

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA DEL VOLCÁN MISTI PARA EL PERIODO 2007-2008

Orlando Macedo & Riky Centeno

Instituto Geofísico del Perú, Urb. La Marina B19 Cayma, Arequipa, Perú. Email: orlando.macedo@igp.gob.pe

INTRODUCCIÓN

El volcán Misti ($16^{\circ}17'40''S$ y $71^{\circ}24'32''W$, 5822 msnm) es un estrato-volcán andesítico que forma parte de la cadena de volcanes pliocuaternarios de la zona volcánica central (ZVC). Es un volcán activo potencialmente peligroso para Arequipa, cuyo centro está a 17 Km. del cráter.

Diversos estudios anteriores han dado cuenta de la existencia de una moderada actividad sísmica (Macedo et al, 1998; Llerena 2005). En este estudio se ha efectuado el análisis de la data sísmica obtenida por medio de la Red Sísmica Telemétrica del Misti, entre Enero 2007-Diciembre 2008.

LA RED SÍSMICA DEL VOLCÁN MISTI

La red sísmica telemétrica permanente del volcán Misti, del Instituto Geofísico del Perú (IGP) consta de cinco estaciones (Figura 1). Las estaciones MISB, MISD y MISE de esta red son de periodo corto Mark Products L-4 y Kinemetrix SS-1. Las otras dos estaciones, MISA y MISC, son de periodo corto, triaxiales, Mark products L4-3D.

