

ESTIMACIÓN FÍSICA DE LA CÁMARA MAGMÁTICA DEL VOLCÁN UBINAS Y EVOLUCIÓN DEL PROCESO ERUPTIVO 2013-2015.

Machacca R.(1), Ancasi R.(1), Ortega M.(1), Ccallata B.(1), Masías P.(1), Lazarte I.(1), Rivera M.(1), Ramos D.(1) y Taipe E.

(1) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Sede Regional INGEMMET-Arequipa, rmachacca@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

El volcán Ubinas, considerado el más activo del Perú (Rivera et al., 2014); luego de cuatro años de inactividad volvió a entrar en erupción el día 01 de setiembre de 2013 con explosiones freáticas. Esta actividad se reinició durante los primeros días del mes de febrero de 2014, el cual alcanzo su máxima actividad en abril de 2014, registrándose la mayor explosión el día 19 de abril, luego de este periodo la actividad explosiva continuó hasta fines del 2015. A diferencia de las erupciones anteriores, en este nuevo proceso eruptivo, el trabajo de monitoreo permanente realizado por el Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (OVI), permitió detectar los primeros signos claros de ascenso de magma (incremento de la sismicidad, altura de las emisiones de gases y ceniza, flujo de gas SO₂, entre otros parámetros), hasta con 3 meses de antelación a la ocurrencia de la fase explosiva que se dio durante el mes de abril de 2014. El estudio de la intensa actividad sísmica registrada durante este proceso eruptivo, y en base al estudio de los productos emitidos fue posible estimar la profundidad de la cámara magmática y comprender el comportamiento del proceso eruptivo.

RED SÍSMICA

El volcán Ubinas (16° 22' S, 70° 54' O), localizado a ~65 km al este de la ciudad de Arequipa (Fig. 1a), cuenta con un Red Sísmica de vigilancia permanente desplegado por el OVI durante el 2013-2015. Esta red fue constituida de diez estaciones sísmicas triaxiales de banda ancha marca Guralp-6TD (Fig. 1b), dos cámaras de vigilancia y un equipo DOAS. Las estaciones UBN04 y UBN02 cuentan con transmisión telemétrica de datos en tiempo real al OVI. Los resultados presentados aquí corresponden al tratamiento de datos de esta red.

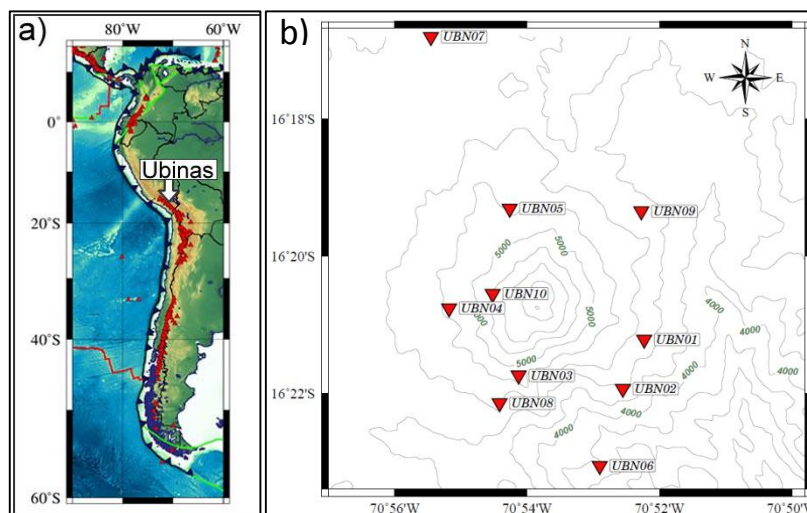


Figura 1. a) Mapa de ubicación del volcán Ubinas dentro de la Zona Volcánica Central (CVZ) de los Andes. b) Mapa de ubicación de las estaciones sísmicas desplegadas por el OVI-INGEMMET durante el año 2014, representados con triángulos de color rojo invertidos.

ACTIVIDAD SÍSMICA ASOCIADA AL ASCENSO DE MAGMA

Durante el periodo 2013 y 2015, la actividad del volcán Ubinas estuvo acompañada por el incremento de la actividad sísmica, altura de las fumarolas y el flujo de gas SO_2 . En el proceso eruptivo se puede distinguir tres etapas:

Etapa I: del 01 de setiembre de 2013 al 12 de febrero de 2014, en este periodo ocurren 8 explosiones freáticas que dan inicio al proceso eruptivo, en este periodo la actividad sísmica y flujo de SO_2 , son bajos, pero la altura de las fumarolas se incrementó (ver Fig. 2).

