



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



Reporte Anual

Volcanes activos en el sur del Perú

2014



EL VOLCÁN
SABANCAYA



EL VOLCÁN
UBINAS



EL VOLCÁN
TICSANI



EL VOLCÁN
MISTI



ÍNDICE



Programa Presupuestal 068 (PP-068) "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres", producto "Zonas geográficas con información sobre peligros por sismos, volcanes y fallas."

*Crédito: OVS
Explosión del 26 de abril de 2014, registrada por vulcanólogos del OVS presentes en la zona en tareas de inspección.*



- 4** Introducción
- 6** Volcán Ubinas
- 8** Actividad mes a mes (Ubinas)
- 18** Volcán Sabancaya
- 20** Actividad mes a mes (Sabancaya)
- 28** Volcán Misti
- 30** Actividad volcánica en 2014
- 32** Volcán Ticsani
- 34** Actividad volcánica en 2014

INTRODUCCIÓN



Crédito: Dr. Anthony Finizola - Université de la Réunion
Especialistas del OVS realizan constantes inspecciones a nivel
del cráter del Ubinas.



El Programa Presupuestal 068 (PP-068) “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres” es una estrategia de gestión pública que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población. Estos se vienen implementando progresivamente a través de los programas presupuestales, las acciones de seguimiento del desempeño sobre la base de indicadores, las evaluaciones y los incentivos a la gestión, entre otros instrumentos que determina el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la Dirección General de Presupuesto Público, en colaboración con las demás entidades del Estado.

En 2014, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) participó en el PP-068 a través del producto “Zonas geográficas con información sobre peligros por sismos, volcanes y fallas”. La actividad desarrollada, “Vigilancia Geofísica de Volcanes”, estuvo a cargo del Observatorio Vulcanológico del Sur (OVS), oficina encargada de vigilar y estudiar el comportamiento de los volcanes del sur del Perú.

La investigación en vulcanología se inició con ocasión de la erupción del volcán Sabancaya en 1990. A partir de 1998 en adelante, esta oficina ha venido estudiando los demás volcanes del territorio nacional, incidiendo principalmente en el estudio y vigilancia permanente de los volcanes Misti, Ubinas, Sabancaya y Ticsani.

El trabajo hecho por el OVS en el estudio del comportamiento del Ubinas se remonta a 1998, con tareas de monitoreo sísmico llevadas a cabo con la instalación de estaciones sísmicas temporales. Estas primeras tareas fueron efectuadas conjuntamente con el Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia (IRD). Con el paso de los años, el IGP ha podido constituir una Red Sísmica en el volcán Ubinas, la cual está compuesta en la actualidad por 04 estaciones sísmicas telemétricas (UB1, UB2, UB3, UB4) y envía información en tiempo real a la sede del OVS, data que es analizada por el equipo de ingenieros geofísicos del IGP.

De igual forma, el IGP vigila la actividad del volcán Sabancaya mediante una completa red de monitoreo, denominada “Red Sísmica Sabancaya”, la cual entró en funcionamiento en marzo de 2013 y está compuesta por tres estaciones sísmicas telemétricas que envían información en tiempo real de lo que sucede en este volcán, además de una antena sísmica.

Posteriormente, en el año 2005, gracias a una labor conjunta del IGP y el Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia (IRD), se instaló la primera Red de Vigilancia Sísmica Permanente del volcán Misti. Esto fue posible, igualmente, al apoyo brindado por la Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A. (Egasa), institución que sigue colaborando en la actualidad con el IGP en favor de brindarle las condiciones de acceso y trabajo en favor de realizar un monitoreo total y eficaz de este volcán. Cabe precisar que en septiembre de 2014, el área de Redes del IGP ha efectuado la modernización de las estaciones sísmicas telemétricas que componen la Red Sísmica del volcán Misti.

Finalmente, el volcán Ticsani, macizo ubicado a 60 km de la ciudad de Moquegua, es también vigilado por el OVS, en este caso, mediante estaciones sísmicas temporales, vigilancia que comenzó en mayo de 2014 y que se mantiene vigente en la actualidad. Cada cierto periodo de tiempo, una brigada especial del OVS viaja a las inmediaciones del Ticsani para recoger la data sísmica almacenada, la cual es analizada después por el equipo de ingenieros geofísicos del Observatorio Vulcanológico del Sur.

EL VOLCÁN UBINAS



Crédito: OVS
El volcán Ubinas es el más activo del Perú. Ha registrado alrededor de 25 erupciones en los últimos 500 años.



El volcán Ubinas se encuentra en las coordenadas 16°21' Latitud Sur y 70°54' Longitud Oeste, con una altura de 5.672 m s.n.m. Se ubica en el departamento de Moquegua, a 6 km al noreste del distrito de Ubinas y a 69 km al este de la ciudad de Arequipa. Es considerado como el volcán más activo del Perú, ya que se han registrado 25 pequeñas erupciones desde 1550 con una recurrencia de 4 a 5 episodios por siglo, caracterizadas por una alta actividad fumarólica y emisiones de cenizas que han generado daños considerables en centros poblados y cultivos, causando la muerte de personas y la desaparición de ganados a consecuencia de epidemias desconocidas.

El Ubinas es un estrato volcán de forma cónica, cuya cumbre se presenta truncada por una caldera de 1.5 km de diámetro, a los 5.400 m de altitud. En el sector sur del piso de la caldera se abre un profundo cráter de 300 m de profundidad. Está caracterizado por presentar laderas empinadas, con un volumen aproximado de 25 km³. Está emplazado sobre una altiplanicie volcánica de ignimbritas del Oligo-Mioceno y lavas del Mio-Plioceno.

b) Erupción freática de septiembre de 2013

Luego de cuatro años y dos meses de tranquilidad, el volcán Ubinas volvió a presentar actividad explosiva del 02 al 07 de septiembre de 2013 (Macedo et al., 2013). Un total de 9 explosiones fueron registradas por las cuatro estaciones sísmicas de la Red Sísmica Telemétrica del volcán Ubinas del Observatorio Vulcanológico del Sur. Los datos sísmicos anteriores a las explosiones muestran que no hubo cambios dramáticos que indicaran la inminencia de una erupción, salvo la aparición de sismos “tornillo” en número moderado, cinco meses antes de la crisis. A partir del 02 de septiembre, la sismicidad estuvo dominada por explosiones de magnitud pequeña, entre 17 y 1.765 MJ; también destaca el temblor de amplitud moderada, a veces “bandedado”, probablemente asociado a calentamiento del sistema hidrotermal. El cálculo de la energía total diaria menor de los 2.000 MJ en la estación UB1 en los días de mayor actividad explosiva, y su comparación en relación con la energía del ruido oceánico señalaron una actividad muy baja.

c) Crisis de febrero de 2014

Solo tres meses duró la calma en el volcán Ubinas, pues nuevamente desde los primeros días de enero de 2014, el volcán presentó un incremento en su actividad sísmica y de emisiones fumarólicas. Enjambres de hasta varias decenas de sismos LP se registraron los días 08, 09, 17 y 25 de enero, respectivamente. Asimismo, ocurrieron “exhalaciones”, sismos tipo “Tornillo” y Tremores sísmicos durante enero hasta que, finalmente, el 01 de febrero a las 15:59 Hora Local (HL), ocurrió una primera fuerte exhalación acompañada de emisión de cenizas; otras dos nuevas exhalaciones ocurrieron en las siguientes 18 horas. También, el número de sismos LP aumentó dramáticamente llegando a más de 1.200 eventos en los primeros siete días de febrero.

La alta sismicidad continuó hasta el día 08 de febrero a las 18 horas, fecha en que disminuyó súbita y drásticamente. La interrupción de la alta sismicidad y las posteriores observaciones visuales indicaron un aumento de emisión de gases magmáticos (SO₂, de color azulino). Esto fue interpretado como un bloqueo de los conductos del volcán, previéndose un periodo de calma, pero con aumento progresivo de las presiones internas que, finalmente, deberían desfogarse. Los reportes N° 07-2014 y N° 08-2014 dieron cuenta de esta situación y pronóstico. Finalmente, los datos del reporte N° 09-2014 confirmaron las previsiones, tras haber ocurrido una explosión de 239 Megajoules (MJ) el día 14 de febrero a las 14:45 HL. En ese mismo reporte (N° 2014-09) se estima, que al haberse liberado la presión interna, una relativa calma regresaría al volcán por los siguientes días, lo cual así ocurrió.

Las observaciones visuales efectuadas durante esta pequeña crisis indican que la pluma eruptiva llegó a ascender como máximo hasta los 2.000-2500 metros el día 01 de febrero de 2014, siendo dispersada por el viento en dirección este. Posteriormente, las alturas de pluma fueron menores. Solo el poblado de Querapi, y en menor magnitud el poblado de Ubinas, fueron alcanzados por muy ligeras caídas de ceniza.

2.1 ACTIVIDAD VOLCÁNICA MES A MES

ENERO

En la última quincena de enero se presentaron dos enjambres sísmicos: el primero ocurrió el 08-09 de enero y el segundo se presentó el 25 de enero. Asimismo, se observaron hasta 06 eventos tipo Tornillo (día 22) y una exhalación el día 23. Sin embargo, la energía sísmica se mantuvo en general baja.

Días previos a la publicación de este reporte se registraron también pequeñas emisiones gaseosas azulinas al nivel del cráter, lo cual estuvo asociado a emisión de gases magmáticos.

En conclusión, la actividad del volcán Ubinas presentó cambios visibles en su actividad, posiblemente favorecidos por la infiltración de aguas meteóricas al interior del cráter. No obstante, la energía baja de los sismos indicó que, en caso de haberse producido aporte de magma, este no fue elevado.

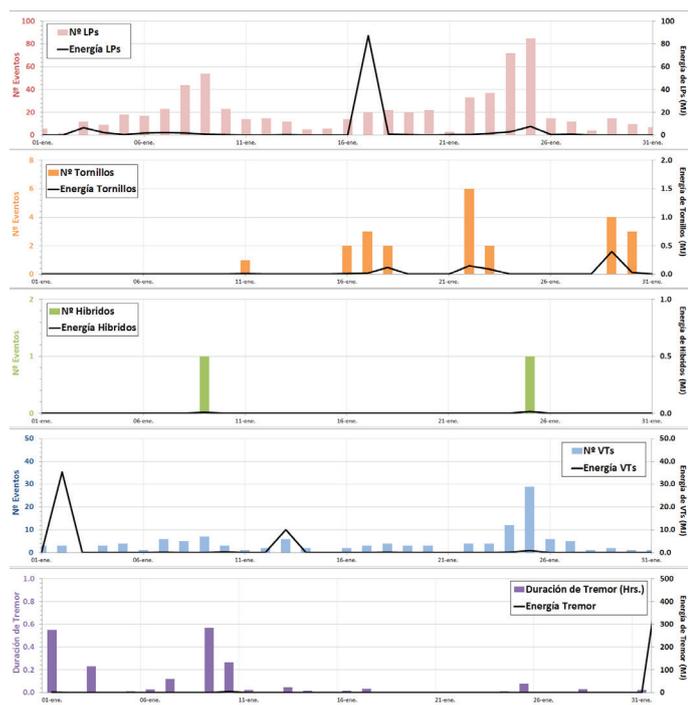


Gráfico 01
Evaluación de la actividad sismo-volcánica hasta el día 30 de enero de 2014.

FEBRERO

Entre el 01 y 02 de febrero, la actividad del volcán Ubinas mostró un aumento importante y notorio. La energía también sufrió una variación importante, mostrando un nivel similar al observado en su última crisis de septiembre de 2013.

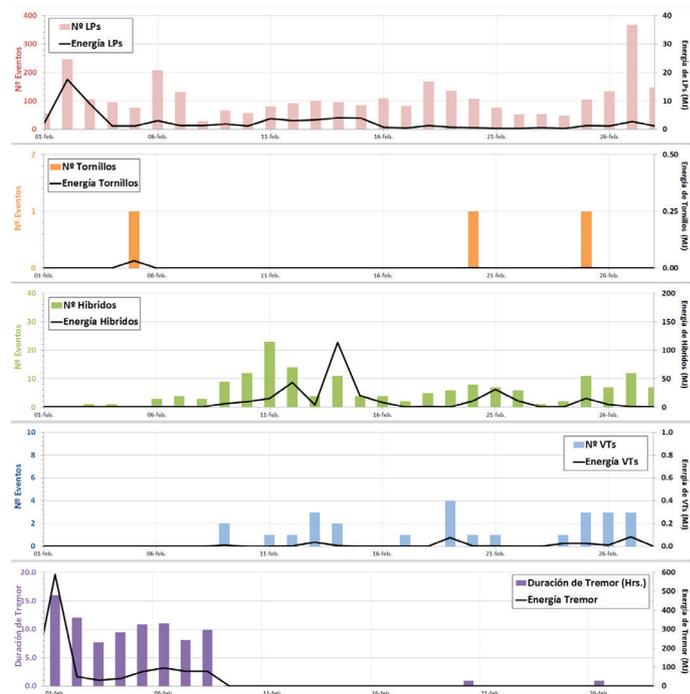


Gráfico 02
Evaluación de la actividad sismo-volcánica hasta el día 28 de febrero de 2014.

Con respecto al número de exhalaciones, el día 04 de febrero se presentó el máximo de estos eventos. La actividad del volcán Ubinas en este periodo siguió manteniendo un nivel alto. Las exhalaciones y eventos LP continuaron presentándose con mayor incidencia, a diferencia de los eventos VT.

Los valores de energía disminuyeron a partir del día 08 de febrero a las 18 horas. Si bien se observó una disminución general de la actividad, el análisis de la sismicidad, así como la emisión de nuevos gases magmáticos azulinos (posible presencia de gas SO₂), indicaron la posibilidad de un nuevo aumento moderado de la actividad eruptiva en los días siguientes. El día 09 de febrero se observaron los primeros sismos de tipo híbrido. La amplitud de estos eventos llegó a ser máxima justo antes de la primera explosión, la cual se produjo el 14 de febrero a las 14:45 HL. Luego de esto, los Híbridos empezaron a disminuir.

Las anomalías registradas por el sistema MIROVA coincidieron con los eventos Híbridos presentados. Todo lo anterior indica que, muy probablemente, pocos días después de aparecer los sismos Híbridos, paulatinamente el magma llegó a la superficie o muy cerca de ella. La alta emisión de gases azulinos (gases SO₂ magmáticos) durante el mismo periodo parece confirmar estas observaciones.



Gráfico 03

Fotografía del cráter del volcán Ubinas, en donde se observa que la lava abarca toda la base del cráter.

