

Formación Laguna Tordillo: Volcanismo dacítico eoceno en el Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz

Diego GUIDO^{1,2}, Mónica ESCAYOLA^{2,3}, Raúl de BARRIO¹, Isidoro SCHALAMUK^{1,2} y Klaus WEMMER⁴

¹Instituto de Recursos Minerales (INREMI), Calle 64 entre 119 y 120, La Plata (1900). E-mail: instituto@inremi.unlp.edu.ar

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

³Instituto Geonorte, Universidad Nacional de Salta. Av. Buenos Aires 177, Salta (4400). E-mail: escayola@unsa.edu.ar

⁴Abt. Isotopengeologie, Universitaet Goettingen. Goldschmidts tr. 3, 37077 Goettingen, Germany. E-mail: kwemmer@gwdg.de

RESUMEN. Se determinó una nueva entidad formacional para la provincia geológica Macizo del Deseado. Se trata de rocas volcánicas melanocráticas que se presentan como dos afloramientos en inmediaciones de la laguna Tordillo, en el sector oriental del macizo del Deseado. Son lavas de color negro a rojizo, de textura porfírica con fenocristales de labradoritas (An_{55-57}) inmersos en una pasta de textura hialocristalina, de tipo hialofítica. Además, poseen xenolitos de roca volcánica de textura glomeroporfírica con fenocristales de labradoritas (An_{56-59}) y enstatitas ($En_{56}-Fs_{40}-Wo_4$), con rebordes de reacción pigeoníticos ($En_{44}-Fs_{47}-Wo_9$). Los análisis de elementos mayoritarios y traza las definen como lavas dacíticas, de tipo subalcalino y con afinidad calcoalcalina. Las relaciones estratigráficas evidencian una edad post-Jurásico superior, la cual fue confirmada mediante un fechado radimétrico K/Ar en roca total (fracción vidrio), que resultó en $40,8 \pm 2,4$ Ma (Eoceno). Teniendo en cuenta el marco paleogeográfico y geotectónico paleógeno para la Patagonia, se propone que estas rocas se generaron como consecuencia de un subplacado básico de magmas, posiblemente vinculados con el Basalto Cerro del Doce o unidades paleógenas correlacionables. Sin embargo, no se descarta una vinculación entre las rocas de la Formación Laguna Tordillo y las piroclásticas de la Formación o Grupo Sarmiento.

Palabras clave: *Macizo del Deseado, Volcanismo, Paleógeno, Dacitas*

ABSTRACT. *Laguna Tordillo Formation: Eocene dacitic volcanism in the Deseado Massif, Santa Cruz province.* A new formational entity for the Deseado Massif geological province was determined. They are melanocratic volcanic rocks presented as two outcrops in the proximity of the Tordillo lagoon, in the eastern Deseado Massif. They are black to reddish lava flows, with porphyritic texture composed by labradorite (An_{55-57}) phenocrystals in a hialocrystalline, hialophitic texture matrix. They have also volcanic rock xenoliths with glomeroporphyritic texture composed by labradorite (An_{56-59}) and enstatite ($En_{56}-Fs_{40}-Wo_4$), with a pigeonitic rim ($En_{44}-Fs_{47}-Wo_9$), phenocrystals. Majority and trace element analysis define them as subalkalic, with calc-alkaline affinities, dacite lavas. The stratigraphic relationships evidence an post-upper Jurassic age for these rocks; this was confirmed by a K/Ar whole rock (vitreous fraction) isotope determination, resulting in a 40.8 ± 2.4 Ma age (Eocene). Considering the Paleogene paleogeographic and geotectonic environment for Patagonia, it is proposed that these rocks were generated as a consequence of a basic magma underplating, possibly linked with the Cerro del Doce Basalt or correlated Paleogene units. Nevertheless, it is not discarded a link between the Laguna Tordillo Formation rocks and the Sarmiento Formation or Group pyroclastic rocks.

Key words: *Deseado Massif, Volcanism, Paleogene, Dacite*

Introducción

El Macizo del Deseado se ubica en el norte de la provincia de Santa Cruz, abarcando un área de aproximadamente 60.000 km². Se extiende entre los ríos Deseado y Chico, que conforman los límites norte y sur respectivamente, y desde la costa Atlántica en el este a la denominada dorsal del Río Mayo en el oeste (De Giusto *et al.* 1980). Esta unidad se caracteriza por un comportamiento temporalmente positivo y rígido, en contraste con una subsidencia marcada al norte y al sudoeste que origina cuencas pericrátonicas bien definidas, como la del Golfo de San Jorge y la Austral o Magallánica, respectivamente (Panza *et al.* 1995).

La geología del Macizo del Deseado ha sido tratada por primera vez desde un punto de vista regional por Wichmann (1927), Windhausen (1931) y Feruglio (1949); luego fue estudiada con mayor detalle por los geólogos de la empresa estatal YPF y posteriormente por los geólogos del Servicio Geológico Nacional hasta alcanzar el grado de conocimiento actual. Últimamente, varios profesionales, principalmente en el marco del estudio de las mineralizaciones auroargentíferas, han contribuido con el conocimiento geológico de la mencionada provincia.

