

UBINAS, EVIDENCIAS DEL CAMBIO DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA CON LOS MÉTODOS DE MONITOREO GEOQUÍMICO Y VISUAL (2005 – 2012)

Pablo Masías, Fredy Apaza, Yanet Antayhua, Ivonne Lazarte

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Av. Canadá N° 1470, San Borja – Lima, pmasias@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

El volcán Ubinas ubicado en las coordenadas UTM Norte 8189181 m y Este 297062 m, con una altitud máxima de 5672 m.s.n.m., es el volcán más activo del Perú. En los últimos 500 años, se han registrado 24 procesos eruptivos que incluyen crisis fumarólicas, emisiones de ceniza, escoria y explosiones alcanzando hasta un IEV de 3. La última crisis eruptiva registrada entre el 2006 y 2009, alcanzó un IEV de 2 (Rivera et al., 2011). El presente trabajo presenta los resultados obtenidos del monitoreo Geoquímico y Visual realizados por el INGEMMET, entre septiembre del 2005 y febrero del 2012, periodo que incluye la crisis eruptiva más reciente.

LA CRISIS ERUPTIVA DEL VOLCÁN UBINAS 2005 – 2009

Según los estudios vulcanológicos de los productos emitidos, la última actividad eruptiva del volcán Ubinas, se ha dado en 4 etapas: (a) Incremento de la actividad fumarólica, agosto 2005 a marzo del 2006. (b) Actividad freática con emisiones de ceniza y gases, marzo a abril 2006. (c) Erupción explosiva con un aumento de la actividad con emisiones que alcanzan los 4000 m de altura, abril a octubre 2006. (d) Reducción de la actividad, la emisión cada vez menor de ceniza, noviembre 2006 a fines del 2009 (Rivera et al. 2011).

EL MONITOREO VISUAL EN UBINAS 2005 – 2012

El monitoreo visual consiste en la observación periódica de la altura de emisiones, color, forma, explosiones audibles, etc. (Paxi, 2009). Estas observaciones se iniciaron desde septiembre del 2005, con la finalidad de registrar cambios de la actividad volcánica del Ubinas. Entre los años 2005 y 2006 se han observado cambios notables en la altura de las emisiones fumarólicas. Estas comenzaron a incrementarse de manera paulatina, con alturas desde 200 m, alcanzando su máxima elevación hasta los 4000 m. Asimismo en este periodo se registró la mayor cantidad de explosiones audibles y emisión de cenizas.

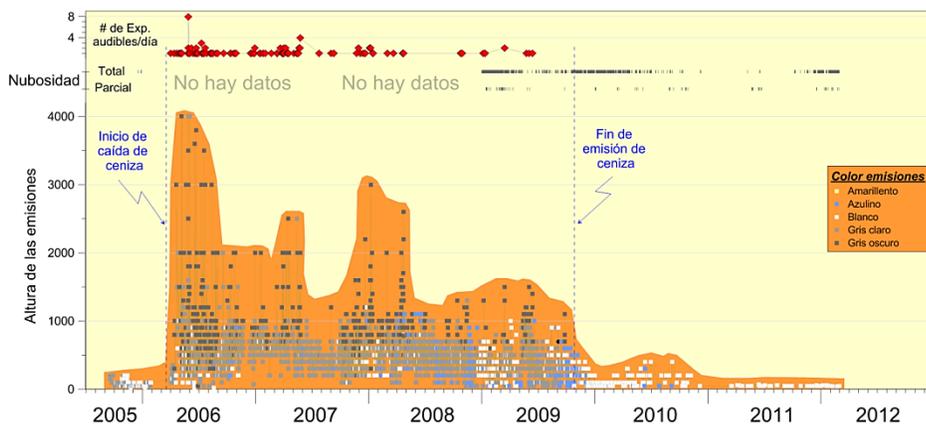


Figura 1.- Resultados del monitoreo visual entre septiembre 2005 a febrero 2012, donde se muestra la altura y color de las emisiones, número de explosiones audibles al día, nubosidad, el inicio y fin de la emisión de cenizas.

