

# EDAD Y GEOQUÍMICA DEL LAMPRÓFIRO EL PUESTO, LAS AGUADAS, SAN LUIS

Teresita MONTENEGRO<sup>1</sup>, Ariel ORTIZ SUÁREZ<sup>2</sup> y Amancay MARTINEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires - Conicet. Email: mon@gl.fcen.uba.ar

<sup>2</sup> Universidad Nacional de San Luis. Emails: aortiz@unsl.edu.ar; amancaymartinez@gmail.com

## RESUMEN

El lamprófiro de El Puesto, sierra de San Luis, es una roca de tipo calcoalcalino, clasificada como *minette*. Constituye un dique que ha intruido a las rocas del Complejo Metamórfico Las Aguadas y al plutón tonalítico Rodeo Viejo. La textura es porfírica con fenocristales de flogopita y apatita, y escasos de anfíbol y rutilo. La mesostasis está constituida por feldespato potásico, apatita, rutilo, hematita, carbonatos, esfena, cuarzo y clinopiroxeno alterado. Geoquímicamente, está caracterizado por altos porcentajes de SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, tierras raras livianas, Ba, Sr, Zr y Hf y presenta anomalía negativa de Nb. Contenidos de Si, K, Ba y tierras raras livianas superiores a los promedios de lamprófiros calcoalcalinos, serían producidos por un mayor grado de contaminación cortical. La edad K-Ar en fenocristales de flogopita es 408 ± 6 Ma por lo que el lamprófiro estaría relacionado a las etapas finales del magmatismo famatiniano de las Sierras Pampeanas.

Palabras clave: *Minette, Lamprófiro calcoalcalino, Plutonismo post-orogénico, Ciclo tardío famatiniano, Sierra de San Luis.*

**ABSTRACT:** *Age and geochemistry of El Puesto lamprophyre, Las Aguadas, San Luis.* The lamprophyre from El Puesto, sierra de San Luis, is a minette, calc-alkaline rock-type. It is a dyke that intrudes metamorphic rocks from Complejo Metamórfico Las Aguadas and igneous rocks from Rodeo Viejo tonalitic pluton. Its texture is porphyritic with phlogopite and apatite, and minor proportions of amphibole and rutile. K-feldspar, apatite, rutile, hematite, carbonates, sphene, quartz and altered clinopyroxene form the groundmass. High SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, light rare earths, Ba, Sr, Zr and Hf contents are the geochemical characteristics, and negative Nb anomaly is present. Enrichment in Si, K, Ba and light rare earths contents, higher than calc-alkaline lamprophyres, could be caused by a major degree of crustal contamination. A K-Ar age on phlogopite phenocrysts yield 408 ± 6 Ma, relating the lamprophyre intrusion with the latest famatinian magmatism cycle of Sierras Pampeanas.

Keywords: *Minette, Calc-alkaline lamprophyre, Post-orogenic plutonism, Late Famatinian cycle, Sierra de San Luis.*

## INTRODUCCIÓN

En la sierra de San Luis hay diques de lamprófiros en diversas localidades. Estas litologías han sido estudiadas en el área de Las Aguadas por Ortiz Suárez (1983, 1996); al sur de Quines, en el área del Granito El Hornito (Ortiz Suárez *et al.* 2009); en Santo Domingo por Sparisci y Brodtkorb (1998); al NE del batolito de Renca (López de Luchi 1998, Orozco y Ortiz Suárez 2005) y en las minas de wolframio Los Avestruces y La Aspereza (Etcheverry 1991). Orozco (2004) y Orozco y Ortiz Suárez (2005) han estudiado en detalle todos los cuerpos de la sierra de San Luis.

La composición varía entre *minettes*, kersantitas y spessartitas. Están emplazados en rocas metamórficas y/o intrusivas. Las dimensiones y la orientación de los diques son variables y están asociados a fracturas

de componente dextral o sinistral (Orozco y Ortiz Suárez 2005).

Sparisci y Brodtkorb (1998) y López de Luchi (1998) presentaron los resultados de los análisis químicos de los cuerpos de Santo Domingo y del NE del batolito de Renca (La Cordialidad y Yucín), respectivamente.

