

# Edad y rasgos petrográficos y geoquímicos de cuerpos subvolcánicos asignables a la Formación Cerro León, este del Macizo del Deseado, Santa Cruz

Diego GUIDO<sup>1,2</sup>, Mónica ESCAYOLA<sup>2,3</sup>, Raúl de BARRIO<sup>1</sup>, Isidoro SCHALAMUK<sup>1,2</sup>, Artur TAKASHI ONOE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Recursos Minerales (INREMI), Calle 64 N° 3 (e/119 y 120), La Plata (1900). E-mail: instituto@inremi.unlp.edu.ar

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>3</sup>Instituto de Geociências, Universidad de Brasilia. Brasília DF, 70910-900, Brasil. E-mail: escayola@unb.br

<sup>4</sup>Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Cidade Universitaria, São Paulo, SP, 005508-900 Brasil. E-mail: aton@usp.br

**RESUMEN.** Se presentan nuevos afloramientos de cuerpos subvolcánicos correlacionables con la Formación Cerro León en el sector oriental del Macizo del Deseado. Esta unidad aflora en dos sectores, en el bajo Leonardo y en el afloramiento Bahía Laura del Complejo Río Deseado. El primer sector presenta trece diques y un filón capa intruyendo a las sedimentitas pérmicas de la Formación La Golondrina y el segundo sector comprende tres diques que intruyen a rocas del basamento. Se trata de rocas de color gris a negro, frecuentemente alteradas, con textura microgranuda a porfírica, con fenocristales de plagioclasa, dióxido ( $En_{42}Fs_{11}Wo_{47}$ ) y en menor medida de hornblendas ricas en Mg (magnesio hastingsita), en una matriz holocristalina de textura intergranular. Son rocas subalcalinas de composiciones basalto-andesita y con afinidades calcoalcalinas. La edad Ar/Ar obtenida en una de estas muestras ( $180,1 \pm 1,5$  Ma) representa la primer determinación realizada en esta unidad y es coherente con las relaciones estratigráficas observadas para esta formación. La comparación con rocas ígneas jurásicas de la provincia geológica Macizo del Deseado, favorece la vinculación temporal y genética con el evento volcánico-piroclástico del Jurásico medio a superior (Formación Bajo Pobre y Grupo Bahía Laura). Sin embargo, la diferencia en las edades Ar/Ar, sugieren una interrupción entre el evento subvolcánico (180 Ma) y el volcanismo Jurásico medio a superior (177 a 150 Ma). Se considera, preliminarmente, que los cuerpos subvolcánicos de la Formación Cerro León representarían las primeras evidencias magmáticas del rift jurásico en el Macizo del Deseado.

Palabras clave: *Macizo del Deseado, Formación Cerro León, Edad Ar/Ar, Rift jurásico*

**ABSTRACT.** *Age and petrography and geochemistry features of subvolcanic outcrops from Cerro León Formation, east of the Deseado Massif, Santa Cruz.* New subvolcanic outcrops, correlated with the Cerro León Formation and located in the eastern Deseado Massif, are presented. This unit outcrops in two sectors, the Leonardo depression and the Bahía Laura outcrop of the Río Deseado Complex. In the first sector there are thirteen dikes and a sill intruding permian sedimentary rocks of the La Golondrina Formation and in the second sector, there are three dikes intruding the basement rocks. They are gray to black rocks, frequently altered, with microgranular to porphyritic texture, with plagioclase, diopside ( $En_{42}Fs_{11}Wo_{47}$ ) and Mg-rich hornblende (magnesian hastingsite) phenocrystals in a holocrystalline matrix with intergranular texture. They are subalkalic rocks, basalt-andesite in composition and with calc-alkaline affinities. The Ar/Ar age obtained from one of these rocks ( $180.1 \pm 1.5$  Ma) represents the first determination on this unit and is coherent with the stratigraphic relationships observed in this formation. Comparison with jurassic igneous rocks from the Deseado Massif geological province, favor the temporal and genetic relationship with the middle to upper volcanic-pyroclastic event (Bajo Pobre Formation and Bahía Laura Group). Nevertheless, differences in Ar/Ar ages, suggest a gap between subvolcanic event (180 Ma) and the middle to upper Jurassic volcanism (177 a 150 Ma). It is proposed, preliminarily, that subvolcanic bodies from Cerro León Formation represent the first magmatic evidences of the Jurassic rift in the Deseado Massif.

