



LA ERUPCION SUBPLINIANA DEL 19-20 DE ABRIL DE 1993 DEL VOLCAN LASCAR, N DE CHILE

Moyra Gardeweg P.*; Eduardo Medina**

INTRODUCCION

El Lascar (Altiplano de Antofagasta, II Región, 23°22' S/67°44' W) es el volcán más activo de los Andes del norte de Chile, aunque, hasta Abril de 1993 no se habían registrado erupciones históricas mayores. Su actividad normal se caracteriza por una persistente emisión de fumarolas con ocasionales explosiones mayores. En los últimos años se han registrado varios episodios de crecimiento y colapso de domos en el fondo del cráter activo, seguidos de explosiones vulcanianas de corta duración, y en el caso de Abril de 1993, por una erupción subpliniana. Corresponde a un volcán compuesto, constituido por dos conos truncados, dispuestos en dirección E-W. Su historia eruptiva está caracterizada por los productos de, al menos, cinco erupciones explosivas y productos efusivos correspondientes a lavas andesíticas y en menor proporción dacíticas. Las principales etapas de su evolución se reconocen a lo largo de un lineamiento ESE-WSW, que controló la migración del centro de emisión y originó un sistema de cráteres anidados en la cumbre, el central de los cuales está activo.

En el presente trabajo se presenta una descripción resumida de la erupción del 19-20 de Abril, basada en observaciones de los autores, los registros del profesor de Talabre, Sr. Ibar Torrejón, quien realiza un permanente monitoreo visual del volcán Lascar, relatos de testigos, interpretación de fotografías, el material publicado en la prensa y finalmente la interpretación de fotografías aéreas verticales tomadas por la Fuerza Aérea de Chile; se describen sus productos y sus efectos en el entorno.

ACTIVIDAD ERUPTIVA HISTORICA (pre Abril 1993)

El registro de la actividad eruptiva histórica del Lascar es bastante reducido e impreciso^(1,2) y

referencias allí citadas). De acuerdo a la cronología eruptiva histórica realizada por M^oE. Petit-Breuilh⁽³⁾, el Lascar habría iniciado su actividad a mediados del siglo pasado, con erupciones esporádicas de tipo vulcaniano. Durante la década de los 80, intensificó notablemente su frecuencia eruptiva y explosividad. A partir de 1986 se han registrado una serie de eventos efusivos y explosivos los que han sido descritos con mayor detalle en trabajos anteriores^(1,2,4), y entre los que destacan las erupciones vulcanianas del 14 a 16 de Septiembre de 1986^(1,4) y del 20 de Febrero de 1990^(1,5) y, la extrusión pasiva de domos en el fondo del cráter activo en Febrero-Abril de 1989^(1,2) y en Febrero-Marzo de 1992⁽¹⁾, el cual colapsó entre Noviembre y Diciembre, sin que se hayan registrado signos perceptibles^(1,6).

LA ERUPCION DEL 19-20 DE ABRIL DE 1993 Domingo 18 de Abril:

Actividad premonitoria esporádica, correspondiente a una erupción freática (14:30 hrs) seguida, después de algunas horas, por la expulsión de material incandescente (22:00 hrs) y ceniza (23:00 hrs). Esta actividad se interpreta como explosiones vulcanianas precursoras.

Lunes 19 de Abril:

A las 7:00 hrs se observa una columna de 800 m de altura, de color oscuro, que mostró un aumento sostenido de su altura hasta llegar a 10.000 m a las 8:50-9:00 hrs, con lanzamiento de material lítico hacia el norte; a las 10:12 hrs alcanza unos 16.000 m de altura y se forma el primer flujo piroclástico. La columna mantuvo una altura considerable (>10.000 m), acompañada de la eyección de material incandescente hasta las 10:30 hrs, ocasión en que alcanzó alturas de 16.000 a 18.000 m; la columna vuelve a disminuir, siempre manteniendo una altura y tasa de erupción muy por sobre lo normal hasta que a las 12:05 hrs se produce una nueva explosión paroximal, acompañada de ruido, que alcanza una altura de aproximadamente 20.000 m, con eyección de bloques a y la generación de nuevos flujos piroclásticos. La actividad decrece nuevamente, hasta que a las 13:17 hrs cuando se registra

*: Servicio Nacional de Geología y Minería, Casilla 10465, Santiago, Chile.

