

Evaluación geofísica del volcán Ubinas (octubre, 2019 – julio, 2020)

Informe Técnico N° 002-2020/IGP



Instituto Geofísico del Perú
Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera
Director Científico: Danny Scipión

Informe técnico
Evaluación geofísica del volcán Ubinas
(octubre, 2019 – julio, 2020)

Autores:
José Alberto Del Carpio Calienes
Marco Rivera Porras
Katherine Vargas Alva
Ivonne Lazarte Zerpa
Jorge Concha Calle

Este informe ha sido producido por el Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
Teléfono: 51-1-3172300

RESUMEN

El análisis de los parámetros sísmicos, geodésicos, y sensores remotos registrados entre octubre de 2019 y mayo de 2020 en el volcán Ubinas muestran la disminución gradual del número de sismos, altura de las emisiones de gases y la estabilización de la deformación cortical. Esta información es corroborada con el seguimiento visual del comportamiento dinámico del volcán. Sin embargo, desde junio del 2020 a la fecha, se ha observado el incremento de ocurrencia de eventos sísmicos, especialmente del tipo Volcano-Tectónico (VT), relacionados al fracturamiento de rocas en el interior del volcán. Asimismo, se ha registrado señales de tipo Tornillo asociados al incremento de la presión al interior del volcán. El análisis y evaluación de la información indicada, permite plantear dos escenarios: (i) la generación de un nuevo proceso eruptivo con explosiones vulcanianas (IEV 1-2), tal como ocurrieron entre julio-septiembre de 2019; o (ii) que la actividad anómala registrada cese y el volcán regrese a su estado de “calma” habitual.

Durante la última temporada de lluvias (diciembre de 2019 a marzo de 2020), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), a través del Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL), ha registrado y alertado oportunamente el descenso de lahares encausados a lo largo de la quebrada Volcanmayo, en dirección del río Tambo. Estos flujos han presentado volúmenes del orden de 0.3 Mm^3 y han alcanzado distancias mayores a 10 km. Al término del periodo de lluvias, ya no se observa la generación de lahares; por lo tanto, no hay afectación al río Tambo.

Finalmente, se recomienda a las autoridades tener en cuenta el nivel de alerta volcánica de **color amarillo** para el volcán Ubinas.

INDICE

RESUMEN

1.- INTRODUCCIÓN

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA

- 2.1.- Monitoreo sísmico
- 2.2.- Monitoreo geodésico
- 2.3.- Monitoreo visual
- 2.4.- Monitoreo con sensores remotos
- 2.5.- Sistema de alerta eminente de lahares

3.- ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL

- 3.1.- Peligros volcánicos
 - 3.1.1.- Caída de piroclastos
 - 3.1.2.- Caída de proyectiles balísticos
- 3.2.- Escenarios futuros
 - 3.2.1.- Primer escenario: erupción vulcaniana (IEV 1-2)
 - 3.2.2.- Segundo escenario: retorno a la normalidad

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

1.- INTRODUCCIÓN

El Ubinas es considerado el volcán más activo del sur peruano. Este macizo ha desarrollado durante el 2019 su último proceso eruptivo con un índice de explosividad volcánica (IEV) igual a 2, en una escala que va del 0 al 8. El comportamiento dinámico del volcán Ubinas, observado en junio y julio de 2019, ha sido catalogado como un proceso eruptivo breve (30 días) debido a la ocurrencia de 10 explosiones volcánicas acompañadas por voluminosas emisiones de cenizas. Estas cenizas se dispersaron en dirección este y sureste del volcán, a distancias superiores a los 250 km. La última explosión de este proceso ocurrió el día 12 de septiembre de 2019 acompañada de ligeras emisiones de cenizas.

El instituto geofísico del Perú (IGP), a través del Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL), realiza el monitoreo permanente del volcán Ubinas mediante una red geofísica compuesta por instrumentos de vigilancia sísmica, geodésica, visual y sensores remotos. Los datos son recibidos en tiempo real en la sede del IGP en Arequipa (Figura 1), para ser procesados, analizados e interpretados para la emisión oportuna de alertas, reportes, boletines e informes vulcanológicos que son compartidos con las autoridades de los diversos niveles de gobierno y las instituciones que conforman el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres (SINAGERD). Se busca contribuir en la adopción de medidas de prevención y mitigación de posibles desastres en salvaguarda de la integridad de las poblaciones vulnerables.

El presente informe detalla el comportamiento dinámico del volcán Ubinas para el periodo de octubre de 2019 a julio de 2020, a partir del trabajo realizado en el CENVUL; además de detallar los tipos de peligros a los que está expuesta la población cercana al volcán y los escenarios eruptivos futuros del Ubinas.