Sin embargo desde el 2007 hasta mediados del 2008, la altura de las fumarolas comenzó a descender progresivamente alcanzando alturas de 2000 m, dicha disminución continuó durante el año 2009, con alturas inferiores a los 2000 m. Durante este periodo, también se observó el incremento continuo de emisiones de cenizas y disminución de las explosiones. En el 2010 la altura de las emisiones disminuyó por debajo de 500 m, mientras que en el 2011 y principios del 2012 no superaron los 100 m de altura (Figura 1).

EL MONITOREO GEOQUIMICO DEL UBINAS 2005 - 2012

El Monitoreo geoquímico se realiza desde septiembre del 2005. Se han obtenido datos de 7 fuentes de agua (LOG, VOL, ISP, CHI, UBT, HUA y MAT), con temperaturas que van desde 8.4 °C a 40.7 °C. Durante la crisis eruptiva, se evidenciaron cambios en la composición química y temperatura del agua de estas fuentes (Masías et al., 2011). Todas estas aguas presentan una proporción mayoritaria de sulfatos y se encuentran cerca de la zona de aguas volcánicas del diagrama ternario Cl⁻, SO₄⁻² y HCO₃⁻ (Giggenbach, 1988) (Figura 2), La variaciones más resaltantes se dan en la fuente MAT, debido al aumento y disminución de las proporciones de cloruros y sulfatos en el agua.

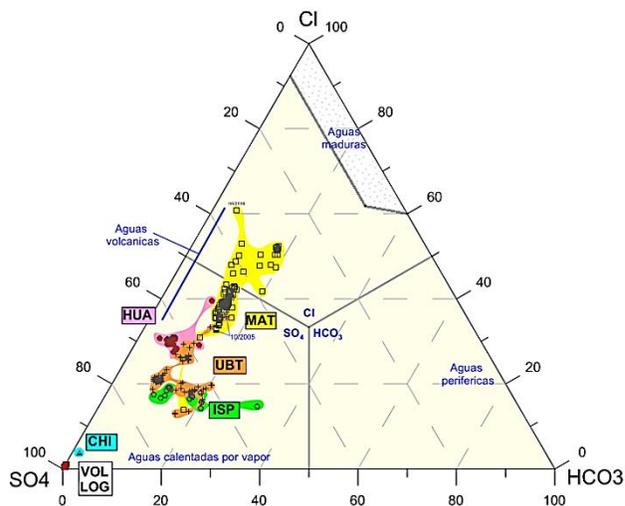


Figura 2.- Diagrama ternario Cl⁻, SO₄⁻² y HCO₃⁻ (Giggenbach, 1988), donde se observan los resultados del monitoreo geoquímico de los aniones mayoritarios en las fuentes LOG, VOL, ISP, CHI, UBT, HUA y MAT, medidos entre septiembre 2005 y febrero 2012.

Asimismo se ha notado que la fuente UBT, al realizar una comparación con la ubicación de las fuentes en relación a la distancia al cráter, se ha observado que la temperatura (T°) y los sólidos totales disueltos (TDS), medidos entre el 2005 y 2012, son los mas altos (Figura 3).