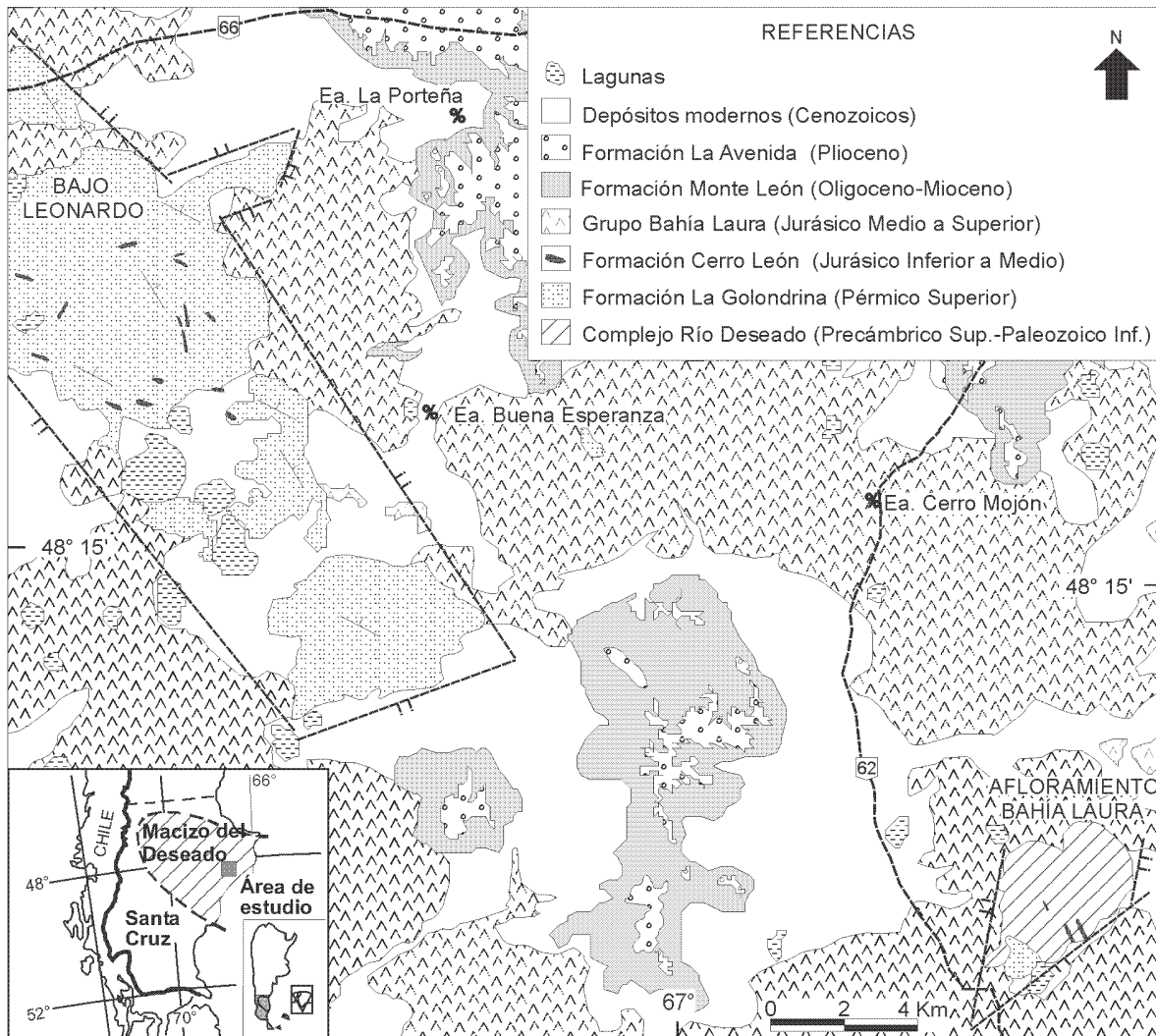
Key words: *Deseado Massif, Cerro León Formation, Ar/Ar age, Jurassic rift*

## Introducción

El Macizo del Deseado es una unidad geológica ubicada en la provincia de Santa Cruz cuya característica más relevante es la presencia de un extenso y complejo evento volcánico ocurrido en el Jurásico medio a superior y conformado por rocas volcánicas y piro-epiclasticas ácidas del Grupo Bahía Laura y volcanitas básicas de la Forma-

ción Bajo Pobre. La importancia de este volcanismo jurásico radica principalmente en la extensión areal del mismo (más del 50% de los afloramientos de la provincia geológica) y la estrecha vinculación con mineralizaciones de oro y plata.

Sin embargo, en esta provincia geológica existen otras unidades volcánicas y plutónicas del Mesozoico como son las Formaciones Roca Blanca, La Leona, Cerro León y



**Figura 1:** Mapa geológico del sector oriental del Macizo del Deseado, donde se ubican los cuerpos filonianos de la Formación Cerro León (modificado de Guido 2002).

Bajo Grande, que por su menor exposición están relativamente menos estudiadas que las primeramente mencionadas.

La Formación Cerro León se define como compuesta por rocas hipabisales intermedias a básicas que intruyen a unidades triásicas y jurásicas en el sector central del Macizo del Deseado, específicamente en las localidades tipo Cerro León y puesto El Tranquilo (Pezzi 1970; Panza 1982).

Las primeras observaciones fueron hechas por Di Persia (1957), quien las identificó como “diabasas” intruyendo a las Formaciones El Tranquilo y Roca Blanca en los alrededores del anticlinal El Tranquilo. Este autor describe rocas porfíricas con fenocristales de anfíboles aciculares en una pasta densa de color gris oscuro. Posteriormente, Pezzi (1970), describe a estas rocas en detalle y las denomina “Diabasa Cerro León” y más adelante, Panza (1982), utiliza el término Formación Cerro León por comprender varias litologías en su localidad tipo. Finalmente, de Ba-

rrío *et al.* (1999), describen a las rocas del cerro León como un intrusivo subcircular formado por un pórfiro andesítico de color gris y textura granosa gruesa con fenocristales de plagioclasa y piroxeno y a las rocas del norte del puesto El Tranquilo como dos filones capa concordantes con la Formación El Tranquilo, uno constituido por una diabasa holocristalina de grano grueso y el otro por un pórfiro diorítico de color gris oscuro y grano fino.

Estos autores (Pezzi 1970; Panza 1982; de Barrio *et al.* 1999), junto con De Giusto *et al.* (1980), vinculan a esta unidad formacional temporal y genéticamente con el episodio magmático jurásico medio de la Formación Bajo Pobre, por lo tanto le asignan una edad Dogger inferior.

La presente contribución tiene el objetivo de aportar conocimientos sobre afloramientos de filones hipabisales básicos que intruyen a rocas pre-jurásicas, que fueron hallados en el sector oriental del Macizo del Deseado y correlacionados con la Formación Cerro León (Guido 2002). Se describen los afloramientos, se los caracteriza

**Cuadro 1:** Resultados obtenidos en estudios de microsonda electrónica sobre la muestra 146 de la Formación Cerro León.