La presente contribución describe lavas dacíticas del Eoceno, no conocidas hasta el momento para el ámbito patagónico extrandino y que han sido halladas en el sector oriental del Macizo del Deseado en el marco del traba-

jo de tesis doctoral de Guido (2002). Este aporte describe las litologías halladas, su ubicación y relaciones estratigráficas y detalla los resultados de los estudios petrográficos, geoquímicos, de geoquímica mineral y geocronológicos, los cuales permiten proponer una nueva entidad formacional. Como complemento se propone una interpretación genética de estas rocas, teniendo en cuenta el marco geotectónico paleógeno de Patagonia.

Métodos

Los estudios de geoquímica mineral se han realizado en el Laboratorio de Microsonda Electrónica del Instituto de Física de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Para ello se ha utilizado la microsonda CAMECA SX50, equipada con cuatro espectrómetros tipo WDS (*wavelength dispersive spectrometer*), un espectrómetro tipo EDS (*energy dispersive spectrometer*), un microscopio electrónico de barrido y un microscopio óptico acoplado con un aumento de 400X, en el modo luz reflejada y transmitida.

El estudio geoquímico de elementos mayoritarios y trazas por fluorescencia de rayos X se realizó en el Laboratorio del Technische Universität de Berlín, Alemania y la determinación radimétrica K/Ar se llevó a cabo sobre roca total (fracción vidrio) en el Laboratorio de Geocronología de Göttingen, Alemania.

Marco geológico regional

Las rocas más antiguas del Macizo del Deseado corresponden a los afloramientos del Complejo Río Deseado (Viera y Pezzuchi 1976) y los de la Formación La Modesta (De Giusto *et al.* 1980). El complejo se ubica en el sector oriental del macizo y está formado por rocas metamórficas, asignadas al Precámbrico superior - Cámbrico inferior (540 ± 20 Ma) por Pezzucchi (1978), intruidas por plutonitas del Ordovícico inferior - Devónico inferior (402 a 472 Ma, según Loske *et al.* 1999). Las rocas de la Formación La Modesta son metamorfitas de bajo grado cuya edad es aún desconocida y que se ubican en la zona centro-occidental del macizo.

Posteriormente y, ocupando un sistema de grabens y hemigrabens de orientación noroeste (Uliana y Biddle 1987), se depositan sedimentos continentales gondwánicos (permo-triásicos) correspondientes a las Formaciones La Golondrina (Archangelsky 1967), La Juanita (Arrondo 1972) y El Tranquilo (Di Persia 1965), localizados en el sector oriental y central de esta provincia geológica. A partir del Triásico se inicia un muy importante período extensivo que culminaría con la separación entre Sudamérica y África (Uliana *et al.* 1985) a fines del Jurásico y principios del Cretácico. Esta extensión produce un sistema de grábenes y hemigrábenes de dirección principal noroeste por reactivación de estructuras antiguas con la depositación de secuencias piroclásticas de la Formación

Roca Blanca (Herbst 1965) de edad jurásica inferior. El magmatismo asociado abarca las plutonitas del Jurásico inferior de la Formación La Leona (Varela *et al.* 1991; Pankhurst *et al.* 1993), y alcanza su máxima expresión con las andesitas a basandesitas de la Formación Bajo Pobre y el complejo volcánico piro-epiclástico ácido del Grupo Bahía Laura (Lesta y Ferello 1972), de edad jurásica media a superior (Alric *et al.* 1996; Féraud *et al.* 1999; Pankhurst *et al.* 2000).

A partir del Cretácico inferior se produce una nueva reactivación de la tectónica extensional (Palma 1989) que genera pequeñas cuencas cerradas en las que se depositaron sedimentos epi-piroclásticos continentales correspondientes a las Formaciones Bajo Grande (Di Persia 1958) y Baqueró (Archangelsky 1967). Culminando el Cretácico se producen las erupciones basálticas de la Formación Las Mercedes (Panza 1982), en el sector central del macizo y que quizás se extiendan hacia el Paleógeno. Esta unidad marca el inicio de un largo magmatismo basáltico (Basalto Alma Gaucha, Basalto Cerro del Doce, Formación San Agustín, Chapalala, Basalto Belgrano, Meseta del Lago Buenos Aires y equivalentes) que persiste hasta el Holoceno y que es, en su mayor parte, interpretado como el resultado de la migración de sudoeste a noreste de la ventana astenosférica producida por la subducción del punto triple entre las placas de Nazca, Antártica y Sudamericana (Ramos y Kay 1992).

En el Oligoceno inferior, se depositan las tobas y bentonitas continentales de la Formación Sarmiento (Feruglio 1949) y posteriormente se producen las transgresiones marinas del Oligoceno superior de la Formación Patagonia o Monte León (Zambrano y Urien 1970; Panza 1982) y los depósitos continentales neógenos de la Formación Santa Cruz.

La columna se completa con los denominados Rodados Patagónicos, constituidos por las Formaciones Mata Grande (Panza y de Barrio 1989) y La Avenida (Marín 1982), que corresponden a un delgado manto de gravas arenosas Plioceno superior - Pleistoceno inferior que cubre en discordancia a las unidades antes mencionadas. Finalmente, depósitos aluviales, coluviales, de bajos y lagunas holocenos se distribuyen irregularmente en toda la provincia geológica.

