación Piedras de Afilar (González Díaz 1972a), formada por granitos rosados compactos, aunque muy alterados en superficie, surcados por diques graníticos aplíticos frescos y numerosas venillas de cuarzo estéril. La edad de esta formación fue determinada por datacio-

nes radiométricas Rb/Sr que arrojaron valores de 330 ± 25 Ma, ubicándola en el Carbonífero inferior (Linares *et al.* 1978), aunque se cree que los fluidos asociados a las mencionadas venillas de cuarzo pudieron haber rejuvenecido la edad de estos granitos (Narciso *et al.* 2007).

Sobre estas rocas, y en relación de discordancia, yace la Formación Agua Escondida (González Díaz y García 1966), formada por rocas clásticas de ambiente marino marginal, areniscas, pelitas y grauvacas, de edad carbonífera superior.

Las sobreyacen e intruyen volcanitas y piroclásticas del Grupo Choiyoi (Stipanovic *et al.* 1968) de edad permo-triásica, en las cuales Llambías *et al.* (1993) distinguieron dos secciones, una inferior de composición andesítico-dacítica y una superior principalmente riolítica. La primera, integrada por ignimbritas, dacitas, riolitas y brechas andesíticas del Pérmico inferior, y representada en el sector norte y centro del bloque de San Rafael, por el Grupo Cochicó (Dessanti 1956), recientemente datado por método U/Pb (SHRIMP) en circones de ignimbrita que dieron una edad de $281,4 \pm 2,5$ Ma (Rocha-Campos *et al.* 2006, en Kleiman y Japas, 2009). Sobre estas rocas, en discordancia, se ubica la sección superior del Grupo Choiyoi formada por ignimbritas, lavas y cuerpos subvolcánicos del Pérmico inferior-Triásico inferior, de composición predominantemente riolítica, con intercalaciones de basandesitas y andesitas. Al norte del Bloque de San Rafael, fuera del área de estudio, la sección superior está representada por las Formaciones Agua de los Burros (González Díaz 1972b), datada por el método U/Pb (SHRIMP) en circones con una edad de $265,0 \pm 2,6$ Ma (Rocha-Campos *et al.* 2006, en Kleiman y Japas 2009); intruida por diques andesíticos de la Formación Quebrada del Pimiento (González Díaz 1964), con edades de entre 271 ± 10 Ma (Linares 1979) y 263 ± 10 Ma (Núñez 1979) obtenidas por el método K/Ar; y Formación Cerro Carrizalito (González Díaz 1972), equivalente en el área de estudio a la Formación Choique Mahuida (Linares *et al.* 1978), datada por

el método U/Pb (SHRIMP) en circones con una edad de $252,3 \pm 3,8$ Ma (Rocha-Campos *et al.* 2006, en Kleiman y Japas 2009).

Finalmente, la secuencia completa es intruida por diques de riolita porfídica del Pérmico superior alto-Triásico inferior pertenecientes al Grupo El Portillo (Llambías *et al.*, 1993; *nom. subst.* Zanettini 1998), con una edad promedio de entre 250 y 240 Ma para el bloque de San Rafael (Narciso *et al.* 2007). Este grupo es equivalente en forma parcial a la Formación Cerro Carrizalito.

Composicionalmente la sección inferior del Grupo Choiyoi que aflora al norte del bloque fuera del área de estudio, está formada por andesitas y dacitas cuyos contenidos de SiO₂ van de 60 a 72 % peso. Son rocas metaluminosas a peraluminosas, con contenidos de potasio entre medios y altos, que siguen el patrón de una serie calcoalcalina (Kleiman y Japas 2009). La sección superior es una asociación bimodal de riolitas con alto contenido en sílice (71,07-78,81 % peso) (Cuadro 1), con andesitas intercaladas (Formación Quebrada del Pimiento 58-61 % peso SiO₂), dacitas (64-66 % peso SiO₂) y andesitas basálticas alcalinas (54-59 % peso SiO₂) basado en Kleiman y Japas (2009). Estos autores indican que las rocas de la sección superior del Choiyoi poseen alto contenido en potasio y una tendencia a enriquecimiento en Fe; las riolitas de esta sección son predominantemente peraluminosas. El cambio de composición observado desde la sección inferior a la superior es tradicionalmente interpretado, en base a la geoquímica de las rocas, como producto de un ambiente de transición entre uno de arco volcánico para la sección inferior y un régimen distensivo postorogénico para la sección superior (Kleiman 1993, Llambías *et al.* 1993, Kleiman y Japas 2009).

GEOLOGÍA Y PETROGRAFÍA

Formación Agua Escondida

La Formación Agua Escondida es una unidad de edad carbonífera superior for-

mada por areniscas finas a medianas de color pardo amarillentas, intercaladas con grauvacas grises a verdosas y pelitas de color gris claro a oscuro, las cuales alternan con facies de conglomerados gruesos lenticulares. Narciso *et al.* (2007) interpretaron para estas rocas un ambiente de formación marino marginal.

En el área de estudio, las rocas de esta Formación corresponden a las más antiguas y si bien no se encontraron afloramientos en los prospectos estudiados, se analizarán a continuación niveles de lutitas negras interceptados por sondeos realizados en el subsuelo del prospecto Cuello.

Lutitas: Estas rocas son compactas, de color negro a gris oscuro algo azulado, sin fisilidad o estratificación pronunciada. Frecuentemente se presentan leve a fuertemente diaclasadas y/o fracturadas. Están formadas por abundantes cristales anhedrales de cuarzo (10 a 50 μ m) y folias de muscovita (20 a 50 μ m) y sericita, en una matriz arcillosa (<10 μ m), sin cemento. La textura de estas rocas es laminada, lo que podría estar indicando leptometamorfismo (Fig. 2a) posiblemente asociado al efecto térmico de las rocas volcánico-piroclásticas suprayacentes. Al respecto, Delendatti (2005) mencionó la presencia puntual de metamorfismo de contacto en niveles lutíticos con desarrollo de hornfels con cordierita, biotita y flogopita.

Son rocas de aspecto uniforme y sus numerosas fracturas suelen estar rellenas por cuarzo blanquecino de textura maciza, frecuentemente acompañado por sericita y abundantes cristales agregados de piritita y arsenopiritita, parcialmente limonitizados.

Formación Choique Mahuida

Esta Formación de edad pérmica inferior alta a triásica superior (Narciso *et al.* 2007), está ampliamente distribuida en la zona de estudio y sus afloramientos representan más del 50 % del total de las rocas. Localmente está representada por coladas y apófisis de riolita, intercaladas con mantos ignimbriticos y niveles aislados de depósitos lenticulares piroclásticos. Sus afloramientos se caracterizan por presen-

CUADRO 1: Composición química de las volcanitas del Grupo Choiyoi.