Con respecto a la génesis, estos cuerpos han sido relacionados con los granitoides postorogénicos (Ortiz Suárez *et al.* 1992, López de Luchi, 1998, Sato *et al.* 2003) de la sierra de San Luis. Su edad, sin embargo, no ha sido aún corroborada con dataciones.

En este trabajo se presentan los resultados de los análisis químicos y una datación K-Ar del cuerpo El Puesto, cercano a la localidad de Las Aguadas, departamento San Martín.

## METODOLOGÍA

Se realizó una datación K-Ar sobre cristales de flogopita, en los laboratorios de Geocronología del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. La muestra corresponde al sector central del dique y no contiene xenolitos identificables.

Los análisis químicos se efectuaron sobre roca total de la facies de borde, en Activation Laboratories, Canadá, con utilización del método ICP (*inductively coupled plasma optical emissions spectrometry*) para roca total e ICP-MS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*) para los elementos traza.

## GEOLOGÍA REGIONAL

La sierra de San Luis está compuesta por un basamento integrado por rocas metamórficas e ígneas. Los miembros metamór-

ficos consisten en filitas, micaesquistos y paragneises, correspondientes a dos fases de deformación cuyas edades han sido asignadas al Precámbrico superior, ciclo Pampeano, y al Ordovícico, ciclo Famatiniano (Sato *et al.* 2003 y citas allí presentadas). Asociado a este último, se presentan intrusiones pre, sin y post-tectónicas con respecto a la fase principal de la orogenia (Ortiz Suárez *et al.* 1992, Llambías *et al.* 1998). El magmatismo post-orogénico origina cuerpos que según su composición se clasifican como monzogranitos, granodioritas y tonalitas, y con menor representatividad, sienitas y monzonitas. Las edades varían entre 417 y 320 Ma (varios autores, detalle en Sato *et al.* 2003, Siegesmund *et al.* 2004).

## GEOLOGIA LOCAL - LAMPRÓFIRO EL PUESTO

El lamprófiro El Puesto, fue estudiado por Ortiz Suárez (1983, 1996), Orozco (2004) y por Orozco y Ortiz Suárez (2005). El área se ubica en la porción nordeste de la sierra de San Luis (Fig. 1).

Es un dique de unos 3.000 m de afloramiento discontinuo, y de 1 a 8 m de potencia, con orientación E-O. La roca es melanocrática, de color castaño morado y muy tenaz (Fig. 2).

La roca de caja son: a) los esquistos cuarzo-biotíticos del Complejo Metamórfico Las Aguadas (Ortiz Suárez, 1988), que según Sato *et al.* (2003) estaría incluido en el complejo metamórfico Conlara, y cuya foliación local es N a NNE (Ortiz Suárez 1988); y b) el plutón tonalítico de Rodeo Viejo, preorogénico, de edad K-Ar en anfíbol y biotita de  $466 \pm 23$  Ma y  $452 \pm 23$  Ma, respectivamente (Ortiz Suárez, 1996, Ortiz Suárez y Ulacco 1999). El contacto con las mismas es neto. Fragmentos de rocas metamórficas e intrusivas de la caja han sido incorporados por el dique y, a su vez, ha sido atravesado por un dique pegmatítico subvertical con azimut  $210^\circ$ . Presenta un borde enfriado de 50 cm y un centro de 2 m, los cuales se distinguen por una variación en la textura (Fig. 2) (Orozco y Ortiz Suárez 2005). El dique está corta-

