

SEÑAL ISOTÓPICA DE PLOMO DEL MAGMATISMO GONDWÁNICO GENÉTICAMENTE VINCULADO A MINERALIZACIONES DE TIPO PÓRFIDO DE Cu, MENDOZA

Anabel L.R. GÓMEZ^{1*}, María Gabriela TORRES², Sofía IANNELLI³, Lucía FERNÁNDEZ PAZ³, Nora RUBINSTEIN¹, Vanesa D. LITVAK³, Friedrich LUCASSEN⁴

¹: Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IgeBA), Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos-CONICET

²: CONICET- Departamento de Geología, FCFN- Universidad Nacional de San Juan.

³: Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber (IDEAN), Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos-CONICET

⁴: MARUM- Universität Bremen, Bremen, Germany

*Autor correspondiente: anabel@gl.fcen.uba.com.ar

Abstract

Isotopic signature of lead of gondwanic magmatism genetically linked to mineralization of Cu- porphyry type, Mendoza. The Choiyoi magmatism in the province of Mendoza is characterized by widespread volcanic and pyroclastic rocks of Gondwanic age. Two different sections can be differentiated in this volcanic sequence. The lower section consisting of andesites, andesitic breccias and dacitic to low-silica rhyolitic ignimbrites has geochemical characteristics that indicate a subduction zone setting. The upper section composed of rhyolitic ignimbrites and lava flows and dacitic to rhyolitic subvolcanics has geochemical characteristics transitional between subduction and continental intraplate settings. According to stratigraphic constraints, several Cu-(Mo) porphyry deposits are genetically linked to the lower section. New lead isotopes data of the mineralized lower section volcanics were analyzed in order to generate a robust plumbotectonic model for lead sources. The resulting linear array of the data is interpreted as a mixing process between a mantle-derived component and a lower crustal component. Thus, it is possible to conclude that the ores were emplaced during Gondwanic arc evolution.

Palabras claves: Magmatismo Choiyoi - Depósitos tipo pórfiro- Isótopos de plomo

Keywords: Choiyoi magmatism- Porphyry type deposits - Lead isotopes

Introducción

El extenso magmatismo de edad gondwánica y composición intermedia a ácida que se localiza a lo largo del margen suroeste de Gondwana es conocido como “provincia Choiyoi” (Kay *et al.* 1989), “Ciclo Magmático Choiyoi” (Llambías *et al.* 1993) o simplemente como “magmatismo Choiyoi” (Llambías y Sato 2011; Sato *et al.* 2015). La extensión areal de este magmatismo incluye principalmente a las provincias geológicas de Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael y, en menor medida, afloramientos en la Precordillera, Sierras Pampeanas, Bloque de Las Matras, Bloque de Chadileuvú, Cordillera Principal, Cuenca Neuquina y el Macizo Nordpatagónico. En la provincia de Mendoza, tanto en los afloramientos de Cordillera Frontal como en los del Bloque de San Rafael, el magmatismo gondwánico está conformado por una sección inferior y una superior (Fig. 1).