Muestras	1*				2	
	CM101	CM106	EP82	EP104	AB1	CCI1
Latitud S	36°17'49,4"	36°17'59,8"	36°17'29,4"	36°17'50,5"	N.E	N.E
Longitud O	68°27'24,4"	68°27'17,8"	68°27'27,9"	68°27'20,8"	N.E	N.E
SiO ₂ (%)	77,19	77,55	78,03	78,81	71,07	71,85
TiO ₂	0,183	0,085	0,084	0,093	0,41	0,38
Al ₂ O ₃	13,63	12,22	12,00	12,56	15,26	13,81
Fe ₂ O ₃	0,55	0,44	0,44	0,17	3,28	2,85
FeO	1,10	0,88	0,88	0,33	0,00	0,69
MnO	0,012	0,032	0,024	0,005	0,03	0,04
MgO	0,14	0,04	0,07	0,07	0,35	0,10
CaO	0,17	0,64	0,58	0,24	0,52	1,13
Na ₂ O	1,52	3,21	3,90	4,97	0,56	3,13
K ₂ O	5,47	4,88	3,97	2,73	4,54	5,48
P ₂ O ₅	0,04	0,02	0,02	0,03	0,11	0,07
LOI	1,94	0,92	1,20	0,95	3,87	0,46
Total	99,99	99,99	100,00	99,99	100,00	99,99
Ba (ppm)	762	84	159	216	900	1080
Rb	173	149	164	115	197	220
Sr	39	21	28	57	140	128
Cs	3,5	1,6	1,2	1,9	9,42	10,9
Ga	18	17	20	21	22	21
Tl	0,8	0,4	0,8	1	0,79	0,86
Ta	1,2	1,4	2,8	2,6	1,28	2,23
Nb	14	15	28	27	13,10	15,00
Hf	7,4	6,1	7,2	7,2	8,66	8,53
Zr	253	164	155	173	306	327
Y	29	41	66	55	37,5	38,9
Th	18,4	17,6	30	28	18,4	20,1
U	3,7	5,1	9,5	6,6	1,80	3,61
Cr	10	10	10	10	--	--
Ni	10	10	10	10	14	10
Co	37	83	146	145	22,1	81,4
Sc	10	5	4	4	--	--
V	17	2	2	9	23	9
Cu	2	2	2	2	13	11
Pb	5	9	15	7	32	28
Zn	10	10	10	10	50	56
La	38,3	35,8	34	33,9	54,6	51,8
Ce	50,6	82,4	81,1	68,1	112,0	106,0
Pr	8,02	9,82	10,1	9,68	12,80	12,20
Nd	29,9	36,2	38	36,3	46,0	43,3
Sm	5,1	8,6	10,7	9,9	8,68	8,43
Eu	0,29	0,16	0,15	0,22	1,45	1,30
Gd	3,8	6,8	8,9	8,1	7,62	7,42
Tb	0,7	1,3	2	1,8	1,26	1,27
Dy	4,6	7,7	11,7	10,2	6,20	6,41
Ho	1	1,6	2,5	2,1	1,34	1,38
Er	3,1	4,5	7	6,1	3,93	4,31
Tm	0,54	0,76	1,21	1,06	0,62	0,66
Yb	3,4	4,6	7,4	6,3	3,64	4,13
Lu	0,52	0,65	1,04	0,88	0,53	0,62

1: Proyecto minero Don Sixto: Formación Choique Mahuida (CM101, CM106) y Grupo El Portillo (EP82, EP104).

*Oxidos mayoritarios ajustados a 100% base anhidra y valores de hierro total expresados como Fe₂O₃ y FeO calculados según la relación Fe₂O₃/FeO de Middlemost (1989) con el software SINCLAS (Verma *et al.*, 2002).

Los límites de detección para los elementos mayoritarios fueron en general de 0,01% y de 0,001% para MnO y TiO₂. LOI: Pérdida por ignición (*Lost for ignition*).

2: Sector norte y centro del Bloque de San Rafael, Formaciones Agua de los Burros (AB1) y Cerro Carrizalito (CCI1) (tomado de Kleiman y Japas, 2009). N.E: Ubicación no especificada. Las muestras no fueron ajustadas al 100% base anhidra debido a incompatibilidades con el software SINCLAS (Verma *et al.*, 2002). Los límites de detección para los elementos traza analizados fueron de: 0,04ppm (Lu); 0,05ppm (Pr, Eu, Tm); 0,1ppm (La, Ce, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb, Ta, Tl, Th, U); 0,2ppm (In, Hf); 0,4ppm (Bi); 0,5ppm (Ag, Sb y Cs); 1ppm (W, Sc, Be, Co, Ga, Ge, Nb, Sn); 2ppm (Sr, Y, Rb, Mo); 3ppm (Ba); 4ppm (Zr); 5ppm (Pb, V, Ar); 10ppm (Cu); 20ppm (Ni, Cr); 30ppm (Zn).

pátinas de óxidos de hierro y manganeso de tonos pardo rojizo oscuro a negro. Integran esta formación: depósitos lenticulares piroclásticos, ignimbritas levemente soldadas a no soldadas, ignimbritas fuertemente soldadas y riolitas.

Depósitos lenticulares piroclásticos: Estas rocas son escasas y fueron reconocidas sólo en testigos de diamantina. Las mismas se presentan formando lentes irregulares aislados de entre ≤ 0,60 (en los sectores estudiados) y <5 m de espesor en otros sitios, según informes internos de *Exxeter Resources Corporation*. Estos niveles se encuentran intercalados con ignimbritas, en el subsuelo de los prospectos Cuello, Labio y en menor medida, Ojo.

Son rocas compactas, de color pardo amarillento claro a gris medio, aspecto uniforme y se destacan por tener buena selección granométrica (1 a 1,5 mm), (Fig. 2b). Están formadas por abundantes cristales de cuarzo anhedral con engolfamientos, generalmente diaclasados y/o fracturados; cristales subhedrales de plagioclasa ocasionalmente maclados según la ley de albita y periclino, leve a moderadamente sericitizados y argilitizados; pómez frecuentemente colapsados y completamen-

tar un perfil redondeado, producto de un fuerte diaclasamiento. Son rocas de composición riolítica, de colores claros que

varían entre el pardo amarillento verdoso y pardo anaranjado pero que, expuestas en superficie, se presentan cubiertas por