** : Universidad Católica del Norte. Casilla 1280, Antofagasta.

una fuerte explosión, acompañada del lanzamiento de bloques incandescentes a 4.000 m sobre el cráter, y la formación de una de las mayores columnas observadas durante la erupción, la que se elevó en forma vertical hasta unos 21.500 m de altura, desarrolló un espectacular paraguas de unos 34.000 m de diámetro con una altura máxima de aproximadamente 22.500 m. La columna colapsó originando flujos piroclásticos que se derramaron hacia el noroeste, oeste y probablemente sureste del volcán. A las 13:30 hrs la columna presentaba una altura de aproximadamente 10.000 m disminuyendo hasta aproximadamente 2.000 m durante las primeras horas de la tarde. A las 17:25 hrs se registra una nueva gran explosión (20.000 m ?) acompañada de la depositación de flujos piroclásticos y a partir de las 19:35 hrs, la depositación de flujos piroclásticos restringidos a la zona de la cumbre del edificio volcánico por aproximadamente 30 minutos. Entre las 21:35 y 21:48 hrs se reanuda la actividad explosiva, con la generación de una nueva gran columna eruptiva (12.000 m) y de nuevos flujos piroclásticos derramados por la ladera N y NW, manteniéndose el depósito incandescente por más de 30 minutos en el sector de Salta. Esta situación se repitió entre las 23:40 y 23:50 hrs, aunque con menor intensidad.

Martes 20 de Abril

A las 3:40-3:50 hrs el Sr Torrejón registra una columna relativamente reducida (1.500 m) y la presencia de material incandescente en diversos sectores de la ladera del volcán. La actividad explosiva se reanuda a las 6:28 hrs con la formación de una columna de 18.000 m (?) y el lanzamiento de material piroclástico, seguido por un período de baja actividad el que terminó con la formación de una gran columna (15.000-18.000 m?) a las 9:20 hrs, acompañada de fuertes ruidos explosivos y subterráneos y la formación del más extenso de los flujos piroclásticos de esta erupción, de 10 km de longitud. La columna se mantuvo a una altura promedio de 5.000 m sobre el cráter por aproximadamente 3,5 horas hasta que a las 13:02-13:05 hrs se elevó, en aproximadamente 8 minutos, a unos 9.000 m sobre el cráter, donde se distinguían dos columnas: una más occidental de color oscuro y otra oriental, más clara. A las 15:00 hrs la columna se había reducido a unos 3.000-4.000 m, presentando un color amarillo-grisáceo y manteniéndose constante hasta la última hora de observación (19:15 hrs).

Ya durante la noche entre el **20 y 21 de Abril** no se registraron nuevas erupciones ni se observó incandescencia sobre el volcán. En la madrugada del día **21 de Abril** el Vn. Lascar mostraba escasa o nula actividad habiendo vuelto a la normalidad, con fumarolas de 100-300 m. Fotos aéreas tomadas el **26 de**

Abril por la Fuerza Aérea (Base Cerro Moreno) evidenciaron la formación de un nuevo domo en el fondo del cráter activo (diámetro: 380 m, espesor: aprox. 120 m, volumen: aprox. 4,6 x 10⁶ m³), de superficie plana, tipo «domo torta», con estrías concéntricas, paredes abruptas e intensa actividad fumarólica en los márgenes. Difiere de los domos anteriores por su superficie plana y un volumen aproximadamente 4 veces mayor que los domos de 1989 y 1992 ^(1,2).