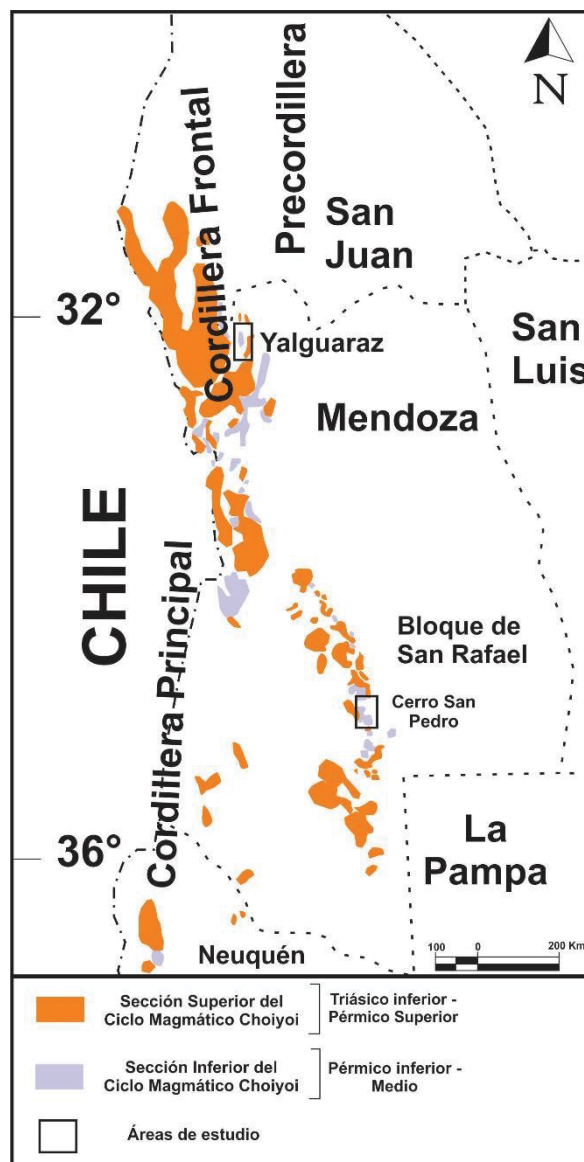


Figura 1: Distribución de los afloramientos del magmatismo Choiyoi en la provincia de Mendoza (modificado de Rocher *et al.* 2015).

La sección inferior está constituida por mantos de ignimbritas dacíticas a riolíticas, brechas andesíticas y piroclastitas, todas con características geoquímicas de ambiente de subducción (Llambías *et al.* 1993, Kleiman y Japas 2009 y referencias allí citadas). La sección superior está compuesta principalmente por ignimbritas y lavas riolíticas y rocas subvolcánicas dacíticas a riolíticas con una geoquímica transicional entre un ambiente de subducción y uno de intraplaca continental (Llambías *et al.* 1993, Kleiman y Japas 2009 y referencias allí citadas).

Sobre la base de controles estratigráficos, diversos tipos de mineralizaciones han sido genéticamente relacionados al magmatismo Choiyoi. La sección inferior hospeda sistemas de tipo pórfido de Cu-(Mo) (Delpino *et al.* 1993, Rubinstein *et al.* 2000, 2002, Gómez *et al.* 2015, Gómez y Rubinstein 2010, Torres 2017, entre otros) mientras que la sección superior aloja pórfidos de Mo (Carpio *et al.* 2001) y sistemas epitermales de baja sulfuración (Rubinstein y Gargiulo 2005 y Gargiulo *et al.* 2007).

Carpio *et al.* (2001) sugieren que los diferentes estilos de mineralización están vinculados al cambio de ambiente tectónico durante la evolución del magmatismo Choiyoi. Análisis de isótopos de Pb en áreas mineralizadas del Bloque de San Rafael arrojaron una edad calculada de 279 Ma con una composición isotópica que refleja la participación de un componente derivado del manto y uno de corteza superior (Rubinstein *et al.* 2004).

En este trabajo, se presentan nuevos datos de isótopos de Pb para rocas mineralizadas de la sección inferior del magmatismo Choiyoi con el fin de contribuir en la generación de un modelo isotópico robusto para el magmatismo gondwánico asociado genéticamente a los depósitos de tipo pórfido de Cu.

Geología de los depósitos

El pórfido de Cu (Mo) San Pedro está ubicado en la parte central del Bloque de San Rafael, provincia de Mendoza (Fig. 1). Este depósito se emplaza en un cuerpo subvolcánico de composición andesítica- dacítica de $263,1 \pm 4,2$ Ma de edad (U/Pb LA-ICP-MS; Gómez *et al.* 2015) perteneciente a la sección inferior del magmatismo Choiyoi. Comprende una zona con alteración potásica penetrante y en venillas representada por feldespato potásico- (biotita)- cuarzo- magnetita. Rodeando esta zona, se observa propilitización penetrante y en venillas con una asociación de clorita- epidoto- carbonato- tremolita- sericita- (albita). La alteración fílica presenta una distribución irregular y está constituida por cuarzo- illita- pirita acompañada por venillas de cuarzo-pirita. La secuencia paragenética de la mineralización disseminada comprende magnetita- calcopirita- molibdenita- pirita y pirita calcopirita-galena-esfalerita (Gómez 2013, Gómez *et al.* 2015).

El pórfido de Cu Yalguaraz está ubicado en la Cordillera Frontal de Mendoza. Este depósito se encuentra genéticamente vinculado a un cuerpo subvolcánico de edad pérmica inferior y composición dacítica en el cual se desarrolla alteración potásica y fílica penetrante y en venillas. La alteración potásica está constituida por biotita- cuarzo- feldespato potásico - magnetita en tanto que la alteración fílica incluye sericita- cuarzo- pirita. El cuerpo subvolcánico intruye una secuencia sedimentaria devónica-carbonífera, en la cual se desarrollan brechas con cemento de turmalina (\pm sericita). La mineralización se presenta disseminada y en venillas, tanto en el cuerpo subvolcánico como en la secuencia sedimentaria, con una asociación compuesta principalmente por calcopirita- pirita- pirrotina- arsenopirita con contenidos promedio entre 0,4- 0,5% Cu (Torres 2017).