Geología del sector estudiado

En el sector estudiado se encuentran aflorando gran parte de las unidades formacionales que componen la columna estratigráfica del Macizo del Deseado (Fig. 1). Las rocas más antiguas corresponden a los afloramientos recientemente descubiertos del Complejo Río Deseado, denominados Laguna Dulce (Guido 2002). Sobre estos apoyan las sedimentitas de la Formación La Golondrina ubicadas en el borde occidental de la laguna Dulce e intruyendo a las mismas, se presentan los afloramientos pequeños y discontinuos de la Formación La Leona descritos por Panza *et al.* (1995). Posteriormente, se pre-

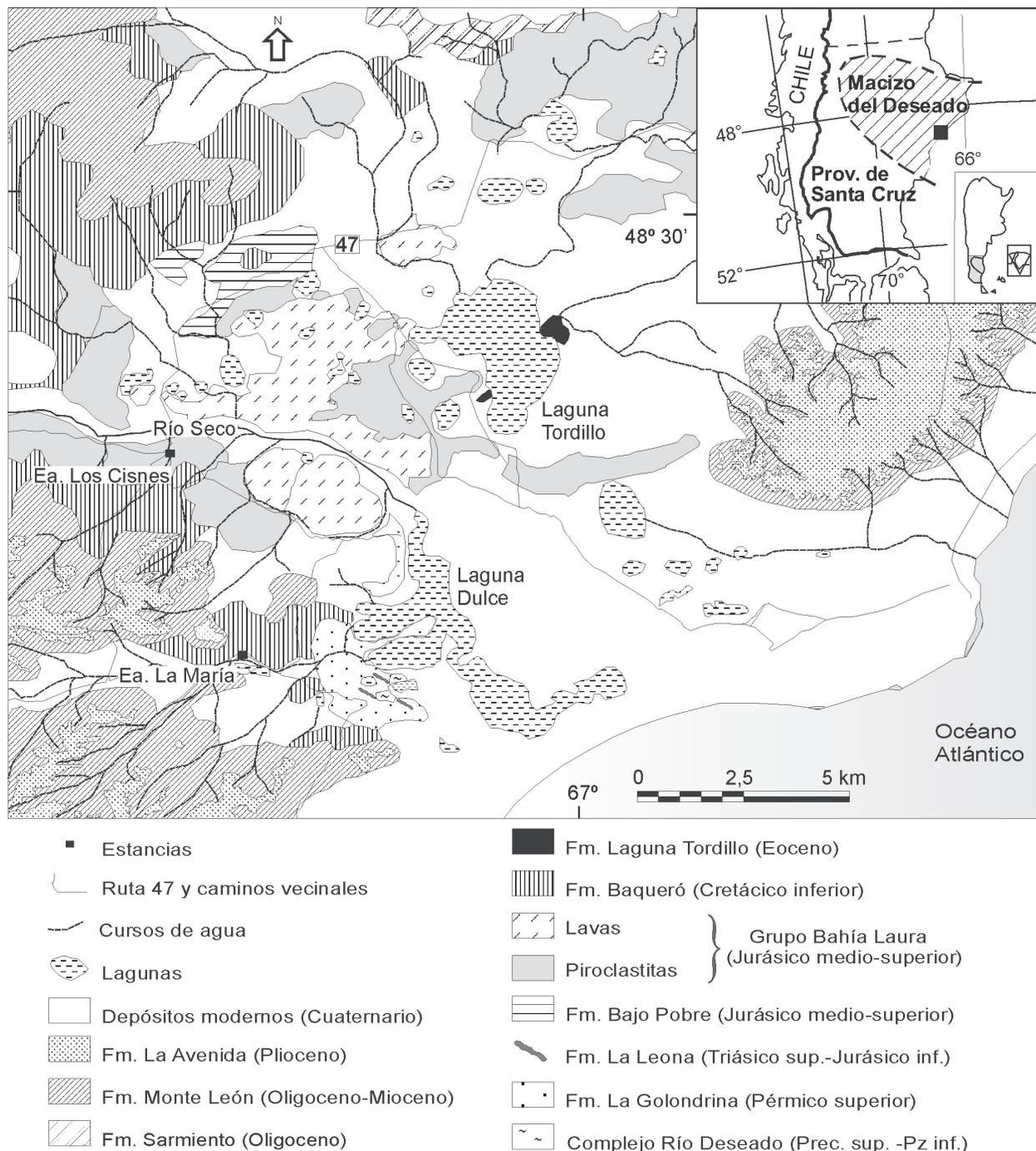


Figura 1: Mapa geológico del sector de la laguna Tordillo, con mapa del Macizo del Deseado donde se señala el sector estudiado.

sentan diques y coladas de basandesitas y andesitas de la Formación Bajo Pobre y rocas del complejo volcánico y sedimentario ácido del Grupo Bahía Laura.