Etapa II: del 12 de febrero de 2014 al 31 de marzo del 2015, en este periodo se presenta un fuerte intrusión magmática que es reflejado en un incremento de la actividad sísmica y flujo de gas SO_2 , que terminó con las mayores explosiones en abril de 2014, posteriormente, la actividad explosiva continuó con una tendencia a disminuir (ver Fig. 2).

Etapa III: del 01 de abril a fines de diciembre del 2015, para este periodo las actividad del volcán se volvió a incrementar, con explosiones que alcanzaron los 5000 m de altura sobre el cráter, así mismo el incremento de la actividad sísmica y flujo de SO_2 se prolongó hasta mediados de agosto, posteriormente la actividad en general del volcán disminuyó (ver Fig. 2).

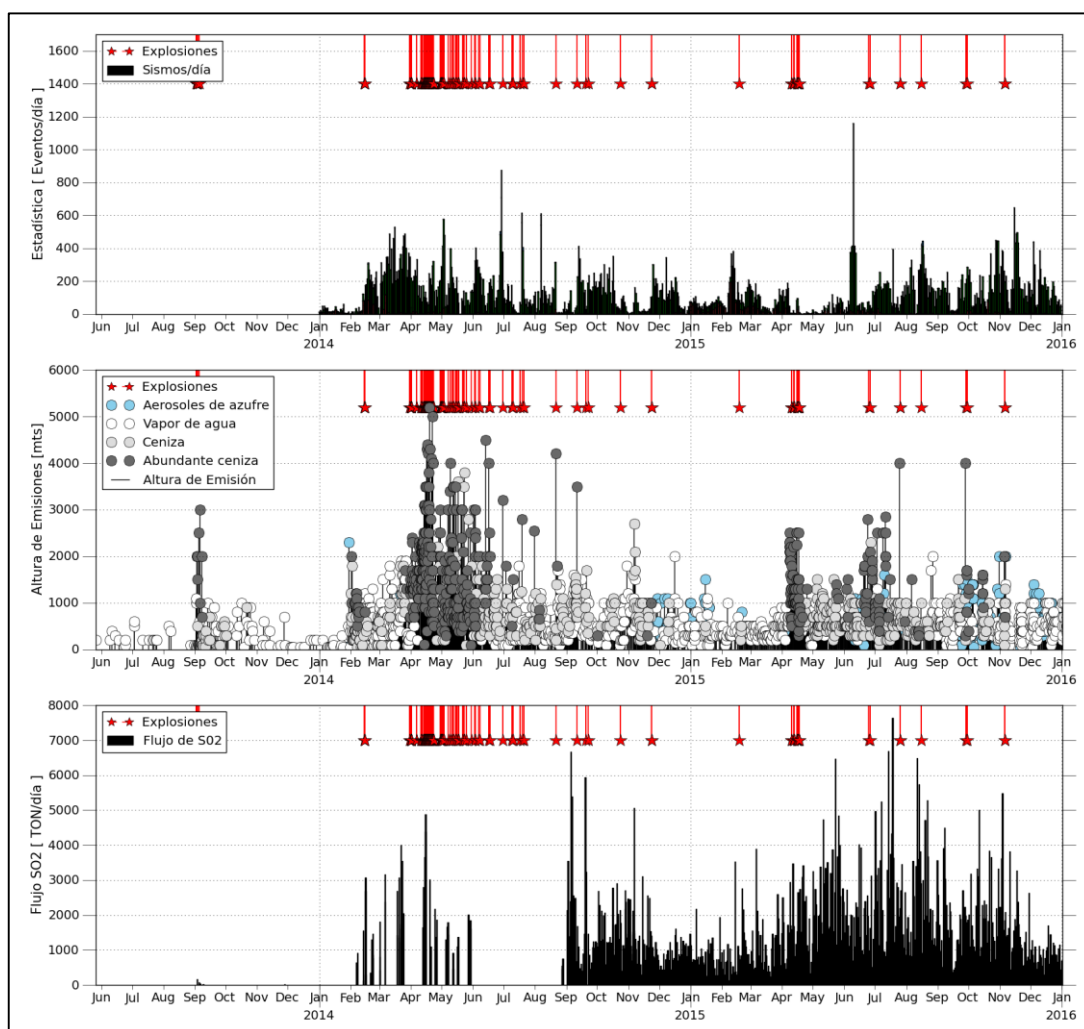


Figura 2. Evolución de la actividad sísmica del volcán Ubinas, durante el periodo 2013-2015. Las estrellas con línea roja representa la ocurrencia de las explosiones.