Métodos

Los estudios isotópicos de Pb en roca total fueron realizados en dos muestras de rocas de caja de los depósitos San Pedro (Bloque de San Rafael) y Yalguaraz (Cordillera Frontal) ambos hospedados en volcanitas de la sección inferior del magmatismo Choiyoi (Tabla 1). Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Geoquímica Isotópica del Centro de Ciencias Ambientales Marinas (MARUM) en la Universidad de Bremen (Alemania) siguiendo el procedimiento detallado por Deniel y Pin (2001). Las relaciones isotópicas se midieron a través de espectrometría de masas de ionización térmica (TIMS) en un equipo Triton plus (Thermo Scientific) y se corrigieron al estándar NIST 981. El error de 2σ estimado en las relaciones medidas (incluida la corrección) es del 0,1%.

| Muestra | Depósito | Provincia Geológica | $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ | Error estándar (%) | $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ | Error estándar (%) | $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ | Error estándar (%) |
|---------|-----------|----------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|
| CSP013 | San Pedro | Bloque de San Rafael | 18,29 | 0,01 | 15,57 | 0,01 | 38,13 | 0,01 |
| M15 | Yalguaraz | Cordillera Frontal | 18,30 | 0,01 | 15,54 | 0,01 | 38,14 | 0,01 |

Tabla 1: Análisis isotópicos de las rocas de la sección inferior del magmatismo Choiyoi.

Resultados y discusión

Los resultados se compararon con los datos isotópicos de plomo en galena y rocas mineralizadas de la sección superior del magmatismo Choiyoi obtenidos por Rubinstein *et*

al. (2004). La composición de los isótopos de Pb es similar para las muestras analizadas y ligeramente menor en la relación $^{208}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$ con respecto a las rocas previamente estudiadas del Bloque de San Rafael lo cual podría señalar la participación de una fuente más antigua para este metal. Sin embargo, en el diagrama torogénico (Fig. 2) todas las muestras pueden considerarse un único grupo ya que se disponen en un arreglo lineal entre la curva de evolución del manto y la curva del orógeno, lo cual indicaría un proceso de mezcla entre una componente derivada del manto y una componente cortical.

Por otra parte, en la figura 3 el arreglo lineal queda incluido en el campo de la corteza inferior mostrando una tendencia hacia el campo de los arcos maduros primitivos lo cual confirmaría que los depósitos se emplazaron durante la evolución del arco gondwánico.

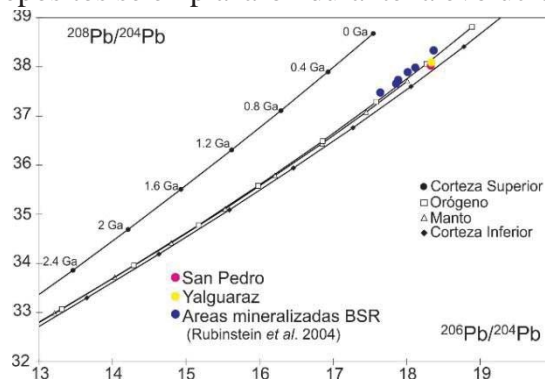


Figura 2: Diagrama torogénico que muestra las curvas plumbotectónicas según el modelo de Zartman y Doe (1981). La distancia entre los puntos es de 0,4 Ga.

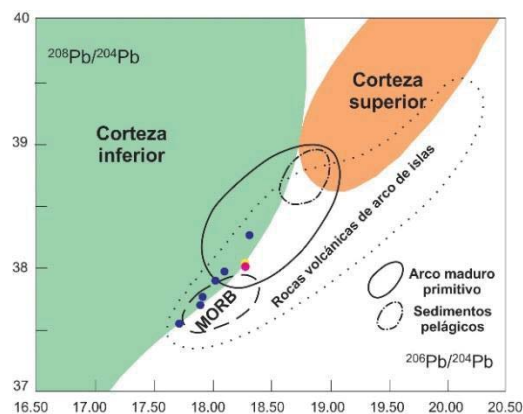


Figura 3: Diagrama de correlación que define los campos de corteza inferior y corteza superior, manto, arco maduro primitivo, sedimentos y rocas volcánicas de arco de islas (Zartman y Doe 1981).

Agradecimientos

El presente trabajo financiado por los proyectos UBACYT 20020150100166BA, ANPCyT, PICT-2012-1490, UBACYT 20020130300029BA y PICT-2014-1280.