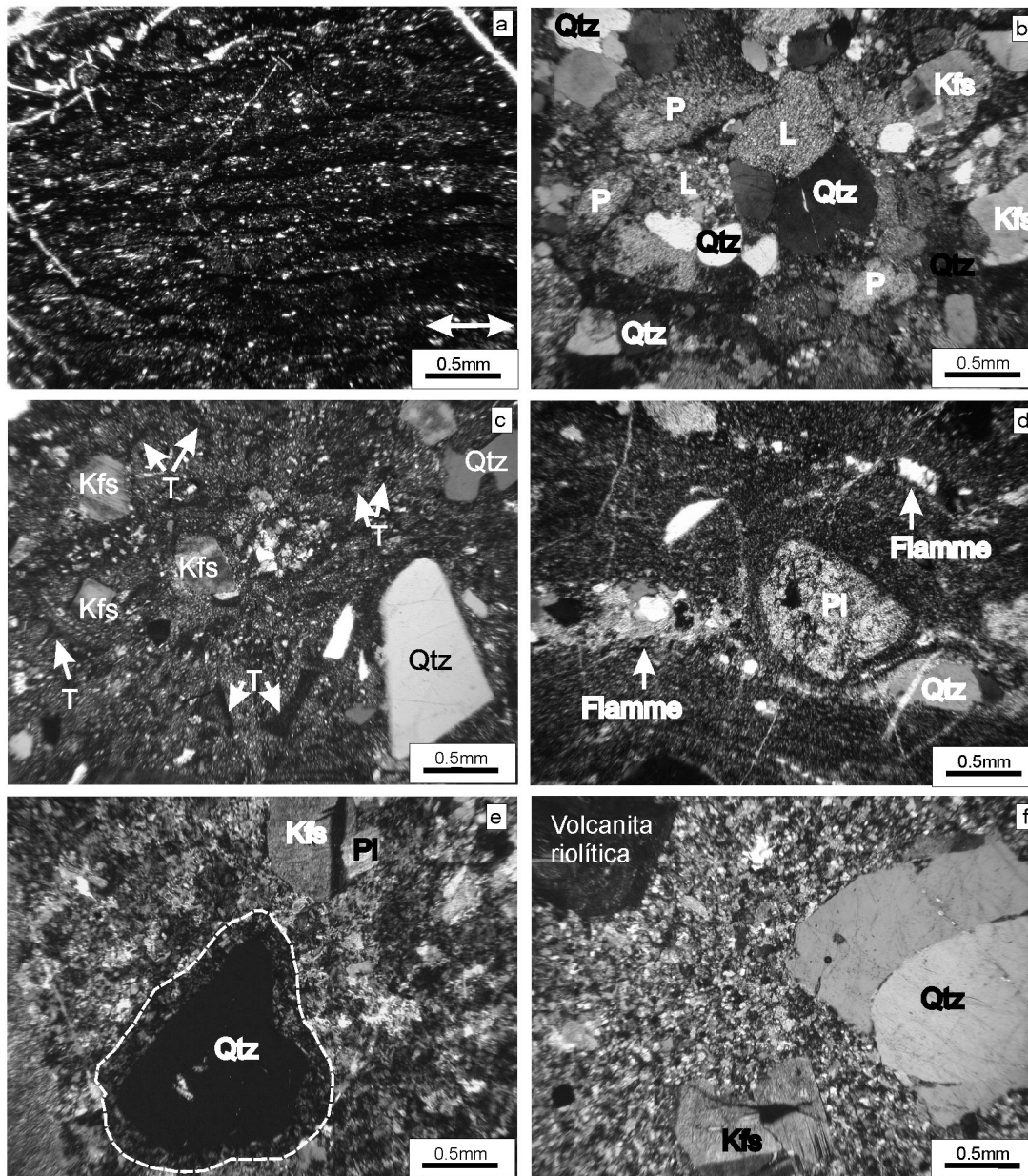


Figura 2: Fotomicrografía de los tipos litológicos descritos. a) Lutita negra con signos de laminación, cruzada por numerosas venillas de cuarzo. La flecha indica la dirección de la laminación; b) depósitos lenticulares piroclásticos, nótese la ausencia de matriz; c) ignimbritas no soldadas con abundantes trizas vítreas oscurecidas por la cristalización de fase vapor (ver flechas), ejemplos similares en McPhie *et al.* (1993); d) ignimbritas fuertemente soldadas, de textura porfídica-parataxítica con pasta microesferulítica; las fiammes poseen textura esferulítica en su borde interno y silicificación asociada a sericita en su zona central; e) riolitas de textura porfídica con pasta micropoiquilítica, nótese las formas circulares de esferulitas y el borde de la corona vítrea de textura micropoiquilítica marcado con línea de puntos; f) riolita de textura glomeroporfídica con pasta granular (<200 μm), hipidiomórfica. Qtz: cuarzo; Kfs: feldespato potásico; Pl: plagioclasa; T: trizas vítreas; P: pómez; L: fragmentos líticos; abreviaturas según Kretz (1983), excepto T, P y L.

te sericitizados; fragmentos líticos igualmente alterados, redondeados; folias de moscovita y cristales subhedrales a anhedrales de feldespato potásico, entre los que se distinguen escasos cristales de microclino maclado ($\sim 500 \mu\text{m}$). Todos estos poseen una granometría uniforme que

varía en el rango de $200 \mu\text{m}$ hasta poco más de 1 mm . Son rocas clasto-soportadas, con componentes subredondeados en una matriz muy escasa o nula. En base al modo de yacer, relación estratigráfica respecto a las ignimbritas y características petrográficas tales como: buena selección

granométrica, estructura clasto-soportada con matriz nula o escasa, estas rocas son clasificadas de manera preliminar como depósitos lenticulares piroclásticos, similares en algunos aspectos con los depósitos de ground surge. En este sentido, autores como McPhie *et al.* (1993) indicaron

que los depósitos de ground surge comparados a los flujos piroclásticos, poseen mejor selección, están fuertemente empobrecidos en finos y sus componentes más gruesos no superan el tamaño de lapillo. Los mismos autores indicaron que los depósitos de *ground surge* suelen tener típicamente menos de 1-2 m de espesor con importantes variaciones en distancias cortas. Respecto a su extensión, aclaran que aunque no se sabe con exactitud, sus depósitos probablemente lleguen a extenderse tanto como los flujos piroclásticos a los que están asociadas, en algunos casos superando los 100 km².

En general, estas rocas no están mineralizadas, aunque en ocasiones suelen presentar escasa pirita finamente diseminada, asociada a la alteración sericitica que afecta a los cristales de feldespato.

Ignimbritas levemente soldadas a no soldadas: Estas rocas afloran ampliamente en los prospectos Cuello y Labio y son especialmente abundantes en el subsuelo de los prospectos Cuello, Labio, Mercedes, Luna y Ojo. Se presentan en colores claros, rosados y pardos amarillentos, son rocas macizas, compactas y suelen estar leve a moderadamente fracturadas, con diferentes grados de alteración hidrotermal.

