

## Edad K-Ar del Complejo Volcánico Agua de la Piedra en Puesto Suárez, Río Negro

Marcela B. REMESAL & Flavia M. SALANI

Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGeBA). Departamento de Ciencias Geológicas. FCEN-Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). E-mail M. Remesal: mremesal@yahoo.com.ar

**Abstract: K-Ar Age of Agua de la Piedra Volcanic Complex at Puesto Suárez, Río Negro.** The Agua de la Piedra Volcanic Complex (APVC) has been defined as an integral part of the Quiñelaf Superunit, which includes younger bimodal sequences than the so-called basaltic plateau of Somún Curá. The plateau and post-plateau effusions correspond to the major episodes of the Somún Curá Magmatic Province of (SCMP). The APVC emerges in the western periphery of the plateau and is composed of an association of lavas and pyroclastites from basaltic to trachytic. The core of the range on which the sequence crops out is mainly mesosilicic and the basic flows of radially disposed. At the eastern end of the trachyte site a dome-shaped body with at least two trachytic varieties is recognized. The K-Ar age of the grainy variety allows corroborating the presence of more than one effusive event within the Quiñelaf Superunit and establishing some criteria to discuss its relationship with the basaltic plateau.

**Key words:** Geochronology-Volcanism-Somún Curá-Extrandean Patagonia.

**Resumen:** El Complejo Volcánico Agua de la Piedra (CVAP) ha sido definido como parte integrante de la Superunidad Quiñelaf, la cual incluye secuencias bimodales más jóvenes que el denominado *plateau* basáltico de Somún Curá. Las efusiones *plateau* y *post-plateau* corresponden a los episodios mayores de la Provincia Magmática de Somún Curá (PMSC). El CVAP aflora en el sector periférico occidental del *plateau* y está compuesto por una asociación de lavas y piroclastitas desde basálticas hasta traquíticas. El núcleo de la sierra en la cual aflora la secuencia es principalmente mesosilícica y los flujos básicos se disponen radialmente. En el extremo oriental del emplazamiento traquítico se reconoce un cuerpo de forma cómica con al menos dos variedades traquíticas. La edad K-Ar de la variedad granosa permite corroborar la presencia de más de un evento efusivo dentro de la Superunidad Quiñelaf y establecer algunos criterios para discutir su relación con el *plateau* basáltico.

**Palabras clave:** Geocronología, Volcanismo, Somún Curá, Patagonia Extrandina.

### INTRODUCCIÓN

El Complejo Volcánico Agua de la Piedra (CVAP) es una sucesión de lavas alcalinas de composición principalmente traquítica, flujos pumicíticos, depósitos de tobas finas y basaltos olivínicos, que afloran al oeste del arroyo Maquinchao, entre los paralelos 41° 35' y 41° 45' S y los meridianos 68° 50' y 69° O (Fig. 1). EL CVAP, es parte de la PMSC, y fue definido por primera vez por Remesal *et al.* (2001) quienes lo incluyen en la Superunidad Quiñelaf. Los asomos de esta unidad se extienden sobre el límite occidental del campo volcánico Somún Curá, en los parajes El Chaiful y Colonia Renanguyeu.

Las mejores exposiciones de las rocas traquíticas se encuentran en el paraje Agua de La Piedra, de

donde deriva el nombre del Complejo (Fig. 1).

Poco más al norte y noroeste, en el área de El Chaiful, dominan, en cambio, los basaltos olivínicos afíricos que se extienden hacia el norte hasta la ruta nacional 23. En el sector centro y oriental, amplias coladas de basaltos porfíricos afloran desde las cercanías del puesto Horno hasta Colonia Renanguyeu (Salani *et al.*, 2014, 2009; Remesal *et al.*, 2013, 2006, 2002).

Hasta el presente la edad del complejo ha sido asignada al Oligoceno-Mioceno sobre la base de las relaciones estratigráficas con rocas del Grupo Sarmiento (Remesal *et al.*, 2001). La determinación analítica realizada en este trabajo es una de las primeras edades isotópicas que permite precisar temporalmente la asociación.