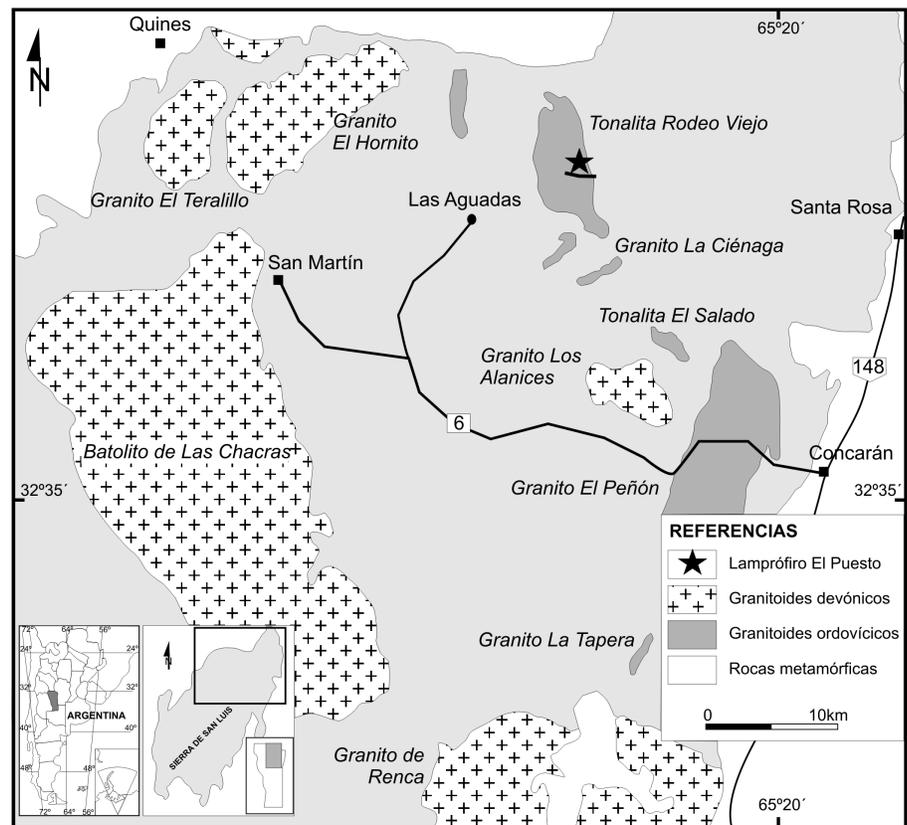


Figura 1: Esquema geológico de la zona norte de la sierra de San Luis con la ubicación de los principales granitoides y el lamprófiro El Puesto.



Figura 2: Aspecto del cuerpo de lamprófiro. Se indica el cambio de facies de borde, de grano más fino (parte superior de la fotografía) a facies interna, de grano más grueso (parte inferior de la fotografía).

do por fallas de rumbo  $N 70^\circ/66^\circ$  NO. La facies del borde es de grano fino con textura porfírica con ligera orientación de los fenocristales. Esta fracción está constituida por flogopita y apatita, y en menor proporción rutilo y anfíbol. La mica es de color anaranjada, con zonalidad en la composición y con las secciones prismáticas

con terminación en almena. La mesostasis es hipidiomorfa y está compuesta por feldespatos, cuarzo, apatita, rutilo, hematita, carbonatos, titanita, y clinopiroxeno alterado a cloritas y escasa biotita (Fig. 3). La facies del centro tiene grano más grueso, con individuos de biotita de hasta 0,5 cm. Cristales de flogopita, feldespato po-

tásico, plagioclasa, rutilo, anfíboles, apatita, cuarzo, carbonatos, titanita y clinopiroxeno alterado a cloritas y a carbonato componen la mesostasis de grano grueso (Fig. 4). El cuarzo (15% de abundancia en la mesostasis) rellena intersticios entre los feldespatos y está asociado a prismas de clinopiroxenos. Los feldespatos presentan morfologías compatibles con sanidina, ortosa y con adularia. Ocasionalmente los individuos prismáticos exhiben macla en arpillera. Según la clasificación de Le Maitre (2002) son lamprófiro calcoalcalinos variedad *minettes*.

## RESULTADOS

Químicamente este cuerpo corresponde al grupo de lamprófiro con alta sílice (Cuadro 1). Es notable también el enriquecimiento en  $K_2O$  ( $K_2O/Na_2O = 8,3$ ).