La actividad sísmica registrada durante el periodo 2013-2015 del volcán Ubinas, ha estado caracterizada por una gran variedad de señales sísmicas que incluyen sismos tipo Periodo Largo (LP), volcano-tectónico (VT), híbridos, tremores, explosiones, enjambres, entre otros. Pero los eventos tipo volcano-tectónico tienen un mecanismo de ruptura similar a los sismos tectónicos, por lo que fue posible localizar su fuente sísmica. En la figura 3, se observa que en su gran mayoría los sismos

volcánicos ocurrieron debajo del cráter y/o cumbre del volcán, a una profundidad comprendida entre 2 y 3 km. Los mecanismos focales muestran procesos de ruptura de tipo inverso para el caso de los VT y normal para las explosiones.

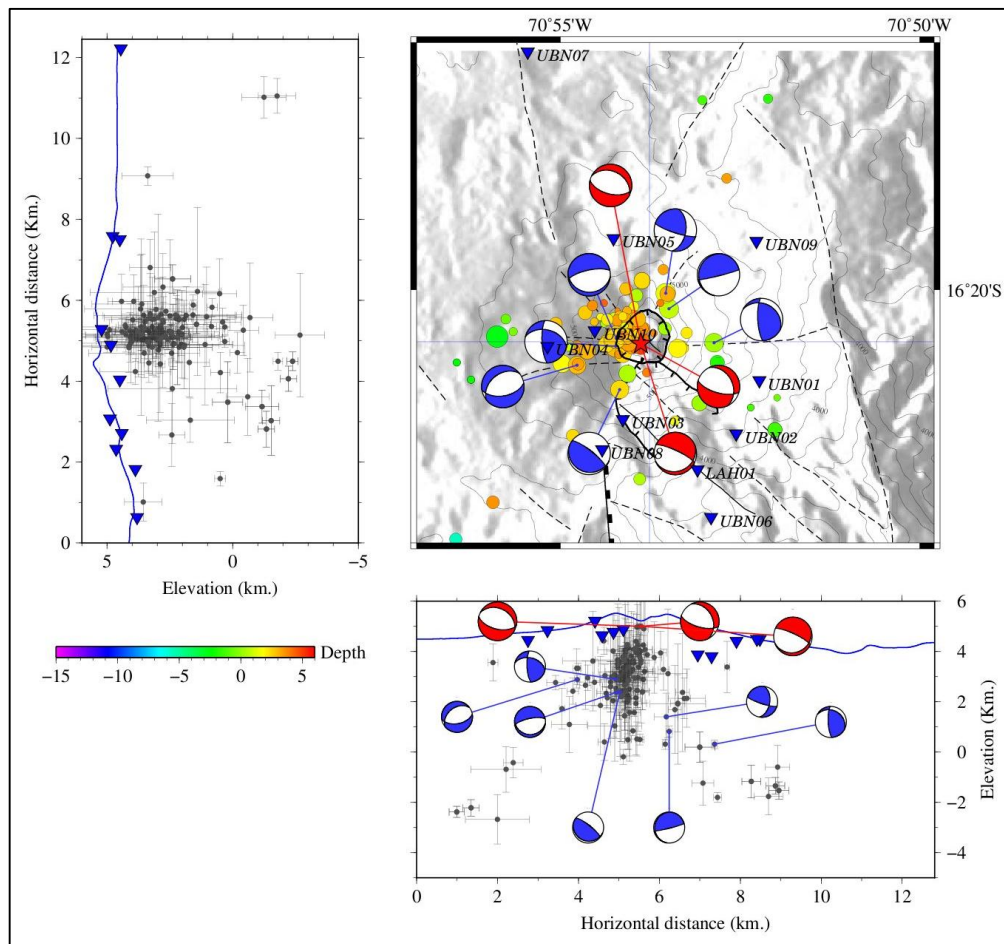


Figura 3. Mapa de localización de sismos tipo VT, y sus respectivos perfiles en profundidad (los triángulos azules representan la ubicación de las estaciones sísmicas, los círculos los epicentros de los VT, las estrellas los epicentros de las explosiones. Las esferas en azul representan los mecanismos focales de sismos tipo TV y las rojas de las Explosiones).

DISCUSIÓN

La ubicación hipocentral de los sismos tipo VT registrados durante este proceso eruptivo, sugieren que la actividad sísmica se ubica debajo del edificio volcánico, con profundidades menores a 15 km. Así mismo, en los perfiles sísmicos verticales se observa ausencia de sismos a profundidades mayores a 5 km debajo de la cumbre, este vacío de sismos sugiere la posible ubicación de la cámara magmática, ya que no es posible que se presente eventos sísmicos de ruptura (VT's) en un medio plástico (Fig. 4b). Estos resultados, han sido correlacionados con el modelo del sistema magmático del volcán Ubinas propuesto por Rivera et al. (2014) quien en base a estudios petrológicos estima la presencia de dos reservorios de magma: uno localizado entre 4 y 8 km de profundidad y otro más profundo entre 16 y 19 km de profundidad (Fig. 4a). Estos datos coinciden con la profundidad obtenida con las localizaciones sísmicas.