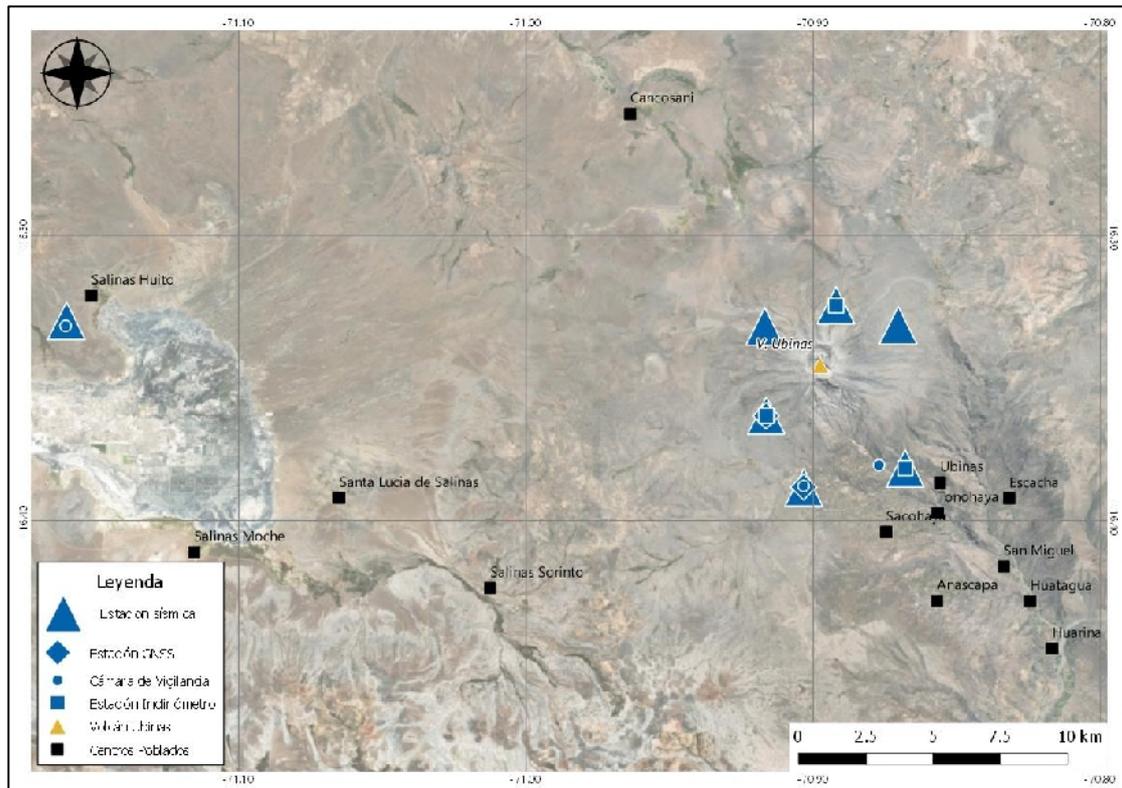


Figura 1.- Red de monitoreo volcánico instalada por el IGP en el volcán Ubinas, la cual transmite información en tiempo real al CENVUL en Arequipa.

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA

El volcán Ubinas, después su actividad explosiva de julio y septiembre de 2019, actualmente presenta un comportamiento dinámico caracterizado por:

- (i) Una leve actividad sísmica con el registro de eventos tipo Híbrido (asociada al ascenso de magma);
- (ii) Desplazamientos negativos de los valores de deformación superficial observado en la estación UB01 (red GNSS);
- (iii) Ausencia de anomalías térmicas desde el 6 de noviembre de 2019 y,
- (iv) Desde el 12 de septiembre de 2019, ausencia de emisiones de ceniza.

Además, durante la última temporada de lluvias (diciembre-marzo), se han registrado señales sísmicas asociadas al descenso, de al menos nueve lahares, que discurrieron por el valle de Ubinas, con volúmenes del orden de 0.3 Mm^3 , y que afectaron en diferente medida a ciertos tramos de la vía de acceso al valle de Ubinas. Asimismo, desde el mes de junio a la fecha, se ha identificado un ligero incremento en el número y la energía de sismos de tipo Volcano-Tectónico (VT), relacionados a la ruptura de rocas al interior del volcán, así como del número de señales sísmicas de tipo Tornillo que estarían asociados al incremento de la presión interna producto de una mayor circulación de fluidos (gases, vapor de agua) al interior del volcán.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos del análisis de los datos sísmicos, geodésicos, visual y de sensores remotos registrados entre los meses de octubre de 2019 a julio de 2020.