Mineral		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>Total</sub>	MgO	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO	F	Cl	H <sub>2</sub> O	BaO	SrO	Total
Anfibol	P46	42,64	11,44	4,00	11,91	14,29	0,26	10,80	2,16	0,64	0,05	0,02	0,33	0,05	1,87			100,45
	P47	44,07	10,27	3,28	11,11	15,55	0,26	10,57	2,23	0,57	0,01	0,00	0,28	0,05	1,91			100,17
Plag.	P33	66,55	21,94		0,13	0,00		1,77	8,75	0,10						0,02	0,11	99,38
	P34	56,05	28,40		0,63	0,07		10,25	4,93	0,28						0,11	0,00	100,74
	P35	67,14	22,24		0,26	0,00		2,41	8,91	0,13						0,13	0,00	101,22
	P36	52,77	30,04		0,72	0,20		12,49	3,30	0,41						0,13	0,00	100,07
Pirox.	P43	48,10	6,59	1,65	7,50	13,86	0,14	22,14	0,24	0,00	0,51	0,00						100,72
	P44	49,29	5,29	1,37	8,35	14,09	0,13	21,63	0,30	0,00	0,09	0,03						100,57
	P45	48,87	5,22	1,36	8,53	13,85	0,20	22,09	0,23	0,00	0,04	0,03						100,42

petrográfica, geoquímica y geocronológicamente y se los ubica dentro del esquema geológico jurásico del Macizo del Deseado.

### Metodología

Los estudios de geoquímica mineral se han realizado en el Laboratório de Microsonda Eletrônica 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. Estos estudios se han realizado exclusivamente en el dique con menor grado de alteración (muestra 146) y los resultados se muestran en el cuadro 1.

Los estudios geoquímicos de elementos mayoritarios y trazas se realizaron en dos laboratorios, en el Laboratorio del Technische Universitaet de Berlín (Alemania) por fluorescencia de Rayos X y en el Laboratorio Actlabs (Canadá) por el método ICP/MS, con fusión en metaborato/tetraborato de Li.

La determinación radiométrica Ar/Ar se llevó a cabo en el Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brasil. El pequeño tamaño de los cristales de la roca seleccionada para geocronología, impidió la determinación sobre un separado mineral de plagioclasa o anfíbol. Por lo tanto, la datación Ar/Ar se realizó sobre fragmentos de roca total, de entre 0,42 y 1mm, que fueron seleccionados manualmente. En el proceso de selección de los dos fragmentos utilizados (1240-02 y 1240-02), se otorgó especial atención a la representatividad de la mineralogía de la roca y al grado de alteración.

### Marco geológico

El área estudiada (Fig. 1) corresponde al sector oriental de la provincia geológica Macizo del Deseado, al sur de la ruta provincial N° 66 y en inmediaciones de la ruta provincial N° 62. En esta región la secuencia geológica se

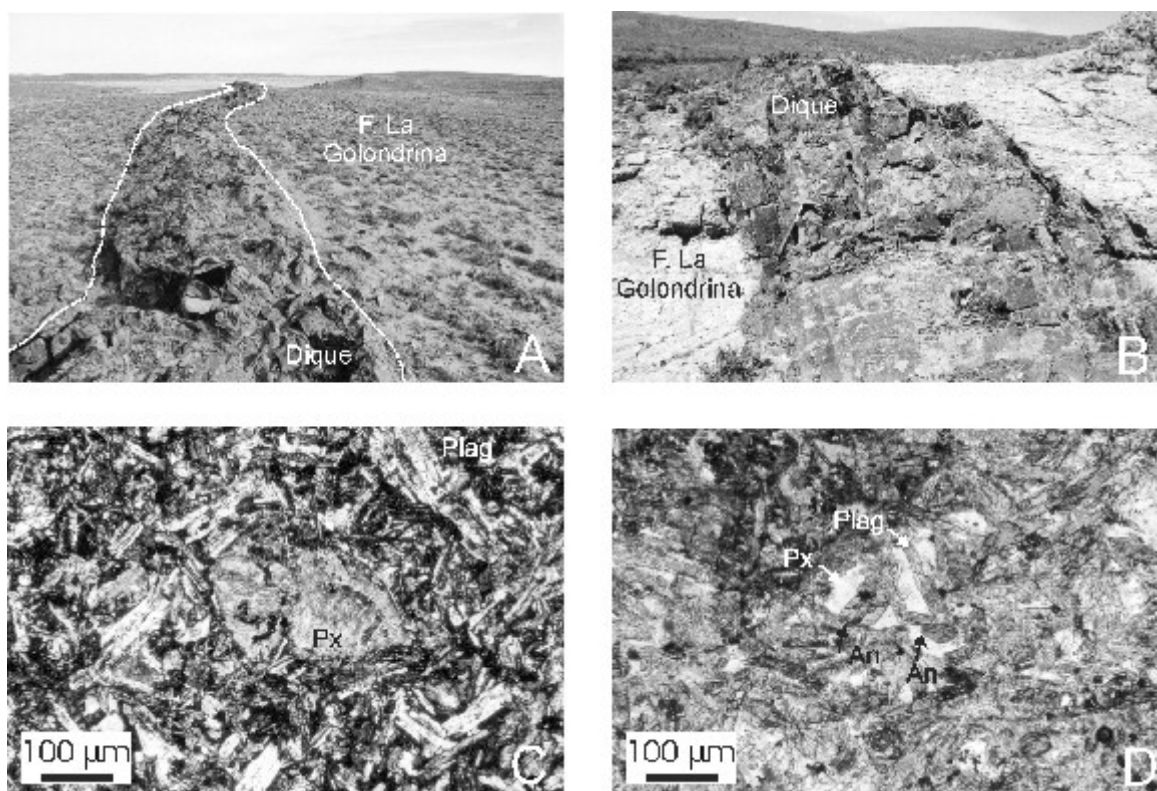
inicia con el afloramiento Bahía Laura (Guido *et al.* 2000) del Complejo Río Deseado (Lesta y Ferello 1972), basamento ígneo-metamórfico del Macizo de edad Precámbrico superior-Paleozoico inferior. Estratigráficamente por encima y ubicadas en el bajo Leonardo, asoman las sedimentitas del Pérmico superior de la Formación La Golondrina (Archangelsky 1967). Apoyando o intruyendo a este conjunto de rocas pre-mesozoicas se disponen en todo el sector las volcanitas jurásicas ácidas del Grupo Bahía Laura (Lesta y Ferello 1972), que constituyen la unidad de mayor representación en la zona. Cubriendo parcialmente a estas unidades se presentan asomos mesetiformes que han quedado como remanentes erosivos de una importante llanura terciaria, conformadas por los depósitos marinos de la Formación Monte León (Bertels 1970) y los rodados de la Formación La Avenida (Marín 1982). Completan la geología del sector estudiado, depósitos modernos terciarios y cuaternarios: terrazas fluviales, depósitos de pedimento, de planicie de marea, aluviales, coluviales, de bajos, lacustres y eólicos.