LA COLUMNA ERUPTIVA Y EL ESTILO DE ERUPCION

Una columna eruptiva relativamente sostenida se observó por aproximadamente 32 horas, desde la madrugada del día 19. Esta se caracterizó por una altura fluctuante que, en más de 10 oportunidades, desarrolló columnas de erupción de sobre 10.000 m de altura, la mayor parte de las cuales colapsó y originó la depositación de flujos piroclásticos pumíceos. En base a fotografías se estima que el 10-15% inferior de la columna, donde domina el empuje gaseoso, colapsó para dar origen a los flujos piroclásticos, en tanto el resto columna ascendió por empuje convectivo para dar origen a una extensa pluma. En las cercanías de la fuente e inmediatamente después del colapso se levantaba sobre los flujos piroclásticos una nube turbulenta de ceniza, la que se disasociaba del flujo para dar origen a una columna convectiva secundaria, de 1.000 a 2.000 m de altura. Estas columnas secundarias continuaron ascendiendo hasta mezclarse con la base de la columna eruptiva principal.

En base a la altura alcanzada por la columna eruptiva (10.000-22.500 m) y la dispersión de las cenizas depositadas de la pluma (>1000 km²) esta erupción puede clasificarse como sub-pliniana, de acuerdo a la clasificación de Walker⁽⁷⁾. Las erupciones subplinianas son un producto típico de estratovolcanes y muchas de ellas ocurren en una etapa inicial explosiva de la extrusión de pequeños domos⁽⁸⁾, como fue el caso del Lascar. La fluctuante altura de la columna durante los dos días de la erupción evidencian fuertes variaciones en la velocidad de salida del gas y en consecuencia de la tasa de descarga del magma, lo que inhibió el desarrollo de una columna eruptiva sostenida sobre los 10.000 m.

LA DISPERSION DE LA PLUMA Y LOS DEPOSITOS PIROCLASTICOS DE CAIDA

La extensa pluma desarrollada de la columna eruptiva fue desplazada por los vientos predominantes hacia el E-SE; abarcó grandes extensiones en el NW argentino y alcanzó hasta la costa atlántica, a 1.800 km

