

Campo Magnético preliminar del Volcán Misti

Beto Ccallata, Reynaldo Ccacyancco, Domingo Ramos, Rafael Miranda y Jorge Alcántara

Observatorio Vulcanológico del INGEMMET, Arequipa, Perú - beto.ccallata@gmail.com

Palabras clave: Anomalía magnética, campo magnético, volcán Misti.

INTRODUCCIÓN

El volcán Misti ($16^{\circ}17' S, 71^{\circ}24' O, 5822$ msnm) es uno de los diez volcanes activos, situado en la cadena volcánica Plio-Cuaternaria del sur peruano (Bromley et al., 2019). Este volcán se encuentra localizado en la Cordillera Occidental de los Andes, a 17 km de la Plaza de Armas de la ciudad de Arequipa (Fig. 1). Esta ciudad, es considerada como la segunda ciudad económicamente más importante del Perú, con más de 1 millón de habitantes e importante infraestructura comprometida.

Por otro lado, estudios geológicos señalan que el Misti, en su historia eruptiva, ha sido protagonista de diversos tipos de erupciones: erupciones de magnitud baja ($IEV = 2$), cada 500 a 1500 años, la última se produjo en el siglo XV; de magnitud alta ($IEV = 3-4$), cada 2000 a 4000 años, la última se produjo hace 2050 y 11000 años; y erupciones muy altas (IEV igual o mayor a 5), que ocurren cada 7000 a 15000 años, la última se produjo hace 33000 años. Actualmente, nos encontramos dentro del límite del periodo de recurrencia para erupciones de magnitudes baja y alta.

Por lo expuesto anteriormente, es clara la importancia del estudio del volcán Misti. Es por ello que, en los últimos años, el INGEMMET ha puesto especial énfasis en conocer la estructura interna de este volcán, entre ellas, las zonas de debilidad estructural que podrían ser mayormente afectadas durante una erupción volcánica.

En esta ocasión, hablaremos de las mediciones magnéticas realizadas en el volcán Misti y sus resultados preliminares. Es preciso señalar que este es un trabajo exploratorio y que su ampliación estará ligada a los resultados que se obtengan durante su desarrollo.

INSTRUMENTACIÓN

Para este trabajo, se emplearon tres magnetómetros portátiles de precisión de protones Overhauser GSM19, Gemsystems: 01 Base y 02 móviles, en modo caminata, con un intervalo de muestreo de 2 s. La posición del GPS se registró simultáneamente durante el levantamiento, que está integrado en el magnetómetro.



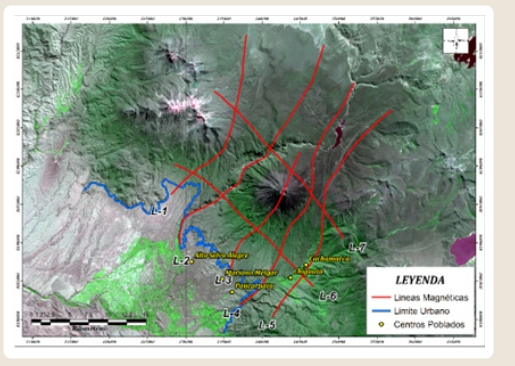
► Fig. 1 - Ubicación del volcán Misti.

El Misti es un volcán activo, su dinamismo interno se manifiesta por una baja actividad microsísmica, detectada únicamente por sismómetros de alta sensibilidad, su sistema hidrotermal, limitado por mediciones de Potencial Espontáneo (Ramos, 2000, Finizola, 2004), así como mediante la presencia de fumarolas que pueden ser apreciadas en el cráter interno y en el sector Este, en la cima del volcán, y la presencia de manantiales en diversas partes de la ciudad. Además, el análisis químico de los gases indica una fuerte componente magmática.

ADQUISICIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS

La información empleada para este resumen, fue adquirida en dos campañas de campo, donde, a lo largo de 188 km lineales, se realizaron mediciones del campo magnético total. Estas mediciones se distribuyeron en forma de malla, en siete líneas magnéticas, sobre el edificio volcánico y alrededores del Misti (Fig. 2). La distribución de las líneas de medición estuvo supeditada a las condiciones de acceso terrestre.