Para conocer detalles de “cómo va subiendo el magma”, el OVS estableció una nueva metodología que permite relacionar dicho ascenso con los “sismos Híbridos” que registra la red de 4 estaciones sísmicas del volcán Ubinas. El método utilizado es el cálculo de la ENERGÍA de los sismos Híbridos registrados (ENERHIB).

Así, en una primera visita de reconocimiento al cráter

del volcán el 01 de marzo, se constató la presencia de un cuerpo de lava de 40 metros de diámetro. Posteriormente, el día 19 de marzo, en un segundo ascenso, se logró tomar registro fotográfico de lava en la superficie del cráter del Ubinas.

El método ENERHIB mostró que la mayor llegada de lava al cráter se produjo los días 10 y 11 (15 MJ), 20 (6 MJ), 21 (8 MJ) y 23 de marzo (10 MJ).

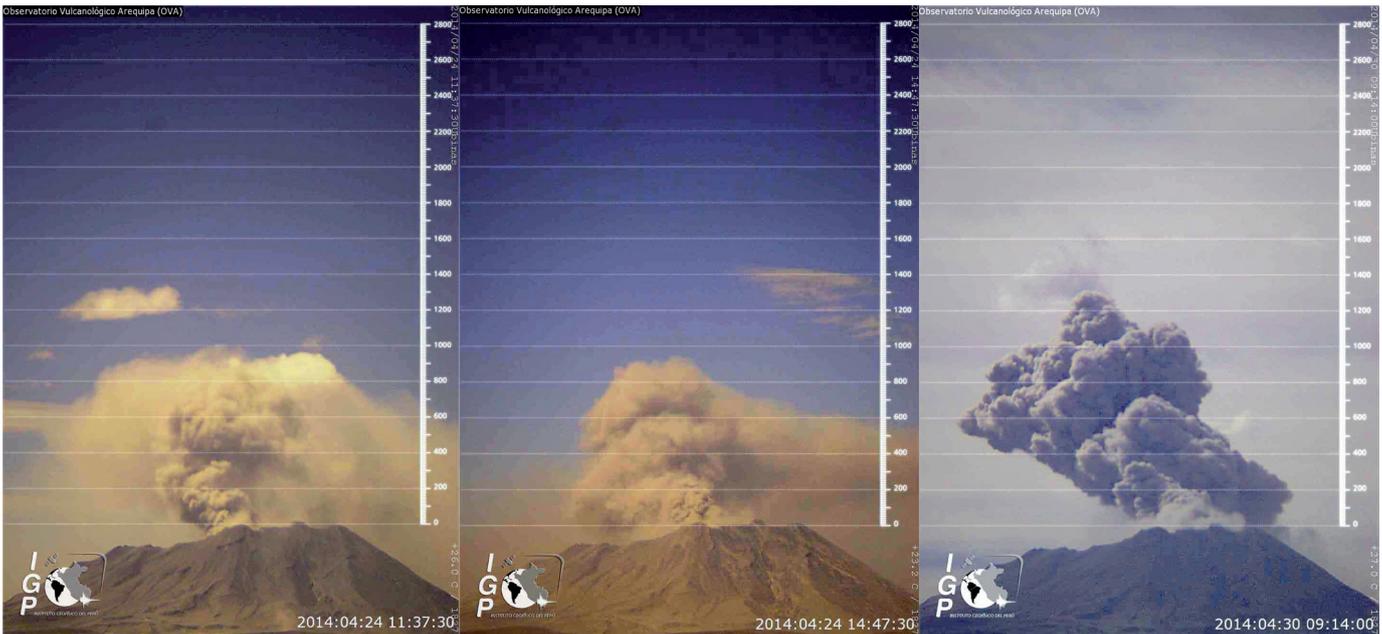


Gráfico 04
Explosiones y exhalaciones en el mes de abril, registradas por la cámara Campbell Scientific del IGP.

Abril fue el mes durante el cual se registraron los mayores niveles de actividad en el volcán Ubinas en lo que va de su actual proceso eruptivo.

Para el 04 de abril las explosiones y exhalaciones siguieron presentándose de forma continua, siendo dispersadas las cenizas en dirección Sur y Suroeste preferentemente. Ese mismo día se registraron hasta 23 exhalaciones/explosiones, con energías entre 8 MJ y 234 MJ. El registro térmico, en tanto, sufrió un fuerte incremento, alcanzando los 37 Megavatios (Mw), lo cual significa que el ascenso de lava continuó en aquellas jornadas.

Cabe resaltar, por otra parte, que el registro de anomalías térmicas elaborado por el sistema MIROVA continuó registrando valores moderados, alcanzando un máximo de 27 Mw el día 08 de abril, lo cual significa que el magma siguió llegando hacia la superficie en considerable volumen.

Solo el día 09 de abril se registraron 66 exhalaciones/explosiones, lo cual produjo una leve caída de cenizas en el poblado de Querapi, anexo del distrito de Ubinas situado a solo 4 km del cráter del volcán. Las columnas de ceniza emitidas por las explosiones superaron la barrera de los 4.000 metros por encima del cráter.

En estas circunstancias, el OVS reiteró a las instituciones competentes las medidas de recomendación efectuadas con anterioridad, tal como implementar acciones que permitan reducir el impacto de la caída de cenizas en zonas de plantaciones y pastoreo de animales.

Cabe precisar que la cámara Campbell Scientific del OVS registró la eyección de fragmentos de lava incandescente durante algunas explosiones del día 13 y 14 de abril. La más energética de ellas

expulsó fragmentos hasta una distancia de 1.200 metros (distancia horizontal) fuera del cráter, pero no alcanzaron a ningún poblado cercano.

El día 19 de abril tuvo lugar la mayor explosión registrada en el volcán Ubinas hasta la fecha. Esta emitió una columna de cenizas de 5.000 metros y liberó una energía de 5.752 MJ. La caída de fragmentos incandescentes, producto de la mayor explosión registrada, llegaron hasta una distancia de 2.500 metros del cráter. Tanto los eventos LP y VT empezaron a declinar. El 22 de abril a las 03:47 HL, otra explosión eyeccionó también fragmentos de lava incandescente que llegaron hasta una distancia de 2.000 m fuera del cráter.



Gráfico 05
Evaluación de la actividad sísmo-volcánica hasta el día 30 de abril de 2014.

◀ MAYO ▶

Los sismos Híbridos, asociados al ascenso de magma a la superficie, los valores de energía decrecieron hasta situarse en valores menores a los 20 MJ, con excepción del día 01 de mayo en que alcanzó los 100 MJ. No obstante, los especialistas del IGP concluyeron que el ascenso de magma desde las profundidades comenzó a descender. El mismo panorama se observó con respecto a los sismos VT, los cuales mostraron un fuerte decaimiento.

La actividad tremórica, asociada a la emisión de cenizas y desgasificación, se presentó con mayor frecuencia los días 06, 07, 08 y 09 de mayo, registrando una duración total diaria de tremores de 230, 860, 560 y 280 minutos, respectivamente.

El día 09 de mayo, el sistema MIROVA registró una anomalía térmica (30 Mw) en la zona del cráter. Este valor no había sido observado desde la época de mayor actividad eruptiva; no obstante, se logró distinguir que el registro térmico (03:50 UTC) coincidió con la ocurrencia de una explosión en el volcán, la cual se produjo a las 03:50:16 UTC, por lo que es probable que este valor no haya correspondido a la presencia de un cuerpo de lava en el cráter, sino más bien al material caliente (cenizas y gases) expulsados en el momento preciso de la explosión.

Las explosiones presenciadas en este periodo levantaron columnas moderadas de ceniza que se elevaron hasta un máximo de 2.600 metros. Sin embargo, ninguno de estos eventos expulsó fragmentos de lava incandescente fuera de la caldera del volcán.

Las cenizas expulsadas como consecuencia de estos eventos continuaron cayendo dentro de un radio de 10 km del cráter del Ubinas. Para poder calcular exactamente el volumen de caída de ceniza, los vulcanólogos del OVS realizaron mediciones de campo entre el 12 y 14 de mayo. Así, pudo elaborarse un mapa de espesor de caída de cenizas (VER GRÁFICO 06), el cual arrojó que el volumen total de caída de cenizas fue de 1.7 Mm³ (millones de metros cúbicos).



Gráfico 07
Bombas volcánicas, cráteres y ceniza en el pueblo de Ubinas.

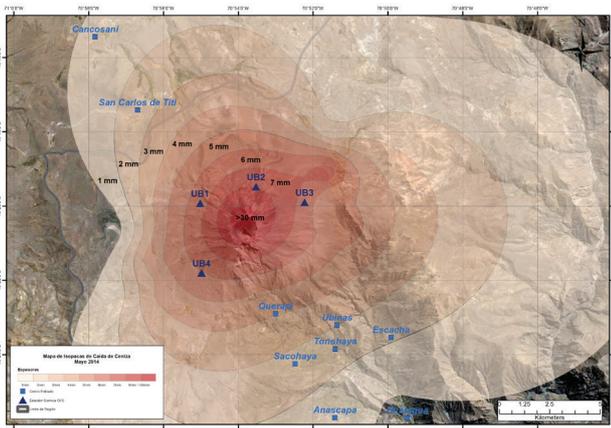
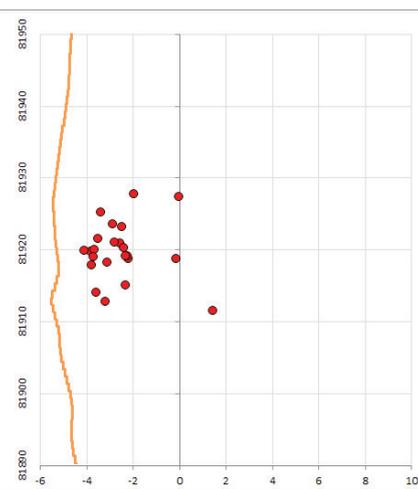
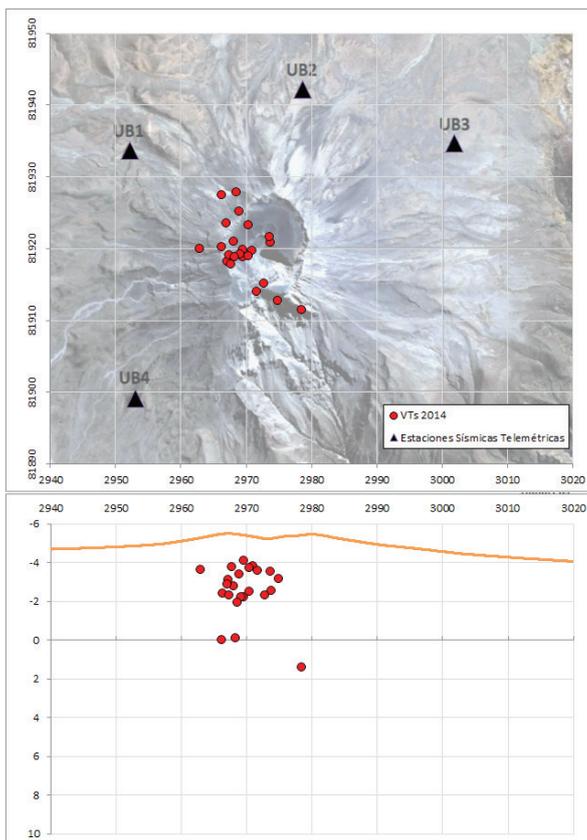


Gráfico 06
Mapa de espesor de ceniza expulsada entre el 12 y 14 de mayo de 2014.



Gráfico 08
Evaluación de la actividad sismo-volcánica hasta el día 30 de abril de 2014.



La actividad eruptiva magmática del volcán Ubina se mantuvo baja y estable. Se registraron episodios tremóricos los días 03, 04, 06, 08, 10 y 11 de junio, con una duración total diaria de 888, 612, 450, 1.002, 528 y 925 minutos, respectivamente.

Con relación a las explosiones, la más fuerte de ellas tuvo lugar el día 30 de junio a las 13:58 HL, emitiendo una columna de cenizas que se elevó a

1.800 metros y liberó una energía de 222 MJ de energía.

Es necesario resaltar que este evento explosivo produjo la expulsión de fragmentos de lava incandescente hasta una distancia de 1.500 metros del cráter. Estos materiales fueron arrojados en el flanco noroeste del volcán.

Gráfico 09
Mapa de localización de sismos vt registrados en el volcán Ubina entre enero-junio de 2014.

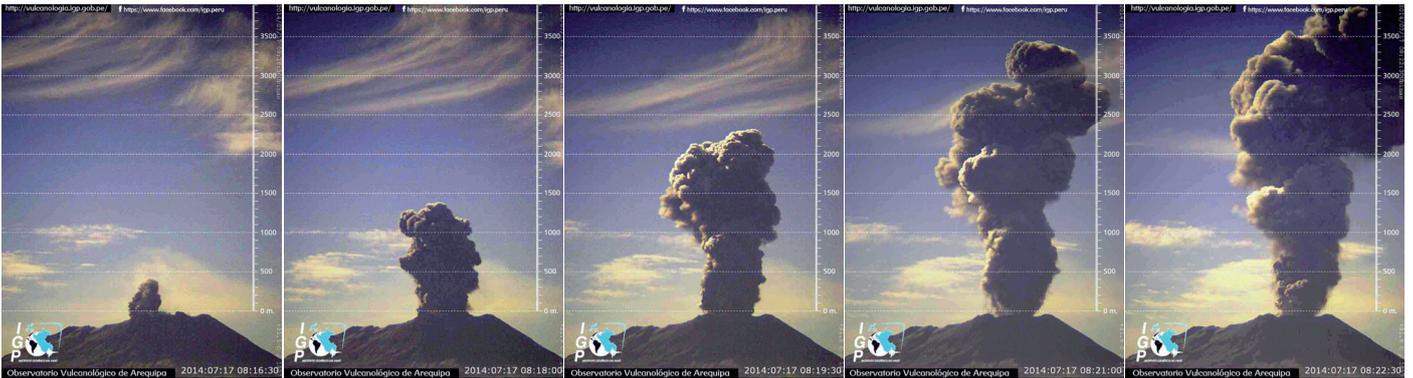


Gráfico 10
 Secuencia de explosión del 17 de julio a las 08:14 HL. La altura de la columna de cenizas fue de 5.000 m. La energía liberada fue de 55.3 MJ.

El hecho característico más importante de este mes está relacionado a la ocurrencia de “tremor bandeado” de baja energía, observado entre el 13 y 17 de julio. Durante estos días se observó la emisión de pequeñas cantidades de ceniza.