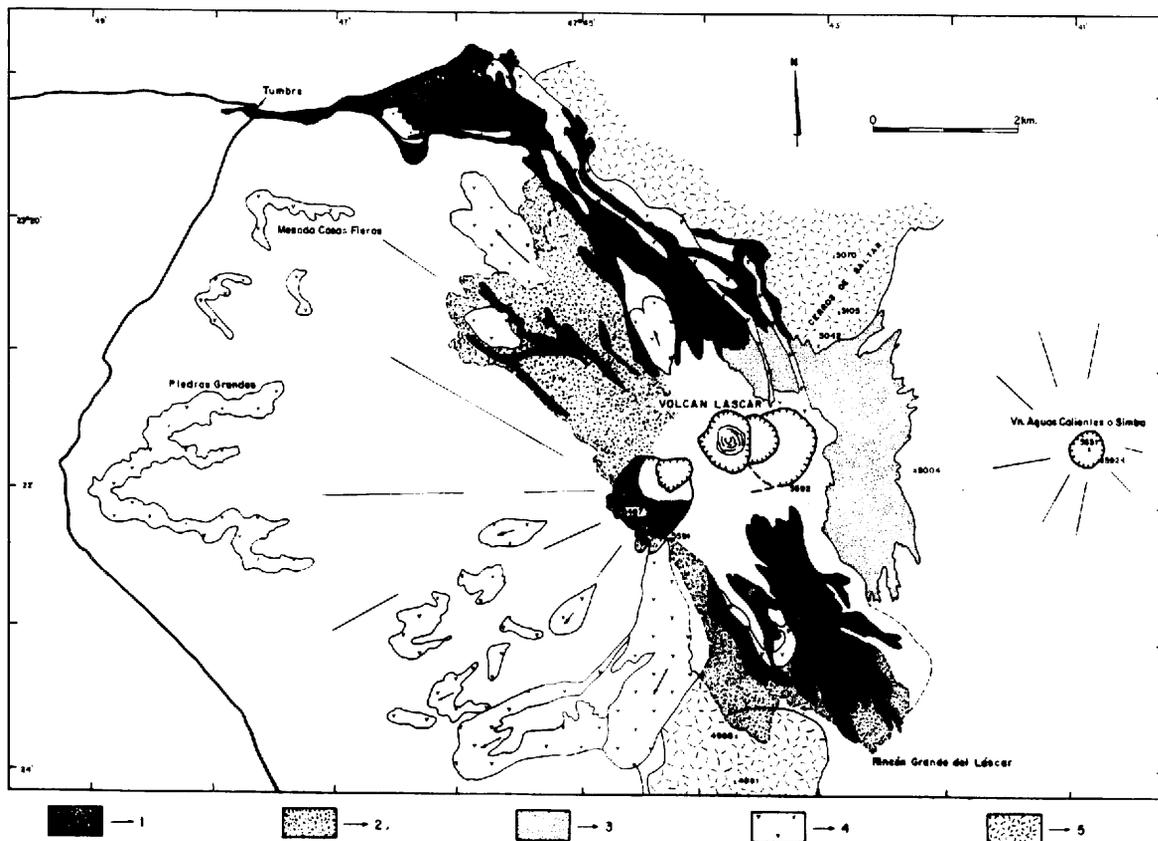


Figura 1. Distribución de los depósitos de flujos piroclásticos eyectados en la erupción del 19-20 de Abril de 1993 del volcán Lascar. 1) flujos piroclásticos, 2) halos de ceniza co-ignimbrita, 3) depósitos de caída gruesos, retrabajados que forman flujos detríticos secundarios, 4) lavas del Lascar, 5) domos del Mio-Plioceno del basamento del Lascar.

de distancia. En Tucumán y Santiago del Estero la caída de ceniza produjo un oscurecimiento que obligó a interrumpir el tránsito entre ambas localidades. El cambio ocasional de la dirección de la pluma causó la caída de pequeñas cantidades de ceniza sobre los poblados de Talabre, Cámara y Socaire ubicados al W y SW.

El material eyectado correspondió a fragmentos juveniles vesiculares de diversos tamaños y grados de vesicularidad y a proporciones menores de fragmentos líticos, entre las que predominan fragmentos del domo de 1992. Los fragmentos más gruesos de (bloques: >64 mm y lapilli: 2-64 mm) cayeron en las cercanías del edificio volcánico, casi exclusivamente hacia el E-SE. El mayor espesor del depósito se observa en el flanco oriental del volcán el cual aparece cubierto por un manto de tephra gruesa (>50 cm). El Rincón Grande del Lascar (Fig. 1) aparecía cubierto de grandes

bloques pumíceos (30-55 cm) que a 3-4 km del cráter formaron una cubierta no superior a los 30 cm de espesor. A 9 km al S-SE del volcán, los fragmentos de pómez y escoria apenas cubren la superficie y disminuyen a 20-30 cm de diámetro máximo coexistiendo con fragmentos densos del domo de 10-15 cm. A 14 km al SE, en el borde NE de Laguna Lejía, los fragmentos pumíceos ocurren espaciados con tamaños de 12-17 cm y asociados a líticos de 7-12 cm. En el eje de dispersión de la pluma, a 20 km de distancia ya no se observa un depósito continuo. En el Paso de Guaitiquina, en la frontera con Argentina (65 km al SE) solo se observó una escasa cantidad de arenilla volcánica de 0.4-0.8 cm de diámetro, que no forma un depósito. En El Lago, 55 km al SE, ligeramente más al S que el Paso Guaitiquina, no se registró caída de piroclastos. La fracción más fina (ceniza) no se

depositó en el sector chileno, ya que fue segregada y transportada por la pluma a zonas más distantes antes de ser depositada, formando un delgado pero continuo manto, principalmente en el NW argentino⁹. En el sector chileno la dispersión de la pluma fue muy restringida, sin superar los 10 km de ancho.