El modelo de Fournier (2006) explica en gran medida la presencia de sismos VT superficiales en el volcán Ubinas. La zona de transición frágil-plástico se produciría a ~5 km de profundidad debajo del cráter, por encima de esta zona, circula agua meteórica a presión hidrostática en roca frágil, lo que genera que se activen las fallas circundantes a este sello, cuando hay un cambio de presión producido por intrusión en la cámara magmática. Así mismo, se produce sismos tipo VT, por ruptura episódica y

temporal de la zona de transición, que a la vez permite a los gases magmáticos escapar al sistema hidrotermal, produciendo sismos LP.

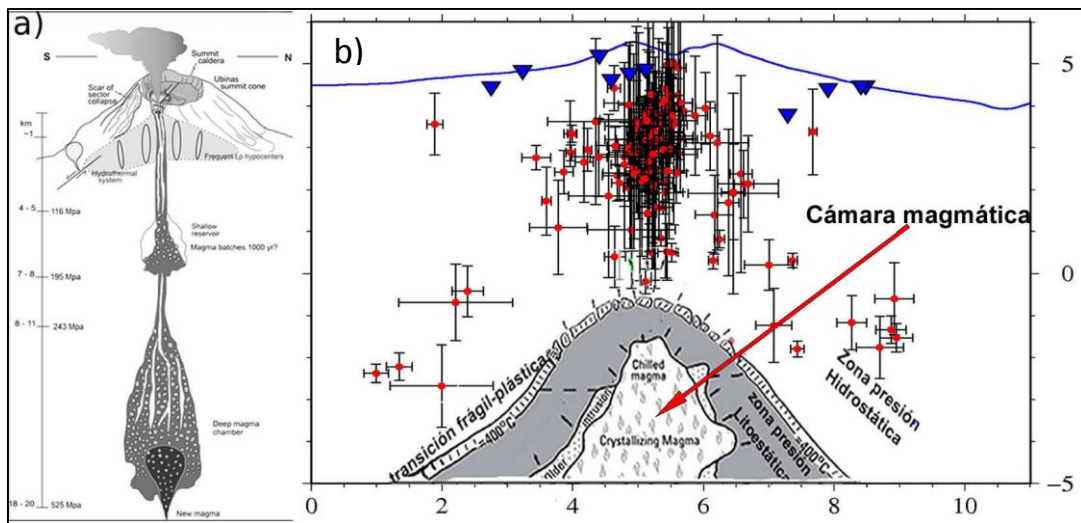


Figura 4. a) Sección transversal esquemática que ilustra el sistema magmático del volcán Ubinas (Rivera et al. 2014). b) Sistema magmático del volcán Ubinas, interpretados a partir de datos sísmicos (los sismos volcano-tectónicos son representados con círculos rojos).

CONCLUSIONES

- La vigilancia sísmica permanente del volcán Ubinas permitió realizar la detección temprana de ascenso de magma el día 17 de enero de 2014, con la ocurrencia del primer sismo tipo híbrido. Posteriormente, entre el 29 de marzo al 13 de abril de 2014, se presentó una fase de sobrepresurización en el sistema del volcán, que terminó con la explosión ocurrida el 13 de abril de 2014, entrando, en adelante, una fase magmática explosiva que persiste hasta la fecha.
- La ubicación de los sismos tipo volcano-tectónico (VT), muestran que la cámara magmática del volcán Ubinas se encuentra por debajo de los 5 km de profundidad. Este resultado es similar al obtenido por estudios petrológicos realizados por Rivera et al. (2014).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. White R., Miller A, Lynch L. and Power J. (1998). Observation of hybrid seismic events al Soufrier Hills Volcano, Montserrat: July 1995 to September 1996. *Geophys. Res. Lett.* 3657-3660.
2. Rivera M., Thouret J-C, Samaniego P. and Le Pennec J-L (2014). The 2006–2009 activity of the Ubinas volcano (Peru): Petrology of the 2006 eruptive products and insights into genesis of andesite magmas, magma recharge and plumbing system. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 270, 122-141.
3. Inza L.A., Métaixian J.P., Mars J.I., Bean C.J., O'Brien G.S., Macedo O. and Zandomenighi D. (2014). Analysis of dynamics of vulcanian activity of Ubinas volcano, using multicomponent seismic antennas. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 270, 35–52.
4. Fournier R., (2006) Hydrothermal systems and volcano geochemistry. *Volcano Deformation*, chapter 10. Springer Praxis Books 2006, 323-341.