2.1.- Monitoreo sísmico

La actividad sísmica del volcán Ubinas, registrada entre enero y julio de 2020 (7 sismos por día), muestra una disminución significativa en su frecuencia con respecto al número de eventos registrados entre octubre y diciembre de 2019 (173 sismos por día), sobre todo de eventos sismos de tipo Volcano-Tectónico (VT), ver Figura 2a. Asimismo, durante el primer semestre de 2020 se registró en promedio por día, 1 evento sísmico de tipo Híbrido; en comparación con los 56 que se registraron por día

entre octubre y diciembre de 2019 (Figura 2b). Desde junio de 2020 a la fecha, se registra un ligero incremento en la energía sísmica de los eventos de tipo Volcano Tectónico (VT) (Figura 2a, línea negra); además del registro de 27 eventos sísmicos de tipo Tornillo (Figura 2c) debido al posible incremento de la presión al interior del volcán Ubinas. En recientes procesos eruptivos en otros volcanes del mundo, han mostrado que el registro de eventos sísmicos tipo Tornillo, son un claro indicador del inicio de posibles procesos eruptivos, tal como se ha señalado en anteriores pronósticos de erupciones realizados por el IGP. Sin embargo, la continua vigilancia del comportamiento dinámico del volcán Ubinas realizado por el CENVUL, indica no haberse registrado aun señales sísmicas asociadas al ascenso de magma desde zonas muy profundas (>10 km).

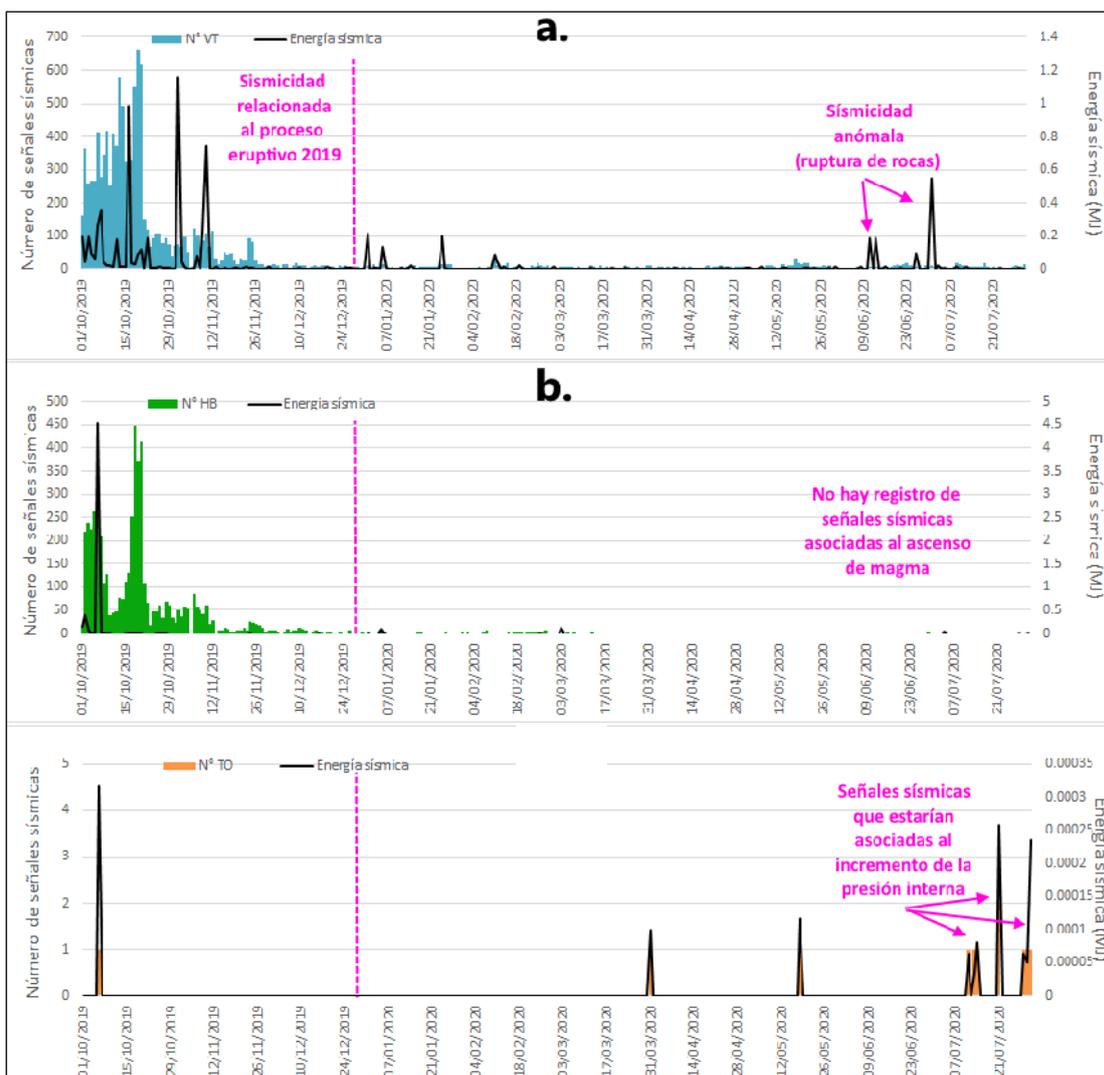


Figura 2.- Número de eventos sísmicos (barras de color) y energía sísmica (línea negra) registrados en el volcán Ubinas entre octubre de 2019 y julio de 2020. (a) sísmos de tipo VT, relacionados al fracturamiento de rocas; (b) señales sísmicas de tipo Híbrido que estarían asociadas al ascenso de magma; y (c) señales de tipo Tornillo consideradas como eventos precursoros de erupciones volcánicas

2.2.- Monitoreo geodésico

El IGP cuenta con 2 estaciones GNSS permanentes instaladas en el volcán Ubinas para monitorear la deformación del edificio volcánico y los resultados de las mediciones efectuadas durante el periodo de análisis son presentados en la Figura 3.