Se establecieron 2 bases magnéticas, una 1100 m, hacia el norte, mientras se realizaban los trabajos del sector Norte; y otra, 1400 m, hacia el Sur, mientras se realizaban las mediciones en ese sector. Estas bases estuvieron ubicadas fuera de la zona de estudio. La data de estas bases, posteriormente, permitieron realizar la corrección diurna de la información adquirida con los magnetómetros móviles. La Figura 3 muestra el comportamiento de la variación diurna del 15 de octubre del 2021.

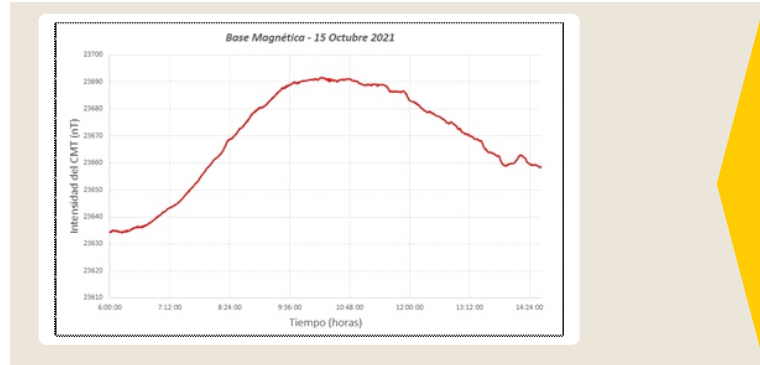


► Fig. 2 – Distribución de las líneas de medición magnéticas realizadas en el volcán Misti.

El control de calidad consistió en la eliminación de valores inconsistentes mediante la aplicación de filtros. Se eliminó el 6.4 % de los valores de campo medidos sobre los perfiles diseñados en gabinete.

MAPA DE LA INTENSIDAD DEL CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (ICMT)

El mapa de Intensidades del Campo Magnético Total (ICMT), permite ver la distribución de la intensidad magnética en cada parte de la zona de estudio. Para obtener el ICMT del volcán Misti (Fig. 4), se aplicó la interpolación por el método de mínima curvatura, utilizando el programa Oasis Montaj v.8.4. Se



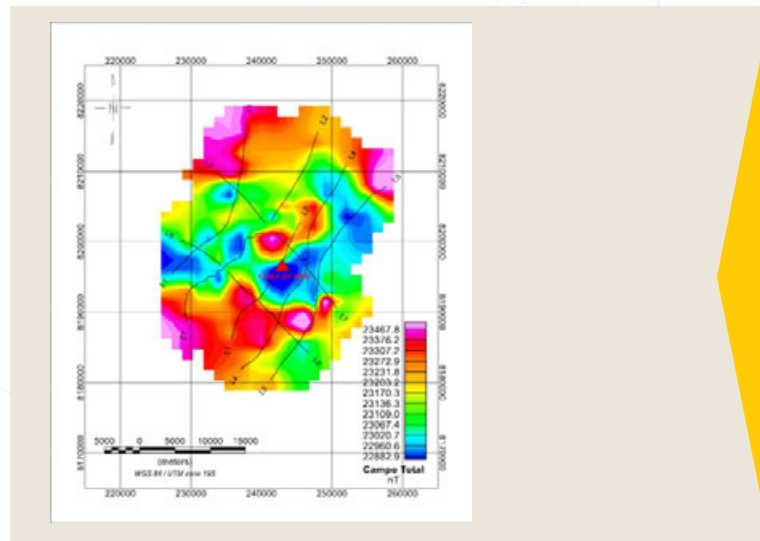
► Fig. 3 – Variación diurna de la base magnética correspondiente al 15 de octubre del 2021.

realizaron iteraciones basadas en el promedio de la distancia inversa existente entre los datos reales que se encuentran en un radio específico, el cual genera una superficie de interpolación, que pasa muy cerca de los perfiles reales de medición de manera aleatoria y con curva mínima.

El mapa de ICMT del volcán Misti, presenta un valor mínimo de 22882 nT y un valor máximo de 23467 nT.