Al microscopio, son rocas de textura porfídica eutaxítica. Están formadas por cristaloclastos de cuarzo subhedral a anhedral de entre 500 y 2000 μm , frecuentemente diaclasados y fracturados. En éstos, suelen observarse signos de fragmentación magmática tales como inclusiones fundidas y engolfamientos con fracturas radiales asociadas (Allen y McPhie 2003). Estos cristales se presentan, en ocasiones, con finos frisos dentados de cuarzo producto de silicificación. Los cristales de feldespato potásico (ortoclasa y/o sanidina) suelen presentarse subhedrales a euhedrales, fracturados y, en ocasiones, maclados según la ley de Carlsbad. Los mismos suelen medir entre 400 y 1000 μm y están leve a moderadamente argilitizados y levemente sericitizados. La plagioclasa es subhedral a euhedral y se presenta en cristales de entre 300 y 800 μm , maclados según la ley de Albita y Periclino. Estos

cristales se observan, en ocasiones, con zonación y, en general, moderada a fuertemente sericitizados. La presencia de componentes vítreos es diagnóstica, las trizas vítreas son muy abundantes, se presentan parcial a totalmente desvitrificadas con formas angulosas a subtabulares, en ocasiones deformadas por soldamiento. En ellas suelen observarse bordes oscurecidos relacionados a cristalización por fase de vapor (Fig. 2c, ejemplos similares en McPhie *et al.* 1993). También son frecuentes los pómez, en ocasiones colapsados (*fiammes*), parcial a completamente desvitrificados, con textura esferulítica y micropoiquilítica, con moderada a fuerte sericitización y silicificación. Los litoclastos se presentan angulosos a subangulosos, en tamaños variados (< 1 mm). Suelen corresponder principalmente a volcánicas de composición riolítica, generalmente de textura porfídica y pasta felsítica, y en menor medida a fragmentos de basaltos e ignimbritas. La pasta de estas rocas se presenta con diferentes grados de desvitrificación. Las texturas más comunes son las micropoiquilíticas, esferulíticas y, en menor medida, microgranulares. La argilitización es leve a moderada y la sericitización moderada a fuerte, en ambos casos afecta a los componentes feldespáticos y vítreos de la roca. La silicificación es moderada y consiste en cuarzo formando venillas y parches irregulares de diferentes tamaños en la matriz y, en menor medida, reemplazando a los piroclastos juveniles. La cloritización es leve y se presenta como folias y microfalias de clorita finamente diseminada, frecuentemente asociada a pirita. Los minerales opacos (pirita y en menor medida magnetita y hematita) son en general abundantes, dependiendo del prospecto analizado y el grado de alteración asociado. Se presentan principalmente formando venillas junto a cuarzo \pm folias de clorita y/o sericitita y en menor medida diseminados, asociados a sericitización y/o cloritización que afecta a los componentes feldespáticos y vítreos.

Ignimbritas fuertemente soldadas: Los afloramientos más importantes de este tipo de

ignimbritas se observan en los prospectos Oreja y en menor medida Mandíbula. Estas rocas suelen presentarse fuertemente diaclasadas y fracturadas y por sectores, se observan intruidas por apófisis de riolita de diferentes dimensiones (< 2m).

Estas rocas son en general oscuras, entre grises y verdosas, de apariencia compacta y composición riolítica predominante. Las mismas están formadas por grandes *fiammes* de varios centímetros de extensión (<10 cm) con diferentes grados de desvitrificación y alteración, por lo cual se presentan parcial a totalmente lixiviados. Son frecuentes las pátinas de óxidos de hierro y manganeso.

Al microscopio, son rocas de textura porfídica eutaxítica a parataxítica y pasta cripto a microcristalina. Están formadas por cristaloclastos de cuarzo subhedral de entre 200 y 1500 μm , frecuentemente diaclasados y fracturados. Los mismos suelen presentar signos de fragmentación magmática tales como inclusiones fundidas y/o engolfamientos con fracturas radiales asociadas y, en ocasiones, poseen finos frisos dentados de cuarzo producto de silicificación. Los cristales de feldespato potásico se presentan euhedrales a subhedrales, frecuentemente fracturados, en tamaños de entre 300 y 2000 μm y, en general, débil a moderadamente argilitizados. Los cristaloclastos de plagioclasa son, en algunas oportunidades, levemente más abundantes que los de feldespato potásico. Se presentan euhedrales a subhedrales (500 a 1500 μm), con maclas según la ley de Albita y Periclino, leve a moderadamente sericitizados.

Las *fiammes* son abundantes y suelen llegar a tener varios centímetros de longitud. Se presentan con diferente grado de desvitrificación, con texturas esferulíticas en su zona de borde y parcial a totalmente silicificadas en su zona central (Fig. 2d). Frecuentemente las pómez poco silicificadas han sido lixiviadas. Las trizas vítreas también son abundantes y suelen observarse con formas alargadas, producto de la deformación por colapso.

Están presentes además, fragmentos subangulares de roca volcánica riolítica, ge-

neralmente de textura porfídica micropoiquilítica.

La textura general de estas rocas es porfídica eutaxítica a parataxítica, dependiendo del grado de soldamiento, siendo extremo para la última. La pasta es de composición cuarzo feldespática, de textura generalmente microesferulítica (Fig. 2d), microgranular (<20 µm), y en menor medida felsítica, con un alto grado de alteración. Estas rocas suelen observarse moderada a fuertemente argilitizadas y, en menor medida sericitizadas; el grado de silicificación es variable.

Asociadas a estas ignimbritas de alto grado de soldamiento, suelen observarse sulfuros diseminados en diferentes cantidades entre los cuales se reconocen cristales de pirita, esfalerita, calcopirita, arsenopirita y cantidades variables de oro y plata, estrechamente vinculados a la sericitización y/o en venillas de cuarzo.

Riolitas: Estas son rocas de amplia distribución en todo el proyecto minero, principalmente en los prospectos Cuello y Labio, tanto en superficie como en subsuelo. En corte fresco sus colores son claros: pardo amarillento, verdoso y rosado y presentan diferentes grados de alteración hidrotermal. Los sulfuros suelen ser frecuentes y generalmente están diseminados.