En forma discordante, se ubican piroclastitas y sedimentitas de la Formación Baqueró, tobas finas y bentonitas de la Formación Sarmiento y sedimentitas marinas de la Formación Monte León. Por encima, cubren como un gran manto los Rodados Patagónicos, formalmente denominados Formación La Avenida. Al Cuaternario se asignan los denominados depósitos modernos, formados por te-

razas fluviales, cordones litorales, terrazas marinas, depósitos de planicie aluvial, coluviales, eólicos y de bajos.

Formación Laguna Tordillo

Descripción de los afloramientos

En el área estudiada se han reconocido dos afloramientos de lavas de color negro y aspecto vítreo, ubicados en

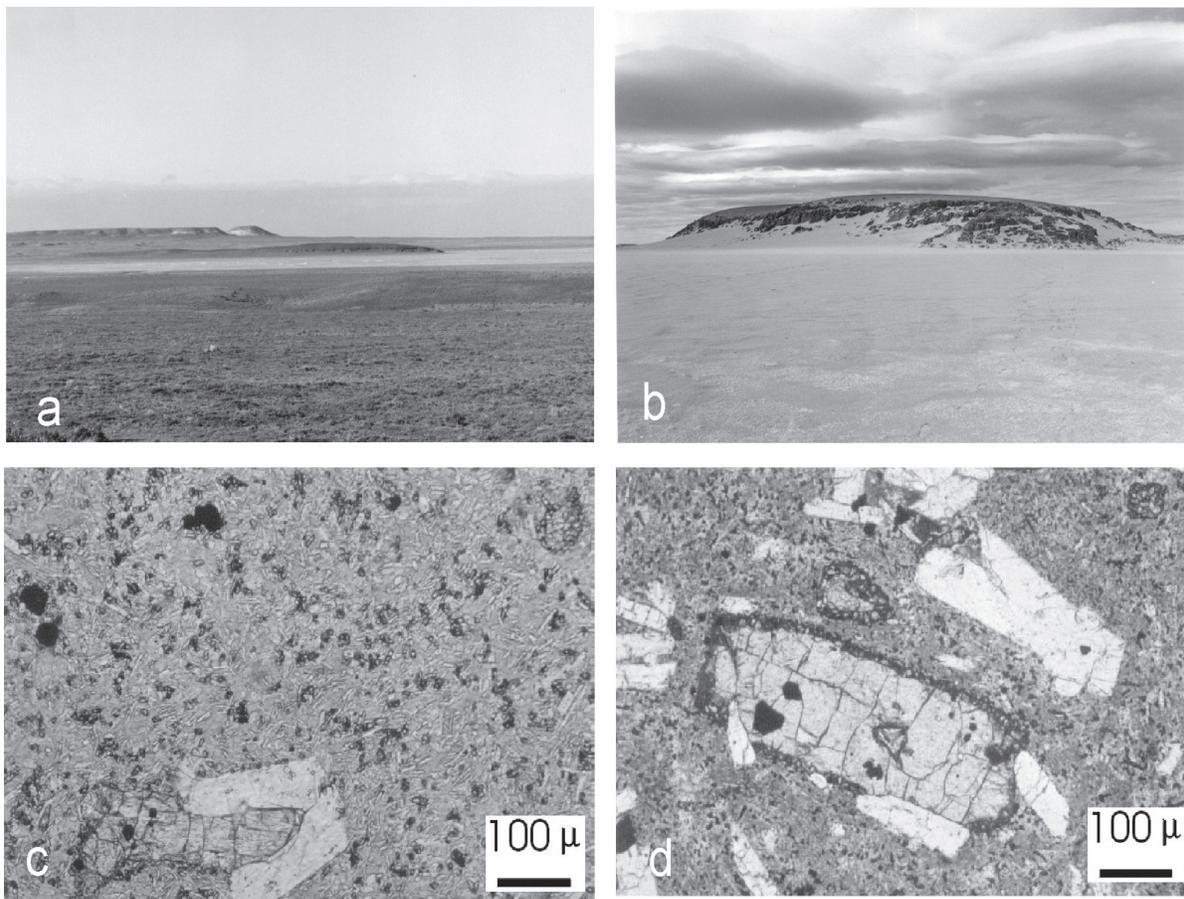


Figura 2: **a**, Vista desde la ruta provincial 47 del afloramiento de la costa oriental de la laguna Tordillo. **b**, Vista en detalle del mismo afloramiento. **c** y **d**, Microfotografías de las lavas de la Formación Laguna Tordillo.

ambos márgenes de la laguna Tordillo y con una disposición general noreste (Fig. 1).

El afloramiento de mayor extensión es el que se encuentra en la costa oriental de la laguna; se trata de una meseta de baja altura, de forma subcircular, algo elongada en dirección noroeste, que tiene aproximadamente 700 metros de diámetro y que forma una isla cuando la laguna está crecida (Fig. 2). Se trata de rocas lávicas, afaníticas, melanocráticas, de fractura concoideas. En muestra de mano son rocas de textura porfírica con fenocristales de plagioclasas y piroxenos en una pasta vítrea de color negro. En general se presentan poco alteradas, aunque en los sectores más bajos, donde están más afectadas por la acción del agua de la laguna, adquieren colores rojizos por oxidación de los minerales máficos. Poseen un importante lamamiento horizontal y una incipiente disyunción columnar, alcanzando una potencia máxima de 7 metros. La base de la unidad permanece casi siempre cubierta por sedimentos modernos lacustres y eólicos, pero en el sector sudeste de la meseta puede verse el contacto discordante sobre rocas lávicas ácidas correlacionables con el Grupo Bahía Laura.