La estación "UB01" (la más cercana al volcán) ha registrado un desplazamiento negativo de 0.4 ± 0.34 cm en la componente vertical, lo que significa el desarrollo de un proceso de inflación de la superficie, así como un desplazamiento de 0.1 ± 0.12 cm en la componente este y 0.2 ± 0.11 cm en la componente norte, tras lo que se obtiene un vector resultante de la componente horizontal de 0.22 cm en dirección noreste (figura 3a). Asimismo, la estación GNSS "UB02" ha registrado un desplazamiento positivo de 0.2 ± 0.35 cm en la componente vertical (inflación) y un desplazamiento de 0.3 ± 0.11 cm en la componente horizontal norte (figura 3b).

En la estación "UB01" se ha registrado un desplazamiento negativo de 0.9 cm en la componente vertical desde el 31 de octubre de 2019. En las componentes horizontales (este y norte) se observa una tendencia estable, sin deformación aparente.

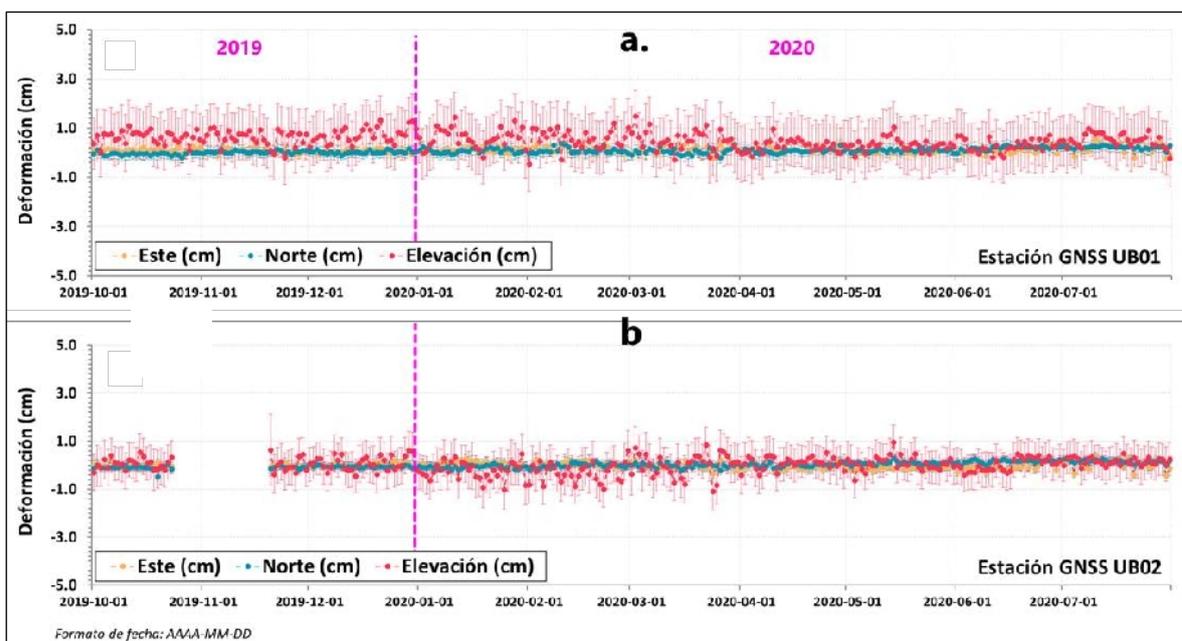


Figura 3.- Series de tiempo de las estaciones GNSS registradas entre el 1 de octubre de 2019 y el 31 de julio de 2020: A) Medidas de deformación en la estación GNSS "SB01" y B) Medidas de deformación en la estación GNSS "SB02".

2.3.- Monitoreo visual

La actividad volcánica actual del Ubinas viene siendo registrada con la ayuda de 3 cámaras de vigilancias permanentes e instaladas en los sectores oeste (Salinas Huito), sur (UBI6) y sureste (Volcanmayo) del volcán Ubinas (Figura 1). De las tres cámaras, la que se encuentra en la quebrada Volcanmayo cumple la función de detectar el descenso de lahares por el mencionado lugar.

Entre enero y julio de 2020, la actividad fumarólica del volcán Ubinas se mantuvo en niveles bajos (ausencia de emisiones de cenizas), con el predominio de emisiones de gases tenues con tonalidades blanquecinas y azulinas que ascendieron en promedio hasta 1000 m sobre la cima del volcán (Figura 4). Las emisiones fueron dispersadas, en dirección sur, sureste y noroeste del volcán.