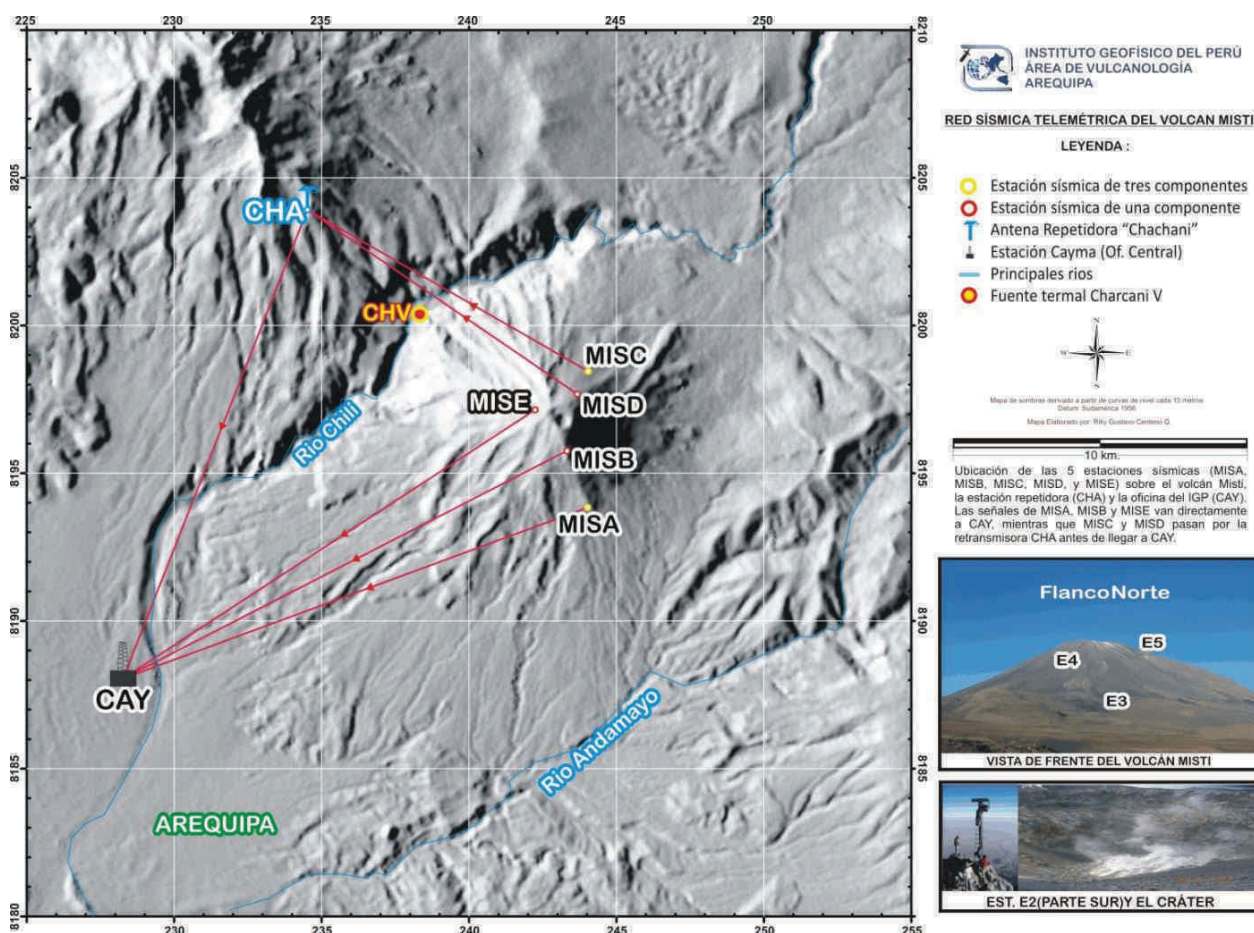


Figura 1. Ubicación de la red sísmica telemétrica permanente del volcán Misti (estaciones MISA, MISB, MISC, MISD y MISE. La estación repetidora CHA se encuentra sobre el volcán Chachani. También se observa la ubicación de la fuente termal CHV (Charcani V).

ANÁLISIS DE LA DATA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EVENTOS

Para realizar la clasificación de los eventos se ha procedido a efectuar un análisis de la forma de onda y análisis del espectro de frecuencias y espectrograma de los 10,846 eventos. Los tipos de eventos principalmente encontrados son : Sismos de periodo largo o LP, Sismos tornillo, Tremores, Sismos Volcano Tectónicos o VT

En cuanto a la ocurrencia, los LP son los mas frecuentes, seguidos de los del tipo VT. Un resumen de las principales características de la actividad sísmica del volcán Misti y los ejemplos más representativos de la misma, se presentan en la Tabla N° 1.

Tabla 1. Resumen de la actividad sísmica del volcán Misti.

Tipo	Numero de Eventos		Localizados	Fase primaria	Duración Promedio (s)	Frecuencias		Porcentaje de l Total (%)
	Ocurrencia diaria promedio	Clasificados				Rango(Hz)	Dominantes(Hz)	
LP	8	5923	-	e	16.2	1 a 5	3.5 , 3.7 , 4, 4.7	52.5
VT	6	5183	409	i	12	2.5 a 25	5.8, 8.5	45.9
TORNILLO	<1	20	-	i	40	-	3.8, 5.1,	0.2
TREMOR	<1	145	-	e	120	4 a 20	4, 5.1, 12.3	1.0

RESULTADOS DE LA OBSERVACION DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA 2007-2008

La figura 2 muestra evolución temporal de la sismicidad el Misti en 2007-2008. Esta sismicidad es de bajo nivel; así por ejemplo los LP presentan, en general, ocurrencias menores a 30 eventos diarios y los VT ocurren en número inferior a 20 por día, salvo para el periodo final del 2008 en que se observa un incremento. No se observa correlación entre la ocurrencia de eventos LP y VT. Sin embargo, se nota que la incidencia de eventos volcano-tectonicos va en ligero aumento; hacia octubre 2008 este incremento es mas fuerte. La actividad tremorica ocurre en mucha menor amplitud, aunque puede decirse que se presenta de forma relativamente continua. En Junio 2008 se observo la mayor actividad tremorica. En cuanto a los tornillos, estos se presentan solo por cortos intervalos de tiempo. Por ejemplo, los 9 eventos del 02-09 Marzo 2008, o los 6 eventos del 21 Mayo -06 Junio 2008.

A fin de observar si existe alguna correlación de la sismicidad con la temperatura en la fuente termal de Charcani (situada en el flanco NW del volcán), también se ha ploteado dicha temperatura (figura 3f). En este grafico de temperaturas (datos tomados de Masias y Cruz, 2008), el nivel de temperatura (36.6°C) “normal” de la fuente sufre varios episodios de disminucion, que se recuperan enseguida. Estos descensos de temperatura pueden deberse a que el agua termal recibe el aporte repentino de agua freática, fría, de las inmediaciones. Así, poco tiempo después de ocurrido el terremoto de Pisco (15/08/2007, 7.0 ML, II-III de Mercalli en Arequipa), la temperatura experimenta un franco descenso de hasta 7,5° C, y luego se recupera rápidamente. Sin embargo, a veces no ocurre así, como en el caso del sismo de Antofagasta (14/11/2007, 7.4 ML, II de Mercalli en Arequipa) que no genero descenso alguno en la temperatura de las aguas.

Del conjunto de los gráficos de la figura 2, se puede concluir que no se observa correlación entre la sismicidad del volcán Misti y la temperatura de las aguas de Charcani V. Solo se puede notar que las aguas pueden disminuir su temperatura rápidamente con posterioridad a un fuerte movimiento sísmico sentido localmente.