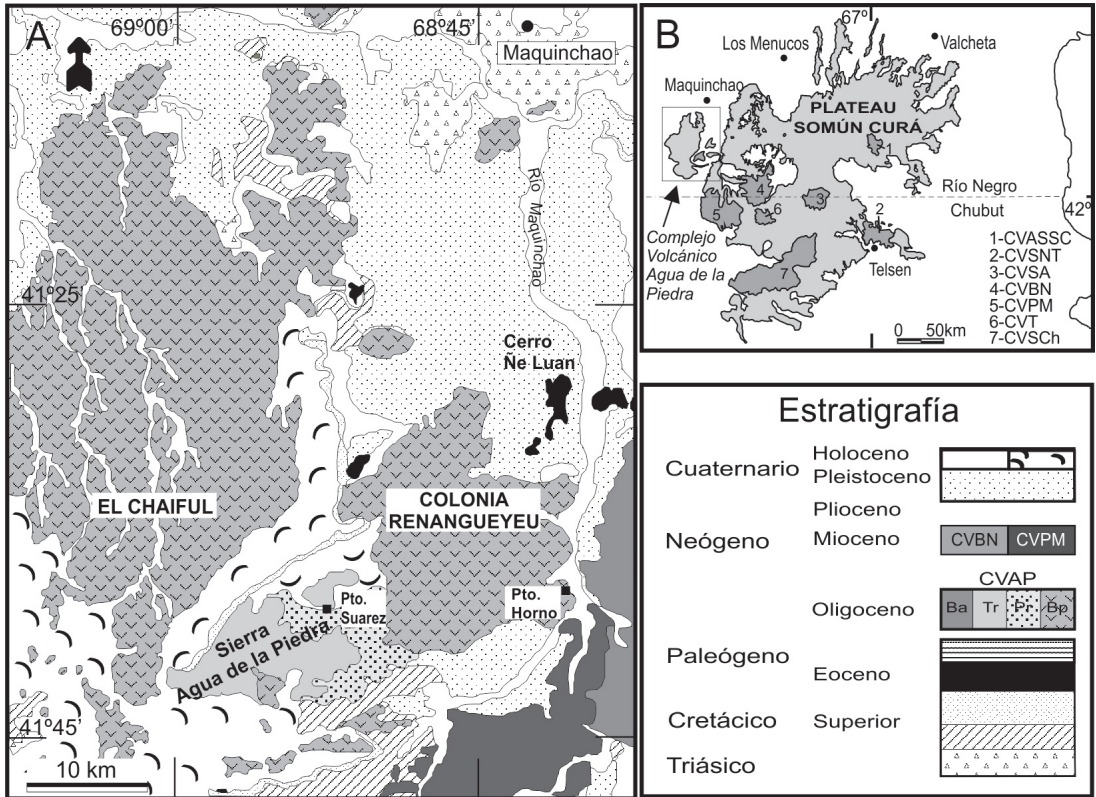


Fig. 1. a. Esquema geológico del Complejo Volcánico Agua de la Piedra y su ubicación relativa en el contexto de la meseta basáltica de Somún Curá. b. Ubicación de los complejos volcánicos postmeseta: CVASSC (Alta Sierra de Somún Curá), CVSNT (Sierra Negra de Telsen), CVSA (Sierra de Apas), CVSch (Sierra de los Chacays), CVBN (Barril Niyeu), CVST (Sierra de Talagapa).

## MARCO GEOLÓGICO

### Complejo Volcánico Agua de la Piedra

La denominación de Superunidad Quiñelaf fue propuesta por Franchi *et al.* (2001) para integrar bajo una misma unidad los complejos o asociaciones litológicas de emplazamiento post meseta en el campo basáltico de Somún Curá. Núñez *et al.* (1975) habían utilizado el nombre de Formación Quiñelaf para vulcanitas mesosilíceas aflorantes en la Alta Sierra de Somún Curá. Ylláñez & Lema (1979) emplearon la misma denominación para rocas composicionalmente similares de la sierra Negra de Telsen. Ardolino (1981, 1987) priorizó la nominación utilizada por Núñez *et al.* (1975) para caracterizar los cuerpos traquíticos de las sierras de Apas, Telsen, Chacays y Talagapa. La complejidad y variedad litológica que se observa en estas secuencias llevó a definir el Complejo Eruptivo Quiñelaf utilizado por primera vez en la descripción de la Hoja Geológica Telsen (Ardolino & Franchi, 1996). Así, el Complejo Volcánico

Agua de la Piedra (CVAP) queda incluido en esta Superunidad.

El CVAP se emplaza en el extremo noroccidental de campo basáltico de Somún Curá. El reconocimiento estratigráfico y los estudios petrográficos han permitido mapear tres facies litológicas significativas: a) piroclástica, en la que se destacan flujos piroclásticos mesosilíceos; b) lávica traquítica y c) lávica basáltica.

Los depósitos piroclásticos registran buenas exposiciones en el centro de la sierra, donde son cubiertos por la secuencia traquítica. Presentan relativa continuidad hacia las estribaciones orientales y cerca de Puesto Horno son cubiertos por flujos basálticos. Los perfiles más completos muestran una secuencia de flujos pumicíticos, con incremento de la proporción de líticos y niveles tobáceos finos cristalolíticos en los niveles superiores.

Las lavas y domos traquíticos se nuclean en la sierra Agua de la Piedra que alcanza alturas superiores a los 1500 msnm y está rodeada por las



Fig. 2 a. Imagen satélite del domo en las proximidades de Puesto Suárez, al norte de CVAP. La línea de puntos marca aproximadamente el contacto entre las dos facies traquíticas. b. Imágenes del domo traquítico. La parte central del domo tiene estructuras de flujo y corresponde a una facies granosa, porfírica según feldespatos alcalinos. c. La facies periférica es una roca de grano fino intensamente erosionada y con textura fluidal y brechosa.

planicies basálticas de los parajes El Chaiful y Renanguyeu.

La distribución y composición de las rocas lávicas traquíticas indica una edificación volcánica compleja, con interdigitación de flujos piroclásticos como evidencia de procesos explosivos.