Estas riolitas son compactas, tienen textura porfídica y glomeroporfídica, pasta afanítica. Generalmente están formadas por cristales anhedrales a subhedrales de cuarzo de entre 400 y 1000 µm, frecuentemente diaclasados y fracturados. A diferencia de los cristaloclastos de cuarzo que forman las ignimbritas, estos microfenocristales se caracterizan por poseer “coronas vítreas” de textura micropoiquilítica adheridas durante el proceso de desvitrificación de la pasta de igual textura (Fig. 2e). Los cristales de feldespato potásico son subhedrales a euhedrales (500 a 1500 µm), están frecuentemente fracturados y en ocasiones poseen inclusiones (<70 µm) de plagioclasa. Los mismos se observan sin maclas o maclados según la ley de Carlsbad y se reconocieron, en algunos cristales, intercrecimientos de tipo

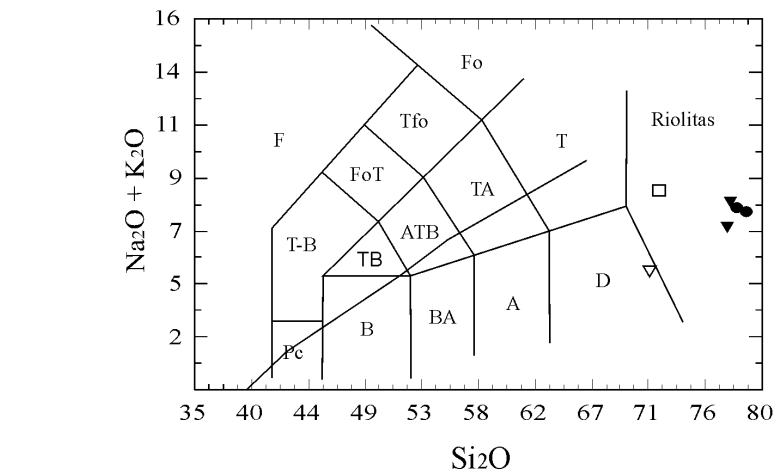


Figura 3: Diagramas combinados: TAS: álcalis total vs. sílice (Le Maitre *et al.* 1989) y diagrama de discriminación de series alcalinas y subalcalinas (Irvine y Baragar 1971). F: foidita; Pc: picrita; T-B: tefribasanita; TB: traquibasalto; AB: andesita basáltica; A: andesita; ATB: andesita traquibasáltica; TA: traquiandesita; Tfo: tefrifonolita; Fo: fonolita; T: traquita; D: dacita; R: riolita; B: basalto; FoT: fonotefrita. Triángulos llenos: Formación Choique Mahuida (CM); círculos llenos: Grupo El Portillo (EP); triángulos vacíos: Formación Agua de los Burros (AB1) y cuadrados vacíos: Formación Cerro Carrizalito (CC11). Los símbolos vacíos corresponden a muestras publicadas por Kleiman y Japas (2009).

perfítico fino (<15 µm). Los cristales de plagioclasa (200 a 800 µm) son subhedrales a euhedrales, se observan fracturados y en ocasiones con zonación. Son frecuentes las maclas según la ley de la albita y/o periclino. La pasta asociada a estas rocas es de textura felsítica, micropoiquilítica, microgranular (<40 µm) y esferulítica (con esferulitas de entre 100 y 250 µm de diámetro).

Son rocas compactas, aunque sus componentes feldespáticos se observan leve a moderadamente argilitizados y moderada a fuertemente sericitizados. La silicificación es en general moderada a fuerte.

Los sulfuros se presentan diseminados, frecuentemente asociados a sericitización y a venillas de cuarzo. Se reconoce principalmente abundante pirita y cantidades variables de esfalerita, calcopirita, arsenopirita, marcasita, pirrotina y, en menor medida, oro y plata.

Grupo El Portillo

El Grupo El Portillo de edad pérmica superior alta-triásica inferior, es un conjunto plutónico-hipabisal de naturaleza silícea, formado por intrusiones de granitoides y pórfidos riolíticos póstumos (Narciso *et al.* 2007). De éstos, los pórfidos

riolíticos son los únicos representantes que se encuentran en el área de estudio y a diferencia de los descritos por Narciso *et al.* (2007), los observados en este proyecto minero presentan características propias que se detallarán a continuación. **Diques de riolita:** Estas rocas riolíticas de grano grueso afloran como diques subverticales macizos de hasta 2 m de espesor; son cuerpos tabulares de gran extensión que se disponen con rumbo noroeste-sureste y norte-sur, en el área de los prospectos Labio y Cuello y se observan frecuentemente asociados a venas de cuarzo de igual rumbo y espesores que varían entre 1 y 2,5 m. Las mismas son rocas claras, de color rosado, anaranjado, pardo amarillas a pardo verdosas que en afloramientos poseen un aspecto singular y característico dado por las numerosas oquedades producto de la fuerte meteorización y posterior lixiviación de sus fenocristales de feldespato.

Al microscopio, son rocas con leve alteración hidrotermal, estériles, de textura porfídica y glomeroporfídica (Fig. 2f), con pasta micro y criptocristalina. Los cristales de cuarzo se presentan subhedrales a euhedrales, aislados o formando glómulos frecuentemente fracturados, con en-

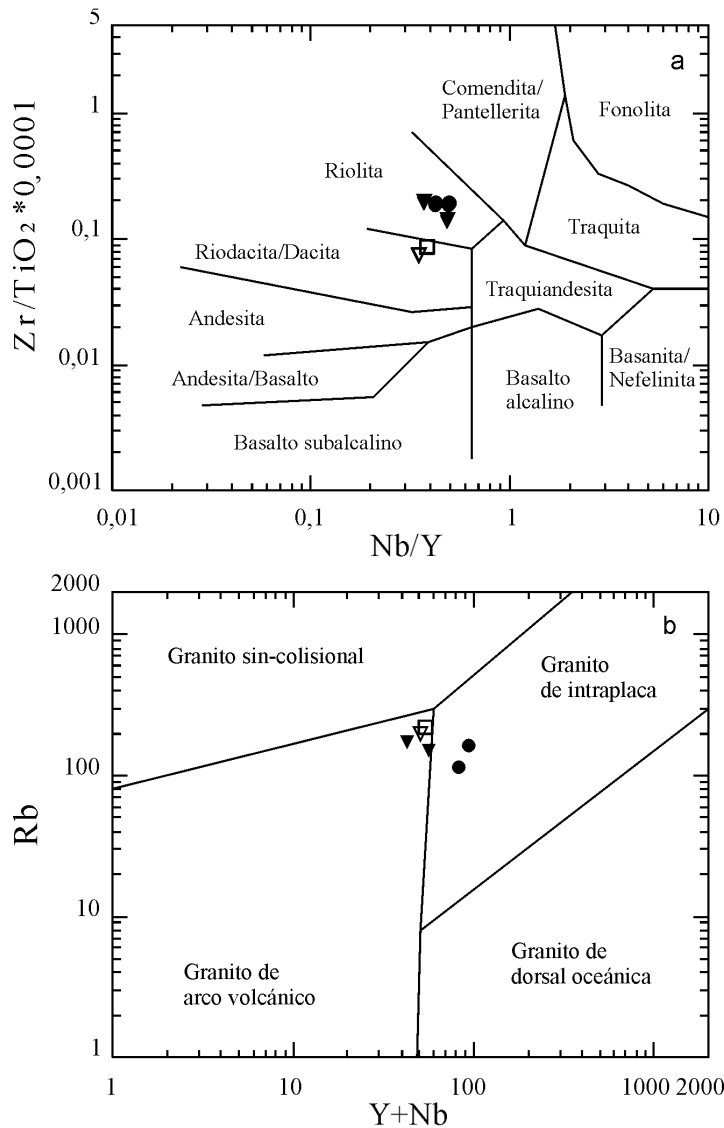


Figura 4: Diagramas de clasificación: a) diagrama para la clasificación de rocas volcánicas (Winchester y Floyd 1977); b) Diagrama para la clasificación de ambientes geotectónicos (Pearce *et al.* 1984). Referencias ídem figura 3.