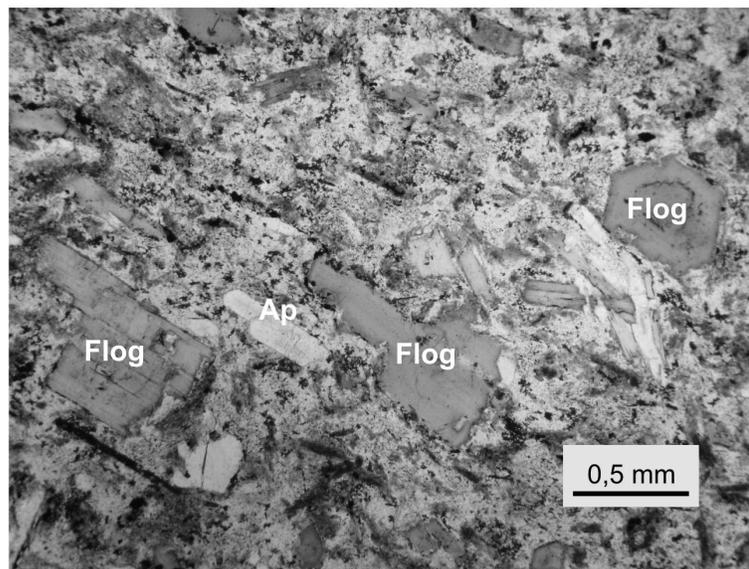
El diagrama de distribución de tierras raras coincide con el de lamprófiro calcoalcalinos de Rock *et al.* (1991). El contenido en tierras raras livianas es elevado, la relación  $La/Yb$  es 106,9 y no presenta anomalía negativa en Eu (Cuadro 1 y Fig. 5).

La anomalía negativa de Nb es característica del grupo de lamprófiro calcoalcalinos (Rock 1987). También lo son, los altos tenores de Ba (8851 ppm), Sr (3393 ppm), Zr (1360) y Hf (32,3). La distribución de multielementos según diagrama de Pearce (1983) sigue el mismo patrón que los lamprófiro calcoalcalinos presentados en Rock (1987) (Cuadro 1 y Fig. 6).

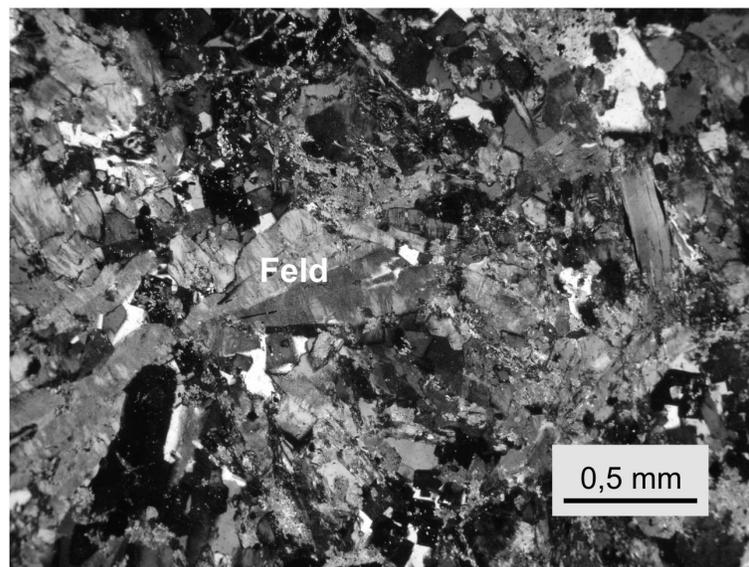
Las normas CIPW (Cuadro 2) indican cuarzo por exceso de  $SiO_2$ ; acmita y *ns* normativa son la manifestación del elevado contenido en Na. Ortoclasa normativa concuerda con marcado carácter potásico de la roca, diópsido e hipersteno normativos indican contenidos elevados en Ca y en Mg y Fe, respectivamente; y el alto porcentaje de  $P_2O_5$  queda puesto de manifiesto en apatita normativa.

Con respecto a otros lamprófiro de la sierra de San Luis, la roca de El Puesto presenta un mayor contenido en  $SiO_2$ ,  $K_2O$  y  $P_2O_5$ , y menor en MgO y  $Fe_2O_{3(T)}$ , así como un valor significativamente mayor en la relación  $La/Yb$  (Cuadro 1).

La datación K-Ar sobre biotita del lampró-



**Figura 3:** Textura porfírica con fenocristales de biotita (biot), variedad flogopita, con zonalidad en sección basal, y de apatita. Los fenocristales están ligeramente orientados en mesostasis de grano fino (luz paralela).