Al SE del volcán se observan frecuentes grandes bloques (hasta 2 m de diámetro) eyectados balísticamente que dan origen a cráteres de impacto de 4-5 m de diámetro. Estos bloques alcanzan una distancia máxima de 5 km y están concentrados hacia el S-SE del cráter activo sugiriendo que en la reciente erupción los bloques balísticos tuvieron una trayectoria dirigida, a diferencia de los bloques eyectados en las dos erupciones anteriores (Septiembre 1986 y Febrero 1990) en que se distribuyeron en forma radial. Los bloques corresponden a fragmentos densos a semivesiculares, fluidales y brechosos del domo de 1992.

LOS DEPOSITOS DE FLUJOS PIROCLASTICOS

El colapso gravitacional de la base de la columna eruptiva originó una serie de **flujos piroclásticos pumíceos de pequeño volumen** que se derramaron por las laderas N-NW, NW y SE del volcán. En las partes bajas se encauzó en las quebradas, alcanzando un espesor de hasta 3 m al este de Tumbre, donde cortó el Camino Internacional al Paso Guaitiquina. En general los flujos no superaron los 4 km de longitud y con anchos no superiores a 200-300 m con excepción del flujo eruptado en la madrugada del 20 de Abril, el más voluminoso del presente ciclo, que fue canalizado por las nacientes de la Quebrada de Talabre y alcanzó hasta Tumbre, con un recorrido máximo de 10 km. En la falda del volcán, los flujos se **no se depositaron** en las abruptas pendientes la parte alta del cono, sino que principalmente bajo la cota de los 5.000 m. En la parte alta «barrieron» los fragmentos sueltos de la cubierta, de origen principalmente vulcaniano, además de desprender fragmentos de unidades más antiguas que conformaban el cono. El alto poder abrasivo de estos flujos se refleja también en la quebradas donde «cepilló» los muros hasta por sobre 10 m del depósito.

Durante el descenso se originó sobre los flujos piroclásticos una nube de ceniza cabalgante en expansión (ceniza co-ignimbrita), de dimensiones superiores al flujo propiamente tal, pero menores que las formadas en las cercanías del cráter. Su depositación dio origen a una cubierta de granulometría fina sobre el depósito del flujo y a halos de ceniza en torno a ellos,

la que fue, en general, rápidamente remobilizada por el viento. En Tumbre esta ceniza alcanzó una potencia y permanencia mayor, particularmente al este de obstáculos como rocas, muros, etc., donde alcanzó varios centímetros de espesor.

El depósito final es el resultado de la depositación sucesiva de los flujos piroclásticos y corresponde a una **ignimbrita de pequeño volumen**, no soldada que se caracteriza por su alto contenido de fragmentos pumíceos, escoriáceos y bandeados, todos de superficies redondeadas, ser pobremente seleccionada y contener fragmentos líticos correspondientes a bombas con diaclasamiento prismático, interpretadas como fragmentos relacionados, provenientes del domo de 1992, y a fragmentos líticos accidentales incorporados del edificio volcánico durante el transporte. La proporción de líticos es variable, siendo más abundantes en los flujos más tempranos, en las proximidades del cono y en los flujos del SE donde se observa una completa gradación desde flujos piroclásticos propiamente tal, a flujos mixtos y flujos detríticos. También es característica la ocurrencia de grandes bloques densos transportados en la superficie, hasta el frente de los flujos, evidenciando su gran coherencia durante el avance, el desarrollo de levées, canales centrales y frentes abruptos de 0,70 a 1,5 m de espesor, la alta proporción de pómez en el frente de los flujos y en los levées, donde se concentran por su menor densidad y el desarrollo de pipas de degasificación en Tumbre. Debido a su reducido volumen y espesor el flujo se enfrió rápidamente, proceso que duró un máximo de 2 meses.