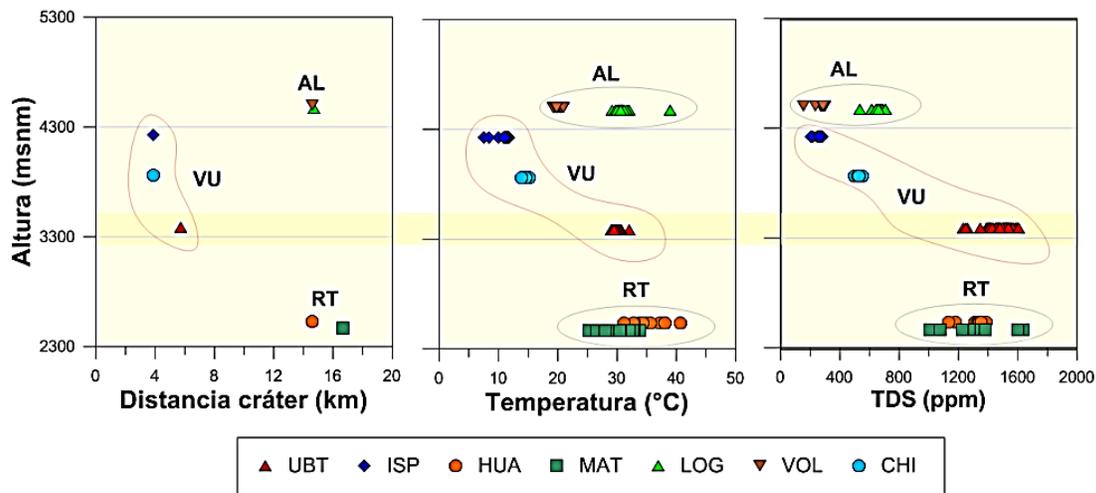


Figura 3.- Gráficas donde se observa la relación entre la altura de la ubicación de las 7 fuentes de agua en relación a la distancia al cráter, la temperatura y sólidos totales disueltos (TDS), entre septiembre del 2005 y febrero del 2010. Además se destacan las zonas AL (altiplano), VU (valle Ubinas), RT (río Tambo).

Resultados de la Fuente UBT

El muestreo del agua en la fuente UBT se realiza cada 15 días (2005, 2006, 2010-2012), Sin embargo durante el periodo de mayor actividad (entre mayo y agosto del 2006) se realizaron diariamente, obteniéndose 176 muestras para la determinación de aniones y cationes.

En febrero del 2007, se instaló un registrador de temperatura (HOBO, U12-015), con la finalidad de observar la variabilidad de la temperatura de la fuente. La medición se realizó con intervalos de 15 minutos, a excepción de un pequeño periodo en el año 2008 con un registro de cada 5 minutos, obteniéndose hasta febrero del 2012 un total de 197770 datos. Las variaciones más resaltantes se observaron entre el periodo 2007 y principios del 2008 (Fig. 4). Estas variaciones de T° fueron cercanas a 0.6 °C (cuadro 1), posiblemente asociado a la actividad volcánica o a la sismicidad regional, ya que durante este periodo han ocurrido eventos sísmicos de magnitudes considerables (Masías et al., 2008).

Cuadro 1.- Promedio anual de la temperatura en la fuente UBT.

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012
T° prom.°C	29,81	29,53	29,48	29,15	29,05	29,06

El pH (Figura 4), es un parámetro que durante varios años no presentó un comportamiento anómalo asociado con la actividad volcánica. Sin embargo, en el 2011 se obtuvieron lecturas ácidas (pH=5,71) en comparación al periodo de monitoreo. Mientras que para el 2012 se observan ligeras tendencias hacia el valor neutro (pH=7,00), posiblemente se deba a la mezcla con aguas meteóricas o superficiales.

La composición química del agua de esta fuente ha presentado variaciones, siendo las más resaltantes en los aniones sulfato (SO_4^{2-}) y cloruro (Cl^-) (Figura 4), estos cambios se han presentado desde fines del 2005 a principios del 2006. Posteriormente se observan variaciones mínimas hasta el año 2008 periodo de mayor actividad.

A mediados del 2009 se observó nuevamente una variación significativa del ión sulfato, presentando disminución en su concentración, también los parámetros de CE, pH y la proporción química SO_4/Cl han registrado ligera disminución. Estas anomalías han ocurrido antes de finalizar las explosiones audibles y emisiones de ceniza del volcán Ubinas. Mientras que a fines del 2011 los cationes Na, K, Ca y Mg, así como el óxido de silicio (SiO_2) y el ión bicarbonato (HCO_3^-) presentaron un ligero incremento.

DISCUSIÓN

La correlación entre el monitoreo visual y los parámetros fisicoquímicos monitoreados desde las fuentes de agua, han presentado una relación con la variabilidad de la actividad volcánica del Ubinas, las cuales se han observado principalmente durante el periodo de mayor actividad. Esto es un indicativo que en la estructura interna del volcán se ha presentado cambios, con aumento de los fluidos volcánicos (gases, emisión de cenizas, etc.).

