CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD SISMOVOLCÁNICA EN EL VOLCÁN PETEROA, MENDOZA.

J.A.Casas [1], G.A.Badi [1], M.C.Manassero [1], M.Gomez [3], D.Draganov [2], J.Ruzzante [3]

[1] *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.*
[2] *Department of Geoscience and Engineering, Delft University of Technology, Netherlands.*
[3] *ICES, CNEA, Buenos Aires, Argentina.*

Este estudio se origina en el marco del proyecto de cooperación internacional MalARRgue para la caracterización y monitoreo de la subsuperficie en la región de Malargüe mediante interferometría sísmica. A tal fin, se instaló durante el año 2012 una red de 39 estaciones del programa IRIS-PASSCAL (EEUU), seis de las cuales se ubicaron en el flanco oriental del volcán Peteroa (35°15' S y 70° 35' O), provincia de Mendoza.

El objetivo del presente trabajo es caracterizar la actividad sismovolcánica del Peteroa, a través del análisis de los datos registrados por dichas seis estaciones y localizar las fuentes sismogénicas para conocer e interpretar su comportamiento. Los resultados contribuirán a su vigilancia, teniendo en cuenta que el fin último del proyecto MalARRgue es la instalación de una red de estaciones permanentes en el área (Draganov et al., 2012).

En el Complejo Volcánico Planchón-Peteroa (CVPP), ubicado en la parte Sur de la Cordillera Principal, existe un control espacial de calderas, estratovolcanes y manifestaciones termales. Estos quedan determinados por estructuras NO-SE y NE-SO que permiten el ascenso de magmas y su emplazamiento en niveles magmáticos cada vez más someros y diferenciados (Benavente Zolezzi, 2010).

El sistema activo actual corresponde al Volcán Peteroa, que dentro del registro de su actividad histórica cuenta con una veintena de eventos eruptivos, mayormente débiles. Dentro de los últimos, se destacan los correspondientes a los años 1837, 1991 debido a la energía liberada y procesos asociados, y los de 2010/2011, por ser los más recientes (Haller y Risso, 2011). Las manifestaciones producto de dicha actividad histórica contribuyeron a la cuantificación del riesgo, el cual se incrementa con la ubicación relativa de la población permanente o turística, la localización estimada de las áreas sismogénicas y la falta de vigilancia instrumental local. Es por esto que sin dudas es necesario monitorear al Peteroa ya que la sismología volcánica ha mostrado ser una herramienta eficiente para la prevención.

La dinámica eruptiva es controlada por el movimiento y acción de fluidos (magma, agua o gases) que interactuando con su entorno rocoso generan diversas señales sísmicas. La forma de onda, el contenido de frecuencias y la duración de estas señales estarán relacionados con las características de los fluidos y con las dimensiones y tipología del medio sólido que los confina (Wassermann, 2011). Así, mediante un proceso de caracterización, trabajando simultáneamente en el dominio del tiempo y la frecuencia, podemos distinguir los eventos para luego modelar la posible dinámica que les da origen. En el dominio del tiempo importan la presencia o ausencia de tiempos de arribo definidos, la duración de los eventos y sus variaciones de amplitud; mientras que en el dominio de la frecuencia se analizan el contenido espectral y su variación en el intervalo de tiempo que dura cada evento. En el caso del CVPP, al ser este el primer conjunto de datos sismovolcánicos obtenidos sobre el flanco oriental, se deberán realizar ambos análisis inicialmente en forma manual. El conocimiento adquirido permitirá más adelante incorporar métodos de detección automática de eventos posibilitando el monitoreo en tiempo real.

El presente trabajo es un análisis preliminar de los datos obtenidos por seis estaciones de corto período y 3 componentes (Sercel L-22, 2 Hz, 100 mps), registrados en forma continua y almacenados en archivos de una hora de duración y formato mseed. La respuesta instrumental fue removida mediante división espectral, recuperándose amplitudes en frecuencias de incluso hasta 0.3 Hz (Arias y Barstow, inédito). Se utilizó una secuencia de procesamiento interactiva desarrollada especialmente para la caracterización de la actividad y la lectura de tiempos de arribo. Del análisis realizado se distinguen los siguientes tipos de eventos:

-Volcano-Tectónico (VT): aquellos originados por un mecanismo de fractura frágil generando ondas P y S. En particular, en el Peteroa estos representan el 17.93 % del total de los eventos identificados.

-Largo Período (LP): señales asociadas a procesos que involucran fluidos en el aparato volcánico. Se detectaron en este caso un gran número de LP, específicamente el 64.79% del total.

-Tremor volcánico (TR): vibración sostenida del suelo cerca de volcanes activos cuyo origen puede ser variado, por ejemplo, sucesión de LP, ebullición hidrotermal, entre otros. Se ha registrado un TR constante en el tiempo en todas las estaciones que determina un nivel base de actividad y episodios de mayor energía con duraciones de hasta más de un día.

- Explosión (EX): se registran tras la ocurrencia de explosiones volcánicas. Se caracterizan por presentar dos arribos definidos, el primero asociado a las ondas elásticas y el segundo a la onda aérea. Las EX registradas en el Peteroa corresponden al 17.28% de los eventos identificados.

Los archivos de salida del proceso anterior sirven de entrada a la secuencia que realiza la localización expeditiva. Esta última se implementa mediante el análisis del movimiento de partículas estimando la covarianza y el ajuste lineal del desplazamiento en las tres componentes de cada estación por evento. Asumiendo polarización transversal o longitudinal de las ondas según sea el caso y una velocidad promedio, se obtienen sus direcciones de propagación permitiendo estimar el área probable de origen (Ruiz, 2003). Este método resulta útil aún cuando los eventos no tengan comienzos de ondas claramente definidos.