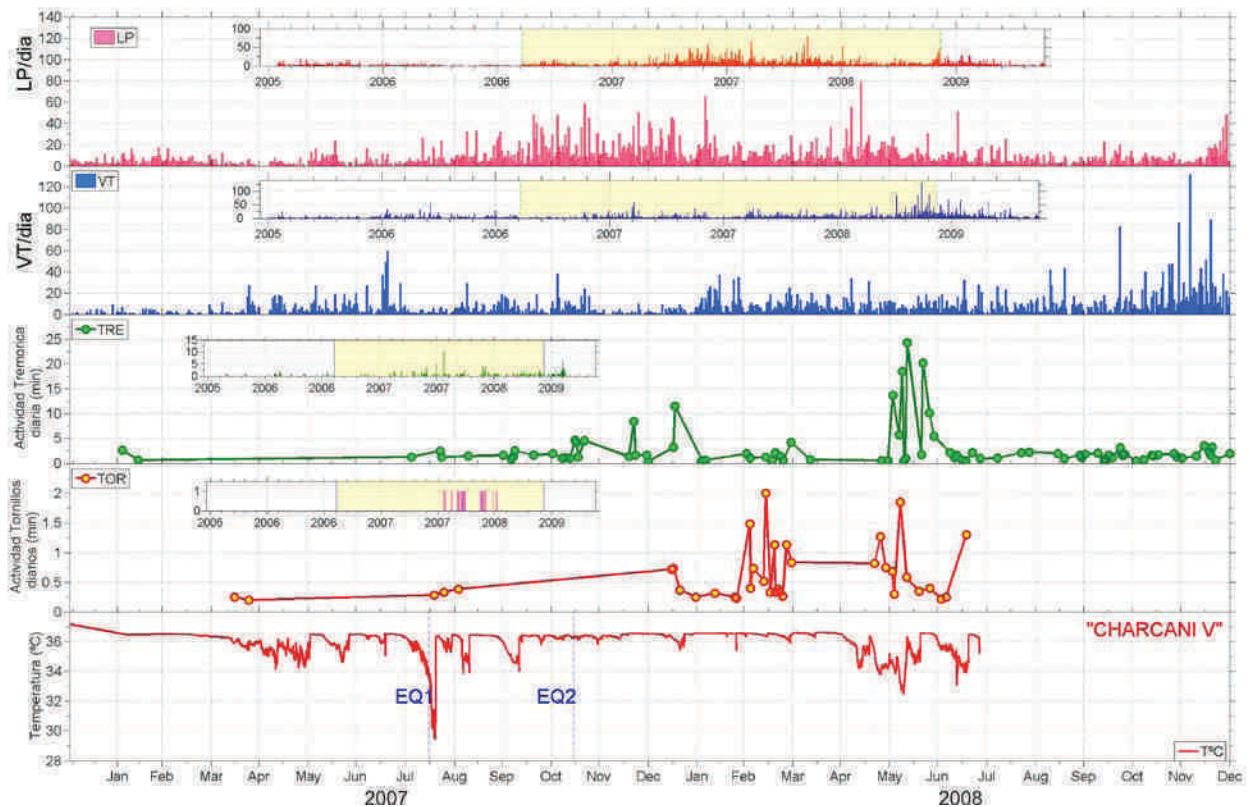


Figura 2. Evolución de la sismicidad en el Volcán Misti entre Enero 2007-Diciembre 2008.

Los gráficos muestran, en forma correlativa: (a) Ocurrencia diaria de LPs, (b) Ocurrencia diaria de VTs, (c) Ocurrencia diaria y duración del Tremor, (d) Ocurrencia diaria y duración de Tornillo, (e) Temperatura en fuente Termal Charcani V.

LOCALIZACIÓN DE EVENTOS

Los eventos de tipo VT con fases claras han sido localizados mediante el programa Hipoellipse (Lahr, 1999), usando el modelo de velocidades para el volcán Ubinas (Macedo et al., 1998).

La figura N° 3 muestra la distribución de los 409 eventos VT localizados. La distribución epicentral muestra una sismicidad preferencial dentro del flanco Nor-Oeste del volcán y con una cierta alineación NW-SE. Por otra parte, la distribución en profundidad muestra que la sismicidad se concentra entre 4000 a 5000 m de altitud.