LOS DEPOSITOS DE CORRIENTES DE DETRITOS

En el fuertemente inclinado flanco oriental y norte del volcán, el inestable depósito de bloques pumíceos de caída que los cubrió dio origen a notables corrientes o flujos de detritos secundarios que alcanzaron longitudes de hasta 2-2,5 km (ver Fig.1). Tienen superficie dendrítica, con múltiples lóbulos y están formados casi exclusivamente por bloques angulosos de pómez de caída de aproximadamente 50 cm de diámetro, de superficie amarillenta e interior negro. El depósito es clasto-soportado en una matriz de lodo y arena polimíctica. Se caracteriza por el desarrollo de levées y frentes abruptos que alcanzan 1,5 a 2,5 m de altura.

LA COMPOSICION DE LOS MATERIALES ERUPTADOS

Los componentes de los flujos piroclásticos y

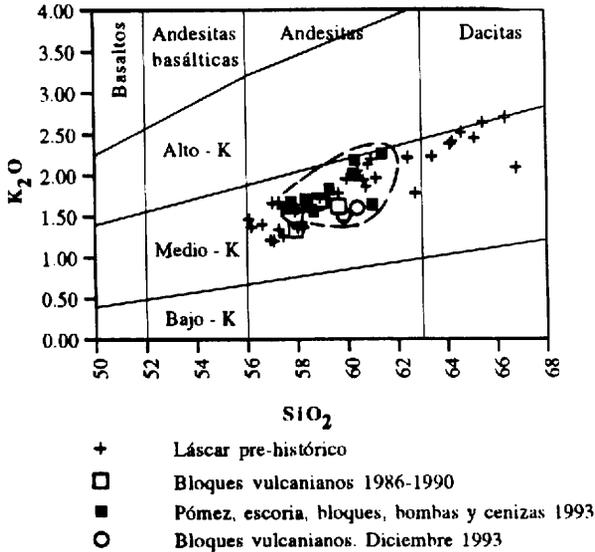


Figura 2. Diagrama K_2O versus SiO_2 de lavas del Lascar, mostrando el campo abarcado por los productos emitidos en la erupción de Abril de 1993.

de los materiales de caída corresponden principalmente a fragmentos de pómez gris clara a blanquecina ($d=0.7-0.9 \text{ gr/cm}^3$), con interiores anaranjados, a pómez con distintos grados de bandeamiento y a escoria negra más densa ($d=1.1 \text{ gr/cm}^3$), además de fragmentos del domo de 1992 (2.4 gr/cm^3). Petrográficamente todas estas litologías son similares y corresponden a **andesitas de dos piroxenos** con fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno, pequeñas cantidades de minerales opacos y escasos cristales de olivino reaccionado y aun más escasos xenocristales de biotita en abundante matriz vítrea. Químicamente corresponden a **andesitas normales** (Fig.2) cuyo contenido de SiO_2 varía entre 57,6-58,7% en la escoria negra y entre 60,4-61,4% en la pómez gris blanquecina. Los bloques del domo 1992 caen entre ambas composiciones ($SiO_2:58,3-60,2$), al igual que los bloques eyectados en las erupciones vulcanianas de Septiembre, 1986, Febrero 1990 y Diciembre de 1993⁽¹⁰⁾. El bandeamiento observado en algunas pómez resulta de la mezcla de dos magmas químicamente contrastantes, proceso que ya había sido observado en las unidades pre-históricas⁽¹⁰⁾.