La facies lávica traquítica corresponde a variedades que abarcan rocas de grano fino, a veces bandada, hasta porfíricas y muy ricas en cristales.

La mayoría de los domos identificados son traquitas cuarzosas, muy alcalinas.

Las rocas basálticas afloran en forma discontinua radiando desde el núcleo de la sierra y formando extensos derrames mesetiformes. Se han reconocido dos grandes grupos. Los basaltos porfíricos, principalmente en el este, son vesiculares y amigdaloides, de textura porfírica y glomeruloporfírica. Los basaltos afíricos y olivínicos son de grano grueso y se extienden hacia el norte por el sector oriental de la sierra.

#### DOMO DEL PUESTO SUÁREZ

En las cercanías de Puesto Suárez, un cuerpo traquítico, de forma dómica y altura aproximada de 150 m, constituye el asomo más septentrional del núcleo del CVAP (Figs. 1 y 2). Es un domo exógeno de planta subcircular, de aproximadamente 3,5 km de diámetro. Las rocas que conforman este afloramiento poseen importantes evidencias de flujo definiendo formas cavernosas muy destacadas y corrugaciones. Es notoria la diferenciación en dos zonas morfológicamente definidas: un sector central de 1,70 km de diámetro, con relieve prominente y una zona externa de ancho irregular, de 600 m en promedio, de relieve más suave. En el sector central aparece un núcleo integrado por una facies coherente (granosa) con estructuras de flujo que dan lugar a repliegues y diaclasamiento marcado (Fig. 2b). En general con una erosión que resulta en formas redondeadas. La zona externa está representada por una facies

de grano fino, intensamente erosionada (Fig. 2b), con marcada fluidalidad, y textura lajosa (Fig. 2c). En muestra de mano se reconocen parches de material de una tonalidad más oscura, vítreos, con evidencias de deformación, que contrastan con el resto de la roca, e imprimen un aspecto brechoso en conjunto. Son fragmentos de aproximadamente 1-3 cm, de la misma composición y con mayor proporción de vidrio. La deformación que presentan indica que fueron incorporados en estado plástico. Su coloración, gris claro a pardo oscuro, varía según la participación de vidrio y el grado de desvitrificación.

### Petrografía

La roca de la parte central es una traquita cuarzo porfírica de color rosado y vesiculada (Figs. 3 a,b,c,d) con fenocristales euhedrales de anortoclasa que alcanzan hasta 1 cm y desarrollan macla combinada de Albita-Periclino (Fig. 3d). Los de menor tamaño suelen tener un reborde anhedral (Figs. 3a y b). Los minerales máficos siempre se presentan reabsorbidos, son de menor dimensión (2-3mm), y muestran una notable corona de oxidación. La pasta tiene textura bostonítica, está compuesta esencialmente por microlitos de sanidina y cuarzo intersticial, y microlitos subhedrales de aegirina-augita y anfíbol (riebeckita?), fuertemente pleocroico (Figs. 3 a,b,c). Esta traquita presenta cristales de circón, minerales opacos y abundantes cristales aciculares de apatita (Fig. 3c).

La roca del sector periférico del cuerpo es marcadamente lajosa y de grano muy fino. Al microscopio se destaca, en general, textura traquítica de grano fino (Figs. 3e, f, g, h). La mineralogía consiste fundamentalmente de microlitos de sanidina, que en algunos casos tienen un mayor desarrollo. Los fenocristales de minerales máficos están completamente reemplazados por minerales opacos. Los fragmentos oscuros reconocidos en muestra de mano también pueden identificarse en el microscopio, tienen formas elongadas con terminaciones que se desdibujan formando parte de la pasta, grados variables de desvitrificación y eventuales parches de cristobalita (Figs. 3 e, f, g, h). Solo en ocasiones muestran vesículas subredondeadas. Como accesorios se reconocen cristales de circón y minerales opacos.

### Geoquímica

Las evidencias petrográficas y los análisis geoquímicos (Tabla 1) de las rocas del CVAP indican una serie bimodal con un extremo basáltico y

Tabla 1. Análisis geoquímicos de roca total de las traquitas de Puesto Suárez. Datos analíticos realizados por los métodos ICP e INAA en los laboratorios de Actlabs, Canadá.