Referencias

- Carpio, F. Mallimacci, H, Rubinstein, N., Salvarredi, J., Sepúlveda, E., Centeno, R., Rosas y M., Vargas, D. 2001. Metalogenia del Bloque de San Rafael, Mendoza. Serie Contribuciones Técnicas, Recursos Minerales, N°20. Servicio Geológico Minero Argentino 109 p., Buenos Aires.
- Delpino, D., Pezzutti, N., Godeas, M., Donnari, E., Carullo, M. y Núñez, E. 1993. Un cobre porfírico paleozoico superior en el centro volcánico San Pedro, distrito minero El Nevado, Provincia de Mendoza. Comptes Rendus 12° ICC-P, 1: 477-490. Buenos Aires

- Deniel, C. y Pin, C. 2001. Single-stage method for the simultaneous isolation of lead and strontium from silicate samples for isotopic measurements. *Analytica Chimica Acta* 426: 95-103.
- Gargiulo, M., Rubinstein, N., Carpio, F. y Salvarredi, J. 2007. Caracterización de la zona de alteración Central II, Bloque San Rafael, provincia de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62: 387-395.
- Gómez, A. 2013. Caracterización metalogenética del distrito minero San Pedro y su vinculación con el magmatismo gondwánico, Bloque de San Rafael, Mendoza. Universidad de Buenos Aires, pp. 327p, Tesis Doctoral.
- Gómez, A. y Rubinstein, N. 2010. Caracterización genética del distrito minero El Infiernillo, Bloque de San Rafael, provincia de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 67: 231 – 238.
- Gómez A., Rubinstein N. y Valencia V. 2015. Gondwanan magmatism with adakite-like signature linked to Cu (Mo)-porphyry deposits from the San Rafael Massif, Mendoza province, Argentina. *Chemie der Erde* 75: 89-104.
- Kay, S.M., Ramos, V.A., Mpodozis, C. y Sruoga, P. 1989. Late Paleozoic to Jurassic silicic magmatism at the Gondwana margin: analogy to middle Proterozoic in North America? *Geology* 17: 324-328. Boulder.
- Kleiman, L.E. y Japas, M.S. 2009. The Choiyoi volcanic province at 34°-36°S (San Rafael, Mendoza, Argentina): implications for the late Paleozoic evolution of the southwestern margin of Gondwana: *Tectonophysics* 473: 283-299.
- Llambías, E.J. y Sato, A.M. 2011. Ciclo Gondwánico: la provincia magmática Choiyoi en Neuquén. En: *Relatorio XVIII Congreso Geológico Argentino*, pp. 53e62.
- Llambías, E.J., Kleiman, L.E. y Salvarredi, J. 1993. El magmatismo Gondwánico. En: Ramos, V.A. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*, Relatorio 12 Congreso Geológico Argentino y 2 Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Mendoza, pp. 53-64.
- Sato, A.M., Llambías, E.J., Basei, M.A.S. y Castro, C.A. 2015. Three stages in the Late Paleozoic to Triassic magmatism of southwestern Gondwana, and the relationships with the volcanogenic events in coeval basins. *Journal of South American Earth Sciences* 63: 48-69.
- Rocher, S., Vallecillo, G., Castro de Machuca, B. y Pablo Alasino, P. 2015. El Grupo Choiyoi (Pérmico temprano-medio) en la Cordillera Frontal de Calingasta, San Juan, Argentina: volcanismo de arco asociado a extensión. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 32: 415-432.
- Rubinstein, N., Carpio, F. y Mallimacci, H. 2000. La zona de alteración La Chilca, provincia de Mendoza. 5° Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 454-456, La Plata.
- Rubinstein, N., Carpio, F. y Mallimacci, H. 2002. La zona de alteración del cerro Tres Hermanos, Mendoza, Argentina. 6° Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 419-420, Buenos Aires.
- 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: 96-103.
- Rubinstein, N., Osters, H., Mallimacci, H. y Carpio, F. 2004. Lead isotopes from gondwanic ore polymetallic vein deposits, San Rafael Massif, Argentina. *Journal of South American Earth Science* 16: 595-602.
- Torres, M. G. 2017. Alteración y Mineralización asociada al Pórfido de Yalguaraz, Provincia de Mendoza, Argentina. I Congreso Binacional de Investigación Científica (Argentina – Chile). V Encuentro de Jóvenes Investigadores.
- Zartman, R.E. y Doe, B.R. 1981. Plumbotectonics - The model. *Tectonophysics* 75: 135-162.