### Formación Cerro León

#### Descripción de los afloramientos

En el sector estudiado se han hallado dos grupos de cuerpos filonianos máficos correlacionables con la Formación Cerro León. El primero de ellos se encuentra en el bajo Leonardo y el segundo en el afloramiento Bahía Laura (Fig. 1).

El bajo topográfico Leonardo es en realidad un alto estructural o pilar, denominado Horst de Leonardo por Guido (2002); posee rumbo NNO y está limitado por el este y el oeste por fallas normales de rumbo NNO y por el borde sur por una falla normal de rumbo ENE. Es en este alto estructural, en particular en el sector norte, donde se ha hallado un conjunto de trece diques y un filón capa máficos intruyendo a sedimentitas de la Formación La Golondrina. Estos cuerpos presentan una longitud promedio de 300 metros, alcanzando 600 metros de largo en el caso del filón capa; tienen un ancho promedio de 1,5 metros y son en general subverticales (Fig. 2a y b). El rumbo general es ONO y en menor medida NO y NNO, coinci-



**Figura 2:** a) Dique máfico en el bajo Leonardo. b) Detalle del contacto del dique con las areniscas pérmicas en bajo Leonardo. c) Microfotografía de textura diabásica donde se puede observar un fenocristal de piroxeno cloritizado en el cual se incorporan parcialmente tablillas de plagioclasa (inmediatamente a la izquierda de Px), dique de la Formación Cerro León. d) Microfotografía donde se pueden ver las secciones basales de los anfíboles y las tablillas de plagioclasa incorporadas (textura subofítica a ofítica) dentro del fenocristal de piroxeno, dique de la Formación Cerro León.

diendo en general con el rumbo de la estratificación de las sedimentitas pérmicas. Sin embargo, los diques con rumbos NE y ENE cortan en forma totalmente discordante a la secuencia gondwánica. El único ejemplo de total concordancia en el rumbo e inclinación con la sedimentación se presenta en el filón capa de rumbo NNO. Los contactos de estos cuerpos con la roca de caja (areniscas) son netos y producen compactación de las sedimentitas (Fig. 2b) y ocasionales asimilaciones de granos de cuarzo en los bordes enfriados.

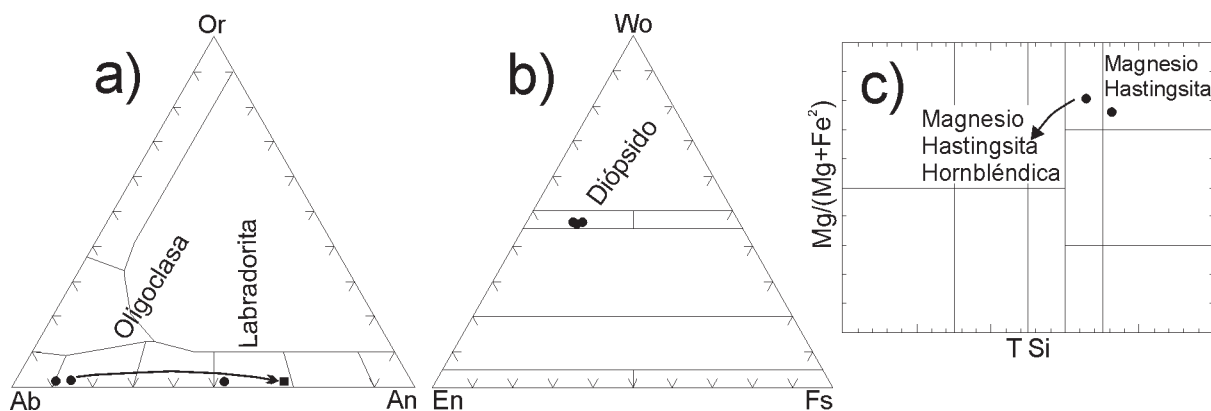
En el asomo Bahía Laura se presentan tres diques máficos de rumbo NNO intruyendo a rocas del basamento. Tienen longitudes menores, desde 50 a 200 metros, y potencias de hasta 0,80 m. Los contactos son también netos e intruyen concordantemente a la esquistosidad de las metamorfitas, de azimut promedio N330°. El afloramiento Bahía Laura también es un alto estructural, denominado Horst de Bahía Laura por Guido (2002) y limitado por el este y el oeste por fallas normales NNE y por el sur por una importante falla normal de rumbo NE.

Las rocas hipabisales estudiadas son oscuras, de colores grises a negros que se tornan verdosos a rojizos cuando están alteradas. En muestra de mano presentan textura microgranuda y xenocristales de cuarzo en la zona de borde, y textura porfírica en la parte central del filón.