El día 10 de julio se produjo una explosión pequeña, la cual emitió una columna de cenizas de 1.700 metros y liberó una energía de 4.9 MJ. Luego de siete días, en los cuales no se había registrado ningún evento explosivo, se produjo una explosión de mayor tamaño. Este evento tuvo lugar a las 08:14 HL, liberó una energía de 55 MJ y emitió una columna de cenizas que se elevó hasta 5.000 metros por encima del cráter. Las cenizas producto de esta explosión fueron dispersadas por el viento en dirección sureste del volcán, cayendo partículas de ceniza fina en los pueblos de Ubinas y Escacha.

Pese a haber registrado una explosión que generó una columna eruptiva considerable, en este periodo no se observó la emisión de fragmentos de lava incandescente fuera de la caldera.

Asimismo, en este periodo no se observaron anomalías térmicas según el monitoreo que efectúa el sistema MIROVA. El sistema satelital “EOS Aura” GSDM-NASA tampoco registró aumento de densidad de gas SO₂ (gas magmático).



Gráfico 11
 Fotografía del cráter del volcán Ubinas del 31 de julio de 2014.

◀ AGOSTO ▶

La explosión más fuerte en este mes ocurrió el 21 de agosto a las 15:36 HL. Este evento de regular intensidad se produjo luego de 15 días de calma explosiva, y emitió una columna de cenizas de 4.200 metros por encima del cráter, liberando a su vez 827 MJ de energía. Asimismo, expulsó fragmentos de lava (proyectiles balísticos) que alcanzaron una distancia de hasta 2 km del cráter y cayeron en el flanco sur del volcán. Los pobladores de Ubinas

reportaron que en el momento de esta explosión sintieron un leve sismo, así como un estruendo que se escuchó hasta unos 10 km de distancia.

Luego de esta explosión, se observó una notable actividad tremórica a partir del día 22 de agosto. Este comportamiento fue observado intensamente entre el 22 y 29 de agosto, lo que coincidió con persistentes emisiones de ceniza.

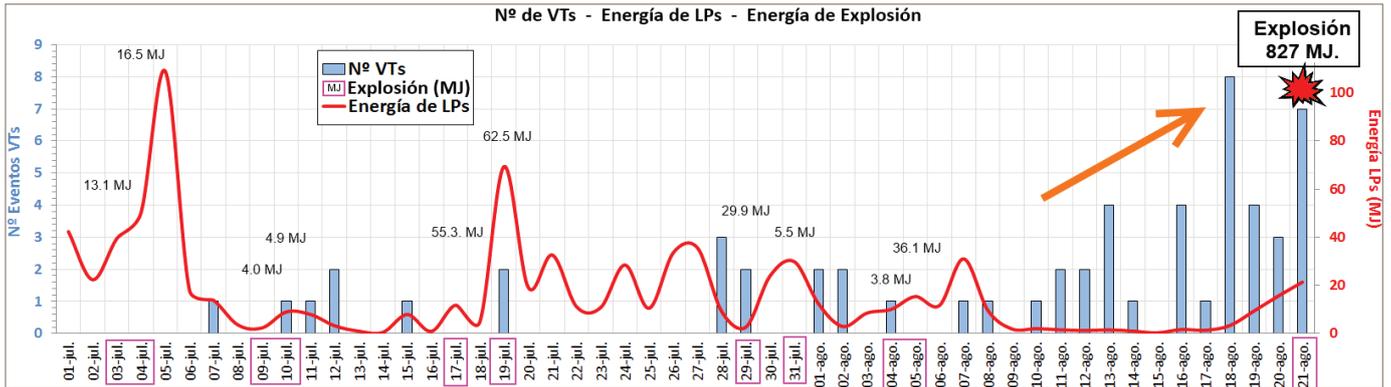


GRÁFICO 12

Nº de VT's, energía de LP's y energía de la explosión registrada el 21 de agosto.

◀ SEPTIEMBRE ▶



Gráfico 13

Fotografía del cráter del volcán Ubinas del 27 de septiembre de 2014.

Hasta el 16 de septiembre de este mes se tuvo registro de 20 explosiones pequeñas y 18 exhalaciones, no produciendo ninguna de estas la expulsión de fragmentos de lava incandescente.

En general, las emisiones fumarólicas y la emisión de ceniza fueron intensas durante este periodo. Posteriormente, los valores relativos a energía de explosiones, número diario de explosiones, etc., continuaron disminuyendo conforme el paso del tiempo.

Durante la última semana de este mes la actividad tremórica disminuyó notablemente, a menos de 3 horas de tremor por día, mostrando igualmente una muy baja energía (<1 MJ). La ocurrencia de eventos Híbridos fue esporádica, identificándose tan solo 22 sismos.

El día 27 de septiembre, personal de Defensa Civil de la provincia de Sánchez Cerro, región Moquegua, efectuó una visita de inspección al cráter del Ubinas. Comparando las imágenes obtenidas por ellos con las recogidas por personal del IGP en su ascenso al cráter el día 31 de julio, se concluyó que el nivel ocupado por los depósitos de lava reciente fue disminuyendo progresivamente.



GRÁFICO 14
CALDERA DEL VOLCÁN UBINAS

◀ OCTUBRE ▶

A lo largo de este mes, los especialistas del OVS no registraron ninguna explosión en el volcán Ubinas. La actividad de este macizo continuó disminuyendo, observándose eventos de tipo Híbrido de forma esporádica.

Como consecuencia de la disminución de la actividad sismovolcánica, la expulsión de cenizas y gases decreció, elevándose hasta un máximo de 800 metros sobre la base del cráter.

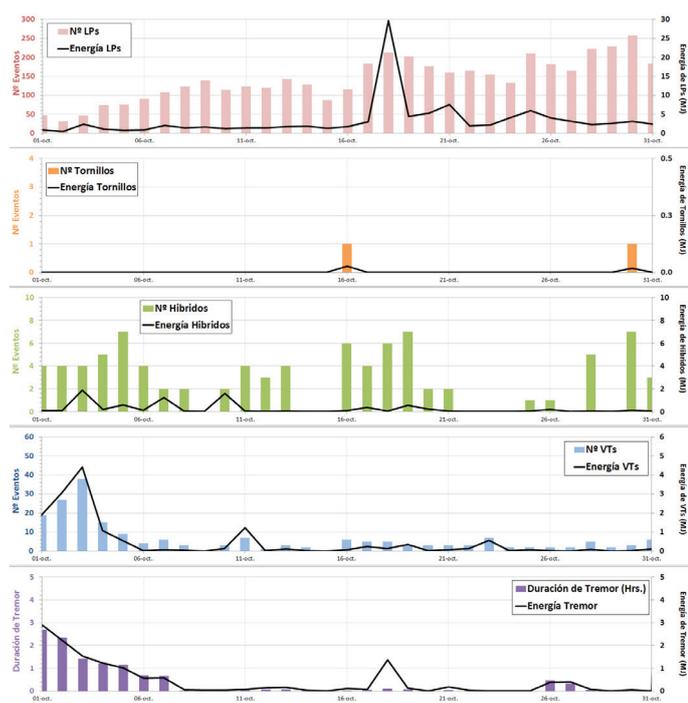


Gráfico 15
Evaluación de la actividad sismo-volcánica hasta el día 31 de octubre de 2014

Tanto el sistema MIROVA y el sistema satelital “EOS Aura” GSDM- NASA, no registraron anomalías térmicas ni variación en los niveles de densidad de gas magmático, respectivamente.

Debido a ello, el Comité Científico de Monitoreo Permanente del volcán Ubinas, conformado por el Observatorio Vulcanológico del Sur del IGP y el Observatorio Vulcanológico del Ingemmet, sugirió disminuir a nivel de alerta amarilla la situación del Ubinas.

◀ NOVIEMBRE ▶

En las primeras semanas de noviembre, se observó un ligero incremento en la emisión de fumarolas de vapor de agua y ceniza en el volcán Ubinas, llegando a alcanzar alturas de hasta 3000 metros de altura.

El día 21 de noviembre se registró un ascenso en cuanto al número de eventos Híbridos. Dos días después, el 23 de noviembre, se produciría una explosión a las 07:41 HL, liberando una energía de 4.6 Megajoules (MJ) y emitiendo una columna de cenizas que se elevó a 2.500 metros sobre el nivel del cráter. Horas después, a las 10:04 HL, una segunda explosión fue observada en el volcán, expulsando una energía de 17.5 MJ y eyectando cenizas hasta una altura de 2.200 metros. Cabe precisar que un grupo de vulcanólogos del OVS estuvo presente en la zona realizando mediciones geofísicas, pudiendo registrar ambos eventos.

Ninguna de estas explosiones generó daños a las poblaciones del valle de Ubinas. Cabe resaltar que sendos episodios explosivos se produjeron dos meses después de la última explosión registrada en el Ubinas. (21 de septiembre).

Tanto el sistema MIROVA como el sistema satelital “EOS-Aura” GSDM-NASA, no registraron anomalías térmicas ni variación en los niveles de densidad de SO2 en este periodo.



Gráfico 16
Explosión del volcán Ubinas del 23 de noviembre.

◀ DICIEMBRE ▶



Gráfico 17
Cráter del Ubinas visita del 15 de diciembre de 2014.

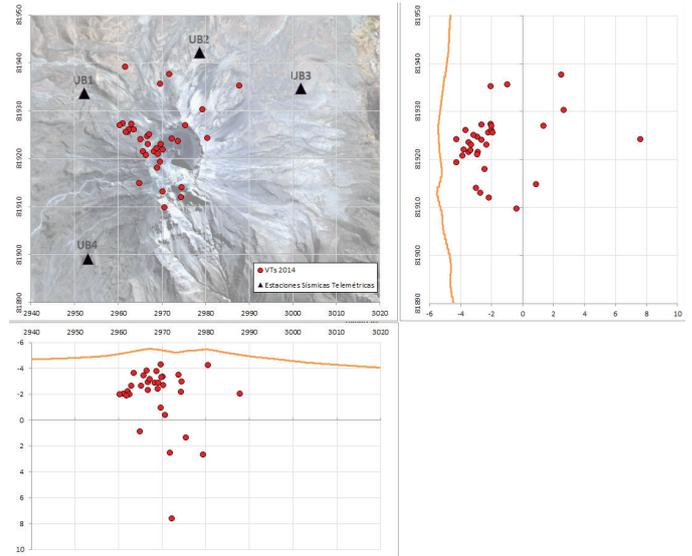


Gráfico 18
Mapa de localización de sismos VT registrados en el volcán Ubinas entre julio-diciembre de 2014.

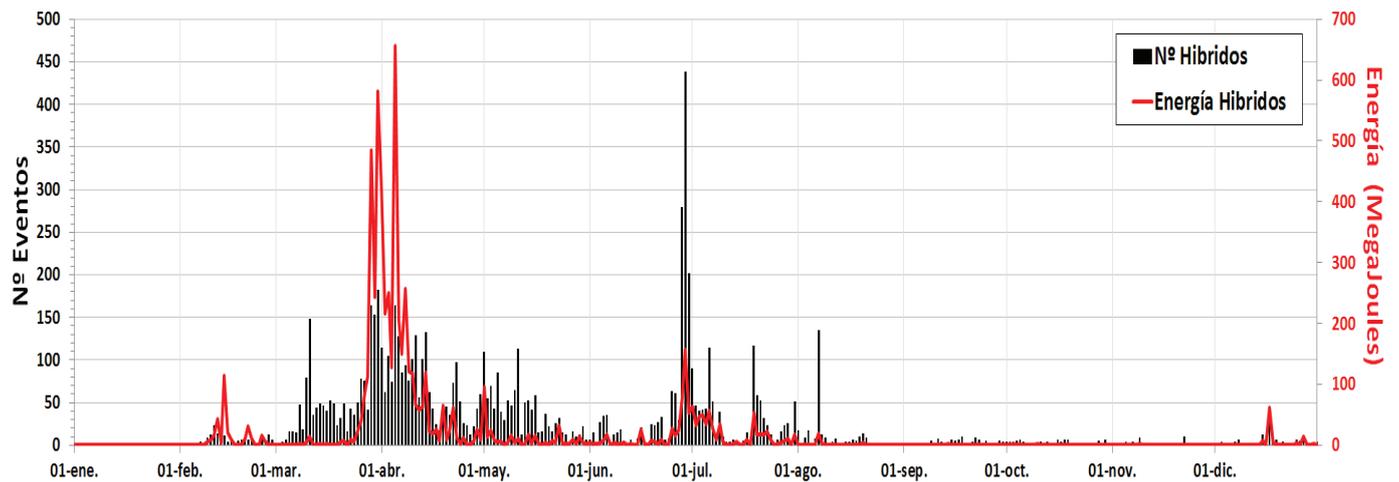
En este mes, la actividad sismovolcánica del volcán Ubinas no mostró mayor variación ni tendencia a un incremento significativo. La emisión de fumarolas disminuyó paulatinamente luego de la explosión del 23 de noviembre, elevándose a algunos cientos de metros del cráter.

eventos VT, relacionados a fractura de rocas. En total fueron 34 los VT registrados entre el 09 y 15 de diciembre. Este ascenso habría estado asociado con la presencia de eventos de tipo Tornillo, sismos relacionados a presurización de la cámara magmática.

No obstante, se registró un incremento en número y energía de eventos de tipo Híbrido, llegándose a presentar hasta 13 sismos el día 15 de diciembre, con 7.2 MJ de energía.

El día 15 de diciembre, un grupo de especialistas del OVS, liderados por el Dr. Orlando Macedo, inspeccionaron el cráter del Ubinas, constatando la ausencia de magma en su superficie. Igualmente, realizaron medidas de temperatura, obteniendo como máximo 92° C en la pared sur del cráter.

También se observó un aumento en el número de



Evolución de los eventos de tipo Híbrido en 2014. En la gráfica se observa claramente que durante el mes de abril se produjo el mayor episodio de actividad durante el actual proceso eruptivo del volcán Ubinas. Es justamente en este periodo que se registraron varias anomalías térmicas que corroboraron el ascenso de magma a la superficie de este macizo.