El afloramiento de la costa occidental de la laguna Tordillo se compone de dos filones capa de rocas con similares características que las del afloramiento oriental,

pero con un mayor grado de alteración meteórica, debido a que están más expuestas a los efectos de intemperización. Estos filones intruyen materiales tobáceos y tufíticos estratificados correlacionables con las facies piroclásticas retrabajadas del Grupo Bahía Laura, tienen 30 y 50 cm de potencia respectivamente con una separación entre ellos de un metro. Estos filones poseen una orientación N 30° E con una inclinación de 30° al sudeste y muestran una corrida de 20 a 30 metros, cubriéndose en ambos extremos bajo materiales sedimentarios modernos (eólicos y lacustres) del borde de la laguna.

Petrografía y geoquímica mineral

En corte delgado estas rocas presentan una textura porfírica. Los pórfiros son fenocristales de plagioclasa en una pasta de textura hialocristalina, de tipo hialofítica, con microlitos de plagioclasa, piroxeno (parcialmente alterado a epidoto), opacos y apatita en una base de vidrio volcánico de color pardo claro (Fig. 2). Se observan xenolitos de textura glomeroporfírica constituidos por fenocristales de plagioclasa, piroxeno y minerales opacos en una pasta vítrea, de coloración más oscura y con mayor densidad de microlitos.

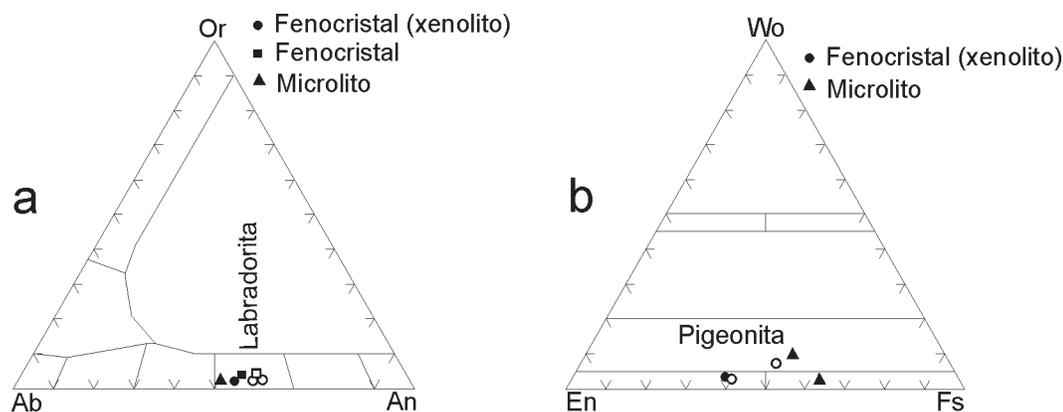


Figura 3: Diagramas de clasificación de feldspatos y piroxenos. Las figuras rellenas corresponden a mediciones en el centro del cristal, las huecas a bordes.

Cuadro 1: Análisis geoquímicos realizados a las muestras de la Formación Laguna Tordillo.

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{total}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	Ba	Rb	Sr	Zr	Y	Nb	U	Th	Ce	Hf	Sm	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	%										
161	62,67	14,84	6,77	0,129	1,4	4,38	3,89	1,74	0,351	0,9	596	111	388	368	21	9	<9	<20	72	10	6	1,85
162	63,96	15,21	6,88	0,121	1,2	4,1	3,86	2,32	0,353	0,94	589	76	381	365	25	11	<9	<20	79	9	<6	0,97

Los fenocristales de plagioclasas son euhedrales, de hábito tabular a prismático y frecuentemente se encuentran zonados; presentan macla de Carlsbad y polisintética, los individuos alcanzan hasta 1,5 mm de largo y su composición es labradorítica (An₅₅₋₅₇). Los fenocristales de plagioclasa de los xenolitos son subhedrales, suelen presentar un reborde de reacción y también son de composición labradorítica (An₅₆₋₅₉). Ambos fenocristales presentan zonación reversa (el borde es más cálcico), pero siempre dentro del campo de las labradoritas (Fig. 3). Todas las plagioclasas presentan poiquilocristales de apatita.

Los fenocristales de piroxenos, sólo observados en los glomeropórfiros de los xenolitos, son subhedrales a euhedrales, en ocasiones están zonados y presentan un hábito tabular con tamaño de hasta 2 mm. Son de composición promedio En₅₆-Fs₄₀-Wo₄ (enstatita) y comúnmente muestran bordes de reacción de composición En₄₄-Fs₄₇-Wo₉ (pigeonita), lo cual indica el desequilibrio de los fenocristales con la pasta (Fig. 3). Se observan también cristales de espinelo en el interior de los piroxenos, lo que indicaría una composición inicial rica en aluminio. Además, estos fenocristales en ocasiones envuelven parcialmente a totalmente a cristales de plagioclasas.