	MQ 570	MQ 571 (1)	MQ 571 (2)
SiO <sub>2</sub> (% en peso)	75,45	65,58	65,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,83	16,90	16,88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,57	3,58	3,55
MnO	0,039	0,04	0,04
MgO	0,04	0,10	0,08
CaO	0,28	0,20	0,19
Na <sub>2</sub> O	4,97	6,51	6,42
K <sub>2</sub> O	4,20	5,99	5,80
TiO <sub>2</sub>	0,090	0,43	0,42
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,06	0,07
LOI	0,66	0,58	0,58
TOTAL	100,18	99,97	99,60
Rb (ppm)	798,40	189,02	191,46
Sr	13,51	11,83	13,02
Y	137,32	31,30	32,20
Zr	1430,00	771,93	797,45
Nb	517,59	109,31	114,50
Ba	11,49	53,71	54,19
La	58,50	62,50	67,13
Ce	131,37	137,09	147,95
Pr	15,59	11,56	12,42
Nd	60,25	37,97	40,47
Sm	19,35	6,54	7,00
Eu	0,12	0,52	0,58
Gd	20,25	5,02	5,13
Tb	4,30	0,91	0,97
Dy	24,80	5,24	5,57
Ho	4,90	1,06	1,10
Er	14,48	3,23	3,39
Tm	2,19	0,50	0,55
Yb	13,20	3,26	3,48
Lu	1,76	0,48	0,50
Hf	48,68	15,29	16,07
Ta	42,48	8,02	8,60
Pb	94,32	10,23	7,64
Th	91,94	19,86	20,83
U	23,21	5,28	5,60

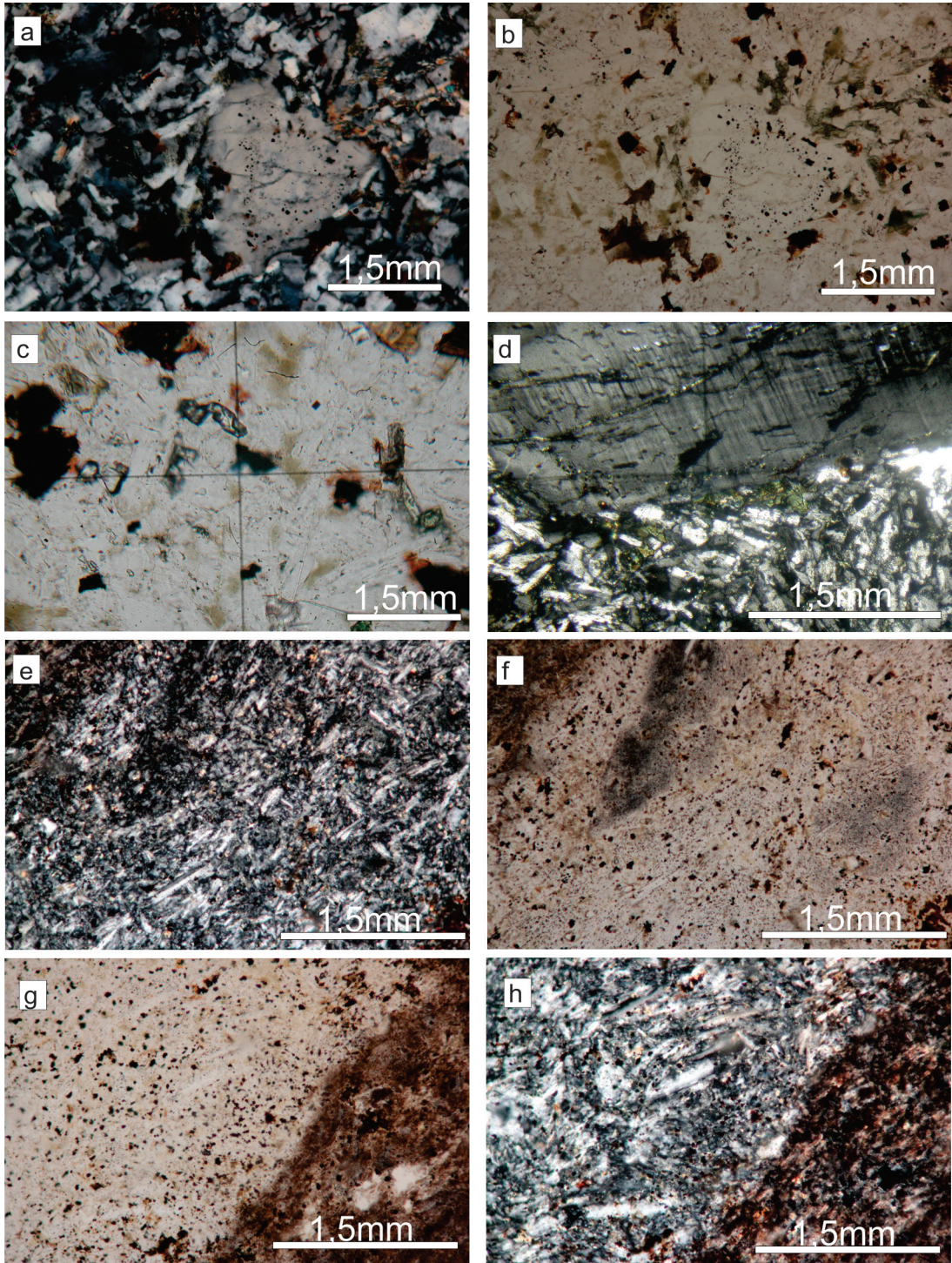


Fig. 3. Fotomicrofotografías de las traquitas de Puesto Suárez, CVAP. La traquita cuarzosa del sector central del domo es porfírica según feldespato (a, b y d), con pasta de textura bostonítica (a, b y c) con microlitos de feldespatos, aegirina y riebeckita y cristales de circón como mineral accesorio (c). Los fenocristales de feldespato corresponden a anortoclasa (d) de hasta 1 cm. En el sector periférico la roca es fluidal y brechosa, con textura traquítica muy marcada por los microlitos de feldespato (e, f, g y h). Los contactos entre los autoclastos son netos pero la composición es la misma variando solo el porcentaje de vidrio.