**Figura 4:** Facies interna, con mesostasis más gruesa. Cristal de flogopita a la derecha y cristales de feldespato potásico maclado (Feld) (nicoses cruzados).

firo ( $32^{\circ}20'31''S$  y  $65^{\circ}28'16''O$ ) dio como resultado una edad de  $408 \pm 6$  Ma (Cuadro 3).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los lamprófiro calcoalcalinos tienen alta sílice (hasta 52 %  $SiO_2$ ) y alto K (2-5 %

$K_2O$ ); son ricos en Sr, Rb, Ba, Th, Zr, tierras raras livianas y volátiles (Rock 1991), todas características inherentes a su origen, el cual tendría dos fuentes, por un lado un componente lamprófirico del manto y por otro lado un componente de corteza continental (Vaughan 1996). Otros autores proponen, además, que el componente lamprófirico proviene de un manto

**CUADRO 1:** Contenidos de óxidos mayoritarios, elementos de las tierras raras y elementos minoritarios del lamprófiro El Puesto.

	El Puesto (1)	Santo Domingo (2)	NE Batolito Renca (3)	Cerrito Blanco (4)
SiO <sub>2</sub>	56,05	48,87	47,9 - 56,8	51,71
TiO <sub>2</sub>	1,84	1,52		1,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,29	10,56		14,99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3(T)</sub>	4,45	9,92		8,24
MnO	0,06	0,14		0,21
MgO	3,69	10,73	8,5	8,58
CaO	5,35	6,20		7,23
Na <sub>2</sub> O	1,15	1,45		1,93
K <sub>2</sub> O	9,43	6,43	6,5	3,31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,89	1,99		0,49
LOI	4,31	--		1,83
Total	98,51			99,63
La	185	80,21		87,8
Ce	360	96,53		203
Pr	43,1	7,93		21,7
Nd	138	23,17		74,5
Sm	25,1	11,52		11,8
Eu	6,65	4,53		3,53
Gd	15,8	4,53		9,07
Tb	1,67	--		1,15
Dy	6,91	4,22		5,49
Ho	1,03	--		0,99
Er	2,45	2,85		2,78
Tm	0,301	--		0,398
Yb	1,73	3,49		2,54
Lu	0,236	--		0,361
La/Yb	106,9	22,98	28 - 45	34,56
Sc	11	20,40	15 - 20	18
V	81	192		177
Cr	180	708	300 - 360	370
Co	18	13		32
Ni	120	209	200 - 250	200
Zn	180	140		250
Ga	25	13,10		21
Rb	173	230	400 - 700	410
Sr	3393	270,57		1077
Y	30,6	38,50		29,5
Zr	1360	404	260 - 300	367
Nb	58,6	15,50		12,6
Ba	8851	3809	1500 - 1800	1063
Hf	32,3	20		9,9
Ta	2,84	3,85		0,83
W	2,6	--		114
Pb	80	138		21
Th	37,8	16,40	15 - 26	19,1
U	9,7	0,80		3,16

(1) 32°20'31"S /65°28'16"O. Se compara con otros lamprófiros de la Sierra de San Luis: (2) Sparisci y Brodtkorb (1998) (3) López de Luchi (1998) (4) Montenegro *et al.* (2009); 32°29'29"S/65°40'23"O.

metasomatizado, propio de zonas de subducción (Esperança y Holloway 1987, Guo *et al.* 2004, López de Luchi *et al.* 2004). Prelevic *et al.* (2004) han propuesto que las

rocas clasificadas como *minettes* son híbridos de fusiones lamprófitas con magmas félsicos y amplían su modelo a todos los lamprófiros calcoalcalinos, espacial y

**CUADRO 2:** Contenidos normativos (CIPW) del lamprófiro El Puesto.

Minerales normativos	Norma
Cuarzo	8,03
Plagioclasa	0,47
Ortoclasa	59,33
Diópsido	11,96
Hipersteno	6,45
Acmita	4,11
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	1,21
Ilmenita	3,74
Apatita	4,68
Total	99,98

temporalmente relacionados a plutonismo granítico, debido a la alta reactividad de las fusiones lamprófitas con la corteza continental, aun cuando en el área no afloran rocas lamprófitas.