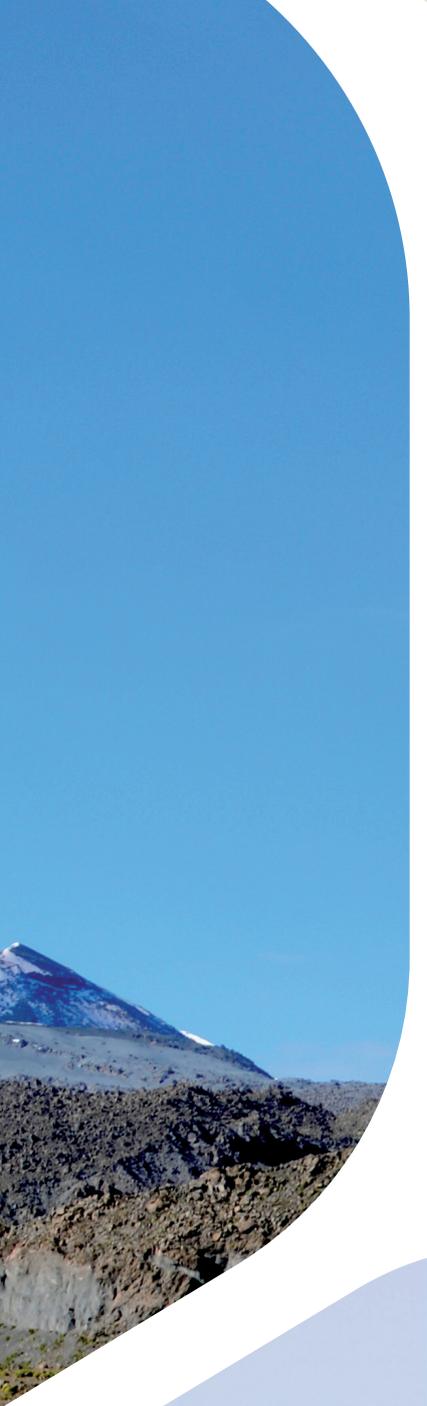
CONCLUSIONES

- Meses previos a las explosiones freáticas de septiembre de 2013, la actividad sismovolcánica se mantenía con valores bajos. Eventos de tipo Tornillo fueron asociados a presurización del sistema volcánico, estos sismos se registraron cinco meses antes de la primera explosión. Así también la energía diaria inició un aumento sostenido durante agosto de 2013.
- Después de tres meses de “tranquilidad” volcánica (enero 2014), se empezó a registrar enjambres de LPs, exhalaciones y Tornillos. Finalmente, el 01 de febrero de 2014 ocurrieron tres fuertes exhalaciones. La alta sismicidad continuó hasta el 08 de febrero.
- Los primeros registros de señales tipo Híbrido ocurrieron el 09 de febrero. El análisis de estos eventos dio a conocer detalles del ascenso de magma hacia la superficie. La metodología consistió en realizar el cálculo de energía de este tipo de eventos. Los resultados fueron confirmados con la explosión del 14 de febrero, de esta manera se reinició la actividad explosiva en el volcán Ubinas desde septiembre 2013. Producido el evento la presión interna disminuyó creando una etapa de calma en la actividad volcánica.
- El método ENERHIB mostró que el mayor arribo de lava al cráter se produjo los días 10 y 11 (15 MJ), 20 (6 MJ), 21 (8 MJ) y 23 de marzo (10 MJ). Las visitas de reconocimiento al cráter nos dieron la confirmación visual de este fenómeno. Los datos del sistema MIROVA reportaron valores altos en estos mismos periodos.
- La mayor actividad explosiva se presentó en abril de 2014, al registrarse gran número de eventos de tipo Híbrido y varias horas de duración de Tremor (asociado en ese momento a la exhalación de cenizas). El número de explosiones y su energía fueron las mayores registradas en todo el proceso eruptivo.
- El 19 de abril de 2014 a las 10:37 HL, una fuerte explosión emitió una columna de cenizas de 5.000 metros y liberó una energía de 5.752 MJ. La caída de fragmentos incandescentes, producto de la mayor explosión registrada, llegaron hasta una distancia de 2.500 metros del cráter.
- Desde el 05 de mayo se observó que el número de registro de los principales eventos sismovolcánicos fue disminuyendo, así como también el ENERHIB. Se concluyó que el ascenso de magma desde las profundidades comenzó a decrecer. Se confirmaba la tendencia negativa en el proceso eruptivo.
- El 23 de noviembre se registraron las últimas explosiones de 2014, con una energía máxima de 17.5 MJ. La ocurrencia de Híbridos (asociado al ascenso de magma) era esporádica, el registro de Tremor era inferior a 0.5 h y la emisión de cenizas había terminado observando en su lugar fumarolas bajas e intermitentes de coloración blanquecina.
- En cifras, en 2014 se registraron 604 Explosiones/Exhalaciones, 52.996 sismos de Largo Periodo (LP), 1.313 Volcanotectónicos (VT), 8.078 Híbridos y 1.451 horas de duración de Tremor. La máxima altura alcanzada por una columna eruptiva fue de 5.000 metros y la energía máxima calculada para una explosión fue 5.752 MJ (19 de abril). La ocurrencia de Tornillos se mantuvo en niveles bajos, con excepción del mes de diciembre que registró el 74% (150 eventos) del total de sismos contabilizados en todo el año.
- Herramientas como el sistema MIROVA y “EOS Aura” GSDM-NASA (SO₂) fueron adheridas al monitoreo para mejorar la vigilancia volcánica; además, guardaban cercana y coincidente relación con el número registrado de eventos de tipo Híbrido y de su energía.
- La cámara Campbell Scientific del IGP empezó su funcionamiento el 28 de marzo de 2014, enviando imágenes en tiempo real del volcán Ubinas, de manera ininterrumpida durante el resto del año.

EL VOLCÁN SABANCAYA



Crédito: OVS
El volcán Sabancaya emite desde junio de 2014 constantes fumarolas de vapor de agua, visibles desde grandes distancias.



El volcán Sabancaya se ubica en las coordenadas 15°47' Latitud Sur y 71°51' Longitud Oeste; con una altura de 5.976 m s.n.m.). Se encuentra a 19 km del pueblo de Maca (valle del río Colca) y a 76 km al noroeste de la ciudad de Arequipa. Es un estratovolcán activo de edad Holocénica, perteneciente al complejo volcánico Ampato – Sabancaya - Hualca Hualca. Está constituido por una sucesión de flujos y coladas de lavas en bloques de composición andesítica que cubren una superficie aproximada de 70 km² (Huamán et al., 1993). En la cumbre del edificio, con hielo y nieve la mayor parte del tiempo, se encuentra un cráter activo de aproximadamente 350 m de diámetro. La historia eruptiva del Sabancaya muestra tanto periodos efusivos como violentos periodos explosivos, pero en los tiempos más recientes su comportamiento ha sido sobre todo efusivo, tal como se puede apreciar en las amplias coladas de lava en bloques que se distribuyen por varios kilómetros alrededor del cráter.

Luego de cerca de quince años de reposo, desde fines de 2012 se observó un incremento notable de las emisiones fumarólicas. Esta intranquilidad se agudizó el 22 de febrero de 2013 con la ocurrencia de 3 sismos de 4.6 ML, 5.2 ML y 5.0 ML en las inmediaciones del volcán, provocando además el colapso de doce viviendas en Maca, poblado situado a 19 km al NE del cráter.

Durante los meses que siguieron, la actividad sísmica principal ha sido de “tipo fractura” (sismos VT) la cual ha sido intensa y constante. Esta actividad ha ocurrido principalmente lejos del volcán, aunque en algunas oportunidades se ha observado actividad al nivel del edificio volcánico. Otro tipo de actividad sísmica observada ha sido aquella relacionada al “paso de fluidos” (sismos LP), que ha estado presente siempre, pero no llegando a ser la más importante.

Por otro lado, los sismos de “tipo híbrido” también se hicieron presentes, pero con mucho menor número e intensidad; estos solo estuvieron muy marcados a inicios de septiembre y antecedieron a la primera explosión registrada.

Hasta la fecha, la Red Sísmica del OVS ha registrado dos explosiones, ocurridas a nivel del cráter, el 09 y 25 de agosto de 2014.

ACTIVIDAD VOLCÁNICA MES A MES

◀ JUNIO ▶

Las emisiones fumarólicas en el volcán Sabancaya fueron persistentes durante este mes. La coloración de estas fumarolas fue blanquecina (vapor de agua); sin embargo, en la última semana comenzó a observarse gases de coloración azulina (gases magmáticos).

Poco a poco, la sismicidad VT comenzó a trasladarse acercándose cada vez más hacia el cráter del volcán. El equipo de especialistas del OVS identificó dos focos sísmicos intensos a 16 km al noreste y 10 km al este del cráter del Sabancaya. Posteriormente, un tercer foco sísmico fue identificado a 6 km al norte del cráter, lo cual motivó que el OVS dispusiera la instalación de una estación sísmica temporal en la zona.

Asimismo, desde el 06 de junio, aparecieron eventos Híbridos, asociados a ascenso de material magmático, en las inmediaciones del cráter. En los días anteriores a este reporte, estos eventos se presentaron con un promedio de 11 sismos Híbridos por día, todos ellos de bajo energía. No obstante, el 29 de junio se alcanzó un pico de energía de hasta 192 MJ.

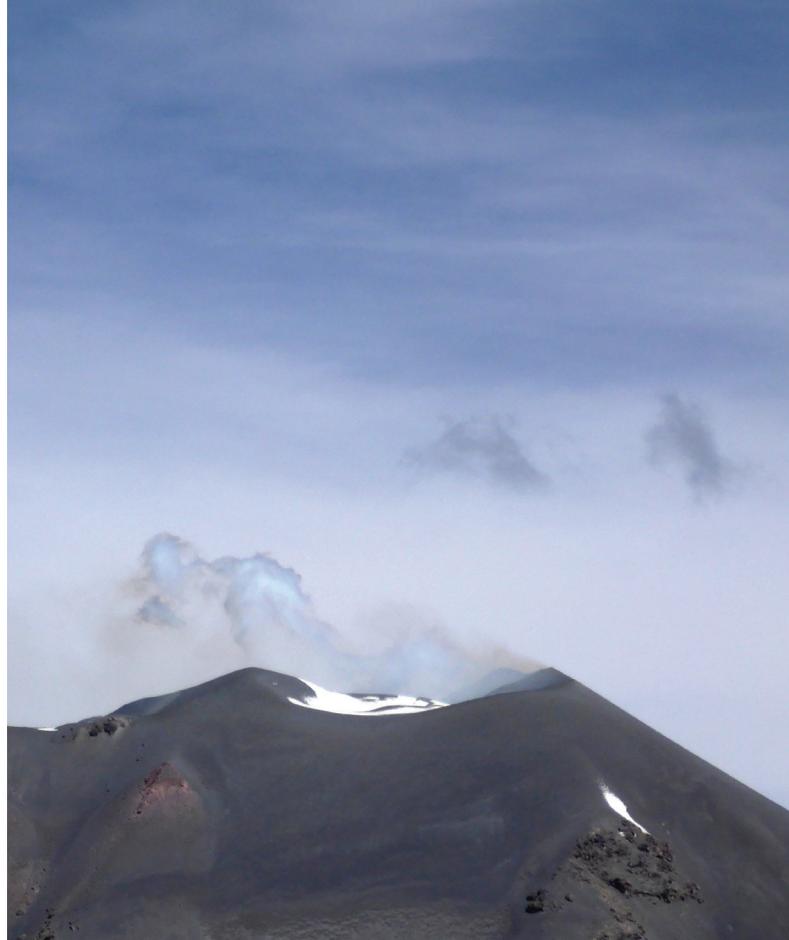


Gráfico 01
Emisiones de vapor de agua y gases azulinos en el mes de junio.

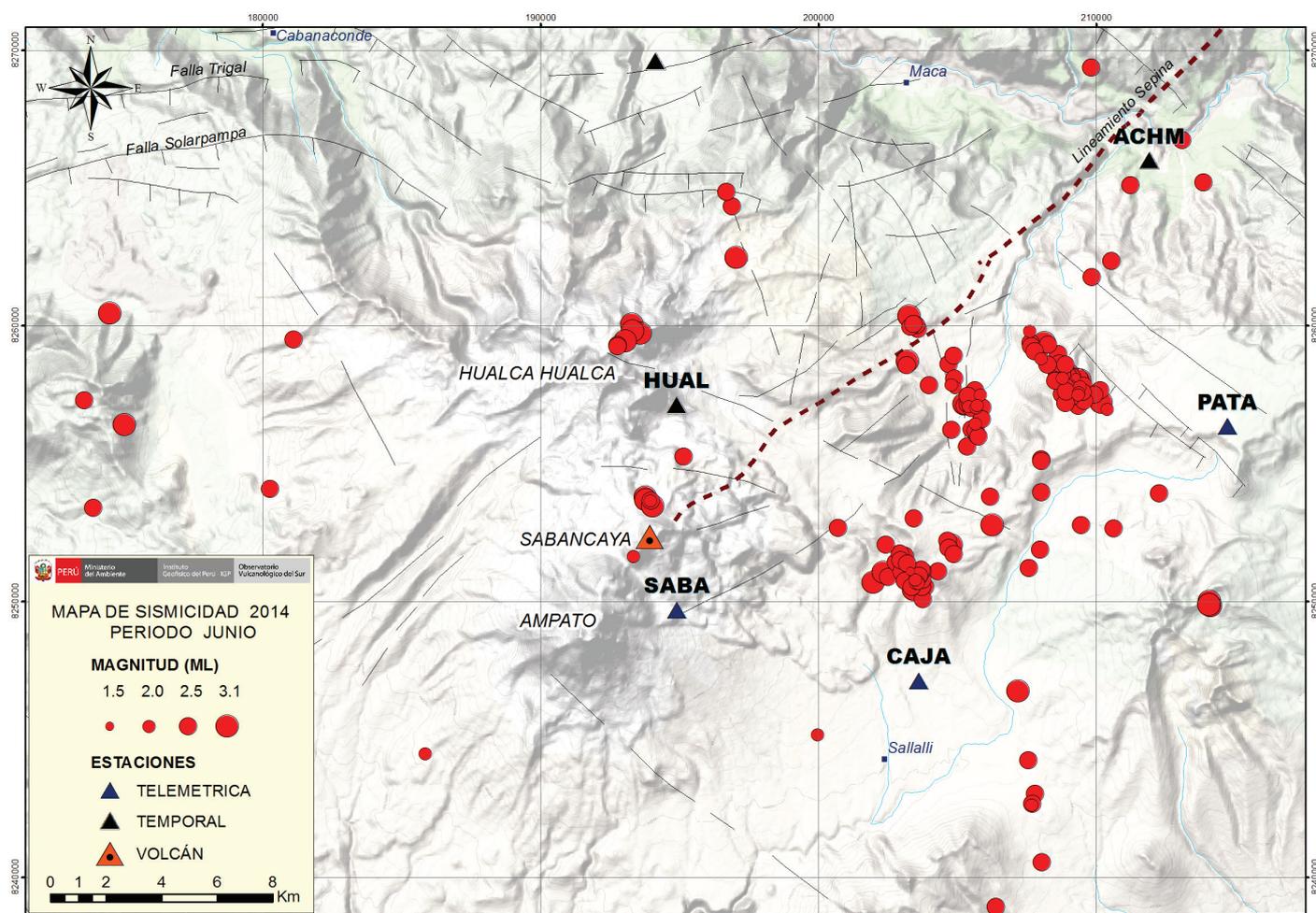


Gráfico 02
Mapa de localización de sismos VT registrados en el volcán Sabancaya en junio de 2014.