La localización de fuentes también fue realizada mediante inversión de tiempos de arribo de ondas P y S para los eventos VT y EX utilizando el programa HYP (Ottemöller et al., 2012) con un modelo de velocidad unidimensional de Bohm et al. (2002). En particular, en el caso de las EX, se fijó la profundidad de la fuente enla superficie y una velocidad de la onda aérea igual a la del sonido en el aire (343 m/s).

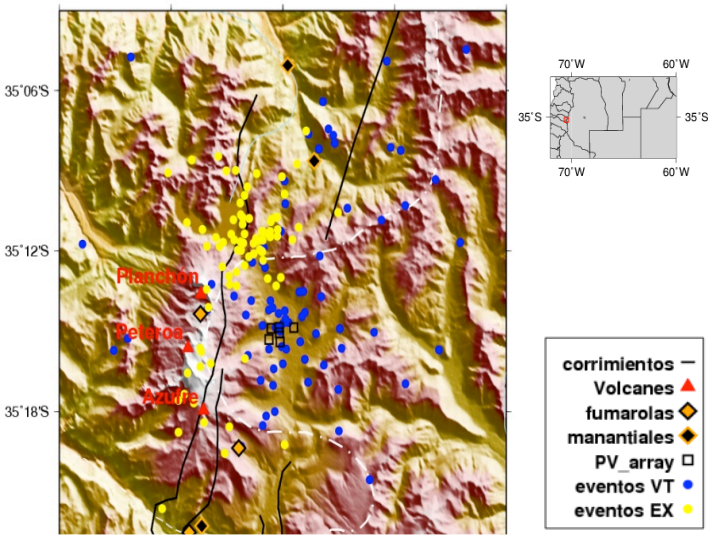


Figura 1. Localización preliminar de eventos VT y EX registrados por el array P. Puede observarse aquí la disposición del sistema de fallas asociado , siendo el corrimiento El Fierro aquel que se ubica a lo largo de la zona de estudio dejando las estaciones de registro al E y el volcán al O (Gonzales Contreras y Selman, 2008; Benavente Zolezzi, 2010).

Se obtuvieron así los epicentros para ambos eventos como muestra la Figura 1, resultando los VT distribuidos principalmente hacia E y NE del cráter activo y con profundidades de hasta 13 km. Por otro lado, la distribución de las EX presenta una dirección promedio N15E que se aproxima a la traza de la falla El Fierro, responsable de la existencia del CVPP, mostrando buena relación con la ubicación de las fuentes hidrotermales y fumarolas conocidas.

Se ha visto que el volcán Peteroa manifiesta abundante actividad sísmica asociada a fracturas frágiles y dinámica de fluidos. Para corroborar la ubicación de las fuentes sismogénicas y descartar posibles influencias de la geometría del array, se presentarán resultados de la localización de los distintos tipos de eventos por medio del análisis de polarización antes mencionado así como por técnicas de array que permiten identificar ondas y localizar sus fuentes en las condiciones más adversas.

Arias E. and Barstow N.. Short- period sensor test at the Albuquerque Seismic Laboratory. IRIS/PASSCAL Instrument Center.(inédito)

Benavente Zolezzi, O.M., 2010. Actividad Hidrotermal asociada a los Complejos Volcánicos Planchón-Peteroa y Descabezado Grande-Quizapu-Cerro Azul, 36°S y 37ºS, Zona Volcánica Sur, Chile. Memoria para optar al título de geólogo, Universidad de Chile, 204 pp.

Bohm, M.; Lüth, S.; Asch, G.; Bataille, K.; Bruhn, C.; Rietbrock, A.; Wigger, P. 2002. The Southern Andes between 36°S and 40°S latitude: seismicity and average velocities. Tectonophysics, Vol. 356, p. 275-289.

Draganov, D., M. Gómez, E. Ruigrok, D. Torres, J. Ruzzante, 2012. Diseño y avance del Proyecto MalARRgue. Actas Trabajos Completos E-ICES 7 (José Ruzzante et al. Eds), 1a ed., Buenos Aires, Comisión Nacional de Energía Atómica – CNEA, 127-131.CD-ROM. ISBN 978-987-1323-27-2

Gonzales Contreras, A.C, Selman D.C, 2008. Análisis estructural entre los valles del río Tinguiririca y Teno, Cordillera Principal de Chile central: Microsismicidad y geología superficial.

Haller M.J., C. Risso, 2011. La erupción del Volcán Peteroa (35º15'S, 70º18'O) del 4 de septiembre de 2010. Revista de la Asociación Geológica Argentina 68 (2): 295 – 305.

Ottemöller, L., P. Voss, J. Havskov, 2012. SEISAN EARTHQUAKE ANALYSIS SOFTWARE FOR WINDOWS, SOLARIS, LINUX and MACOSX. Department of Earth Science, University of Bergen and Geological Survey of Denmark and Greenland. 379 pp.

Ruiz, M., 2003. Analysis of particle motion recorded by three components seismic stations. GEOP 523 Final Report. 9 pp.

Wassermann, J., 2011. Volcano Seismology. In P. Bormann (Ed.), New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP) (68 pp.). Potsdam: Deutsches

Este trabajo fue parcialmente subvencionado por el Min. de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina, por la Comisión de Investigaciones Científicas de la pcia. de Bs. As. y por el PICT 2007-001769: "Emisión Acústica y Precursores Sísmicos". Se agradece a IRIS PASSCAL por haber provisto el instrumental sismológico.