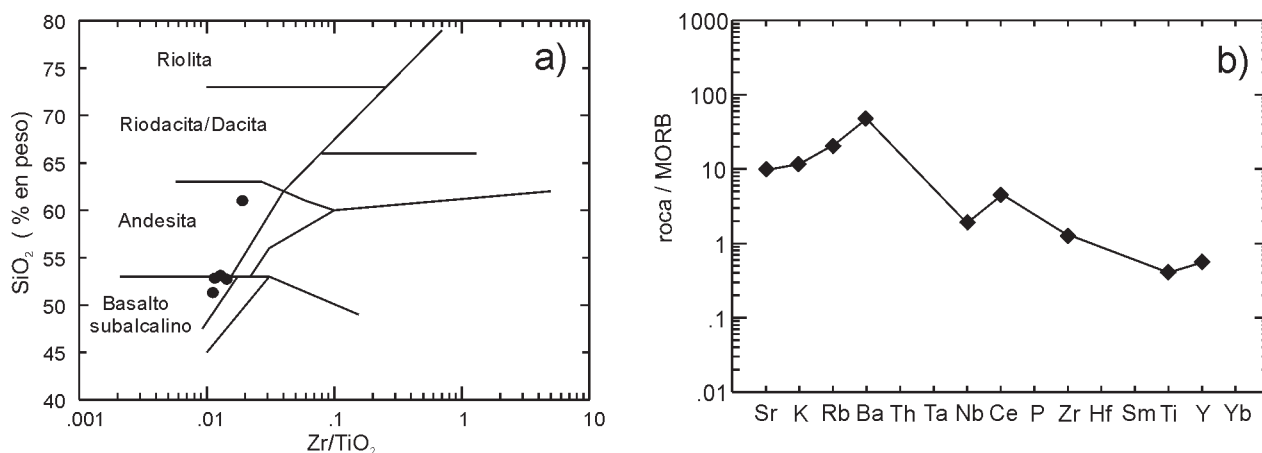
#### *Petrografía y química mineral*

Al microscopio se observa que son rocas holocristalinas, con textura porfírica a microgranuda y con algunos ejemplos de textura subofítica. Los fenocristales de piroxeno alcanzan hasta 2,5 mm en secciones tabulares y están generalmente alterados a calcita, clorita y epidoto; los fenocristales de anfíbol presentan prismas de hasta 3 mm de largo y están frescos y los fenocristales de plagioclasas alcanzan hasta 1,5 mm de largo y se encuentran frecuentemente alterados a calcita y sericita. La matriz de la roca presenta textura intergranular, formada por un mosaico de plagioclasas, en ocasiones zonadas, con piroxeno, anfíbol y minerales opacos en los intersticios (Fig. 2c y d).

Mediante el procesamiento de los análisis realizados con microsonda electrónica sobre la muestra 146 (Cuadro 1) resulta que los microlitos de plagioclasa poseen un amplio rango de composiciones, que varían desde oligoclasa ( $An_{10}$ ) a labradorita ( $An_{66}$ ) y con una tendencia a la pérdida de Na hacia los bordes de la zonación (Fig. 3a); esta situación posiblemente refleje el grado de alteración de las mismas. Los fenocristales de piroxeno, en cambio, presentan composiciones constantes ( $En_{42}Fs_{11}Wo_{47}$ ) que corresponden a la variedad diópsido (Fig. 3b) y los



**Figura 3:** Diagramas de clasificación de feldspatos a), piroxenos b) y anfíboles c). Los círculos representan mediciones en el centro y los cuadrados en los bordes del cristal y la flecha muestra el par centro-borde de un microlito de plagioclasa.



**Figura 4:** Diagramas de caracterización geoquímica. a) Diagrama de clasificación de Winchester y Floyd (1977). b) Diagrama multi-elemento normalizado a MORB según Pearce (1981).

anfíboles son hornblendas ricas en Mg (magnesio hastingsita y magnesio hastingsita hornbléndica) (Fig. 3c).

### Geoquímica

Se han realizado análisis geoquímicos por elementos mayoritarios y traza en las cinco muestras más representativas de los diques de la Formación Cerro León en el este del Macizo del Deseado. Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro 2. Estos análisis presentan una elevada pérdida por calcinación (PPC), consecuencia del importante grado de alteración de las rocas. Sin embargo, se sugieren algunas consideraciones geoquímicas preliminares.

Las rocas fueron clasificadas utilizando un gráfico basado en elementos de baja movilidad (Winchester y Floyd 1977), del cual se obtuvieron composiciones en el límite entre basalto-andesita para tres de las muestras, una composición andesítica para la muestra 142 y basáltica para la 390 (Fig. 4a). Por lo tanto, se podría asumir una

composición variable entre basalto y andesita, con afinidades subalcalinas, para estas rocas.

Con los resultados de elementos traza, se ha realizado un diagrama expandido de multi-elementos normalizados a MORB (Pearce 1981) de la muestra con menor PPC (146). Del diagrama surge que la roca presenta afinidades calcoalcalinas, con enriquecimientos en los elementos livianos (LILE) considerados y empobrecimientos en Nb y Ti (Fig. 4b).

### Relación estratigráfica y geocronología

Ambos afloramientos de rocas hipabisales se encuentran intruyendo a unidades pre-mesozoicas (Formación La Golondrina del Pérmico superior y Complejo Río Deseado de edad Precámbrico superior-Paleozoico inferior) y no afectan a las rocas volcánicas ácidas del Grupo Bahía Laura. Por lo tanto, por relación estratigráfica, los cuerpos filonianos son asignados al post-Pérmico superior y pre-Jurásico medio.