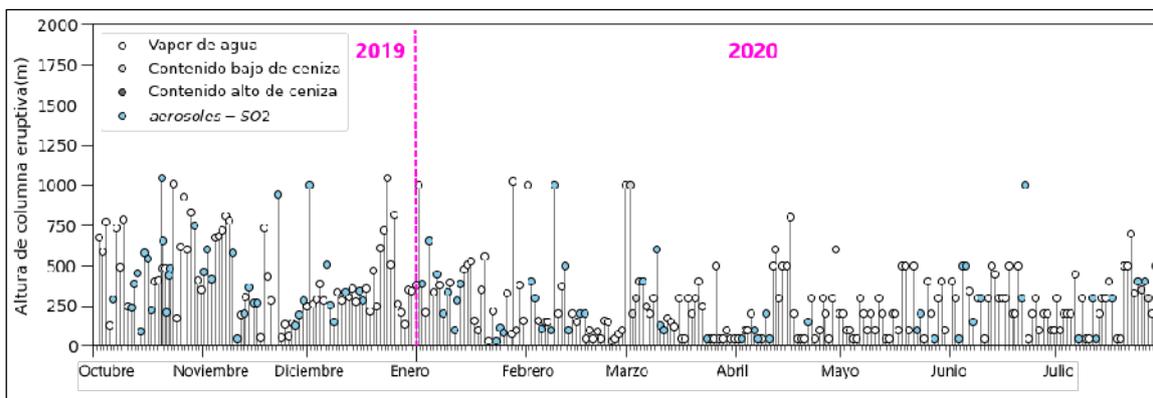


Figura 4.- Características y altura de las columnas de gases y cenizas emitidos por el volcán Ubinas durante el periodo del 1 de octubre de 2019 al 31 de julio de 2020. Nótese que no se registraron emisiones de ceniza durante el periodo de análisis.

2.4.- Monitoreo con sensores remotos

El monitoreo del volcán Ubinas, usando imágenes satelitales Sentinel 2 de la Agencia Europea para el periodo de octubre 2019 a julio 2020, ha permitido identificar la presencia de un foco de calor en la superficie del cráter que, aunque ha disminuido su intensidad, aún está presente y es identificado como una anomalía térmica débil (Figura 5). Asimismo, las imágenes satelitales han permitido identificar la emisión de gases volcánicos ocurrido el día 13 de julio (Figura 5).