Por otra parte, la ubicación de las fuentes (msnm) en relación a la distancia al cráter, agrupan a las fuentes de agua del volcán Ubinas en 3 zonas:

- I. Las fuentes LOG y VOL en la localidad de Logen, en *el altiplano* (AL), a más de 14 km del cráter del Ubinas.
- II. Las fuentes ISP, CHI y UBT, en el edificio volcánico, *valle de Ubinas* (VU), a una distancia entre los 3 y 6 km del cráter del Ubinas.
- III. Las Fuentes HUA y MAT, a orillas del *río Tambo* (RT), a más de 14 km del cráter del volcán Ubinas.

De estos grupos las fuentes de la zona VU, se encuentran prácticamente en el edificio volcánico del Ubinas, observándose que a mayor altura presentan disminución de temperatura y de la conductividad eléctrica, lo que nos hace pensar que a mayor altitud las fuentes de agua se originarían en reservorios superficiales, los cuales estarían influenciados por la mezcla con aguas superficiales y meteóricas, siendo la menos afectada la fuente UBT.

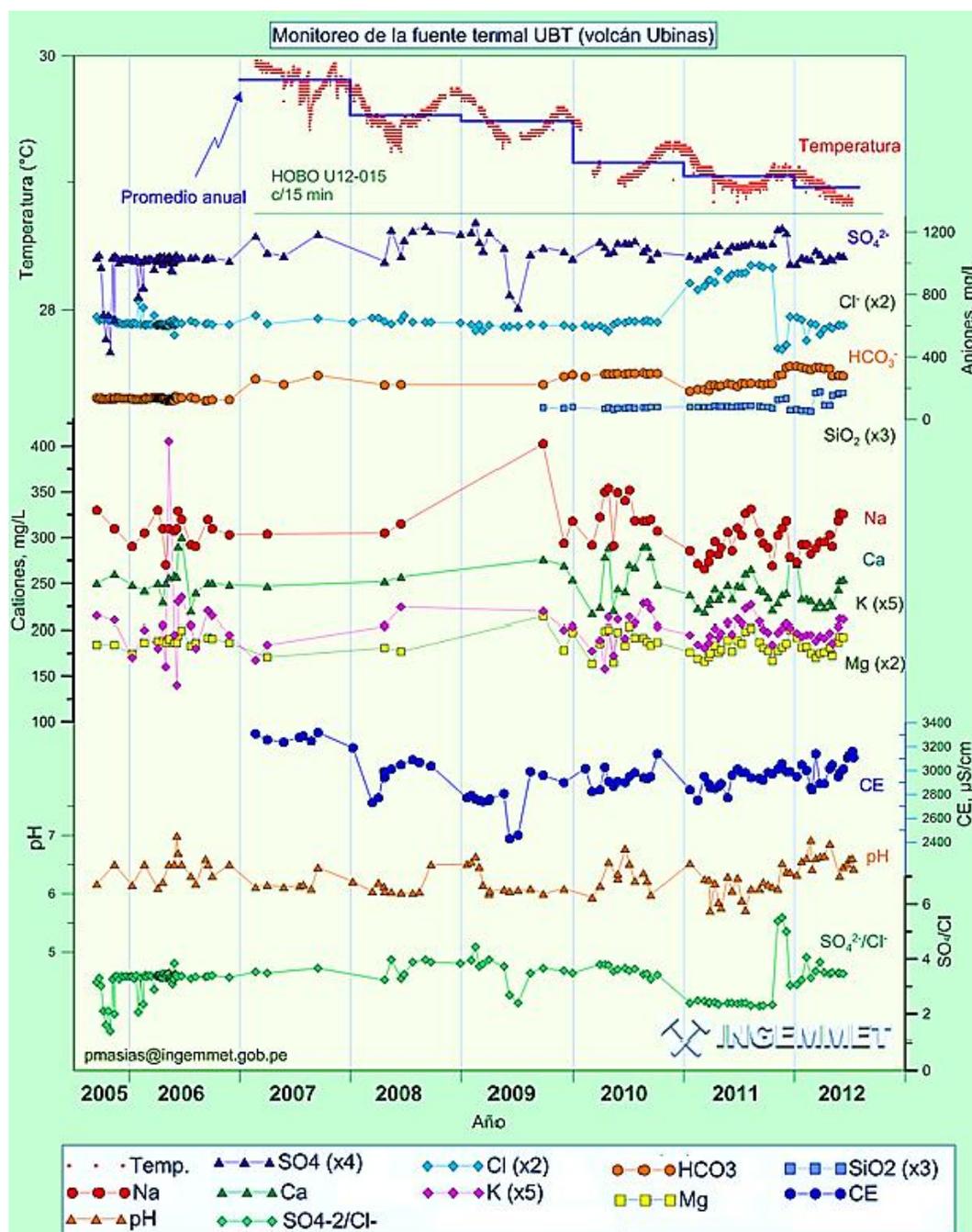


Figura 4.- Gráficas donde se observan los resultados de la temperatura, SO_4^{2-} , Cl⁻, HCO_3^- , Na, Ca, K, Mg, SiO_2 , Conductividad Eléctrica, pH y SO_4/Cl , en relación con el tiempo de monitoreo septiembre 2005 a agosto 2012 en la fuente UBT.

CONCLUSIONES

Tanto el monitoreo Geoquímico como Visual son 2 métodos importantes para identificar los cambios de la actividad en el volcán Ubinas. Los resultados del monitoreo visual del Ubinas fueron el primer indicador de aumento de la actividad en el 2005.

UBT es la principal fuente termal de monitoreo, debido a las características fisicoquímicas que presenta (agua tipo sulfatada) y a su ubicación sobre el cono volcánico, siendo un buen indicador en la vigilancia de la actividad del Ubinas.