EFFECTOS EN EL AGUA DE TUMBRE, LA FLORA Y LA FAUNA

El flujo piroclástico de 1993 obstruyó el curso de agua de la quebrada Talabre en Tumbre, además de cubrir las vertientes y la zona de toma de agua para el

abastecimiento del poblado de Talabre. Debido a la baja compactación del depósito poco después afloró nuevamente el agua y labró un nuevo cauce aunque, a causa de su alta concentración de sólidos resultado de la incorporación de ceniza del flujo, no se restableció el suministro de agua a Talabre hasta Octubre de 1993, 6 meses después. Un análisis comparativo de la composición química del agua de Tumbre antes y después de la erupción mostró alteración del pH y fuertes incrementos de los cationes calcio, manganeso, sodio y potasio además de incrementos en el contenido de bicarbonatos, sulfatos, cloruros, arsénico y flúor, en algunos casos superando los valores aceptados por la norma chilena. Esta alteración fue temporal y la composición química del agua volvió a la normalidad en pocos meses.

En la vegetación en Tumbre cubierta por la ceniza co-ignimbrita (no calcinada) se registró un incremento de aproximadamente 35% del contenido de flúor. Por otra parte, los efectos sobre la fauna del sector fueron casi nulos ya que el 21 de Abril estaban pastando burros y llamos en los alrededores del flujo en Tumbre, y hacia el este del volcán, flamencos y otras aves no abandonaron la Laguna Lejía.

ACTIVIDAD POST-ERUPTIVA

A partir del 21 de Abril, el Lascar ha mostrado actividad fumarólica normal, variando de reducida (100-300 m) a intensa (800 y 1200 m), con esporádicas explosiones vulcanianas de corta duración (Agosto y 17 de Diciembre de 1993⁽¹¹⁾, 27 de Febrero⁽¹²⁾ y 26 de Julio de 1994) que formaron columnas de entre 3.000 y 8.000 m por sobre el cráter activo sin que haya habido registro de caída de ceniza, aunque con la eyección de bloques balísticos, al menos el 17 de Diciembre⁽¹²⁾. Esta actividad se correlaciona con el colapso progresivo del nuevo domo extruido durante la erupción de Abril, como lo demuestra una secuencia de fotografías aéreas tomadas por la FACH, Base Aérea de Cerro Moreno. El domo empezó a colapsar en Mayo; en Noviembre el hundimiento se había incrementado en forma progresiva, con una subsidencia coherente de 50-100 m en el lado norte y en Febrero de 1994 había, en gran medida, desaparecido, dejando un profundo cráter limitado por fracturas de colapso.

CONCLUSIONES

- La erupción del 19-20 de Diciembre del volcán Lascar fue un evento típicamente subpliniano, caracterizado por una columna eruptiva fluctuante que cada vez que superó los 12.000 m de altura, dio origen a flujos piroclásticos.
- Los flujos piroclásticos se originaron por el colapso