Por otro lado, si se tienen en cuenta las descripciones

**Cuadro 2:** Resultados geoquímicos obtenidos en los diques de la Formación Cerro León.

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>total</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Ba	Rb	Sr	Zr	Y	Nb	U	Th	Ce	Hf	Sm	PPC	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	
142 - <b>L</b>	57,39	15,47	6,98	0,120	2,17	4,29	3,06	3,42	0,33	0,90	1748		587	172	24								6,00
146 - <b>L</b>	<i>51,10</i>	<i>17,06</i>	<i>8,37</i>	<i>0,131</i>	<i>6,34</i>	<i>6,48</i>	<i>3,52</i>	<i>1,74</i>	<i>0,36</i>	<i>1,13</i>	<i>1014</i>	<i>40</i>	<i>1150</i>	<i>149</i>	<i>16</i>	<i>8</i>	<i>&lt;9</i>	<i>&lt;20</i>	<i>52</i>	<i>&lt;6</i>	<i>&lt;6</i>	<i>2,90</i>	
149 - <b>L</b>	49,79	14,68	8,01	0,129	8,10	8,19	2,49	1,46	0,28	0,89	1155		685	113	15								6,11
240 - <b>BL</b>	<i>48,20</i>	<i>15,83</i>	<i>8,44</i>	<i>0,109</i>	<i>3,75</i>	<i>5,29</i>	<i>4,89</i>	<i>2,70</i>	<i>0,46</i>	<i>1,27</i>	<i>965</i>	<i>146</i>	<i>693</i>	<i>189</i>	<i>13</i>	<i>7</i>	<i>&lt;9</i>	<i>&lt;20</i>	<i>99</i>	<i>&lt;6</i>	<i>7</i>	<i>8,00</i>	
390 - <b>L</b>	46,41	14,16	8,11	0,148	8,89	7,52	2,63	1,25	0,27	0,85	1367		717	96	14								9,15

En *itálica* los realizados en el laboratorio Actlabs. **L**: bajo Leonardo y **BL**: Afloramiento Bahía Laura.

**Cuadro 3:** Resultados isotópicos obtenidos durante el calentamiento gradual de los fragmentos 1240-01 y 02 de la muestra 146, dique ubicado en el bajo Leonardo.

	<sup>38</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	<sup>37</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	<sup>36</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	<sup>40</sup> Ar*/ <sup>39</sup> Ar	% Rad	Edad	±	<sup>40</sup> Ar	<sup>40</sup> Ar (moles)	Láser (W)
1240-01A	0,1196	1,08935	0,56799	12,17	6,8	111,91	48,29	0,29	5,58E-15	0,3
1240-01B	0,0451	1,96116	0,17788	25,16	32,4	224,21	11,97	0,59	1,13E-14	0,6
1240-01C	0,0276	2,88198	0,09286	20,15	42,5	181,67	4,09	0,58	1,10E-14	0,9
1240-01D	0,0150	1,78119	0,02336	19,42	74,1	175,45	2,82	0,41	7,91E-15	1,2
1240-01E	0,0155	0,76008	0,01255	20,20	84,7	182,13	1,77	0,31	5,96E-15	1,5
1240-01F	0,0132	0,65171	0,00885	20,12	88,7	181,44	1,08	0,50	9,45E-15	1,9
1240-01G	0,0142	0,68907	0,01068	20,10	86,6	181,24	0,95	0,73	1,40E-14	2,3
1240-01H	0,0151	1,45883	0,01382	20,36	83,7	183,53	0,94	0,87	1,66E-14	2,8
1240-01I	0,0133	1,60764	0,00844	20,13	89,5	181,57	0,60	1,74	3,30E-14	3,7
1240-01J	0,0122	2,01713	0,00842	20,79	89,9	187,18	0,80	0,96	1,82E-14	5,0
1240-02A	0,1087	0,21590	0,55409	16,95	9,4	154,03	52,73	0,22	4,26E-15	0,3
1240-02B	0,0325	1,11162	0,10348	16,07	34,5	146,40	4,96	0,41	7,77E-15	0,6
1240-02C	0,0182	1,01046	0,03757	20,42	64,9	183,98	2,41	0,51	9,62E-15	1,0
1240-02D	0,0118	0,51109	0,00918	19,31	87,8	174,47	1,25	0,36	6,90E-15	1,4
1240-02E	0,0105	0,50300	0,00338	20,09	95,4	181,20	1,24	0,40	7,70E-15	1,8
1240-02F	0,0133	0,64254	0,00750	19,49	90,0	176,01	0,71	0,80	1,52E-14	2,4
1240-02G	0,0132	1,11698	0,00582	19,74	92,3	178,19	1,04	1,11	2,11E-14	3,0
1240-02H	0,0125	1,05131	0,00562	19,77	92,6	178,40	0,53	1,51	2,87E-14	4,2
1240-02I	0,0115	0,92676	0,00665	20,05	91,4	180,85	0,74	0,88	1,68E-14	5,0

de Di Persia (1957) y Panza (1982), quienes mencionan que las diabasas de la Formación Cerro León intruyen a piroclastitas toarciano-aalenianas (Stipanovic y Bonetti 1970) de la Formación Roca Blanca en el anticlinal El Tranquilo, quedan entonces perfectamente acotadas a la parte alta del Jurásico inferior y la parte baja del Jurásico medio.

No había antecedentes de estudios geocronológicos en esta unidad, por lo cual se decidió realizar una datación Ar/Ar sobre la muestra más fresca (146). Se han realizado mediciones en dos fragmentos de roca total representativos de esta roca filoniana (1240-01 y 1240-02), los cuales han dado plateaus bien definidos y contienen porciones razonables de gases nucleogénicos y radiogénicos (Cuadro 3 y Figura 5a y b).