Algunos de los indicadores esperados como parte del posible incremento de la actividad del volcán Ubinas serían: el aumento de la temperatura en fuentes termales como UBT, variaciones de la concentración de SO_4^{-2} y Cl^- en UBT, aumento de la altura de las fumarolas. Estos parámetros sumados a otros métodos de monitoreo serán las señales precursoras de una nueva crisis eruptiva y se podrán observar con meses de antelación.

REFERENCIAS

- Cruz V., Gonzales K., Macedo M y Fournier N. (2009). Caracterización Geoquímica de las Fuentes Termales y Frías Asociadas al Volcán Ubinas en el Sur del Perú. *bol. soc. geol. Perú* 103: pp 265-281
- Giggenbach, W. (1988). Geothermal Solute Equilibria: Derivation of Na–K–Ca–Mg Geoindicators. *Geochim. Cosmochim. Acta* 52, 2749 – 2765.
- Inza A., Mars J., Métaxian J., O'Brien G., Macedo O. (2011). Seismo-volcano Source Localization With Triaxial Broad-band Seismic Array. *Geophys. J. Int.*
- Masías P., Cruz V. (2011). Monitoreo Geoquímico de Fuentes de Agua y Fumarolas. Gestión de la Crisis Eruptiva del Volcán Ubinas 2006-2008 (Ed. Mariño et al.). INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 45, pp 58-65.
- Masías P., Antayhua Y., Cruz V., Rivera M. & Mariño J.- (2008). – Vigilancia geoquímica y visual del volcán Ubinas periodo 2005 – 2008, Presentación oral, Congreso Latino Americano de Geología, Lima, CD resúmenes 4p.
- Paxi R.- (2009).- Correlación Entre el Monitoreo Visual, Geoquímico y Sísmico del Volcán Ubinas Durante el Periodo 2005 – 2008". Universidad Nacional de San Agustín Facultad de Ingeniería Geológica, Geofísica y Minas Escuela Profesional de Ingeniería Geofísica. Informe de prácticas. 71 pp
- Rivera, M., Mariño, J. & Jean-Claude, T. (2011) – Geología y evaluación de peligros del volcán Ubinas. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 46, 83p., 2 mapas.