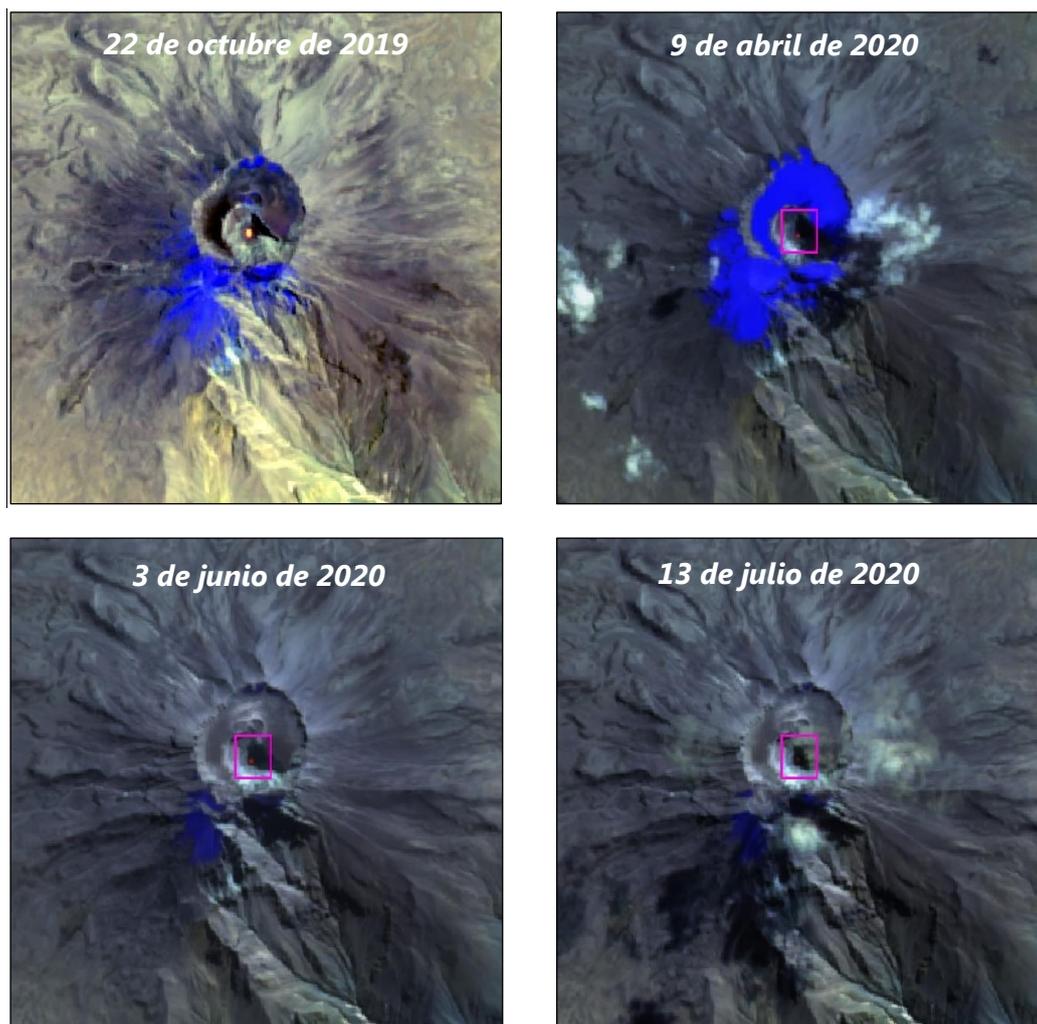


Figura 5.- Imágenes satelitales Sentinel 2 con combinación de bandas 12, 11 y 8A, adquiridas entre el 22 de octubre de 2019 y el 13 de julio de 2020. Muestran la presencia de una anomalía térmica en la superficie del cráter del volcán Ubinas (punto rojo) que vino atenuándose hasta el presente, pero que no desaparece. Asimismo, en la imagen del 13 de julio se observan ligeras emisiones de gases volcánicos (tonos amarillos).

2.5.- Sistema de alerta eminente de lahares

En los últimos años, los lahares (flujos de agua con sedimentos volcánicos) registrados en el volcán Ubinas han descendido, principalmente, por la quebrada Volcanmayo-río Ubinas, en dirección de la confluencia con el río Tambo. Como parte de los continuos procesos eruptivos del volcán Ubinas, es en la quebrada Volcanmayo donde se deposita los mayores volúmenes de cenizas durante los últimos miles de años. Sin embargo, a la fecha no existen evidencias y/o antecedentes sobre la contaminación significativa de los cursos de agua de la zona como el río Tambo por el descenso de lahares (Figura 6).

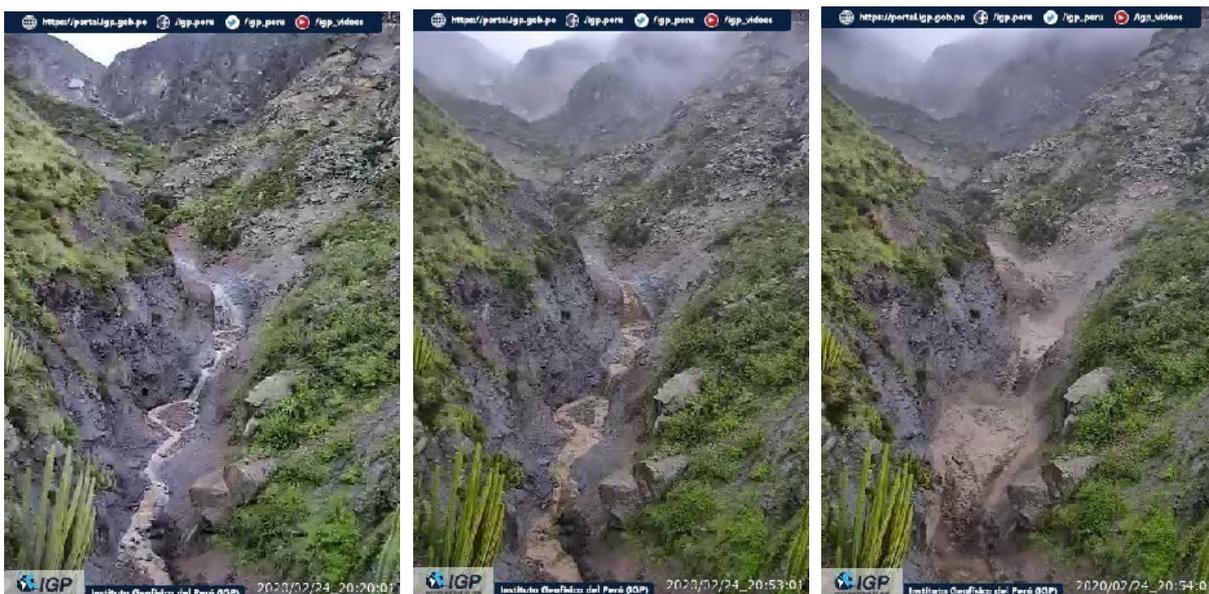


Figura 6.- El sistema de alerta temprana de lahares comprende la detección del evento mediante señales sísmicas registradas por la red de monitoreo volcánico del Ubinas y por las imágenes de una cámara de vigilancia enfocada directamente en la quebrada Volcanmayo. El registro muestra el lahar ocurrido el 24 de febrero de 2020 a 15:53 h.

De acuerdo al sistema de detección y alerta eminente de lahares, el Instituto Geofísico del Perú, a través del CENVUL, emitió durante la temporada de lluvias 2019-2020 nueve alertas por los descensos de lahares con volúmenes menores a 0.3 Mm^3 (Tabla 1). Estos flujos alcanzaron distancias mayores a 10 km del cráter hasta inmediaciones de la localidad de San Miguel.