◀ JULIO ▶

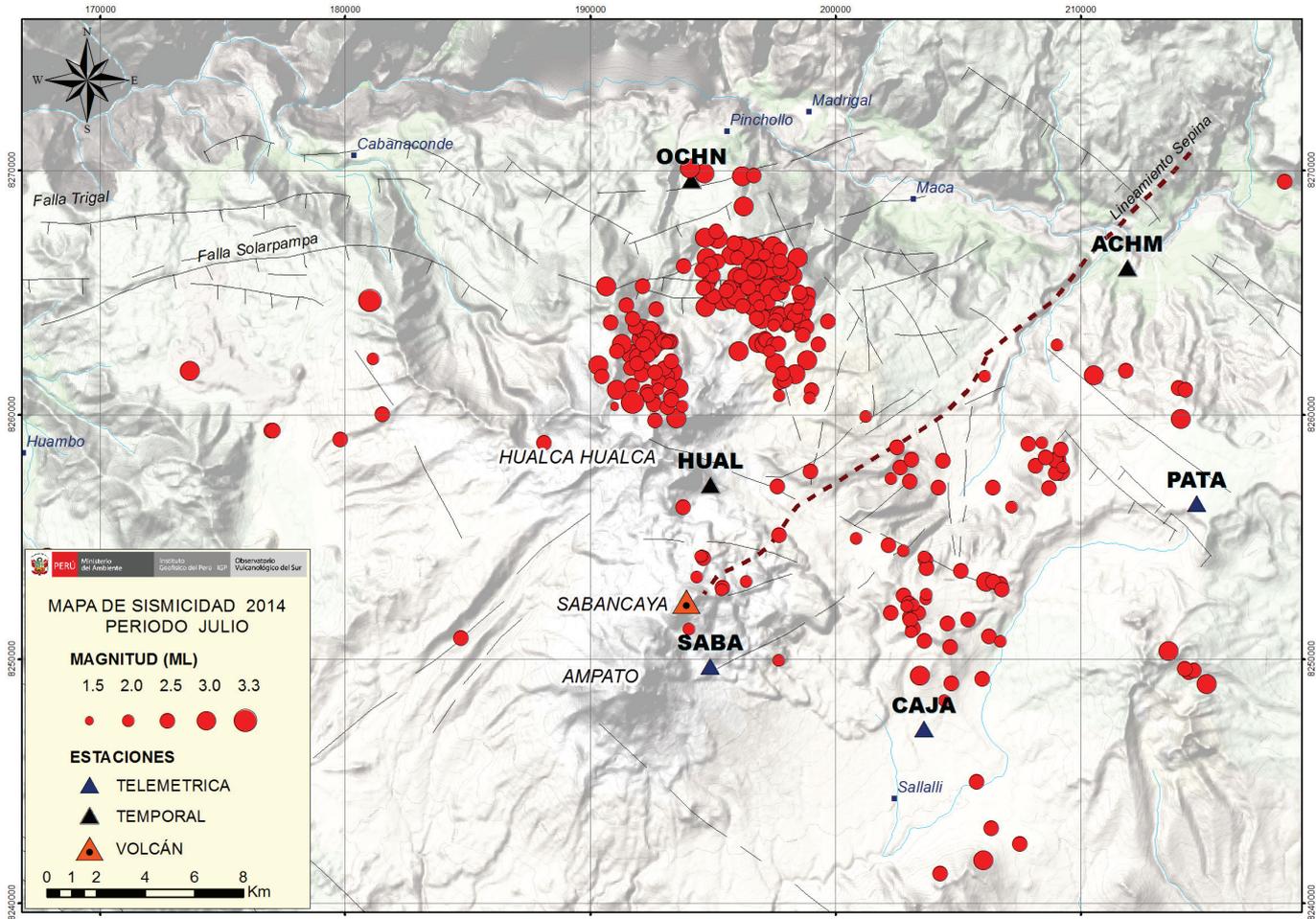


Gráfico 03
Mapa de localización de sismos VT registrados en el volcán sabancaya en julio de 2014.

Durante este mes, la emisión de fumarolas continuó mostrando características similares a las detalladas en el reporte anterior. Los gases expulsados oscilaron entre 500 y 1.000 metros por encima del cráter, siendo de coloración blanquecina (vapor de agua) y azulinos (gases azulinos).

En este periodo, los sismos de tipo Híbrido, vinculados al ascenso de magma a la superficie, mostraron niveles bajos.

Con relación a los eventos VT, los especialistas del OVS registraron en la quincena de julio un promedio

de 231 sismos, cifra que mostró un incremento importante con respecto a los dos últimos meses. Se localizó, asimismo, un foco sísmico situado a 12 km al nor-noreste del cráter (es decir, al sur de los poblados de Maca y Pinchollo).

De igual forma, durante la última semana de julio los especialistas del OVS identificaron un nuevo foco sísmico a 8 km al norte del cráter.

Cabe resaltar que tanto el sistema MIROVA como el sistema “EOS Aura” GSDM-NASA, tampoco registraron variaciones con respecto a anomalías térmicas y emisiones de gases magmáticos.

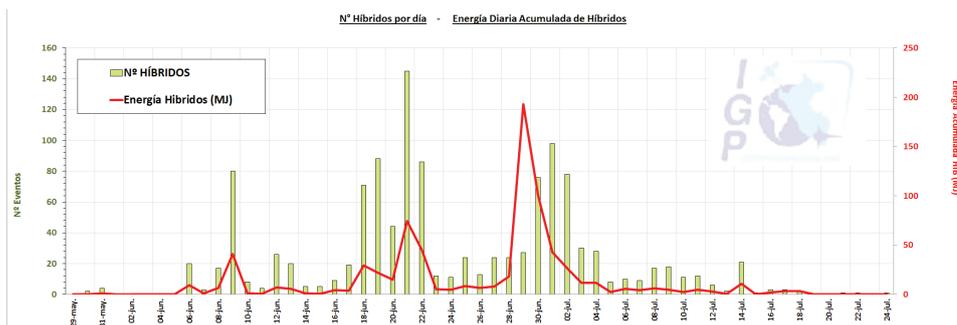


Gráfico 04
Sismograma de eventos sísmicos de tipo HÍBRIDO registrado en el volcán Sabancaya. A entre el 29 de mayo y el 24 de julio.

◀ AGOSTO ▶

A partir del 05 de agosto, días antes de la primera explosión freática, las fumarolas se intensificaron notablemente, siendo, en su mayoría, de coloración blanquecina (vapor de agua) y de coloración azulina (gases magmáticos). Sin embargo, también se observó emisiones de color gris, lo cual pudo estar relacionado a la expulsión de partículas de ceniza. La altura alcanzada por las fumarolas creció significativamente, llegando a elevarse hasta los 3.000 metros sobre el nivel cráter. Asimismo, se logró distinguir dos conductos adyacentes por medio de los cuales se emitían gases.

Los eventos LP se incrementaron fuertemente, observándose picos máximos de 117, 151 y 264 sismos los días 02, 03 y 04 de agosto, respectivamente. De igual manera, los sismos Híbridos, relacionados a ascenso de material magmático, mostraron un alza importante, marcando un máximo de 255 Híbridos.

Así, el 09 de agosto, a las 04:29 HL, se produjo esta primera explosión, la cual liberó una energía de 9083 MJ y tuvo una duración de 50 segundos. La explosión no pudo ser visualizada debido a la hora en que se produjo y a la abundante nubosidad que cubría la zona.

El segundo episodio explosivo se produjo el 25 de agosto, ocurriendo como cuatro explosiones, una tras otra, en cadena, liberando una energía total de 1.151 MJ y durando 82 segundos.

Esta explosión fue precedida por un incremento en la sismicidad de tipo LP (asociado a movimiento de fluidos en el volcán), aumento observado los días 24 y 25 de agosto. El mismo día de la explosión sucedió un sismo de origen tectónico a las 09:31 HL, evento que tuvo una magnitud de 5.7 ML, con epicentro a 31 km al SE de Atico, y que fue percibido en las cercanías del volcán Sabancaya con una intensidad III. Luego de este temblor la sismicidad en el volcán se incrementó ligeramente.

El sistema de monitoreo satelital “EOS Aura” GSDM-NASA mostró un fortísimo incremento de la densidad del gas magmático que precedió a la explosión. El sistema MIROVA, en tanto, no detectó anomalías térmicas en el volcán.

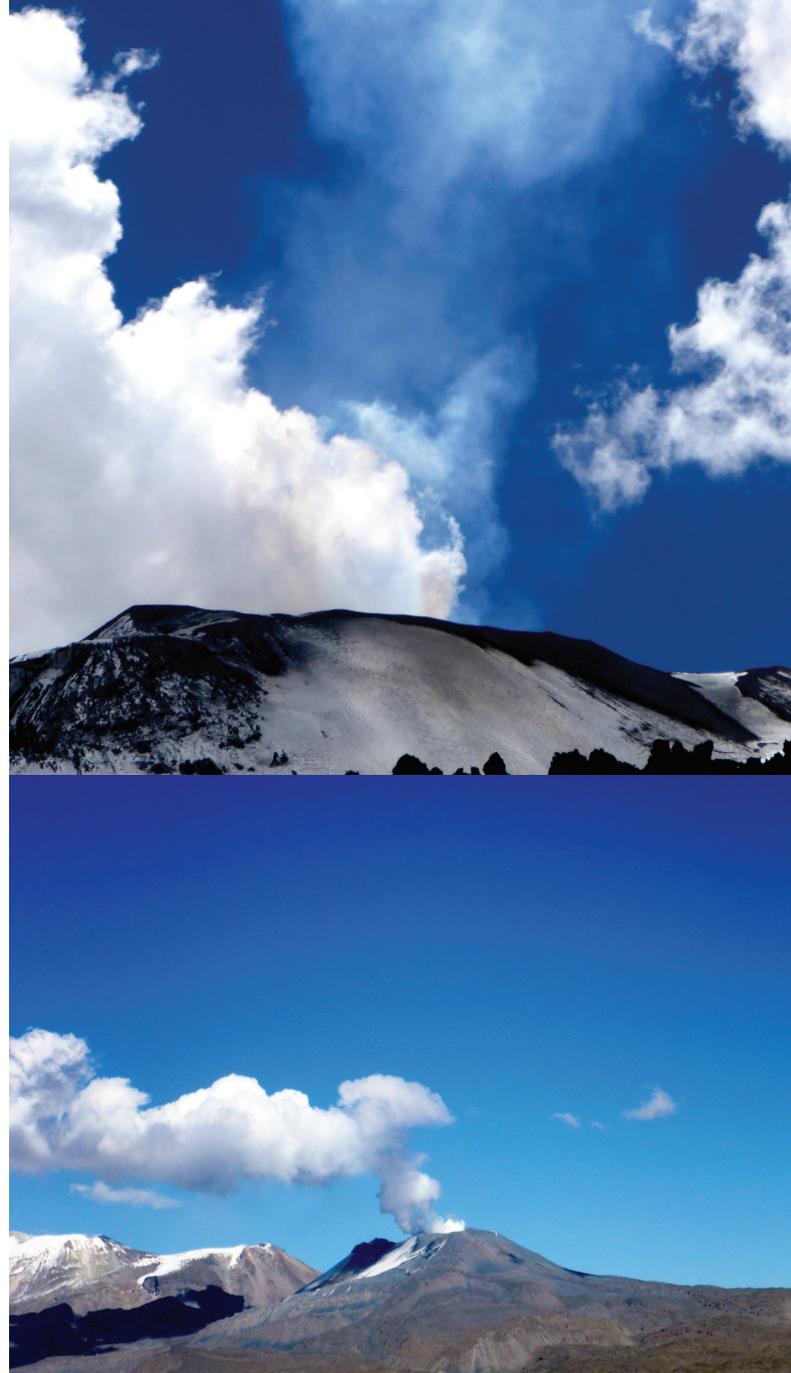


Gráfico 05
Las emisiones fumarólicas se incrementaron días antes de las explosiones.

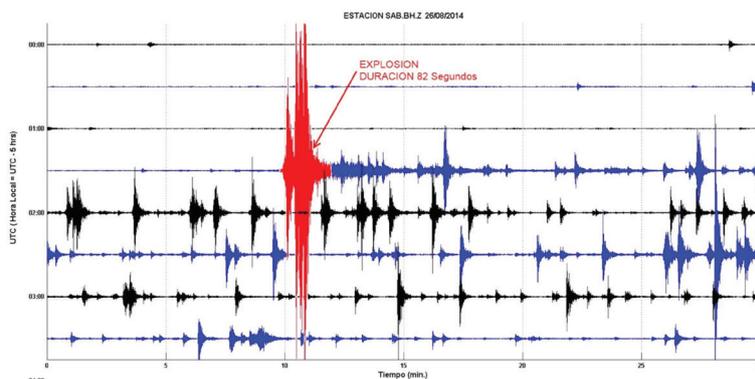


Gráfico 06
Sismograma de la explosión freática del 25 de agosto, registrada por la estación “SAB” situada a 3 km del cráter del Sabancaya.