golfamientos e inclusiones de feldespato. Los mismos suelen medir entre 400 y 2500 μm y presentan, en ocasiones, extinción ondulante. Los cristales de feldespato potásico son euhedrales a subhedrales, se encuentran como fenocristales de entre 2 y 7 mm y como microfenocristales de $<1\text{mm}$, aislados y/o formando glómérulos. Los mismos se presentan fracturados, maclados según la ley de Carlsbad y suele ser frecuente el intercrecimiento peritítico. La plagioclasa se presenta en cristales euhedrales a subhedrales fuertemente sericitizados, en tamaños

que van de 500 a 3000 μm ; suele estar maclada según la ley de albita y periclino. En forma aislada, se han reconocido fragmentos subangulosos de riolita de grano fino y textura porfídica con pasta micro-poiquilítica y esferulítica. La pasta es de textura felsítica, microgranular (de entre 50 y 75 μm) y granular ($<200\ \mu\text{m}$). Estas rocas suelen presentarse leve a moderadamente argilitizadas, sericitizadas y moderada a fuertemente silicificadas. En general, se observa también propilitización leve a moderadamente, caracterizada por la asociación clorita \pm calcita \pm epidoto

\pm pirita. Los minerales opacos (pirita y en menor medida metales preciosos) son escasos, se presentan finamente diseminados asociados a sericitización y/o alteración propilítica.

GEOQUÍMICA

Con la finalidad de conocer las características geoquímicas de las rocas representativas de la sección superior del Grupo Choiyoi aflorantes en el proyecto se seleccionaron cuatro muestras carentes de alteración y mineralización. Las muestras elegidas corresponden a dos riolitas porfídicas de grano fino (CM101 y CM106) de la Formación Choique Mahuida y dos riolitas porfídicas de grano grueso correspondientes a los diques del Grupo El Portillo (EP82 y EP104). Estas rocas fueron analizadas en el laboratorio ActLabs de Canadá, por fusión en metaborato/tetraborato de litio por inducción de plasma (FUS-ICP). A fin de establecer relaciones con rocas equivalentes en el ámbito del bloque de San Rafael (Cuadro 1), se sumaron dos análisis químicos de rocas ubicadas fuera del área de estudio correspondientes a las Formaciones Agua de los Burros (AB1) y Cerro Carrizalito (CC11), de amplia distribución en el sector norte y centro del bloque (Kleiman y Japas 2009).

Los valores analíticos de óxidos mayoritarios, ajustados al 100% en base anhidra para mayor precisión (Verma *et al.* 2002), permiten clasificar a las rocas del área de estudio en el diagrama TAS combinado, como riolitas subalcalinas con valores de SiO_2 variables entre 77,19 y 78,81 % peso (Fig. 3), mientras que las muestras del sector norte y centro del bloque de San Rafael (Kleiman y Japas 2009), se grafican en el campo de dacitas y riolitas. El diagrama de Winchester y Floyd (1977) (Fig. 4a), basado en la relación de elementos incompatibles, confirma la clasificación anterior y el diagrama de Pearce *et al.* (1984) (Fig. 4b) establece la pertenencia de estas rocas a un ambiente geotectónico de transición, entre arco volcánico (Formación Choique Mahuida y de-

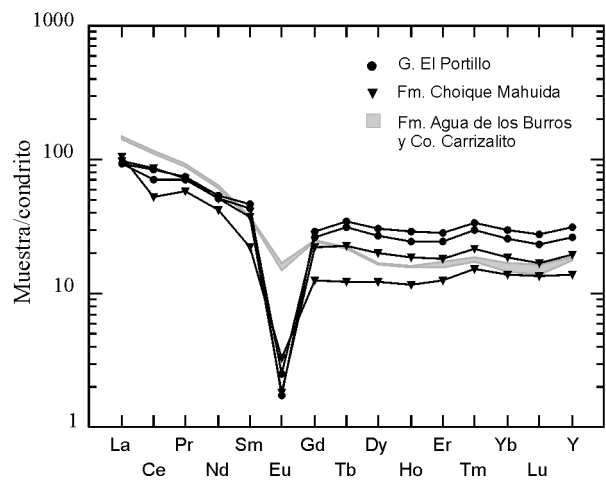
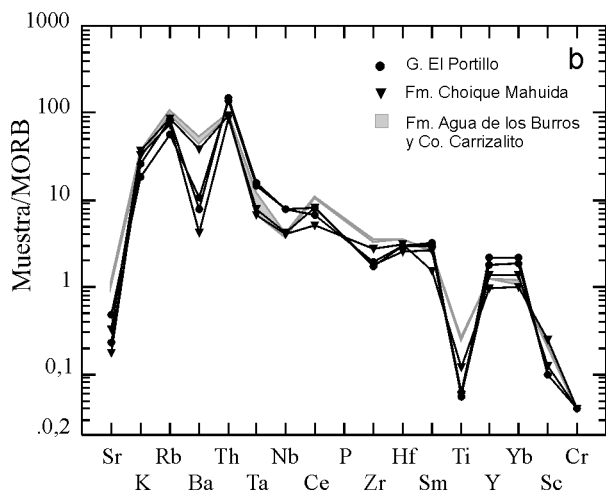
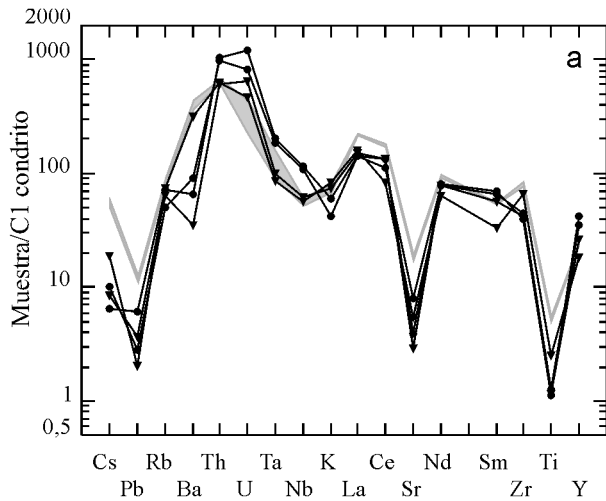


Figura 5: Diagramas multielementales normalizados a) C1 Condrito según Sun y McDonough (1989) y b) MORB según Pearce (1983). El área sombreada corresponde a los datos publicados por Kleiman y Japas (2009).