De acuerdo con la mineralogía, las rocas de El Puesto corresponden a *minette* y la composición química se encuadra en los valores presentados para lamprófiros calcoalcalinos (Rock 1987, 1991). Además, las relaciones TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vs CaO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sugieren un magma tipo M7 (CAL) (Rock *et al.* 1991), el cual, en general, se considera con una fuerte contribución cortical.

Valores de sílice y potasio ligeramente superiores al promedio de datos se explican por un mayor grado de contaminación del magma básico con material cortical, proceso que también incrementaría los contenidos en Ba y tierras raras livianas, con respecto a los tenores promedio. En efecto, la asociación de cuarzo y prismas de clinopiroxeno en la mesostasis ha sido interpretada como xenocristales que por reacción con un magma más básico originó piroxeno (Meyer *et al.* 1994).

Por otra parte, la variabilidad en el estado estructural de los feldespatos puesta de manifiesto por las morfologías de cristales compatibles con sanidina, ortosa, y adularia, y la aparición de macla compleja, sería causada por la presencia de fluidos, probablemente durante un proceso metasomático. En otros casos, la presencia de ortosa y microclino se ha interpretado como producto de hidrotermalismo (Nemec 1978).

Con respecto a la edad, en trabajos previos (Orozco y Ortiz Suárez 2005), se infirió,

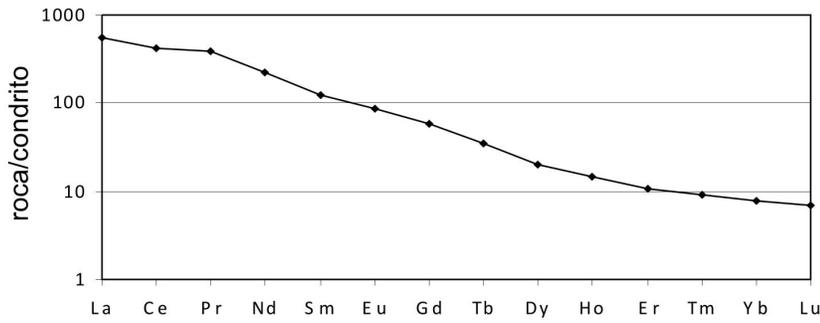


Figura 5: Distribución de tierras raras normalizado a condritos de Nakamura (1974).

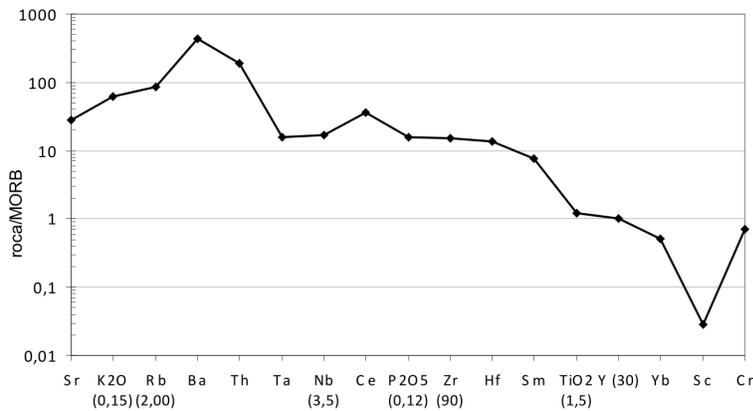


Figura 6: Diagrama de discriminación de Pearce (1983) normalizado a MORB.

CUADRO 3: Datos K-Ar, datación en flogopita.