◀ SEPTIEMBRE ▶

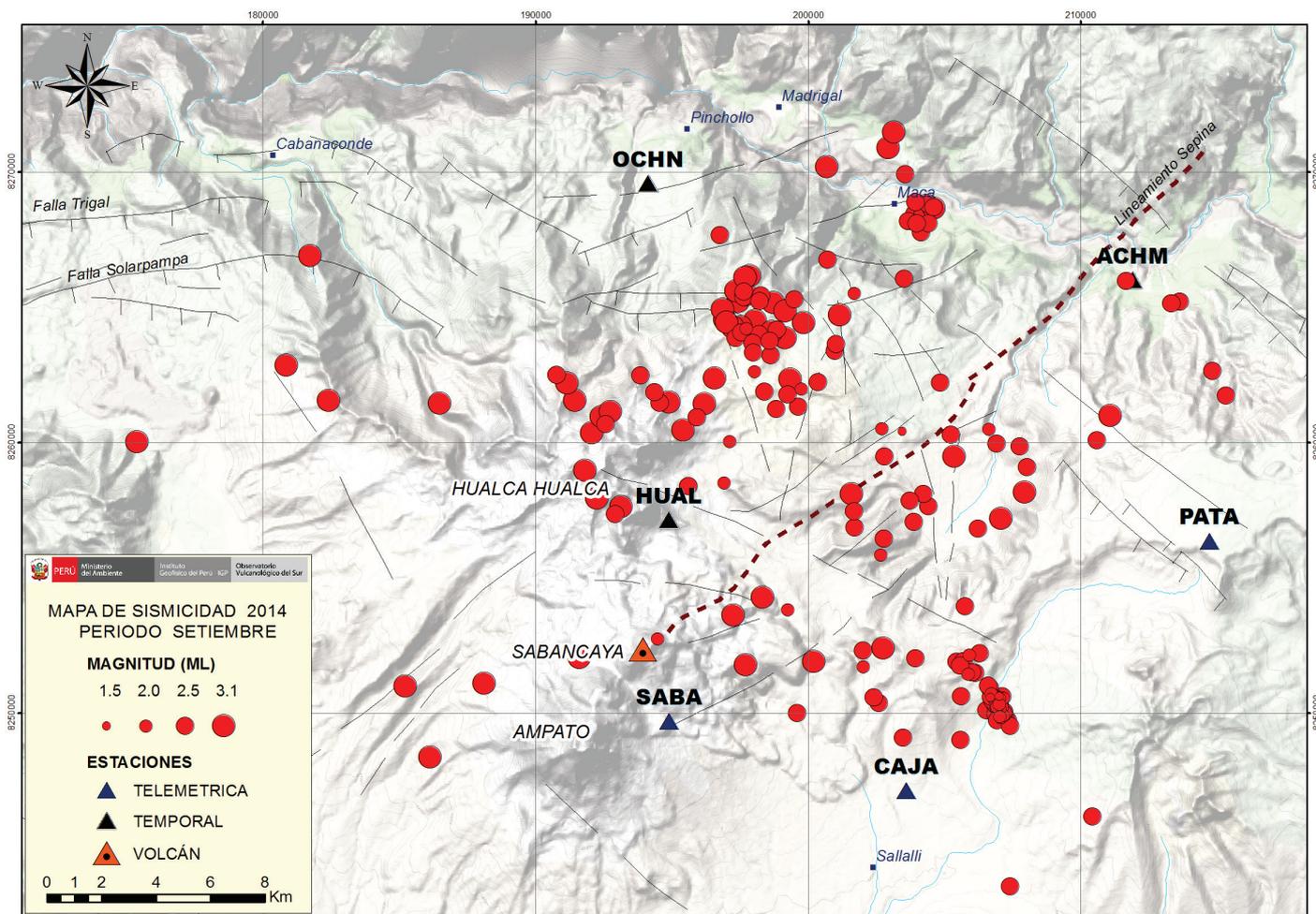


Gráfico 07
 Mapa de localización de sismos VT registrados en el volcán Sabancaya en septiembre de 2014.

Las emisiones fumarólicas en este periodo persistieron, tornándose constantes para la fecha de publicación de este informe. La coloración de los gases continuó siendo, mayoritariamente, blanquecina, aunque se observó también emisiones de coloración azulina. La altura máxima alcanzada en este mes fue de 2000 metros sobre la base del cráter.

Con relación a los sismos de tipo Híbrido, estos mantuvieron niveles bajos de número y energía, con excepción del día 14 de septiembre, cuando se registró un pico de 10 eventos Híbridos.

A mediados de mes, se identificó un nuevo foco sísmico de eventos VT distales a 19 km al noreste del cráter, en las inmediaciones del centro poblado de Maca, con profundidades superficiales (entre 8 km – 14 km). La magnitud de estos eventos osciló entre 2.0 ML y 2.8 ML, no reportándose daños en dicho anexo.

Finalmente, a lo largo de este mes, no se produjo ninguna anomalía térmica ni variación en los niveles de densidad de gas magmático, según la información brindada por el sistema MIROVA y el sistema satelital “EOS Aura” GSDM-NASA.

◀ OCTUBRE ▶

Una de las características más resaltantes durante este mes es la abundante nubosidad que cubrió al volcán Sabancaya, lo cual impidió observar claramente las emisiones fumarólicas. Sin embargo, pudo apreciarse la eyección de fumarolas, siempre de coloración blanquecina, y, en este periodo, alcanzando una altura máxima de 1200 metros.

Asimismo, la sismicidad de tipo VT, relacionada a fractura de rocas en el interior del volcán, se mantuvo constante sin mostrar un incremento significativo. El promedio de este tipo de evento fluctuó entre 34 VT y 44 VT por día. Del mismo modo, tanto los eventos LP, vinculados a movimiento de fluidos magmáticos, así como los eventos de tipo Híbrido, mantuvieron niveles inferiores.

Tanto el sistema MIROVA como el sistema satelital "EOS Aura" GSDM-NASA, no registraron anomalías térmicas ni variación en la densidad de gas magmático en este mes.

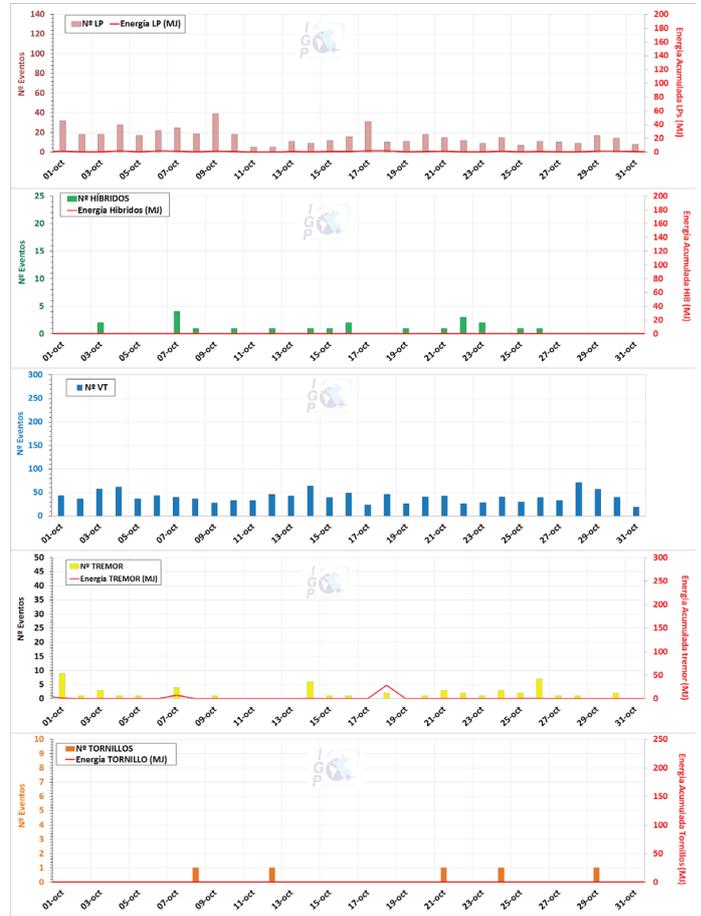


Gráfico 08
Evaluación de la actividad sísmo-volcánica hasta el día 31 de octubre de 2014.



Gráfico 09
Fumarolas de vapor de agua y cenizas continuaron siendo observadas en el mes de octubre.

◀ NOVIEMBRE ▶



Gráfico 10
Vista panorámica del cráter del volcán Sabancaya.

En los primeros días de noviembre, se tuvo la ocurrencia de tres eventos de regular magnitud (3.1 ML, 3.0 ML, 2.9 ML), localizados a una distancia de 12 km - 19 km del cráter, a una profundidad de 6 km - 9 km. Posteriormente, en la quincena de este mes, 04 eventos VT (sismos asociados a fractura de rocas), con magnitudes oscilantes entre los 3.0 ML y 3.2 ML, fueron reconocidos por los vulcanólogos del Observatorio. Estos eventos se produjeron a una distancia de entre 1 km y 16 km del cráter del Sabancaya, a una profundidad de entre 2 km y 9 km.

Asimismo, se tuvo registro de un episodio tremórico, el cual se produjo el lunes 10 de noviembre a las 21:30 HL, liberando una energía de 431 MJ, con una duración de 170 segundos. La ocurrencia de este hecho, según explicaron los especialistas del OVS, estuvo asociada posiblemente a una fuente superficial de tipo “explosión confinada”.

Con respecto a las emisiones fumarólicas, las eyecciones de vapor de agua durante este mes fueron constantes y de mayor densidad, elevándose a un máximo de 1400 metros sobre la base del cráter.



Gráfico 11
Especialistas del IGP ascendieron al cráter del volcán Sabancaya en noviembre de 2014, como parte de sus trabajos de medición de potencial espontáneo.

◀ DICIEMBRE ▶

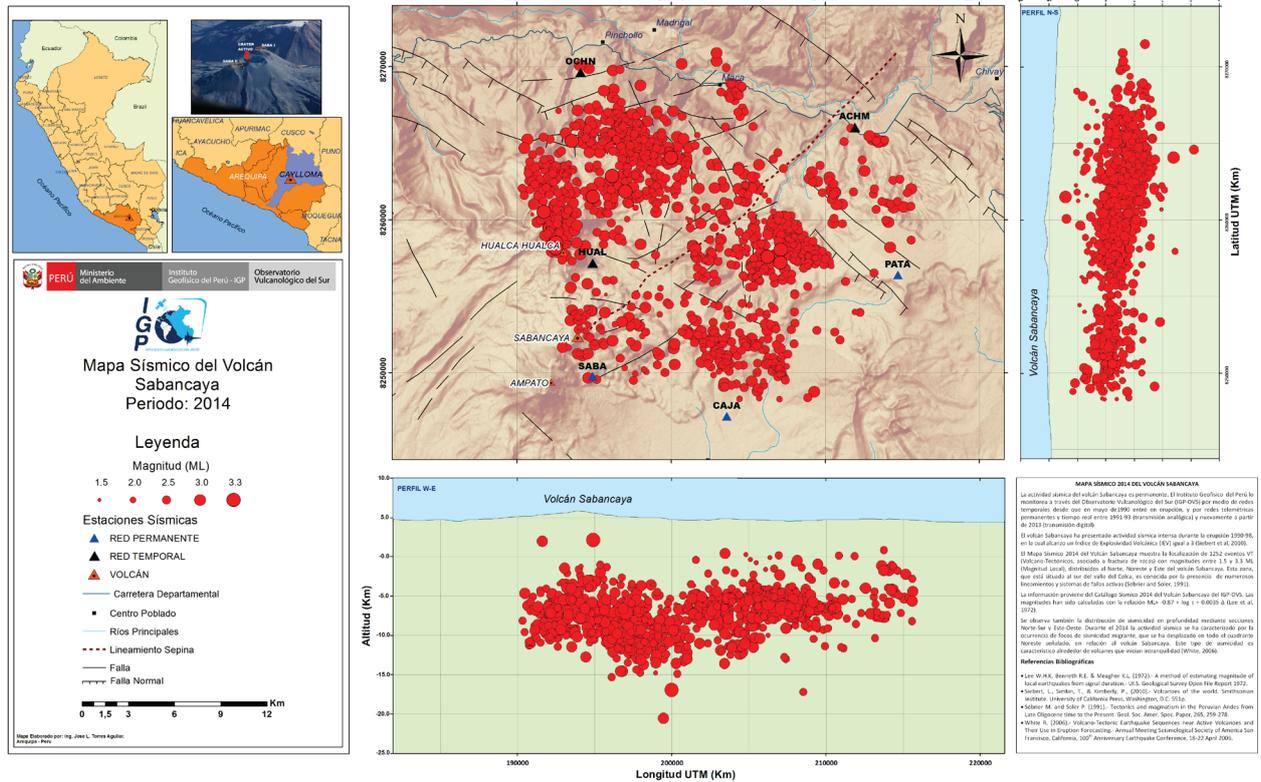


Gráfico 12
 Mapa sísmico del volcán Sabancaya (periodo 2014), elaborado por los vulcanólogos del OVS.

Inicialmente, durante las primeras semanas de diciembre, los valores registrados en los eventos de tipo VT y LP mostraron niveles bajos; sin embargo, a mediados de mes, se observó un incremento importante, distinguiéndose un pico de 127 eventos VT el día 15 de diciembre. En el caso de los eventos LP, la mayor tasa de ocurrencia diaria tuvo lugar el 20 de diciembre, con 110 LP.

Los eventos de tipo Híbrido, por su parte, mantuvieron tasas mínimas, descartando así que nuevo material magmático se encuentre en ascenso. Casi a fines de

mes, se registraron diferentes episodios tremóricos, siendo el más importante el presentando el día 28 de diciembre, a las 11:12 Hora UTC, el cual liberó 28 MJ en 40 segundos de duración.

En tanto, las fumarolas de vapor de agua fueron expulsadas de manera constante, observándose columnas de densidad media a alta que se elevaron a cientos de metros sobre la base del cráter, principalmente los días 14 y 15 de diciembre. La altura máxima registrada en este mes fue de 1600 metros.

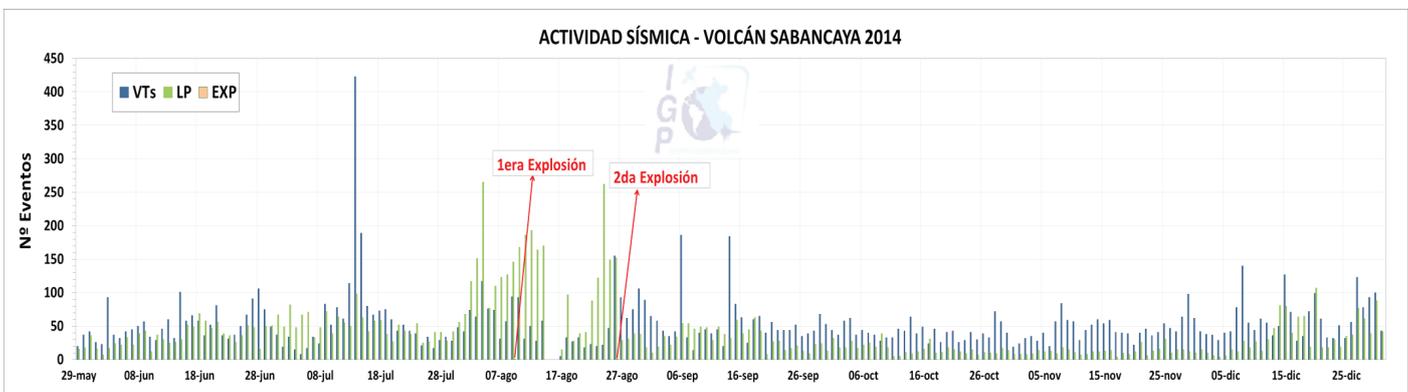


Gráfico resumen anual Sabancaya
 Cuadro resumen de la actividad del volcán Sabancaya a lo largo del año 2014. Se detalla con texto de color rojo las explosiones ocurridas durante el actual proceso eruptivo de este macizo.