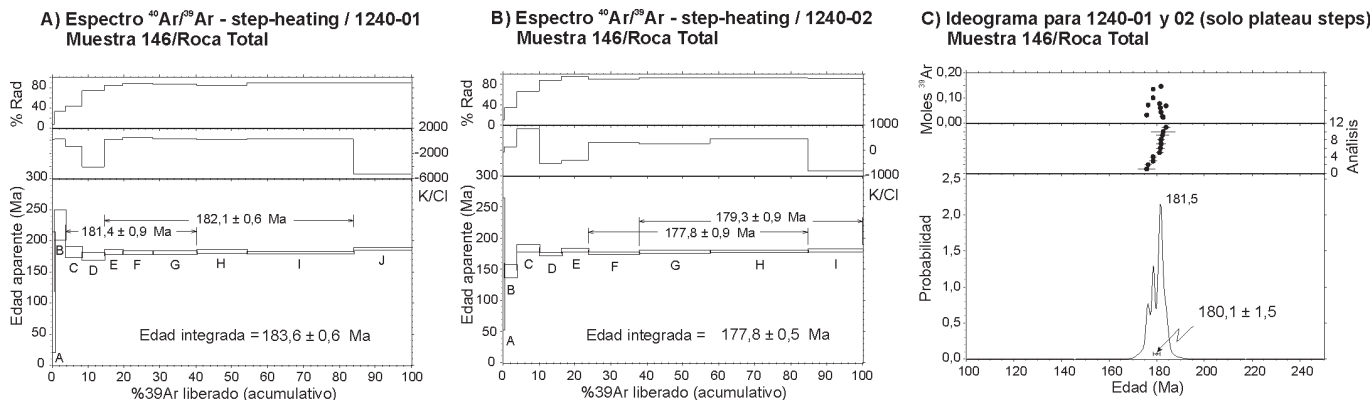
El calentamiento gradual en cada uno de los fragmentos ha resultado en dos edades plateau: 181,4±0,9 y 182,1±0,6 Ma para 1240-01 y 177,8±0,9 y 179,3±0,9 Ma para 1240-02. La Figura 5 C resulta del ploteo de los resultados que definen las edades plateau y forman un pico de edad más probable en 181,5 Ma. Sin embargo, la mejor estimación de la edad de la muestra es la media ponderada de 180,1±1,5

Ma obtenida con el mismo gráfico. Esta edad corresponde al límite Toarciano-Aaleniano según la Carta Estratigráfica de UNESCO-IUGS (2000), es decir en el límite Jurásico inferior a medio.

## Discusión

La edad Ar/Ar obtenida en el dique de la Formación Cerro León (180,1±1,5 Ma) coincide con las relaciones estratigráficas observadas en estas rocas hipabisales en la parte central y oriental del Macizo del Deseado. Para analizar la vinculación temporal de estas rocas con eventos ígneos del Jurásico en la misma provincia geológica, debemos tener en cuenta las edades establecidas para la Formaciones La Leona, Bajo Pobre y el Grupo Bahía Laura.

El plutonismo Jurásico inferior de la Formación La Leona, presenta edades Rb/Sr que varían desde el Hettangiano al Toarciano; 203±2 a 192±5 Ma (Varela *et al.* 1991; Pankhurst *et al.* 1993a) para el sector El Sacrificio-



**Figura 5:** Diagramas de calentamiento gradual (step-heating) e ideograma del análisis Ar/Ar realizado en la muestra 146 de la Formación Cerro León.

La Calandria y  $202 \pm 2$  a  $175 \pm 9$  para La Leona (Pankhurst *et al.* 1993a; Halpern *et al.* 1970).

La Formación Bajo Pobre presenta un rango de edades Ar/Ar, en seis muestras, que varían entre  $164,1 \pm 0,3$  y  $150,6 \pm 2$  Ma (Alric *et al.* 1996; Féraud *et al.* 1999; Pankhurst *et al.* 2000) y una isocrona Rb/Sr de  $173 \pm 8$  Ma (Tessone *et al.* 1999).

El Grupo Bahía Laura presenta una gran cantidad de edades obtenidas con diferentes métodos, K/Ar, Rb/Sr, Ar/Ar y U/Pb. De este conjunto, se destacan los rangos:  $177,8 \pm 0,4$  a  $151,5 \pm 0,5$  Ma con dataciones Ar/Ar (Alric *et al.* 1996; Féraud *et al.* 1999; Pankhurst *et al.* 2000) y  $171 \pm 1$  a  $156,2 \pm 1,8$  Ma con determinaciones U/Pb (Zubia *et al.* 1999; Pankhurst *et al.* 2000).

La Formación Bajo Pobre y el Grupo Bahía Laura presentan un rango de edad similar y ciertas afinidades geoquímicas, por lo tanto son consideradas por Pankhurst *et al.* (1993b); Pankhurst y Rapela (1995); Pankhurst *et al.* (1998); Bertrand *et al.* (1999); Féraud *et al.* (1999) y Riley *et al.* (2000) como coetáneas y posiblemente cogenéticas. Estas dos unidades representan un importante evento volcánico-piroclástico bimodal de edad Jurásico medio a superior, que surge en respuesta al régimen extensional preponderante en la Patagonia extrandina (Riley *et al.* 2000).

Si consideramos que las edades de la Formación La Leona se agrupan en torno a los 200 Ma (de Barrio *et al.* 1999) y que el plutonismo se inicia con dioritas, pasando a granodioritas, tonalitas y terminando con facies aplíticas y pegmatíticas (Pankhurst *et al.* 1993a), se considera que, por afinidades composicionales, yacencia y edad, los cuerpos hipabisales de la Formación Cerro León estarían más vinculados temporal y genéticamente al volcanismo Jurásico medio a superior (Formación Bajo Pobre y Grupo Bahía Laura) que al magmatismo Jurásico inferior.

Sin embargo, si comparamos las edades obtenidas por el mismo método, habría una separación temporal entre las rocas hipabisales de Cerro León y el volcanismo Jurásico medio-superior. Este intervalo sería de aproximadamente 2 Ma respecto del Grupo Bahía Laura y 16 Ma respecto de Bajo Pobre. De esta manera, se pone en duda la contemporaneidad señalada por varios autores entre la Forma-

ción Cerro León y las rocas volcánicas de la Formación Bajo Pobre.