Material	% K	Ar. Rad.nl/g	% Ar. Atmosférico	Edad Ma	Error 2 sigma
Biotita	8,056	144,802	3	412	± 9
Biotita	8,056	141,794	7	404	± 9
Media ponderada				408	± 6

para este cuerpo, una edad devónica-carbonífera sobre la base de evidencias geológicas. El magmatismo más tardío de la sierra de San Luis está representado por la intrusión de importantes plutones y batolitos, cuyas edades están comprendidas entre el Silúrico Tardío y el Carbonífero Temprano (Sato *et al.* 2003). Para el batolito de Las Chacras se ha propuesto que la intrusión tuvo lugar entre el límite Silúrico-Devónico y el Carbonífero Inferior, sobre la base de dataciones radimétricas obtenidas por el método Rb-Sr (Brogioni 1993), o valores cercanos a los 380 Ma, U-Pb en circón y esfena (Siegesmund *et al.* 2004). Consecuentemente, la edad obtenida en el lamprófiro El Puesto ubicaría a este cuer-

po en una etapa temprana del magmatismo granítico final presente en la sierra de San Luis y que se ha asignado a un ciclo tardío a postorogénico famatiniano (Sato *et al.* 2003) o a un ciclo posterior denominado Achaliano (Sims *et al.* 1998). Si bien los lamprófiros asociados a granitoides calcoalcalinos, generalmente aparecen inmediatamente o posteriormente a los plutones, en algunos casos, pueden aparecer en etapas más tempranas (Rock *et al.* 1991). La existencia de sienitas y monzonitas, con baja relación inicial <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr, como enclaves en los plutones del batolito de Las Chacras (Brogioni 1993), se han interpretado como representantes, con distinto grado de contaminación, de un

magma básico infracortical que interactuó con magmas más ácidos (Brogioni 1991). En el mismo sentido, López de Luchi (1998) considera que los lamprófiros serían equivalentes a diques y enclaves vaugneríticos del granito de Renca, resultantes de una mezcla de magmas corticales y mantélicos ocurrida al final de la orogénesis famatiniana.

La edad obtenida, así como las características geoquímicas y petrográficas del lamprófiro El Puesto, consolidan la idea de existencia de fundidos básicos con afinidades alcalinas en el comienzo, que han interactuado con magmas de diferente composición e incorporado material cortical, en la generación del ampliamente distribuido y voluminoso plutonismo final en la evolución del basamento de la sierra de San Luis.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a la Dra. Milka K. de Brodtkorb. Las correcciones de la Dra. Alina Tibaldi han contribuido a mejorar el manuscrito. Estas investigaciones se realizaron con el subsidio PIP5556, Conicet y P 340103 de la UNSL.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Brogioni, N. 1991. Caracterización petrográfica y geoquímica del batolito de Las Chacras - Piedras Coloradas, Provincia de San Luis. Argentina. 6° Congreso Geológico Chileno, Actas: 766-770, Viña del Mar.

Brogioni, N. 1993. El batolito de Las Chacras - Piedras Coloradas, Provincia de San Luis. Geocronología Rb-Sr y ambiente geotectónico. 12° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 54-60, Mendoza.

Etcheverry, R. O. 1991. Yacimientos wolframífero Los Avestruces (San Luis). Un depósito tipo: "Filón de cuarzo con scheelita". En Brodtkorb, M. K. de (ed.), Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata, Publicación 1: 27-48.

Guo, F., Weiming, F., Wang, Y. y Zhang, M. 2004. Origin of early Cretaceous calc-alkaline lamprophyres from the Sulu orogen in eastern China: implications for enrichment processes