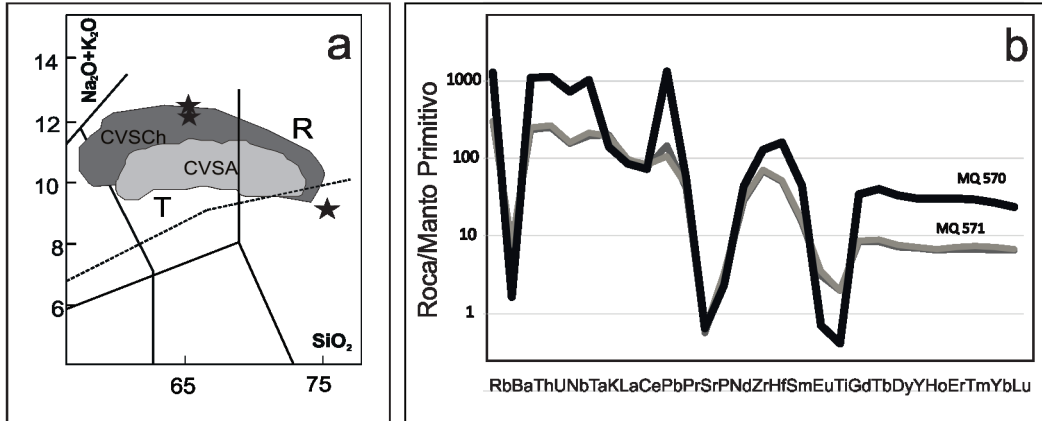


Fig. 4. **a.** Gráfico de clasificación TAS (Le Bas *et al.*, 1986) con la distribución de las muestras del domo de Puesto Suárez y los campos de composiciones traquíticas de los complejos volcánicos de Apas y Chacays. **b.** Diagrama multielemento de las traquitas del domo de Puesto Suárez. Los valores se normalizaron con la propuesta del Manto Primitivo de Sun & McDonough (1989).

otro traquítico y un gap composicional (Salani *et al.*, 2014). Los contenidos de sílice de los basaltos están en el rango entre 48-51 %; para las traquitas se ha determinado un rango de 65,5-66,3 %. En particular la traquita de la parte central del domo en Puesto Suárez alcanza valores de  $\text{SiO}_2$  de 73 % en promedio, dada la sílice intersticial que suele encontrarse en la pasta de estas rocas, llevando su clasificación química a riolita. La distribución de  $\text{SiO}_2$  marca una brecha composicional en los términos mesosilícicos que también fue reconocida en los otros complejos del ambiente post-meseta (Remesal *et al.*, 2004; Salani *et al.*, 2006). El carácter alcalino del CVAP, queda expuesto en los elevados tenores de álcalis acompañados por la presencia de Ol y Ne normativas en los basaltos y la ausencia de An en la norma de las traquitas. En términos comparativos, los complejos aproximadamente contemporáneos y geográficamente cercanos como Apas y Barril Niyeu, tienen una distribución composicional de álcalis sílice parecida.

La evolución basalto-traquita necesita ser definida con más datos analíticos a través del modelado de procesos petrogenéticos de cámara.

Las rocas del domo de Puesto Suárez corresponden a litologías traquíticas, muy fluidas y con abundantes volátiles. Las lavas del sector central (traquitas con cuarzo), geoquímicamente clasifican como riolitas (Fig. 4a). Las rocas del sector periférico (también de composición traquítica), tienen menores proporciones de  $\text{SiO}_2$ , y se ubican en el campo de las traquitas (proporción de Q normativo < 3 %).

La información disponible indica que los basaltos

tienen relaciones  $(\text{La}/\text{Yb})_n$  9-14 en tanto que las rocas diferenciadas oscilan entre 7-18 (Remesal *et al.*, 2006). Las traquitas muestran en general un patrón poco fraccionado para el segmento TRM-TRP y notable anomalía de Eu. Se observa, además, depresiones en Ba, Sr, y Ti y enriquecimientos en Rb, Hf y Zr. Son altas las concentraciones en Th, U, Nb y Ta para el conjunto más diferenciado. Los basaltos en cambio se distinguen por anomalías positivas en Ba.

En particular, las rocas del domo de Puesto Suárez tienen patrones de elementos traza (Fig. 4b) muy semejantes lo cual parece dar indicio de su vinculación genética por cristalización fraccionada, con feldespatos como principales minerales en el conjunto de fraccionamiento. La muestra representativa del núcleo del domo es la más diferenciada y las anomalías negativas en Ti y P se corresponden con fraccionamiento de minerales tales como óxidos con altos contenidos de titanio y apatita. Estos minerales se suman a los feldespatos (anomalías negativas de Ba, Sr y Eu), definiendo el conjunto de minerales fraccionados. A su vez, las rocas analizadas están fuertemente enriquecidas en elementos inmóviles e incompatibles como Th, Nb, Ta, Nd, Zr, Hf y TR, lo cual marca su extrema diferenciación. Las anomalías positivas de Th y Pb y las bajas relaciones K/Rb podrían ser evidencias de participación cortical, a lo cual se suma una débil anomalía negativa de Nb respecto de Ta.