## Conclusiones

Los cuerpos filonianos máficos hallados en el bajo Leonardo y el afloramiento Bahía Laura extienden la ocurrencia de la Formación Cerro León hacia el sector oriental del Macizo del Deseado. Esta unidad se compone de diques y filones capa de composición basáltica a andesítica, subalcalinos y con afinidades calcoalcalinas, que se habrían emplazado en el Jurásico inferior a medio ( $180,1 \pm 1,5$  Ma, Ar/Ar en roca total).

Estas rocas filonianas estarían vinculadas temporal y genéticamente con el evento volcánico-piroclástico del Jurásico medio a superior del Macizo del Deseado. Sin embargo, la diferencia de edades obtenidas con la misma metodología, sugiere una interrupción entre los eventos hipabisales de la Formación Cerro León (180 Ma) y el volcanismo de la Formación Bajo Pobre (164 a 151 Ma).

Se considera que las rocas subvolcánicas de Cerro León representan el material básico a intermedio emplazado durante los primeros estadios del evento distensivo que originó el importante volcanismo jurásico medio a superior representado por la Formación Bajo Pobre y el Grupo Bahía Laura. Siendo de esta manera, una de las primeras manifestaciones magmáticas del rift jurásico.

## 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 de 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 13º 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.
- Bertels, A., 1970. Sobre el "Piso Patagoniano" y la representación de la época del Oligoceno en Patagonia austral (República Argentina). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 25 (4): 495-501.
- Bertrand, H., Féraud, G., Haller, M., Luais, B., Martínez, M., Alic, V. y Fornari, M., 1999. The mesozoic silicic large igneous province of Patagonia: Geochronology and origin evidenced by Ar/Ar dating and Sr-Nd isotopes. Actas South American Symposium on Isotope Geology 2: 167-169.
- de Barrio, R., Panza, J. L., y Nullo, F., 1999. Jurásico y Cretácico del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. En: R. Caminos (Ed.). Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (17): 511-527.
- 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., 1957. Informe previo al Levantamiento Geológico en escala 1:100.000 de la zona Norte del Territorio de Santa Cruz, al sur del río Deseado. Tercera Campaña. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires. Informe inédito.
- 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.
- 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, (inédito), 226 pp., La Plata
- Guido, D., Tiberi, P., de Barrio, R., Escayola, M. y Schalamuk, I., 2000. Hallazgo de basamento ígneo - metamórfico en Bahía Laura, sector sud-oriental del Macizo Del Deseado, Santa Cruz, Patagonia Argentina. Actas 9º Congreso Geológico Chileno, 2 (Simposio Internacional 4): 731-735, Puerto Varas.
- Halpern, M., Umpierre, P. y Linares, E., 1970. Radiometric ages of crystalline rocks from southern South America as related to Gondwana and Andean geologic provinces. Actas Conferencia Tierra Sólida, 2: 141-142.
- 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, Academia Nacional de Ciencias, 1: 602-687, Córdoba.
- 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
- Pankhurst, R., Rapela C. y Márquez, M., 1993a. Geocronología y petrogénesis de los granitoides jurásicos del noreste del Macizo del Deseado. Actas 12º Congreso Geológico Argentino, 4: 134-141, Mendoza.
- Pankhurst, R., Sruoga, P. y Rapela, C., 1993b. Estudio Geocronológico Rb-Sr de los complejos Chon-Aike y El Quemado a los 47º30' L.S. XII Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas 4: 171-178.
- Pankhurst, R. y Rapela, C., 1995. Production of Jurassic rhyolite by anatexis of the lower crust of Patagonia. Earth and planetary Science Letters, 134: 23-36.
- Pankhurst, R., Leat, P., Sruoga, P., Rapela, C., Márquez, M., Storey, B y Riley, T., 1998. The Chon Aike province of Patagonia and related rocks in West Antarctica: a silicic large igneous province. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 81: 113-136.
- 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.
- 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 Shiba Publishing Limited: 230-249, United Kingdom.
- Pezzi, E., 1970. Informe geológico preliminar: zona Los Pirineos-Cañadón Largo. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 49 pp., (informe inédito).
- Riley, T., Leat, P., Pankhurst, R. y Harris, C., 2000. Origin of large volume rhyolitic volcanism in Antarctic Peninsula and Patagonia by crustal melting. Journal of Petrology, 42 (6): 1043-1065.
- Stipanovic, P. y Bonetti, M., 1970. Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas. Floras Liásicas, Ameghiniana, Asociación Paleontológica Argentina, 7 (1): 57-78.
- Tessone, M., Del Blanco, M., Macambira, M. y Rolando, A., 1999. New Radiometric Ages of the Chon Aike and Bajo Pobre Formations in the Central Zone of the Deseado Massif, Argentina. II South American Symposium on Isotope Geology. Actas: 132-135, Villa Carlos Paz.
- UNESCO-IUGS, 2000. International Stratigraphic Chart, compilada por Jurgen Remane *et al.* (Eds). 31º International Geological Congress, Río de Janeiro.
- Varela, R., Pezzuchi, H., Genini, A. y Zubia, M., 1991. Dataciones de rocas magmáticas en el Jurásico inferior del nordeste del Macizo del Deseado, Santa Cruz. Revista Asociación Geológica Argentina, 46 (3-4): 257-262.
- Winchester, J. y Floyd, P., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chemical Geology, 20: 325-343.
- Zubia, M., Genini, A. y Schalamuk, I. B., 1999. Yacimiento Cerro Vanguardia. En: E. O. Zappettini (Ed.). Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 35: 1189-1202.

**Recibido:** 21 de agosto, 2003

**Aceptado:** 10 de octubre, 2004