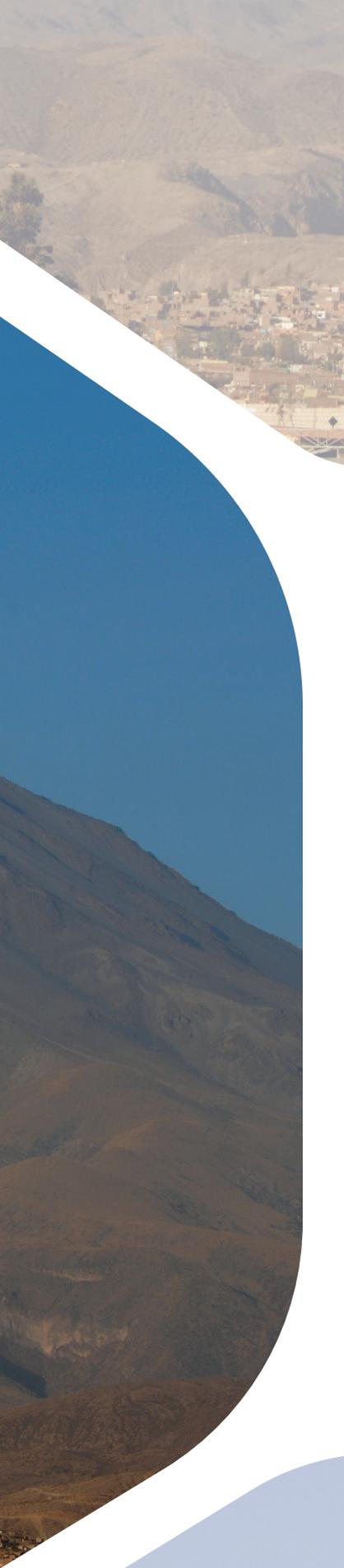
CONCLUSIONES

- Durante el 2014 la actividad sísmica en el Sabancaya se caracterizó por dos explosiones de tipo freático y una explosión confinada. La primera explosión se registró el día 09 de agosto a las 09:29 Hora UTC, con una energía de 9.083 Megajoules (MJ) y una duración de 50 segundos. La segunda explosión se produjo dos semanas más tarde, el 26 de agosto a las 01:39 Hora UTC, liberando una energía de 1.151 MJ y con una duración de 82 segundos. Las dos explosiones ocurrieron en horas de la noche, por lo que no se observó la expulsión de cenizas. Finalmente, el 11 de noviembre se registró una explosión confinada (431 MJ; 170 s de duración).
- La actividad sísmica del volcán Sabancaya, en términos generales, se dividió en cuatro etapas, de acuerdo a la tasa de sismicidad y tomando en cuenta las dos explosiones registradas: La primera parte entre mayo y julio; la segunda, en agosto; la tercera, entre septiembre y noviembre y, finalmente, la cuarta en el mes de diciembre.
- Actividad sísmica entre mayo-julio: Se caracterizó por presentar un mayor número de eventos VT, principalmente eventos VT Distales. El promedio de este tipo de eventos fue de 57 VT/día. Por otro lado, los eventos LP mantuvieron un promedio de 42 LP/día. En tanto, los eventos Híbridos (asociados al ascenso de material magmático) alcanzaron una tasa de promedio diaria de 19 Híbridos. Finalmente, no se observaron eventos tipo Tornillo, mientras que los eventos tipo Tremor se mantuvieron escasos.
- Actividad sísmica del mes de agosto: Este periodo se caracterizó en general por el incremento de la sismicidad una semana antes de la primera explosión (9 de Agosto). Los eventos LP fueron los máximos registrados durante todo el año (112 LP/día en promedio), mientras que los eventos VT Distales disminuyeron y los VT Proximales empezaron a ser registrados en mayor número.
- Por otro lado, comenzaron a aparecer en los registros los eventos tipo Tornillo. Los días siguientes de la primera explosión (09 agosto) la sismicidad decreció, para luego volver a incrementarse cuatro días antes de la segunda explosión (25 agosto).
- Actividad sísmica entre septiembre – noviembre: La sismicidad disminuyó a sus valores normales de actividad registrados meses antes de las explosiones. Se registraron en promedio 20 LP/día, 48 VT/día, 2 Híbridos/día, 2 Tremores/día. El 11 de noviembre se registró la explosión confinada ya mencionada (431 MJ; 170 s de duración).
- Actividad sísmica durante el mes de diciembre. La sismicidad en general comienza nuevamente a incrementarse. La característica de este mes es el incremento de eventos LP e Híbridos.
- La profundidad de los eventos VT localizados fueron superficiales, entre 4 km - 12 km. Los VT, en los primeros meses del año (mayo - junio), formaron un foco sísmico a 16 km al noreste del cráter. En el mes de julio, la sismicidad formó dos focos hacia el norte y al nor-noreste, a 8 km y 12 km del cráter, respectivamente. En el mes de agosto, la sismicidad se aproximó al volcán formando un foco a 2 km al norte del cráter.
- En los meses de septiembre y octubre la sismicidad se mantuvo dispersa. Seguidamente, el mes de noviembre la sismicidad nuevamente inicia a formar el foco localizado entre mayo – junio (16 km al noreste del cráter). Finalmente, en diciembre la sismicidad migra de manera similar al mes de julio, a 8 km al norte del cráter, y se espera que continúe con el foco a 12 km al nor-noreste.

EL VOLCÁN MISTI



*Crédito: OVS
El volcán Misti registró su último proceso eruptivo en el siglo XVI. Hoy su actividad es monitoreada en cada momento por el OVS.*



El volcán Misti es considerado como el más célebre de los volcanes del Perú, no solo por su belleza, sino por su peligrosa proximidad a la segunda ciudad más importante del país: Arequipa, cuyo centro está a solo 17 km del cráter.

El volcán Misti se emplaza en el borde oeste de la Cordillera Occidental de los Andes del Sur del Perú. Colinda al noroeste con el volcán Chachani y al sureste con el volcán Pichu Pichu. Por el sector suroeste tiene a sus pies a la ciudad de Arequipa, que aparece con un impresionante desnivel de 3.500 metros con relación a la cima del volcán. Al pie del flanco norte y noroeste discurre el río Chili, seccionando un profundo cañón en donde se ha construido la central hidroeléctrica de Charcani V. Asimismo, algunos kilómetros aguas arriba, se ubican importantes reservorios (Aguada Blanca y El Frayle), los cuales constituyen la principal fuente de agua para los habitantes de la ciudad de Arequipa y para la agricultura local. Igualmente, a una veintena de kilómetros hacia el sureste, se encuentra la laguna de Salinas, que forma parte de la Reserva Nacional Aguada Blanca – Salinas.

La actividad actual se manifiesta por continuas emisiones de fumarolas desde el “domo tapón” del cráter interno, así como desde fisuras situadas hacia el sector noreste de la cima.

Estudios efectuados por el IGP y el IRD (Thouret et al, 1995, 1999; Suni 1999; Navarro 2000), muestran que las principales amenazas asociadas a la erupción de este volcán son las caídas de “tefras”, flujos piroclásticos, avalanchas de escombros y lahares que se precipitarían sobre amplias áreas adyacentes y podrían afectar a la ciudad de Arequipa y alrededores (en donde habitan más de 1 millón de habitantes).

ACTIVIDAD VOLCÁNICA EN 2014

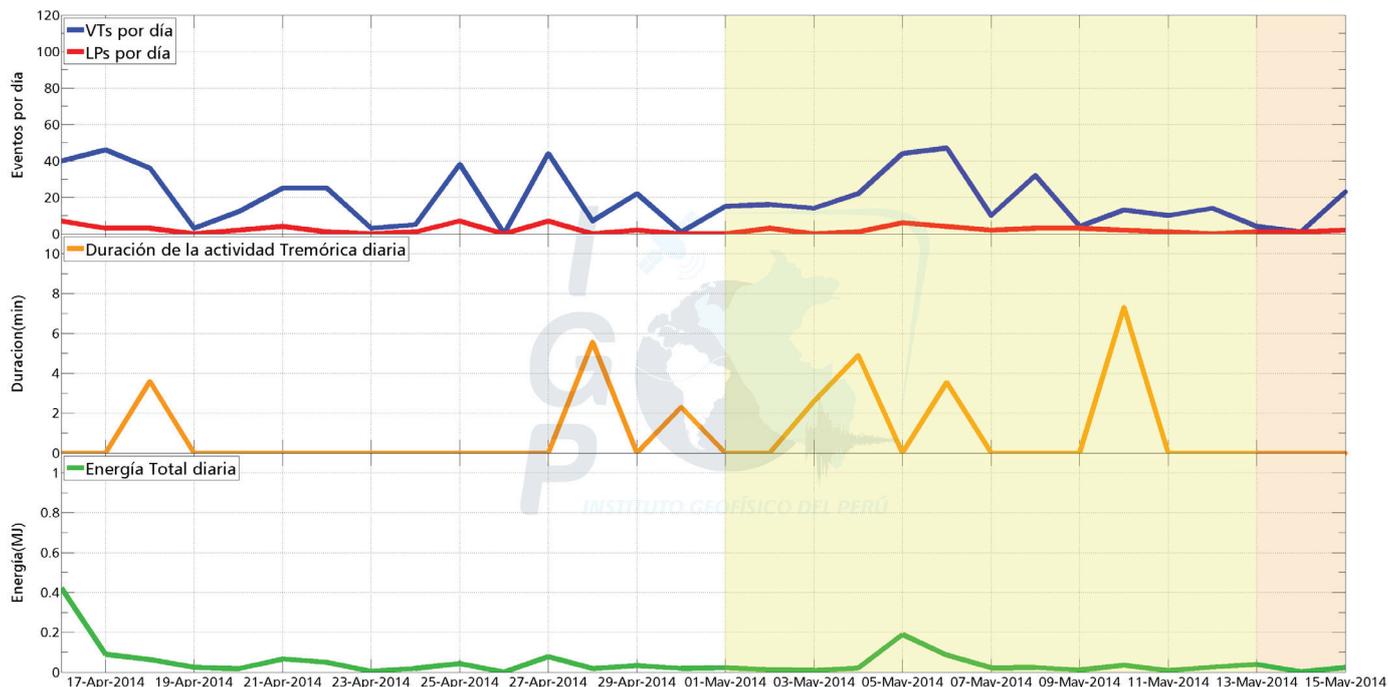


Gráfico 01
Resumen mensual de la actividad sísmo-volcánica hasta el día 15 de mayo.

La actividad del volcán Misti en 2014 fue reportada hasta en 24 ocasiones (quincenalmente). En el mes de enero, la actividad del volcán Misti fue ligeramente mayor a la observada en diciembre 2013; ocurrieron hasta dos enjambres sísmicos de eventos VT de baja muy magnitud ($M < 1ML$) los días 15 y 29 de enero. La actividad del Tremor y LP mantuvieron sus niveles habituales.

Durante los meses de febrero, marzo y la primera quincena de abril, la sismicidad disminuyó con respecto al mes de enero. Los eventos VT disminuyeron, ocurriendo solo un enjambre el día 16 de marzo y dos eventos VT Distales de muy baja energía. La actividad del Tremor y LP no mostraron cambios de actividad relevante. La curva de energía sísmica en este periodo sufrió una ligera variación debido a la ocurrencia de un VT de regular tamaño el día 12 de marzo.

Entre la segunda quincena de abril y la primera quincena de mayo, la actividad sísmica aumentó en un 29%. Se registraron hasta siete enjambres de sismos VT pequeños (menos de 50 eventos). La actividad del Tremor incrementó ligeramente su duración, no superando nunca los 10 minutos y siempre de baja amplitud. Además, los eventos LP se mantuvieron poco numerosos.

Entre la segunda quincena de mayo y todo junio, la actividad mostró un nuevo incremento en la actividad de los eventos VT, registrándose hasta dos enjambres de más de 100 eventos los días 19 de mayo (105 VT) y 03 de junio (111 VT). Además de

un incremento en la ocurrencia de Tremores de corta duración, los días 13, 16 y 17 de junio se registraron hasta seis episodios tremóricos; sin embargo, la curva de energía sísmica no sufrió mayor variación y se mantuvo baja ($< 1 MJ$).

En julio, la actividad fue similar a la observada en febrero y marzo. Los eventos VT ocurrieron en menor número, obteniéndose registro de un pequeño enjambre el día 03 de julio. La ocurrencia del Tremor también disminuyó y los eventos LP se mantuvieron escasos. Se destaca la ocurrencia de fumarolas de vapor de agua el día 30 de julio.



Gráfico 02
Fumarolas de vapor de agua observadas el 31 de julio, a muy tempranas horas de la mañana.

Entre agosto y diciembre, la actividad del volcán Misti fue relativamente mayor a los meses anteriores. La ocurrencia de eventos VT fue mayor y se registraron hasta 28 enjambres sísmicos de hasta 144 eventos VT el día 03 de diciembre (la mayor parte de enjambres fue registrada en noviembre). Entre noviembre y diciembre fueron localizados 56 eventos VT, los cuales se situaron a una distancia de entre 1 km y 3 km de la cima del volcán, con magnitudes entre 0.9 ML - 2.7 ML, todos imperceptibles al sentido humano. La actividad del Tremor no mostró variaciones importantes, con excepción de uno ocurrido el 23 de diciembre a las 06:21 HL, que liberó hasta 3.6 MJ, valor considerado inusual. La actividad de los eventos LP fue escasa y se mantuvo dentro de sus niveles habituales.



Gráfico 03

Fondo del cráter del volcán Misti. La emisión de leves fumarolas de vapor de agua y otros gases son constantes.