### Geocronología

La roca granosa rosada del centro del afloramiento en Puesto Suárez, fue datada sobre roca total

Tabla 2. Datos analíticos correspondientes a la determinación geocronológica presentada en este trabajo para el domo de Puesto Suárez ( $41^{\circ}38'04''S$  y  $68^{\circ}52'28''O$ ). El análisis, es una edad K-Ar realizada sobre roca total por los Laboratorios de Actlabs, Canadá.

Muestra	$^{40}\text{Ar}$ rad, nl/g	% K	% $^{40}\text{Ar}$ atm	Edad en Ma
<b>MQ 570</b>	6,137	5,04	23,2	$31,7 \pm 0,9$

por el método K-Ar (Tabla 2) en los laboratorios de Actlabs, Canada. La concentración de K fue determinada por ICP, y el Ar a través del método de dilución isotópica y medición por espectrometría de masas de alta resolución.

La edad obtenida para el domo de Puesto Suárez es de  $31,7 \pm 0,9$  Ma. Este dato analítico marca una de las edades más antiguas para las rocas diferenciadas dentro de los complejos bimodales de la Superunidad Quiñelaf. Traquitas comprendidas en este rango de edad solo fueron documentadas en la Sierra de Apas y en el sector norte de la Sierra de los Chacays (Ardolino & Franchi, 1993). En la Sierra de Apas, un dique anular correspondiente al enjambre de diques radiales que intruyen la secuencia y que corresponden a una composición traquítica peralcalina, según la descripción de Corbella & Linares (1977), fue datado por estos mismos autores en  $31 \pm 2$  Ma. A su vez, las traquitas del cerro Cayuqueo presentan una edad de  $28 \pm 5$  y  $28 \pm 2$  Ma, según los datos publicados por Nakayama *et al* (1979) y Ardolino (1981) respectivamente. La traquita de Loma Larga, según Ardolino (1981) también registra una edad de  $28 \pm 2$  Ma. Al suroeste de la Sierra de los Chacays, en Carhué Niyeu una roca traquítica fue datada en  $29 \pm 5$  Ma (Nakayama, 1975, en Linares, 1977). Estas edades (Tabla 3) fueron recalculadas, utilizando las constantes actualizadas (Steiger & Jäger, 1977) y no presentaron variaciones significativas respecto de los datos originales. En la Figura 5 se graficaron para su comparación con la edad presentada en esta contribución.

## DISCUSIÓN

El Complejo Volcánico Agua de la Piedra constituye una secuencia de litología variada emplazada en el sector centro-sur de la provincia de Río Negro, en el ámbito del Macizo de Somún Curá. Cubre rocas de las formaciones Angostura Colorada y Coli Toro y del Grupo Sarmiento. Las

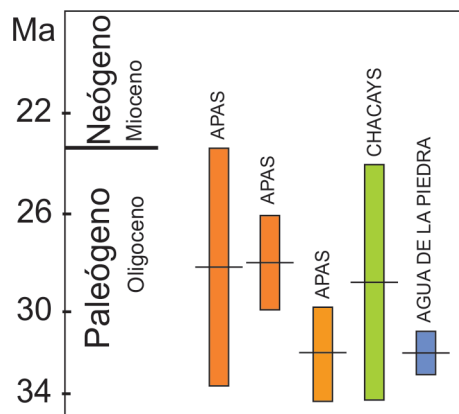


Figura 5. Esquema de distribución de edades en los complejos volcánicos Apas y Chacays, comparados con la nueva edad K-Ar (CVAP) aportada en este trabajo. Los datos graficados corresponden a los presentados en la Tabla 2 a y b.

diferentes litologías, su morfología, rasgos químicos y las relaciones estratigráficas de estas vulcanitas permiten correlacionarlas con otras asociaciones volcánicas post-meseta que componen la Superunidad Quiñelaf, como las de las sierras de Apas, y Barril Niyeu. A su vez el análisis volcano-estratigráfico permite establecer una secuencia aproximada de los eventos efusivos, comenzando con la emisión de flujos piroclásticos, a posteriori de los cuales predominan los flujos lávicos de riolitas y traquitas, en distintas variedades y finalmente las efusiones basálticas culminan la secuencia.