A la fecha el CENVUL ha implementado su sistema de detección y alerta eminente de lahares (Figura 6) y todos los datos recolectados, después de su análisis y evaluación constituyen la información que es transmitida a los integrantes del SINAGERD y población en general a través de sus aplicativo móvil “Volcanes Perú” y pagina web (Figura 7). La principal recomendación brindada por el IGP a las autoridades fue de exhortar a la población para evitar el tránsito por los alrededores de esta quebrada, alejarse de su cauce y no cruzar vías de comunicación aledañas a la quebrada.

Tabla 1.- Alertas emitidas por descenso de lahares en la zona del volcán Ubinas, encausados en la quebrada Volcanmayo (flanco sur del volcán).

n.º	Fecha	Hora Local	Quebrada activada
1	04/01/2020	16:20	Volcanmayo-río Ubinas
2	10/01/2020	14:22	Volcanmayo-río Ubinas
3	11/02/2020	16:50	Volcanmayo-río Ubinas
4	12/02/2020	15:52	Volcanmayo-río Ubinas
5	24/02/2020	15:51	Volcanmayo-río Ubinas
6	29/02/2020	15:25	Volcanmayo-río Ubinas
7	29/02/2020	17:00	Volcanmayo-río Ubinas
8	01/03/2020	16:01	Volcanmayo-río Ubinas
9	18/03/2020	16:20	Volcanmayorío Ubinas

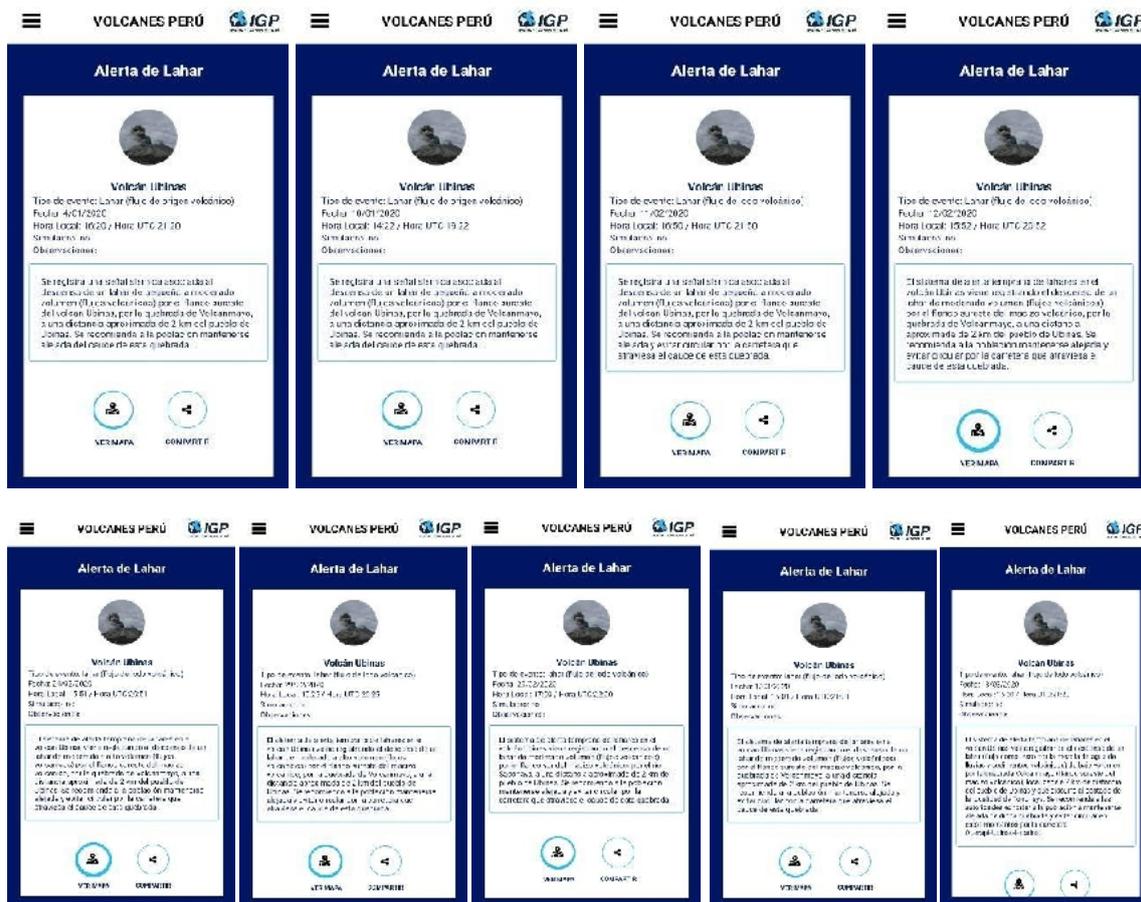


Figura 7.- Alertas por descenso de lahares en el volcán Ubinas durante la temporada de lluvias 2019-2020 emitidas a través del aplicativo móvil "Volcanes Perú"