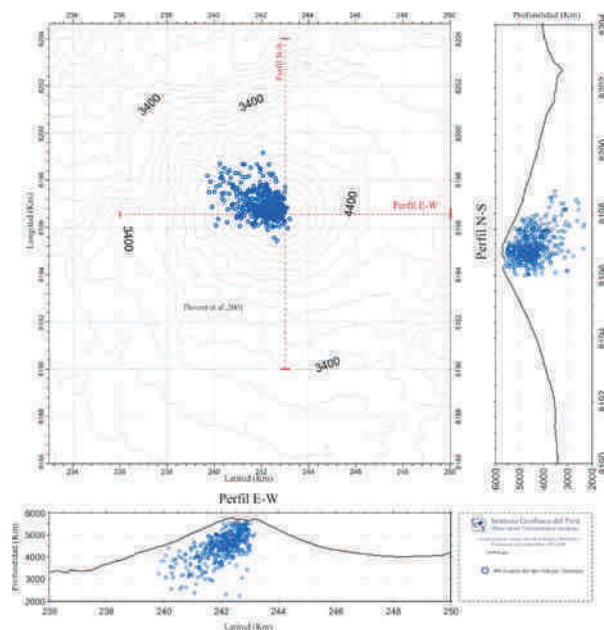


Figura 3. Localización de los eventos VT observados en el volcán Misti, 2007-2008

La localización depende de estos eventos depende en gran medida del número de estaciones y de la geometría de distribución de las estaciones respecto del hipocentro. Para los 409 eventos localizados, los rangos de error en la dirección vertical (SEZ) y horizontal (SEH) son menores a los 0.6 Km. Y para la dirección vertical están entre 0.1 km (SEZ menor) y 0.9 km (SEZ mayor).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Mediante el análisis del contenido espectral, la forma de la envolvente, la localización y del mecanismo de generación realizado a los datos sísmicos del volcán Misti, se ha logrado identificar 4 tipos de eventos principales; LPs, VTs, Tornillos y Tremores. Por las señales LP y VT que son de baja amplitud y número, así como por la ocasional ocurrencia de tornillos y tremores, se considera que la actividad de este volcán es muy baja. Se nota sin embargo que los sismos VT están aumentando en los últimos meses.

Para el periodo de estudio, los eventos LP representaron el 52 % con 5289 eventos; estos presentaron frecuencias entre 1-5 Hz con una duración promedio de 16 segundos. Los eventos VT con 4696 representaron el 46% y segundos. Los Tornillo y los Tremores representan el 1.5%.

Finalmente, se han realizado los cálculos de hipocentro para 409 eventos VT. Los resultados de este calculo muestran una cierta alineación hacia el lado NW del cráter del volcán con altitudes entre 4000-5000 m. Esta alineación en el sector NW del volcán, ocurre en la misma zona donde observaciones geológicas y de fuentes termales indican una posible presencia de falla NW-SE (Thouret et al., 2001). Asimismo, estudios de potencial espontaneo (Finizola et al, 2004) indican la existencia de una zona hidrotermal importante próxima a la zona central, lo cual es totalmente compatible con la sismicidad observada en este estudio. Los eventos LP y VT mas superficiales podrían estar relacionados con la intensa actividad fumarolica en proximidades del domo y la presencia de una falla activa NW-SE.

REFERENCIAS

- Finizola A., Lenat JF, Macedo O., Ramos D., Thuret JC, Sortino F (2004).- Fluid circulation and structural discontinuities inside Misti volcano inferred from self-potential measurements, *JVGR*, 343-360.
- Lahr J. (1999).- Hypoellipse: a computer program for determining local earthquake hypocentral parameters, magnitude, and first-motion pattern. USGS open-file report 99-23.
- Llerena, P. (2005).- Características de la sismicidad observada en Octubre 2001 en el volcán Misti (Sur del Perú). Tesis profesional: Ing. Geofísico. Universidad Nacional de San Agustín, 151 pags y 3 anexos.
- Macedo O, Metaxian & Inza A.(1998).- Resultados preliminares del monitoreo de la actividad sísmica en los volcanes Ubinas y Misti en marzo-abril 1998.- Informe interno IGP, 10 pags.
- Masias P., Cruz V. (2008).- Estudio geoquímico de las fuentes de aguas termales alrededor del volcán Misti, Arequipa, Presentación oral, Congreso Latinoamericano Geología, Lima 2008.
- Thouret, J-C., Finizola, A., Fornary, M., Suni, J., Legeley-Padovani, A. & Frechen, M. (2001) .- Geology near of El Misti volcano nearby the city of Arequipa, Peru. *Geol. Soc. Amer. Bull-* 113 (12): 1593-1610