En el CVAP las rocas más diferenciadas constituyen las mayores alturas de la sierra, donde se concentran los emplazamientos de coladas dómicas y domos. Las traquitas aflorantes en las cercanías de Puesto Suárez, se emplazaron conformando un cuerpo de morfología dómica, excéntrico respecto del núcleo de sierra. Este domo presenta una variación facial según la cual el sector central es una roca coherente, tiene textura granosa porfirica, que clasifica químicamente como riolita. Rodeando al cuerpo granoso aflora una facies traquítica de grano fino, lajosa y brechada, con menor porcentaje de  $\text{SiO}_2$  que correspondería a la corteza del domo. El brechamiento está definido por el contraste de porciones con importante participación vítrea, que alternan con la pasta traquítica de textura holocristalina fina. Por la composición, contornos y plasticidad, que muestran las fracciones oscuras se interpreta que corresponderían a fragmentos pumíceos colapsados

Tabla 3. Edades K-Ar sobre roca total publicadas para los complejos volcánicos de Apas y Chacays, con sus referencias bibliográficas. Los valores utilizados son los obtenidos por recálculo con las constantes actualizadas.

Ubicación	Método de Datación	Edad en Ma	Referencia	Edad recalculada en Ma
Sierra de Apas (diques)	K-Ar en RT	31±2	Corbella & Linares, 1977	31±7
Sierra de Apas (cerro Cayuqueo)	K-Ar en RT	28±5	Nakayama <i>et al.</i> , 1979	28±8
Sierra de Apas (cerro Cayuqueo)	K-Ar en RT	28±2	Ardolino, 1981	28±8
Sierra de Apas (Loma Larga)	K-Ar en RT	28±2	Ardolino, 1981	27±8
Sierra de los Chacays (Carhue Niyeu)	K-Ar en RT	29±5	Nakayama, 1975; Nakayama, 1976, en Linares, 1977	28±8

y fundidos, en los que las evidencias de la estructura interna original habrían desaparecido.

Las propiedades reológicas que manifiestan ambos sectores se corresponden con un núcleo caracterizado por deformación dúctil (importantes evidencias de flujo, plegamientos y corrugaciones) y una corteza con deformación frágil (brechamiento y textura lajosa). En general esta última puede ser una capa relativamente permeable a través de la cual se produce desgasificación (Calder *et al.*, 2015) y explicaría la presencia de cristobalita sineruptiva en los sectores externos del domo, donde además la disminución de la vesicularidad es mayor por escape de gases (Boudon *et al.*, 2015) y propiciaría la formación de las lentículas de vidrio que interpretamos como relictos de fragmentos pumíceos.

Las evidencias petrológicas indican que estas rocas podrían integrar una secuencia de diferenciación a través de procesos de cámara como cristalización fraccionada que están siendo evaluados en un conjunto de datos analíticos más amplio que incluyen rocas básicas e información isotópica.

La facies del sector central del domo aflorante en Puesto Suárez fue datada por el método K-Ar en 31,7±0,9 Ma. El valor obtenido se corresponde con edades equivalentes propuestas para otros complejos en la provincia magmática de Somún Curá. Las edades oligocenas (ampliamente) contrastantes con otras más jóvenes (miocenas) en rocas de composición traquítica fue planteada por Ardolino (1981), quien propuso una distribución cíclica traquita-basalto para algunas secuencias post-meseta en el magmatismo de Somún Curá. Según Ardolino (1981) la relación de las rocas traquíticas con la Formación Somún Curá y parte del Grupo Sarmiento considerando los valores

geocronológicos disponibles, indicaría que esas efusiones no se restringieron a un solo evento sino que corresponderían a pulsos diferentes e intermitentes durante el Oligoceno y Mioceno. De esta forma, el autor propone que algunas rocas traquíticas se habrían emplazado antes que los basaltos oligocenos y separa varios episodios, reconociendo al menos cuatro máximos de actividad volcánica entre el Oligoceno y el Mioceno.

Si bien esta probabilidad no puede ser evaluada con los datos disponibles, la alternancia de episodios semejantes en momentos diferentes está abierta a la discusión, así como su relación estratigráfica y temporal con el ciclo basáltico que definió el emplazamiento del plateau.

#### AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean expresar su agradecimiento a los Dres. Hector Leanza y Carlos Cingolani, y a un arbitro anónimo quienes han enriquecido este trabajo con sus sugerencias. También agradecemos al Dr. Claudio Parica por su colaboración en el recálculo de las edades utilizadas. Este trabajo se realizó en el marco de los proyectos UBACYT 20020130100650BA y PIP Conicet 112 201301 00579 CO. Nuestro agradecimiento al SEGEMAR por el apoyo logístico en los trabajos de campo y al Sr. Eduardo Llambías por la elaboración de los preparados petrográficos.

#### BIBLIOGRAFIA

Ardolino, A. A. 1981. El vulcanismo cenozoico del borde suroriental de la meseta de Somuncurá. Provincia del Chubut. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 1:65, 3:7-23.