- beneath continental collisional belt. *Lithos* 78: 291-305.
- Le Maitre, R.W. (ed.) Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M.J., Bonin, B., Bateman, P., Bellicini, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., Lameyre, J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H. and Woolley, A.R. 2002. *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms*. Cambridge University Press, 236p., Cambridge.
- López de Luchi, M. 1998. Petrología de diques lamprófiticos del noreste de la sierra de San Luis. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 2: 344, Buenos Aires.
- López de Luchi, M., Siegesmund, S., Steenken, A. y Wemmer, K. 2004. Crustal and enriched derived melts in the Devonian magmatism of the Sierra de San Luis, Argentina. *EOS Transactions American Geophysical Union* 85 (17), Joint Assembly Supplement, abstract B43B-01.
- Llambías, E. J., Sato, A.M., Ortiz Suárez, A. y Prozzi, C. 1998. The granitoids of the Sierra de San Luis. En Pankurst, R.J. y Rapela, C.W. (eds.) *The Proto- Andean Margin of Gondwana*, Geological Society, Special Publications 142: 325-341, London.
- Meyer, H.O.A., Mitchell, R.H., y Jayaganapathy, S. 1994. Phogopite in calc-alkaline lamprophyres of Northern England. *Mineralogy and Petrology* 51: 227-237.
- Montenegro, T., Etcheverry, R., Leal, P y K. de Brodtkorb, M. 2009. Depósitos de scheelita asociados a lamprófitos/biotitas Departamento San Martín, San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 3: 447-457.
- Nakamura, N. 1974. Determination of REE, Ba, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 38: 757-775.
- Nemec, D. 1978. Obliquity of potassium feldspar in the differentiation series of minettes. *Mineralogy and Petrology* 25(1): 63-69.
- Orozco, B. 2004. Geología y Petrografía de los lamprófitos de la sierra de San Luis. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de San Luis (inédito), 87 p., San Luis.
- Orozco, B. y Ortiz Suárez, A. 2005. Los lamprófitos de la Sierra de San Luis. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 585-590, La Plata.
- Ortiz Suárez, A. 1983. Geología y petrografía de los cuerpos ígneos menores ubicados al sur y sudoeste de Bajo de Veliz, provincia de San Luis. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de San Luis (inédito), 76 p., San Luis.
- Ortiz Suárez, A. 1988. El basamento de Las Aguadas, provincia de San Luis. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología* 19(1-4): 13-24.
- Ortiz Suárez, A. 1996. Geología y petrografía de los intrusivos de Las Aguadas, Provincia de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51 (4): 321-330.
- Ortiz Suárez, A. y Ulacco, H. 1999. Edad del Complejo Intrusivo de Rodeo Viejo, provincia de San Luis. 14° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 105, Salta.
- Ortiz Suárez, A., Prozzi, C. y Llambías, E. J. 1992. Geología de la parte sur de la sierra de San Luis y granitoides asociados. *Argentina. Estudios Geológicos* 48: 269-277, Madrid.
- Ortiz Suárez, A., Grosso Cepparo, P., Gómez Figueroa, J., Erroz, M., y Montenegro, T. 2009. Geología del basamento en el extremo noroeste de la sierra de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64 (3): 481-492.
- 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*: 230-249, Shiva.
- Prelevic, D., Foley, S.F., Cvetkovic, V. y Romer, R.L. 2004. Origin of minette by mixing of lamproite and dacite magmas in Veliki Majdan, Serbia. *Journal of Petrology* 45 (4): 759-792.
- Rock, N.M.S. 1987. The nature and origin of lamprophyres: an overview. En Fitton, J.G. y Upton, B.G.J. (eds.) *Alkaline igneous rocks*. Geological Society, Special Publication 30: 191-226, London.
- Rock, N.M.S., Bowes, D.R. y Wright, A.E. 1991. *Lamprophyres*. Blackie and Son Ltd. 285 p., London.
- Sato, A. M., González, P.D. y Llambías, E. 2003. Evolución del Orógeno Famatiniano en la Sierra de San Luis: magmatismo de arco, de formación y metamorfismo de bajo a alto grado. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 58 (4): 487-504.
- Siegesmund, S., Steenken, A., López de Luchi, M. G., Wemmer, K., Hoffmann, A. y Mosch, S. 2004. The Las Chacras-Potrerrillos batholith (Pampean Ranges, Argentina): structural evidences, emplacement and timing of the intrusion. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)* 93: 23-43.
- Sims, J.P., Ireland, T.R., Camacho, A., Lyons, P., Pieters, P.E., Skirrow, R., Stuart-Smith, P.G. y Miró, R. 1998. U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the Palaeozoic tectonic evolution of the western Gondwana margin. En Pankhurst, R. y C. Rapela. (eds.) *The proto-Andean Margin of Gondwana*. Geological Society, Special Publication 142: 259-281, London.
- Sparisci, O. y Brodtkorb, M.K. de 1998. Los diques lamprófiticos de Santo domingo, provincial de San Luis, Argentina. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 2: 201-204, Buenos Aires.
- Vaughan, A.P.M. 1996. A tectonomagmatic model for the genesis and emplacement of Caledonian calc-alkaline lamprophyres. *Journal of the Geological Society* 153: 613-623, London.

Recibido: 18 de noviembre, 2009

Aceptado: 13 de agosto, 2010