En la pasta se ha determinado con microsonda una composición dacítica a riolítica del vidrio volcánico con microlitos de plagioclasa de composición labradorítica (An₅₁) y de piroxenos con variación en el contenido de Ca, desde En₃₉-Fs₆₀-Wo₁ (ferrosilita) a En₃₈-Fs₅₁-Wo₁₁ (pigeonita). Los opacos determinados fueron titanomagnetitas.

En algunos sectores se encuentran a estas rocas propilitizadas, observándose clorita, calcita y epidoto como minerales de alteración.

Geoquímica

Sobre dos muestras del afloramiento oriental se han realizado análisis de elementos mayoritarios y trazas, cuyos valores se muestran en el cuadro 1. Mediante la graficación de los resultados (Fig. 4) podemos determinar que se trata de rocas de composición intermedia (dacitas) pertenecientes a la serie subalcalina. El análisis de los elementos traza normalizados a MORB (Pearce 1981) indican un magmatismo con enriquecimiento selectivo en los elementos livianos como Sr, K, Rb, Ba, Th y Ce y anomalías negativas en Nb y Ti, similar al de rocas de tipo calcoalcalino. Los valores relativos de Nb son menores al Zr y al Hf indicando el escaso o nulo aporte de manto litósferico subcontinental.

Relación estratigráfica y edad

Las rocas de la Formación Laguna Tordillo apoyan, en el afloramiento oriental, sobre lavas de composición ácida del Grupo Bahía Laura y los filones capa del afloramiento occidental intruyen a tobas y tufitas de la misma unidad. Por lo tanto, por relación estratigráfica, estas volcanitas intermedias son post-Jurásico superior. Para confirmar esta relación estratigráfica se ha realizado una determinación radimétrica K/Ar en roca total (fracción vidrio) de una muestra del afloramiento oriental (161). Cabe destacar que esta datación se realizó en la fracción vítrea de la pasta con el objetivo de evitar los glomeropórfiros de los xenolitos. En función de este análisis se obtuvo una edad de 40,8 ± 2,4 Ma. (1,87 wt% K₂O; 2,49 nl/g ⁴⁰Ar; 33,80 % ⁴⁰Ar; 5,9 % 2s-error), correspondiente al Eoceno según la carta estratigráfica internacional de la IUGS de 2002. Esta

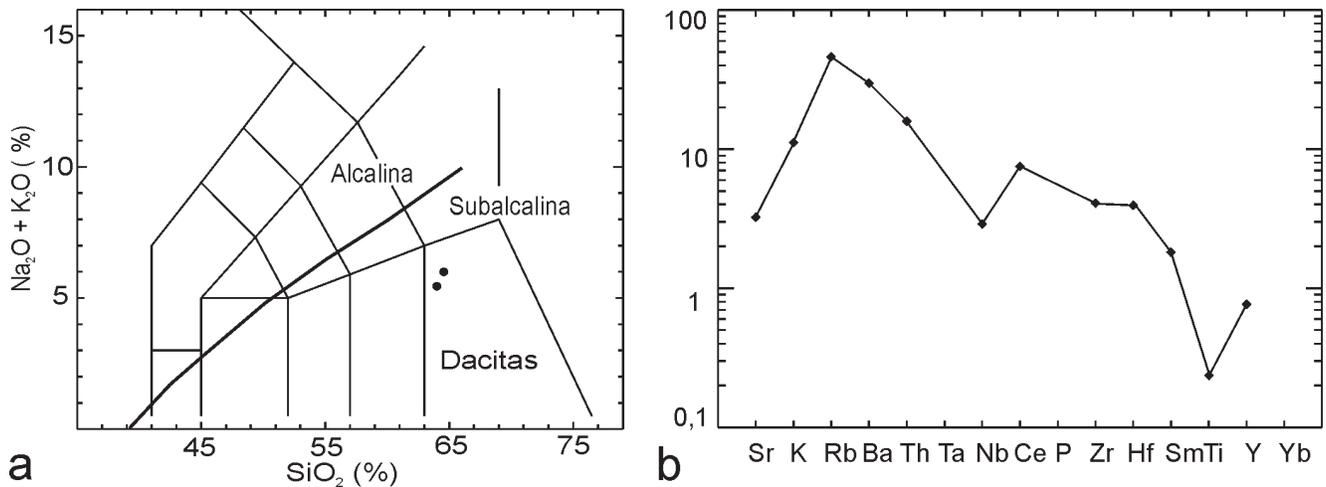


Figura 4: a, Gráfico de clasificación de Le Maitre (1989), combinado con el de Irvine y Baragar (1971). b, Diagrama tipo spider normalizado a MORB según Pearce (1981).



Figura 5: Marco paleogeográfico paleógeno de la Patagonia.

edad paleógena es coherente con las relaciones estratigráficas observadas.