- Ardolino, A. A. 1987. Descripción geológica de la Hoja 42f. Sierra de Apas, provincia del Chubut. *Dirección Nacional de Minería y Geología*. Boletín 203: 1 - 91.
- Ardolino, A.A. & M. Franchi. 1993. El vulcanismo cenozoico de la meseta de Somún Curá, provincias de Río Negro y Chubut. *12º Congreso Geológico Argentino*, Actas IV: 225-235.
- Ardolino, A.A. & M. Franchi. 1996. Hoja geológica 4366-I Telsen: provincia del Chubut. Programa nacional de cartas geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. *Dirección Nacional del Servicio Geológico*. Boletín N 215: 102 p.
- Boudon, G., H. Balcone-Boissard, B. Villemant & D. J. Morgan. 2015. What factors control superficial lava dome explosivity? *Scientific Reports*, 5:14551; doi: 10.1038/srep14551
- Calder, E. S., Y. Lavalleé, J. E. Kendrick & M. Bernstein. 2015. Lava Dome Eruptions. En: Sigurdsson, H., Houghton, Bruce, Rymer, H., Stix, J. y McNutt, S. (Eds). *The Encyclopedia of Volcanoes*: 344-362. Elsevier.
- Corbella, H. & E. Linares. 1977. Acerca de la naturaleza peralcalina y edad de algunos afloramientos volcánicos de la Sierra de Apas y de la Sierra Negra de Telsen, Macizo Nordpatagónico, provincias de Río Negro y Chubut, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 32, 2: 152.
- Franchi, M., A.A. Ardolino & M. Remesal. 2001. Hoja Geológica N° 4166-III. Cona Niyeu. Provincia de Río Negro. *Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico y Minero Argentino*. Boletín 262: 114p.
- Le Bas, M. J., R. W. Le Maitre, A. Strekeisen & B. Zanettin. 1986. A chemical classification of volcanic rock base on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology* 27: 745-750.
- Linares, E. 1977. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Publicaciones Especiales, serie B (Didáctica y Complementaria), n°4, 38p.
- Nakayama, C., J. Sciotto, E. Castrillo & C. Fernández. 1979. Contribución al conocimiento geológico del sector noreste de la provincia del Chubut. *7º Congreso Geológico Argentino*, Actas 1. Buenos Aires.
- Núñez, E., E. Bachmann, E. W. ravazzoli, J. Britos, A. Franchi, M. R., A. Lizuain & E. Sepulveda. 1975. Rasgos geológicos del sector oriental del macizo de Somuncurá, provincia de Río Negro, República Argentina. *2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica*, Actas 4: 247-266.
- Remesal, M.B., F.M. Salani, M.E. Cerredo & P.D. Cordenons. 2013. Magmatismo bimodal en el Complejo Volcánico Agua de la Piedra, secuencias post-plateau de Somún Curá. *Segundo Simposio Petrología Ignea y Metalogénesis Asociada (PIMA)*, Actas: 77. ISBN 978-987-1852-75-8. San Luis.
- Remesal, M. B., F.M. Salani & M. E. Cerredo. 2006. Caracterización petrológica del Complejo Volcánico Agua de la Piedra, provincia de Río Negro. *8º Congreso de Mineralogía y Metalogénia*, Acta Avances en Mineralogía, Metalogénia y Petrología: 413-420.
- Remesal, M., F.M. Salani, G.I. Massaferrero & M.E. Cerredo. 2004. Estratigrafía y Petrología del Sector Noreste de Sierra de Apas. Provincia del Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59(4): 578-590.
- Remesal, M. B., F.M. Salani, M. Franchi. & A.A. Ardolino. 2002. Complejo Volcánico Agua de la Piedra. Patagonia Extrandina Norte. *15º Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 161-166.
- Remesal, M. B., F.M. Salani, M. Franchi & A.A. Ardolino. 2001. Hoja Geológica N° 4169-IV Maquinchao. Provincia de Río Negro. *Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico y Minero Argentino*. Boletín 372: 79p.
- Salani, F.M., M.E. Cerredo, P.D. Cordenons & M.B. Remesal. 2014. The Agua de la Piedra Volcanic Complex: lithologic assemblage, whole rock and mineral chemistry. *10º Encuentro Internacional de Ciencias de la Tierra*, Actas: 99.
- Salani F.M., M.B. Remesal, C.A. Parica & M.E. Cerredo. 2009. The Neogene Agua de la Piedra Volcanic Complex, Patagonia, Argentina. *21th Colloquium on Latin American Earth Sciences (LAK)*, Abstracts: 246-247.
- Salani F.M., M.B. Remesal & M.E. Cerredo. 2006. Las Rocas Traquíticas del Complejo Volcánico Barril Niyeu. *8º Congreso de Mineralogía y Metalogénia*, Acta Avances en Mineralogía, Metalogénia y Petrología: 427-434.
- Steiger, R.H. & E. Jäger. 1977. Subcommittee on Geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth and Planetary Science Letters*. 36: 259-362. Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Sun, S. & W.F. McDonough. 1989. Chemical and isotopic systematics of ocean basalts: implications for mantle composition and processes. En: Saunders, A.D. y Norry, M.J. (eds), *Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society, Special Publication* 4: 313-346.
- Yllañez, E. & H. Lema. 1979. Estructuras anulares y geología del noreste de Telsen (provincia del Chubut). *7º Congreso Geológico Argentino*, Acta I: 445 - 454.

Doi: 10.22179/REVMACN.20.573

Recibido: 29-XII-2017

Aceptado: 3-V-2018