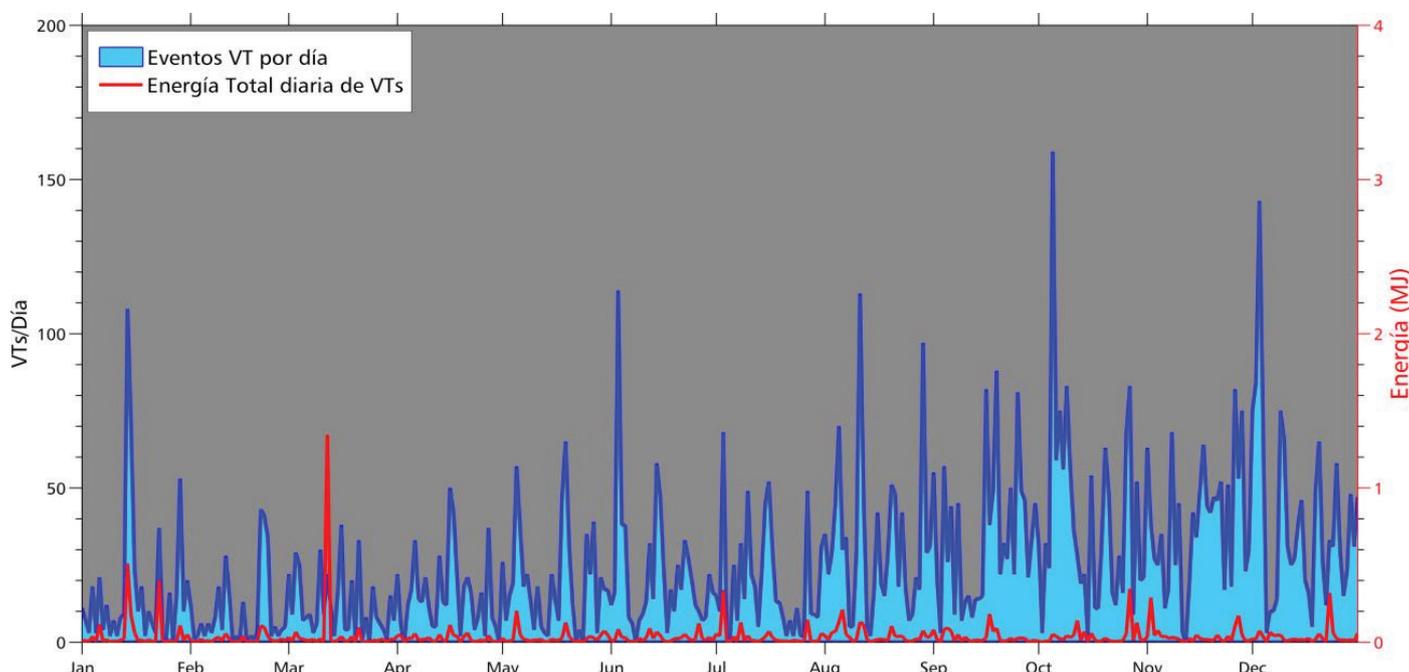


Gráfico resumen anual Misti

Evolución de los eventos de tipo VT (volcanotectónico) a lo largo de 2014. La curva de color rojo muestra la energía de estos sismos. No se observa mayor cambio en el comportamiento del volcán Misti con relación a este parámetro.

- La actividad del volcán Misti en el periodo 2014 fue reportada hasta en 24 ocasiones (quincenalmente), gracias a la data obtenida de la Red Sísmica Local instalada sobre este macizo.
- El Observatorio Vulcanológico del Sur cuenta con siete estaciones sísmicas telemétricas, las cuales envían información en tiempo real a la oficina del OVS en Arequipa.
- A lo largo de 2014, el volcán Misti mantuvo un nivel bajo en su actividad sísmica, lo cual indica, sin embargo, que el volcán se encuentra sísmicamente activo. Se concluye, con base al análisis del grupo de vulcanólogos del OVS, que su actual comportamiento no reviste un peligro inminente para la población de Arequipa.
- Del total de sismos asociados al volcán registrados en 2014, el 87.5% corresponde a sismos VT asociados a fractura de roca: el 12.5%, a eventos LP y Tremor volcánico, ambos eventos asociados al paso de fluidos volcánicos (gas y vapor de agua). En general, durante todo el 2014, la actividad del volcán Misti ha sido de bajo nivel.
- La emisión de fumarolas de vapor de agua es parte del comportamiento normal de este volcán. El día 31 de julio de 2014, el OVS registró una emisión importante de vapor de agua, la cual se dejó ver a tempranas horas del día. Estas emisiones son producto de la infiltración de aguas meteóricas en el cráter del Misti.

EL VOLCÁN TICSANI



Crédito: OVS
El volcán Ticsani se encuentra a 60 km de la ciudad de Moquegua. En los próximos años el OVS implementará una Red Sísmica Permanente sobre este macizo.



El volcán Ticsani se encuentra en las coordenadas 16°45' Latitud Sur y 70°37' Longitud Oeste, con una altura de 5.408 m s.n.m. Está situado a 60 km al noreste de la ciudad de Moquegua. Es un estrato-volcán cuya característica principal es haber presentado grandes avalanchas en sus diferentes episodios eruptivos.

Actualmente, en las proximidades del volcán Ticsani, se observan fuentes termales, así como algunos géiseres en quebradas localizadas al oeste de los domos.

Hoy en día, una eventual erupción del volcán Ticsani constituye una amenaza potencial para distintos poblados aledaños, como Calacoa (ubicado a 8 km del cráter reciente), Carumas (11 km), y otros como Quebaya, Cuchumbaya, Soquezane. Además, se encuentran cercanos numerosos caseríos localizados al Oeste y Sureste dentro de un radio de 12 km alrededor del volcán, donde habitan más de 5.000 personas. Estas zonas y poblados serían afectados principalmente por caídas de tefras, lahares y, eventualmente, por flujos piroclásticos y coladas de lava.



ACTIVIDAD VOLCÁNICA EN 2014

El OVS vigila al volcán Ticsani mediante estaciones sísmicas temporales y de las cuales obtiene periódicamente data para su posterior análisis. Es el Ticsani un volcán objeto de estudio por el OVS, lo cual queda demostrado por las acciones de monitoreo permanentes que realiza esta oficina del IGP.

Así, en 2014, y con relación a la actividad de este volcán, el Observatorio Vulcanológico del Sur elaboró dos reportes técnicos publicados en los meses de septiembre y octubre.

Este reporte técnico describe el incremento de la actividad sísmica observado desde el 25 de septiembre, con la ocurrencia de hasta siete sismos de magnitudes entre 2.5 ML (Magnitud Local) y 3.8 ML. El más fuerte de estos eventos tuvo lugar el mismo 25 de septiembre a las 10:54 HL (Hora Local), con una magnitud de 3.8 ML, siendo localizado a 10 km al SE de la localidad de Calacoa, a una profundidad de 8 km. El OVS constató que al menos tres de estos sismos fueron sentidos en la localidad de Soquezane, ubicada al sur del Ticsani.

Los primeros análisis efectuados por los ingenieros del OVS mostraron que estos eventos no tuvieron su fuente en el ascenso de material magmático,



Gráfico 02
Instalación de estación sísmica temporal.

sino que debieron estar relacionados a la actividad tectónica local al ser sismos de tipo fractura. Además, es sabida la actividad importante de una falla activa que atraviesa el volcán con dirección NO-SE.

En esa misma línea, los eventos VT localizados por el OVS formaron principalmente dos focos sísmicos: El primero de ellos se localizó exactamente debajo del domo reciente del volcán Ticsani, lugar sobre el cual está instalada la principal estación sísmica que monitorea este volcán. El segundo foco se ubicó a 3 km al SE del domo reciente. Los sismos localizados presentaron una profundidad promedio de 5 km por debajo del nivel del mar.

En octubre, el OVS publicó el segundo reporte sobre la actividad del Ticsani, detallando que, a partir del 27 de septiembre, la actividad sísmica logró estabilizarse, marcando un promedio de 35 VT/día. Asimismo, se continuaron registrando sismos en los focos sísmicos señalados en el anterior reporte, principalmente en el foco ubicado a 3 km al sur del domo reciente del Ticsani.

La actividad de este macizo continuó siendo monitoreada por el OVS durante el resto del año, no volviendo a registrar episodios sísmicos importantes que ameritaran la emisión de un nuevo reporte técnico. No obstante, esta oficina del IGP mantuvo en todo el 2014, y mantiene en la actualidad, un estricto monitoreo de la actividad sísmovolcánica de este importante macizo.



Gráfico 01
Domo reciente del volcán ticsani en el cual está instalada la principal estación sísmica temporal del OVS.

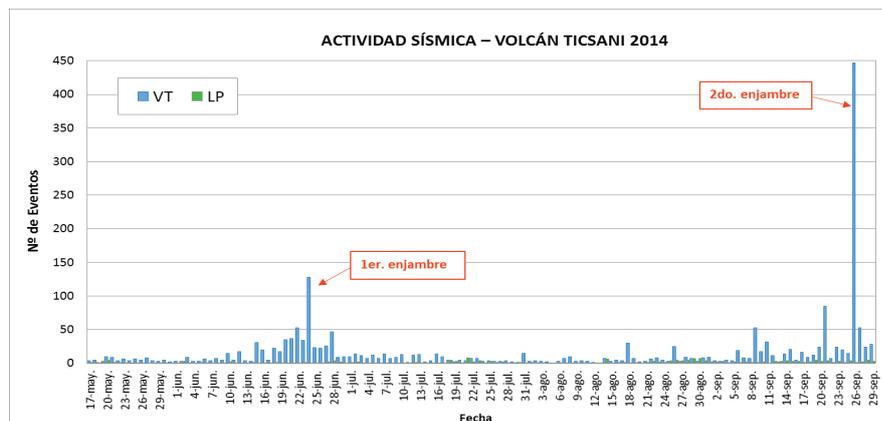


Gráfico resumen anual Ticsani
Registro de la actividad sísmica del volcán Ticsani desde mayo de 2014, fecha en la cual el OVS inició su monitoreo sísmico sobre este macizo. Se observa los dos enjambres sísmicos ocurridos en los meses de junio y septiembre. No obstante, la actividad del Ticsani no ha mostrado mayor variación.

CONCLUSIONES

- Durante el 2014, el Observatorio Vulcanológico del Sur del Instituto Geofísico del Perú (IGP), emitió dos reportes técnicos con relación a la actividad del volcán Ticsani, macizo activo que el OVS vigila mediante estaciones sísmicas temporales y de las cuales obtiene periódicamente data para su posterior análisis. Es el Ticsani un volcán objeto de estudio por el OVS, lo cual queda demostrado por las acciones de monitoreo permanentes que realiza este oficina del IGP.
- El volcán Ticsani mostró actividad sísmica importante en el segundo semestre de 2014, específicamente en el mes de septiembre. Fueron 07 eventos con magnitudes entre 2.5 ML y 3.8 ML los que fueron registrados por el OVS el día 25 de septiembre. El OVS constató que al menos tres de estos eventos fueron sentidos por los pobladores de la localidad de Soquezane, poblado ubicado al sur del volcán Ticsani.
- La sismicidad de tipo VT (sismos asociados a fractura de rocas), fue el tipo de evento predominante en 2014, seguido de los eventos de Largo Periodo (vinculados a movimiento de fluidos). Durante el episodio de mayor sismicidad (septiembre- octubre), estos eventos formaron principalmente dos focos sísmicos: uno por debajo del domo reciente del volcán Ticsani, y el segundo a 3 km hacia el sur de este punto.
- El análisis efectuado por los ingenieros geofísicos del OVS mostró que los eventos ocurridos entre septiembre y octubre de 2014, no estarían relacionados al ascenso de material magmático, sino a la actividad tectónica local. Y es que en efecto, se conoce a detalle la actividad importante de una falla activa que atraviesa el complejo volcánico con dirección NO-SE.
- Luego de este periodo de relativa intranquilidad sísmica, el Observatorio Vulcanológico del Sur no volvió a registrar un comportamiento anormal en el volcán Ticsani. Sus parámetros de actividad volvieron a sus niveles normales. No obstante, el OVS continuó monitoreando la actividad de este macizo a lo largo de 2014, vigilancia que se mantiene en la actualidad.

ACRÓNIMOS

- IGP – Instituto Geofísico del Perú
- IRD - Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia
- OVS – Observatorio Vulcanológico del Sur
- RSAM – Real-Time Seismic-Amplitude Measurement System
- MIROVA – Middle InfraRed Observation of Volcanic Activity
- EOS Aura GSDM-NASA – Satélite del Sistema de Observación Terrestre de la NASA UTC - UTC - Coordinated Universal Time
- EGASA - Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.
- UTC - Coordinated Universal Time

BIBLIOGRAFÍA

- Gonzáles Katherine (2001) - «Estudio estructural y del sistema hidrotermal del volcán Ubinas aplicando métodos geofísico y geoquímicos».- tesis Ing. Geofísico, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Macedo, O. (1998).- Mediciones de temperatura y toma de muestras de fluidos en el fondo del cráter del volcán Ubinas, informe técnico interno. Lima: Instituto Geofísico del Perú.
- Macedo, O. & Lesage, PH. (1997).- La actividad sísmica de los volcanes activos Sabancaya y Ubinas (sur del Perú). Resúmenes extendidos del IX Congreso Peruano de Geología.
- Macedo, O., Finizola, A., Gonzáles, K. & Ramos, D. (1999) – Contribution of Self-Potential and Soil-Temperature surveys for the investigation of structural limits and hydrothermal system on Ubinas volcano (Peru). En: International Symposium on Andean Geodynamics, 4, Göttingen, 1999, extenden abstracts. Paris: IRD
- Macedo O., Del Carpio, J., Centeno R., Machacca R., Portugal D., Huancco O., Chijcheapaza R. (2013).- Características sísmicas de la actividad explosiva del volcán Ubinas ocurrida en septiembre 2013.
- Metaxian J-Ph., Macedo O., Ramos D., Finizola A., Ocola L., & Inza A.- (1998) Geophysical studies of Ubinas volcano, Southern Peru.- Eos Transactions American Geophysical Union, vol.79, N°45, F977. 1998.
- Navarro C., Pedro, 2000. Cartografía Geológica, Histórico Eruptiva y Evaluación de las Amenazas volcánicas del Estrato-volcán Misti. Tesis de grado UNSA.
- Suni, J., 1999, Estudio geológico y vulcanológico del volcán Misti y sus alrededores [Ph.D. thesis]: Arequipa, Universidad Nacional San Agustín, Facultad Geología y Minas.
- Thouret, J.-C., 1999, Assessment of volcanic hazards in the area of Arequipa City, based on the eruptive history of the Misti volcano, southern Peru: Zeitschrift für Geomorphologie, supplement, v. 114.
- Thouret, J.-C., Legros, F., Gourgau, A., Salas, G., Juvigne´, E., Gilot, E., Uribe, M., and Rodriguez, A., 1995, Un exemple de prévision des risques volcaniques au Pérou méridional (région d'Arequipa), fondé sur l'étude de l'activité éruptive récente du strato-volcan El Misti: Paris, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Sér IIa,
- Thouret, J.-C., Gourgau, A., Guillande, R., Y Salas, G. (1995a). La actividad eruptiva del volcán nevado Sabancaya (Sur de Perú): geología, sensores remotos, evaluación y mapeo de zonas de riesgo. Resúmenes Extendidos. Seminario Taller: Evaluación de la Litósfera en los Andes Peruanos y sus márgenes. Programa PICG, 188. Lima Perú.



© Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169, Urb. Mayorazgo IV Etapa, Ate, Lima, Perú
Central Telefónica: (511) 317 2300
<http://www.igp.gob.pe>
 <http://www.facebook.com/igp.peru>
 http://twitter.com/igp_peru