Marco geotectónico paleógeno de Patagonia

Durante el Paleógeno en la Patagonia (Fig. 5) se desarrolló un margen convergente de las placas oceánicas Farallón y Aluk con la placa continental Sudamericana que produjo una subducción oblicua, con migración del punto triple hacia el sur (desde el paralelo 43° de latitud sur a los

52 Ma, hasta Tierra del Fuego a los 42 Ma). Al norte del mencionado paralelo se genera un arco volcánico calcoalcalino bimodal con edades que van entre 64 y 39 Ma y hacia el sur se produce ausencia de volcanismo de arco debido a la subducción de la dorsal oceánica. Los únicos episodios volcánicos a la latitud del Macizo del Deseado se relacionan con procesos extensionales desarrollados en el ámbito de intraplaca (Ardolino *et al.* 1999). Por lo tanto, en el momento de la extrusión de las lavas de la Formación Laguna Tordillo, el Macizo del Deseado carecía de actividad magmática de arco y se producían hacia el oeste las efusiones de intraplaca del Basalto Cerro del Doce (basalto olivínico de 39 ± 5 Ma, Panza 1982), de la Formación San Agustín (basalto olivínico y mugearitas correlacionadas al Basalto Cerro del Doce, de Barrio 1984) y del Basalto Posadas (basalto alcalino de 62 a 35 Ma, Ramos y Kay 1992 y Ardolino *et al.* 1999).

Conclusiones

Las rocas halladas en ambas márgenes de la laguna Tordillo conforman una unidad mapeable a escala 1:25.000 y poseen características petrológicas, geoquímicas y geocronológicas que, en conjunto, permiten diferenciarlas de las unidades estratigráficas existentes en el Macizo del Deseado. Esto nos lleva a proponer la creación de una nueva entidad formacional, la Formación Laguna Tordillo. Esta nueva unidad se caracteriza por estar constituida por coladas dacíticas eocenas de tipo subalcalinas, con características calcoalcalinas y que se han formado con escaso aporte del manto litosférico.

Debido a que estas rocas fueron correlacionadas durante los trabajos de campo con fenoandesitas de la Formación Bajo Pobre, la caracterización final de estas rocas replantea la necesidad de acompañar de estudios petrográficos, geoquímicos y, en ciertos casos, geocronológicos a las lavas melanocráticas del Macizo del Deseado.

La génesis de las lavas dacíticas de la Formación Laguna Tordillo, teniendo en cuenta el marco geotectónico paleógeno de esta región de la Patagonia, podría ser consecuencia de un subplacado de magmas básicos; magmas posiblemente correlacionables con el Basalto Cerro del Doce y unidades equivalentes (Basalto Posadas, Formación San Agustín) que se instalaron bajo la corteza continental y produjeron fusión parcial de la misma originando este magmatismo de naturaleza calcoalcalina. Sin embargo, no se descarta que nuevos y más detallados estudios petrogenéticos permitan vincular a estas volcanitas con los materiales piroclásticos de la Formación o Grupo Sarmiento, de similares características geoquímicas y con un origen hasta ahora incierto.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación PID 32/98: "Investigación metalogénica por metales preciosos (oro, plata) en los sectores oriental y noroccidental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz", financiado conjuntamente por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y la empresa minera estatal FOMICRUZ S.E. Se agradece también al Dr. Gerhard Franz, del Technische Universitaet de Berlín (Alemania), donde se realizaron los análisis geoquímicos de las rocas.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO.