Los valores mínimos (tonalidades azul y verde, Fig. 4), se encuentran ubicados sobre el cráter, al Sur, Sureste, Oeste y Este del cráter del volcán Misti, mientras que los valores máximos se encuentran al norte y noroeste del volcán Misti (tonalidades roja y naranja).

Las líneas 2, 3, 4 y 7, muestran valores magnéticos altos al norte y noroeste del cráter. El mapa geológico del Misti, señala que, en esta zona, afloran secuencias volcanoclásticas y depósitos de caídas de tefras. Las



► Fig. 4 – Mapa del campo magnético total del volcán Misti. El triángulo de color rojo indica la posición del cráter del Misti.

líneas 1, 2, 3, 4, 6 y 7, presentan valores magnéticos bajos, al este, sureste, sur, sureste y este del cráter del volcán. Estos valores menores, según el mapa

geológico del Misti, estarían asociados a coladas de lava andesítica del cono superior y a secuencias volcanoclásticas y depósitos de caída de tefras.

DISCUSIONES

- ▶ Las mediciones magnéticas realizadas en el volcán Misti, se obtuvieron con un paso de muestreo de 2 s. Esta nitidez podría potenciarse exponencialmente, disminuyendo la distancia entre líneas magnéticas. Para evitar que el trabajo de interpolación oculte o cree nuevas zonas anómalas.
- ▶ La anomalía positiva de la zona norte del cráter del volcán, podría estar influenciada por las maquinarias de la hidroeléctrica de Charcani.
- ▶ Los valores positivos en las zonas extremas hacia el sur, podrían estar influenciados por la proximidad a la ciudad de Arequipa.
- ▶ Los valores positivos del extremo norte del mapa, podrían estar asociados a zonas con material alterado hidrotermalmente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ▶ En el volcán Misti se han realizado 188 km lineales de mediciones del campo magnético total. Estas mediciones se distribuyeron en forma de malla sobre la base de 7 líneas magnéticas.
- ▶ Con la data obtenida y corregida, se ha confeccionado un mapa preliminar de intensidades del campo magnético total (ICMT), el mismo que muestra la distribución de los valores magnéticos locales en la zona del volcán Misti y sus alrededores.
- ▶ El ICMT del volcán Misti, presenta una anomalía positiva al norte y noroeste del cráter, en superficie, dicha anomalía estaría relacionada a secuencias volcanoclásticas y depósitos de caídas de tefras; una anomalía negativa, al este, sur, sureste y este del cráter, asociada a coladas de lava andesítica del cono superior y a secuencias volcanoclásticas y depósitos de caída de tefras.
- ▶ Por lo tanto, se sugiere establecer una red de estaciones magnéticas estables como una red básica de monitoreo magnético del volcán Misti, a fin de establecer patrones premonitorios de actividad eruptiva, así como establecer correlaciones con otros métodos geofísicos en el área de estudio para identificar anomalías asociadas a estructuras geológicas internas, para su respectiva interpretación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (OVI) – Geología de Volcanes, por la oportunidad de realizar este trabajo y apoyo del técnico Alfonso Jensen Añamuro Justo en la adquisición de datos geofísicos para el desarrollo de este estudio.

REFERENCIAS

- ▶ Bromley, G. R. M., J.-C. Thouret, I. Schimmelpfennig, J. Mariño, D. Valdivia, K. Rademaker, S. del Pilar Vivanco Lopez, ASTER Team, G. Aumaître, D. Bourlès y K. Keddadouche (2019). "In situ cosmogenic ^3He and ^{36}Cl and radiocarbon dating of volcanic deposits refine the Pleistocene and Holocene eruption chronology of SW Peru". *Bulletin of Volcanology* 81 (11). doi: 10.1007/s00445-019-1325-6.
- ▶ Finizola, A., Le´nat, J.-F., Macedo, O., Ramos, D., Thouret, J.C., Sortino, F., (2004). Fluid circulation and structural discontinuities inside Misti volcano (Peru) inferred from selfpotential measurements. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 135, 343–360.
- ▶ Ramos D. (2000). Aplicación del método geofísico del potencial espontáneo para el estudio estructural del volcán Misti, Tesis para optar el título de ingeniero Geofísico, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 173 pág.