Figura 6: Diagrama de tierras raras normalizado a condritos según Taylor y McLennan (1985) El área sombreada corresponde a los datos publicados por Kleiman y Japas (2009).

más rocas del sector norte y centro del bloque) y uno de intraplaca (Grupo El Portillo), tal como lo sugieren Japas y Kleiman (2004) y Kleiman y Japas (2009). Se realizaron diagramas multielementales

normalizados a condrito y a MORB, (Fig. 5a y b). El análisis integrado y comparado de los mismos indica una tendencia uniforme para el conjunto de rocas. Las anomalías negativas de Ba y Sr, asociadas

a la fuerte anomalía de Eu, son interpretadas como el efecto del fraccionamiento de feldespato potásico y plagioclasa, por sustitución de K y Ca en la estructura de estos minerales. La fuerte anomalía negativa de Ti, acompañada por una débil anomalía de Nb de igual carácter, indican el fraccionamiento de óxidos de Fe-Ti (Rollinson 1993). Se observa un enriquecimiento relativo de Th y U, con una relación Th/U de entre 3,15 y 4,97 ppm, la cual ha sido considerada algo superior al valor magmático normal (Th/U=3) (Kleiman 1993).

Los bajos valores de Cr (≤ 10 ppm) y Ni (≤ 10 ppm) para el conjunto de rocas, excepto las muestras AB1 y QP2, tomadas de Kleiman y Japas (2009), indican un origen asociado a magmas muy diferenciados. El patrón de tierras raras obtenido a través del diagrama normalizado a condritos (Taylor y McLennan 1985) (Fig. 6), muestra un leve empobrecimiento en La, Ce, Pr y Nd (LREE) de las rocas del distrito respecto a las muestras de Kleiman y Japas (2009). Asimismo, se distingue en las rocas del Grupo El Portillo un ligero enriquecimiento en las HREE. Si bien todas las muestras presentan una anomalía negativa en Eu, esta es especialmente pronunciada para las rocas del área de estudio. Esta anomalía es interpretada como debida a la remoción de feldespato del fundido (Rollinson 1993). Datos petroquímicos del magmatismo del Grupo Choyoi para el bloque de San Rafael (Kleiman 1993, Kleiman y Japas 2009) indican una acidificación progresiva desde la sección inferior (andesitas, dacitas y riolitas) a la superior (riolitas) del Grupo Choyoi. Este fenómeno es interpretado como la transición entre típicas rocas de arco volcánico asociado a la evolución de un margen activo con subducción subhorizontal para el Carbonífero superior-Pérmico, a rocas propias de un régimen extensional anorogénico (Kleiman 1993, Llambías *et al.* 1993, Kleiman y Japas 2009). Los datos petrográficos y geoquímicos aportados en esta contribución, para las volcanitas-piroclastitas riolíticas del proyecto minero Don Sixto, son novedosos

ya que demuestran la presencia de magmas más evolucionados que los conocidos hasta el momento para el magmatismo del Grupo Choiyoi. Asimismo, las fuertes anomalías negativas de Eu, Ba, Sr, Ti y débil anomalía de Nb, son más pronunciadas que las observadas para otras rocas de la sección superior del magmatismo Choiyoi en el ámbito del bloque de San Rafael (Kleiman y Japas 2009).

CONCLUSIONES

Las rocas presentes en el proyecto minero Don Sixto son en su mayoría rocas gondwánicas volcánicas y piroclásticas correspondientes a la Formación Choique Mahuida y Grupo El Portillo, representantes de la sección superior del Grupo Choiyoi para la localidad de Agua Escondida, en el bloque de San Rafael.

La Formación Choique Mahuida, formada por depósitos lenticulares piroclásticos, ignimbritas levemente soldadas a no soldadas y fuertemente soldadas, y riolitas, corresponden a rocas de composición homogénea riolítica, que yacen en superficie y en profundidad, intercaladas formando mantos y lentes subtabulares. El contacto entre estas unidades es en general poco evidente y sin desarrollo de estratificación. Son rocas de textura porfídica asociadas a pastas de texturas microesferulíticas, esferulíticas y micropoiquilíticas. Las mismas poseen además, signos de fragmentación magmática tales como: pómez, trizas vítreas, inclusiones fundidas y engolfamientos con fracturas radiales asociadas en cuarzo y numerosos cristales fragmentales.

Los diques porfídicos del Grupo El Portillo son rocas de composición riolítica y textura glomeroporfídica a porfídica, emplazados principalmente en zonas de fallas regionales de rumbo noroeste-sureste, activas durante el Pérmico-Triásico y comparten con las rocas de la Formación Choique Mahuida, signos de sobreenfriamiento y emplazamiento subsuperficial. El origen de las rocas gondwánicas presentes en el proyecto minero Don Sixto está estrechamente asociado al magmatismo

y tectonismo distensivo de relajación postorogénica, vinculado a la evolución de fallas regionales de rumbo noroeste-sureste, reactivadas como fallas distensivas y trastensivas durante el Pérmico-Triásico y mayor parte del Triásico, para el área del bloque de San Rafael (Llambías *et al.*, 1993, Kleiman 1993, Kleiman y Japas 2009). El análisis de los datos geoquímicos obtenidos para las riolitas representantes de la Formación Choique Mahuida y Grupo El Portillo revela que los magmas asociados a la génesis de estas rocas son de tipo evolucionado, más diferenciados aún que los asociados a rocas equivalentes fuera del área de estudio en el ámbito del bloque de San Rafael.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a *Exeter Resources Corporation*, especialmente las valiosas contribuciones del Dr. Gustavo Delendatti y del Sr. Luis Ravalle, por haber facilitado las tareas de campo y la obtención de muestras y mapas base del proyecto minero Don Sixto. Asimismo se agradece a la empresa por permitir la publicación de los resultados obtenidos en este estudio. Los proyectos PIP 5907 y PIP 100857 de CONICET contribuyeron con los medios materiales para concretar el estudio. Asimismo, se agradecen los valiosos aportes y sugerencias de las Dras. Nora Rubinstein y Marta Godeas que arbitraron esta contribución. La información aportada por este trabajo forma parte de la tesis doctoral de ACML.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Allen, S.R., y McPhie, J. 2003. Phenocryst fragments in rhyolitic lavas and lava domes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 126: 263-283.

Carpio, F., Mallimaci, H., Rubinstein, N., Salvareddi, J., Sepúlveda, E., Centeno, R., Rosas, M. y Vargas, D. 2001. Metalogena del Bloque de San Rafael, Mendoza. *Servicio Geológico Minero Argentino, Serie Contribuciones Técnicas, Recursos Minerales* 20: 1-109, Buenos Aires.