- Alic, V., Haller M.J., Féraud, G., Bertrand, H. y Zubia, M., 1996. Cronología $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ del vulcanismo jurásico de la Patagonia extraandina. *Actas del 13° Congreso Geológico Argentino*, 5: 143-150.
- Archangelsky, S., 1967. Estudio de la Formación Baqueró, Cretácico inferior de Santa Cruz, Argentina. *Revista del Museo de La Plata (nueva serie), Paleontología* 5: 63-171.
- Ardolino, A., Franchi, M., Remesal, M. y Salani, F., 1999. El vulcanismo en la Patagonia Extraandina. En: Caminos R. (Ed.): *La sedimentación y el vulcanismo terciarios en la Patagonia Extraandina*, Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Anales* 29 (18): 579-612.
- Arrondo, O., 1972. Estudio geológico y paleontológico de la zona de la Estancia La Juanita y alrededores, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista del Museo de La Plata (nueva serie), Paleontología* 7 (43): 1-194.
- de Barrio, R., 1984. Descripción geológica de la Hoja 53c, Laguna Olín, provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional (inédito), Buenos Aires.
- De Giusto, J., Di Persia A. y Pezzi E., 1980. El Nesocratón del Deseado, En: Turner, J. (Ed.): *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*. Academia Nacional Ciencias, 2: 1389-1430, Córdoba.
- Di Persia, C., 1958. Informe previo al Levantamiento Geológico en escala 1:100.000 de la zona Norte del Territorio de Santa Cruz, al sur del río Deseado. Quinta Campaña. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, (inédito), Buenos Aires.
- Féraud, G., Alic, B., Fornari, M., Bertrand, H. y Haller M., 1999. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the Jurassic volcanic province of Patagonia: migrating magmatism related to Gondwana break-up and subduction. *Earth and Planetary Science Letter*, 172: 83-96.
- Feruglio, E., 1949. Descripción geológica de la Patagonia. Dirección Nacional de Yacimientos Petrolíferos Fiscales 334 pp., 1: 17-19, Buenos Aires.
- Guido, D., 2002. Geología y Metalogénesis del sector oriental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 226 pp., (inédito), La Plata.
- Herbst, R., 1965. La flora fósil de la Formación Roca Blanca (provincia de Santa Cruz- Patagonia), con consideraciones geológicas y estratigráficas. *Opera Lilloana*, 12: 3-101, Tucumán
- Irvine, T. y Baragar, W., 1971. Guide to the chemical classifications of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Science*, 8: 523-548.
- Le Maitre, R., 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell Editorial, 153 pp., Oxford.
- Lesta, P. y Ferello, R., 1972. Región Extraandina de Chubut y Norte de Santa Cruz. En: Leanza A. (Ed.): *Geología Regional Argentina*, 2: 602-687. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Loske, W., Márquez, M., Giacosa, R., Pezzuchi, H. y Fernández, M., 1999. U/Pb geochronology of pre-Permian basement rocks in the Macizo del Deseado, Santa Cruz province, Argentine Patagonia. *Actas 14° Congreso Geológico Argentino, Resúmenes*: 102. Salta.
- Marín, G., 1982. Descripción geológica de la Hoja 55c "Gobernador Gregores", provincia de Santa Cruz. Informe preliminar. Servicio Geológico Nacional, 17 pp. (inédito), Buenos Aires.
- Palma, M., 1989. Los eventos geológicos del Macizo del Deseado durante la evolución tectónica del Continente Austral. Reunión sobre Geotranssectas de América del Sur: 97-101, Mar del Plata.
- Pankhurst, R., Rapela C. y Márquez, M., 1993. Geocronología y petrogénesis de los granitoides jurásicos del noreste del Macizo del Deseado. *Actas 12° Congreso Geológico Argentino*, 4: 134-141, Mendoza.
- Pankhurst, R., Riley, T., Fanning, C. y Kelley, S., 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of magmatism associated with the Break-up of Gondwana. *Journal of Petrology*, 41 (5): 605-625.
- Panza, J., 1982. Descripción geológica de las Hojas 53d "Gobernador Moyano" y 54e "Cerro Vanguardia", provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional (inédito), Buenos Aires.
- Panza, J. y de Barrio, R., 1989. Descripción geológica de las Hojas 56f "Cordón Alto" y 56g "Puerto San Julián", provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, 155 pp., (inédito).
- Panza, J., Márquez, M. y Godeas, M., 1995. Hoja Geológica 4966 - I y II Bahía Laura, provincia de Santa Cruz. Dirección Nacional del Servicio Geológico. *Boletín*, 214: 1- 83, Buenos Aires.
- Pearce, J., 1981. Role of the subcontinental lithosphere in magma genesis attached continental margins. En: Hawkesworth, C. and Norry M. (Eds.): *Continental Basalts and mantle xenoliths*, 230-249 pp, Shiba Publishing Limited, United Kingdom.
- Pezzuchi, H., 1978. Estudio geológico de la zona de estancia Dos Hermanos, estancia 25 de Marzo y adyacencias, Dpto. Deseado, Provincia de Santa Cruz. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. 99 pp., (inédito), La Plata.
- Ramos, V. y Kay, S., 1992. Southern Patagonian plateau basalts and deformation: backarc testimony of ridge collisions. *Tectonophysics*, 205: 261-282.
- Uliana, M. y Biddle, K., 1988. Mesozoic - Cenozoic Palaeogeographic and Geodynamic evolution of Southern South America. *Revista Brasileira Geociencias* 18 (2): 172-190.
- Uliana, M., Biddle, K., Phelps, D. y Gust, D., 1985. Significado del vulcanismo y extensión mesojurásicos en el extremo meridional de Sudamérica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 40 (3-4): 231-253.
- Varela, R., Pezzuchi, H., Genini, A. y Zubia, M., 1991. Dataciones de rocas magmáticas en el Jurásico inferior del noreste del Macizo

- del Deseado, Santa Cruz. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 46 (3-4): 257-262.
- Viera, R. y Pezzuchi, H., 1976. Presencia de sedimentitas pérmicas en contacto con rocas del "Complejo metamórfico" de la Patagonia Extraandina, estancia Dos Hermanos, provincia de Santa Cruz. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 31 (4): 281-283.
- Wichmann, R., 1927. Resultados de un viaje de estudios geológicos en los territorios de Río Negro y del Chubut, efectuado durante los meses de enero hasta junio del año 1923. Dirección General de Minería, Geología e Hidrogeología, Publicación 33: 1-59, Buenos Aires.
- Windhausen, A., 1931. Geología Argentina. En: *Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino (Segunda Parte)*. Editorial Peuser: 1-40, Buenos Aires.
- Zambrano, J. y Urien, C., 1970. Geological outline of the basins in Southern Argentina and their continuation off the Atlantic shore. *Journal of Geophysical Research*, 75 (8): 1363-1396.

Recibido: 11 de febrero, 2003

Aceptado: 4 de septiembre, 2003