- gravitacional del 10-15% inferior de las columnas eruptivas; se depositaron bajo la cota de los 5.000 m y en la zona de cumbre «cepillaron» el material suelto, incorporándolo como fragmentos accidentales.
- La sucesión de flujos dio origen a una ignimbrita de pequeño volumen, no soldada, que alcanzó una extensión máxima de 10 km al ser encauzada por la quebrada de Talabre.
 - Se formó una extensa pluma, en dirección E-SE, que alcanzó la costa atlántica. En el sector chileno no superó los 10 km de ancho y el depósito de caída disminuyó rápidamente de tamaño y espesor en tanto la fracción más fina se segregó, siendo transportada a grandes distancias y causando importantes efectos en el NW argentino.
 - Los bloques balísticos tuvieron una trayectoria dirigida hacia el SE, a diferencia de la más frecuente distribución radial
 - El material juvenil eruptado tendría un volumen estimado de 0,1 km³.
 - Los componentes juveniles de la erupción corresponden a andesitas de dos piroxenos, con contenidos de K₂O normales y con evidencias de mezcla entre dos composiciones caracterizadas por una diferencia del contenido de SiO₂ de al menos 3,8%.
 - Las fuentes de agua del poblado de Talabre fueron contaminadas por el paso del flujo piroclástico, impidiendo el normal abastecimiento por 6 meses.
 - El volcán Láscar se encuentra en un ciclo eruptivo que ha tenido una duración de al menos 8 años, caracterizado por varios episodios que incluyen el emplazamiento de domos en la base de su cráter activo, seguido por una intensa degasificación y consecuente pérdida de sustentación de la columna magmática, lo que induce el colapso y subsidencia de los domos hacia el interior del conducto volcánico. La obstrucción del conducto produciría un incremento de la presión confinante de la columna magmática culminando el episodio en un evento explosivo de magnitud impredecible.
- 3 **Petit-Breuilh S., M.E., 1994.** Estudio sobre la actividad volcánica del Láscar (23°22' S-67°44' W). en base a fuentes escritas. Informe Inédito. Biblioteca Serv. Nac. Geol. Min..
 - 4 **Glaze, L.S., Francis, P.W., Self, S. and Rothery, D.A., 1989.** The 16 September 1986 eruption of Láscar volcano, north Chile: Satellite investigations. Bull. Volcanol. V.51, p.149-160.
 - 5 **Gardeweg, M., Foot, S., Matthews, S., Oppenheimer, C., Sparks, S. y Stasiuks, M.V., 1990.** II Informe sobre el comportamiento del Volcán Láscar: Marzo 1990. Informe Inédito, Biblioteca Serv. Nac. Geol. Min., 31 pp.
 - 6 **Gardeweg, M.C., Medina, E., Murillo, M. y Espinoza, A., 1993.** La Erupción del 19-20 de Abril de 1993: VI Informe sobre el comportamiento del Volcán Láscar (II Región). Informe Inédito, Biblioteca Serv. Nac. Geol. Min., 20 pp.
 - 7 **Walker, G.P.L., 1973.** Explosive volcanic eruptions - a new classification scheme. Geol. Rundsch., V.62, p.431-436.
 - 8 **Cas, R.A.I., Wright, J.V., 1987.** Volcanic successions, Modern and Ancient. A geological approach to processes, products and successions. London, Allen and Unwin, 528 pp.
 - 9 **Viramonte, J., Seggiaro, R., Becchio, R., Petrinovic, I., 1994.** Erupción del Volcán Láscar - Chile - Andes Centrales (Abril de 1993). In: Resúmenes Cuarta reunión Internacional de Colima, Colima, México, p.149-151.
 - 10 **Matthews, S.J., Jones, A.P., Gardeweg, M.C., 1994.** Láscar volcano, Northern Chile; Evidence for Steady-State Disequilibrium. J. Petrology, V.35, p.401-432.
 - 11 **Gardeweg P., M., 1993.** La Explosión del 17 de Diciembre, 1993. VIII Informe sobre el comportamiento del Volcán Láscar. Informe Inédito, Biblioteca Serv. Nac. Geol. Min., 3 pp.
 - 12 **Gardeweg P., Moyra C., Sparks, S., Matthews, S., McLeod, P., 1994.** IX Informe sobre el comportamiento del Volcán Láscar (II Región): Febrero-Marzo 1994. Informe Inédito, Biblioteca Serv. Nac. Geol. Min., 12 pp.

REFERENCIAS

- 1 **Gardeweg, M., 1994.** Ciclo eruptivo 1985-1993 del Volcán Láscar, N de Chile. In: Resúmenes Cuarta reunión Internacional de Colima, Colima, México, p.145-148.
- 2 **Gardeweg, M., 1991.** La actividad eruptiva 1986-1990 del Volcán Láscar, Región de Antofagasta, Chile. Actas 6º Congreso Geológico Chileno, Resúmenes Expandidos, p.477-480.