Delendatti, G. L. 2005. *La Cabeza: Un Depósito*

Epitermal Aurífero de Baja Sulfuración en el Bloque de San Rafael, Mendoza, Argentina. 8° Congreso Argentino de Geología Económica, Actas 1: 199-206, Buenos Aires.

Delendatti, G.L. y Williams, M.T. 2007. Don Sixto Project, Solid Geology 1225m RL. Internal Report Exeter Resource Corporation (inédito), 1p, Mendoza, Argentina.

Dessanti, R.N. 1956. Descripción geológica de la Hoja 27c, Cerro Diamante, provincia de Mendoza. *Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín* 85, 79 p., Buenos Aires.

Godeas, M. y Rubinstein, N. 2004. Buddingtonita en el depósito epitermal El Pantanito, Mendoza. 7° Congreso de Mineralogía y Metalogena, Actas 1: 61-62, Río Cuarto.

González Díaz, E.F. 1964. Rasgos geológicos y evolución geomorfológica de la Hoja 27d, San Rafael y zona occidental vecina (Provincia de Mendoza). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 19(3): 1515-188.

González Díaz, E.F. 1972a. Descripción Geológica de la Hoja 30d, Payún Matrú, provincia de Mendoza. *Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín* 130: 1-88, Buenos Aires.

González Díaz, E.F. 1972b. Descripción Geológica de la Hoja 27d, San Rafael, provincia de Mendoza. *Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín* 132, 127p., Buenos Aires.

González Díaz, E.F., y García, H.H. 1966. El hallazgo del Neopaleozoico plantífero en el área de Agua Escondida (SE de Mendoza NO de La Pampa). 3° Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 1: 341-354, Buenos Aires.

Irving, T.N. y Baragar, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Science* 8(5): 523-548.

Japas, M.S. y Kleiman, L.E. 2004. El Ciclo Choiyoi en el Bloque de San Rafael: de la orogénesis tardía a la relajación mecánica. *Asociación Geológica Argentina, Serie D: Publicación Especial* 7:89-100.

Kleiman, L.E. 1993. El volcanismo Permo-Triásico y Triásico del Bloque de San Rafael (provincia de Mendoza): su potencial uranífero. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 5: 284-293, Mendoza.

Kleiman, L.E., y Japas, M.S. 2009. The Choiyoi volcanic province at 34°S-36°S (San Rafael, Mendoza, Argentina): Implications for the

- Late Paleozoic evolution of the southwestern margin of Gondwana. *Tectonophysics* (473) 473: 283-299.
- Kretz, R. 1983. Symbols for rock-forming minerals. *American Mineralogist* (68): 277-279.
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A. R., y Zanettin, B. 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell, 193 p., Oxford.
- Linares, E. 1979. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina, años 1975-1976 y 1977-1978. *Asociación Geológica Argentina, Serie B: Publicación Especial* 6, 32 p., Buenos Aires.
- Linares, E., Llambías, E.J. y Latorre, C.O. 1978. Geología y Geocronología de las rocas eruptivas de la provincia de La Pampa, República Argentina. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 795-808, Buenos Aires.
- Llambías, E.J. 1999. El magmatismo gondwánico durante el Paleozoico superior-Triásico. En Caminos, R. (ed.) *Las rocas ígneas gondwánicas*. Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29(14): 349-376, Buenos Aires.
- Llambías, E.J., Kleiman, L.E. y Salvarredi, J.A. 1993. El magmatismo Gondwánico. En Ramos, V.A. (ed) *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio 1(6): 53-64, Mendoza.
- Llambías, E.J., Quenardelle, S. y Montenegro, T. 2003. The Choiyoi Group from central Argentina: a subalkaline transitional to alkaline association in the craton adjacent to the active margin of the Gondwana continent. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 243-257.
- McPhie, J., Doyle, M. y Allen, R. 1993. *Volcanic Textures: A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks*. Centre for Ore Deposit and Exploration Studies. University of Tasmania, 196 p., Tasmania.
- Narciso, V., Zanettini, J. C., Santamaría, G. y Mallimacci, H.S. 2007. Hoja Geológica 3769-II, Agua Escondida, Provincias de Mendoza y La Pampa. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Segunda edición revisada, Boletín 300, 54 p., Buenos Aires.
- Núñez, E. 1979. Descripción geológica de la Hoja 28d, Estación Soitucé, provincia de Mendoza, Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 166, 67 p., Buenos Aires.
- Pearce, J.A. 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. En Hawkesworth C.J. y Norry M.J. (eds.) *Continental basalts and mantle xenoliths*, Shiva Publications Limited, 230-249, Cheshire.
- Pearce, J.A., Harris, N.B. W. y Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology* 25: 956-983.
- Ramos, V. 1999a. Ciclos orogénicos y evolución tectónica. En Zappettini E.O. (ed) *Recursos Minerales de la República Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 29-49, Buenos Aires.
- Ramos, V. 1999b. Las Provincias Geológicas del territorio Argentino. En Caminos, R. (ed) *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino Anales 29(3): 41-96, Buenos Aires.
- Rollinson, H.R., 1993. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Longman Scientific & Technical, 352p., London.
- Rubinstein, N. y Gargiulo, M.F. 2005. Análisis textural de cuarzo hidrotermal del depósito El Pantanito, provincia de Mendoza: Nuevos aportes sobre su génesis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60(1): 96-103, Buenos Aires.
- Rubinstein, N., Carpio F., y Mallimacci H. 2001. El depósito epitermal El Pantanito, provincia de Mendoza. *Revista del Instituto de Geología y Minería, Universidad Nacional de Jujuy* 14(1): 59-61.
- Stipanovic, P.N., Rodrigo, F.O.L., y Martínez, C.G. 1968. Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 23(2): 67-98.
- Sun, S.S., y McDonough, W.F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. En Saunders A.D. y Norry M.J. (eds.) *Magmatism in oceanic basins*. The Geological Society, Special Publication 42: 313-345, London.
- Taylor, S.R. y McLennan, S.M. 1985. *The continental crust: Its composition and evolution*. Blackwell, 312 p., Oxford.
- Verma, S.P., Torres-Alvarado, I.S. y Sotelo-Rodríguez, Z.T. 2002. SINCLAS: Standard igneous norm and volcanic rock classification system. *Computers & Geosciences* 28: 711-715.
- Winchester, J.A. y Floyd, P.A. 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology* 20: 325-343.
- Zanettini, J.C.M. 1998. Hoja Geológica 3772-II, Las Ovejas, provincia de Neuquén. Servicio Geológico Minero Argentino, 55p., Buenos Aires.

Recibido: 7 de julio, 2010

Aceptado: 23 de septiembre, 2010