3.- ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL

Luego de la actividad explosiva desarrollada por el volcán Ubinas entre julio y septiembre de 2019, el comportamiento dinámico del volcán al mes de mayo de 2020, ha disminuido considerablemente. Sin embargo, entre junio y julio de 2020 se registra el incremento de la actividad sísmica de tipo Volcano Tectónico (VT) y la detección de señales sísmicas de tipo Tornillo, ambos eventos indican que se estaría generando ruptura de rocas por el incremento de la presión al interior del volcán. Este incremento puede correlacionarse con la ocurrencia de emisiones de gases (principalmente vapor de agua) registrados por las cámaras de vigilancia e imágenes satelitales. Las emisiones de gases no superaron los 1000 m de altura sobre la cima de volcán. Las series de tiempo sobre la deformación estructural del volcán Ubinas indican que desde el 31 de octubre de 2019 se está generando un desplazamiento negativo de 0.9 cm, el cual estaría relacionado a un proceso de normalización de la actividad volcánica y a la ausencia de nuevos aportes de magma.

En relación a los lahares o flujos de lodo, estos han estado presentes entre los meses de enero a marzo de 2020 en la quebrada Volcanmayo con volúmenes menores a 0.3 Mm³. El último de estos lahares fue observado el 18 de marzo de 2020. Asimismo, no existen antecedentes de contaminación significativa por el contacto de lahares con cursos de agua, sobre todo con el río Tambo.

En este escenario, existe la posibilidad de que en el mediano o largo plazo el volcán Ubinas desarrolle un nuevo proceso eruptivo y a fin de informar sobre esta posibilidad, el IGP, a través del CENVUL, continuará realizando el monitoreo geofísico permanente y en tiempo real para informar de manera oportuna a las autoridades, instituciones del SINAGERD y población.

3.1.- Peligros volcánicos

A mediano o largo plazo, el volcán Ubinas puede presentar actividad eruptiva similar a la observada en los años anteriores y en estos escenarios, los peligros

volcánicos más importantes son la caída de piroclastos (cenizas, lapilli) o la eyección de bloques balísticos de acuerdo a las siguientes características.

3.1.1.-Caída de piroclastos: Las explosiones del Ubinas emiten partículas de ceniza que son expulsadas de manera violenta hacia la atmósfera, para ser inmediatamente dispersadas por los vientos a direcciones y distancias variables. Las cenizas corresponden a partículas finas (<2 mm) de un magma pulverizado o fragmentos pequeños de roca que pueden causar serios problemas en la salud de los habitantes que viven en un radio de 15 km del volcán. Del mismo modo, pueden contaminar las fuentes de agua, los cultivos, los pastizales, etc. Por ejemplo, durante la actividad explosiva de julio de 2019 se observó que las cenizas viajaron a más de 250 km de distancia en dirección este y sureste del Ubinas, afectando localidades de las regiones de Moquegua, Tacna y Puno, así como terrenos de cultivos, fuentes de agua, etc.

3.1.2.- Caída de proyectiles balísticos: En anteriores procesos eruptivos se han generado explosiones en el volcán Ubinas que produjeron la eyección de bloques incandescentes o proyectiles balísticos. Por ejemplo, durante la actividad explosiva de julio de 2019, se observó la eyección de fragmentos de roca incandescente o piroclastos que cayeron en las laderas del volcán hasta distancias menores a los 3 km de distancia del cráter. Estos bloques pueden representar un peligro para las personas que se acercan o tratan de ascender al volcán.

3.2.- Escenarios futuros

A continuación, se describe los dos probables escenarios que podría presentar el volcán Ubinas al cabo de meses y años, con base en su comportamiento dinámico pasado y la situación actual teniendo en cuenta las características de los diferentes datos geofísicos que se vienen registrando en el CENVUL.

3.2.1- Primer escenario: erupción vulcaniana (IEV 1-2). Actualmente, el volcán Ubinas viene presentando bajos niveles de actividad sísmica,

deformación cortical, emisión de gases, etc., parámetros geofísicos que podrían incrementarse y desencadenar al cabo de meses o años un nuevo proceso eruptivo. En caso de iniciar un nuevo proceso, este presentaría explosiones que consecuentemente emitirían cenizas, gases y, eventualmente, bloques balísticos que caerían en áreas próximas al volcán (en un radio de 2 a 3 km del cráter). Todo este proceso, es típico de una actividad volcánica del tipo vulcaniana. Asimismo, según la historia eruptiva del volcán Ubinas, las explosiones se pueden dar en intervalos de horas y como resultado, generarían columnas eruptivas de gases y cenizas que pueden alcanzar alturas de hasta 6 km sobre la cima del volcán.

3.2.2.- Segundo escenario: retorno a la normalidad. Considera que la actual actividad sísmica y emisión de gases cese y, en consecuencia, no se desarrolle un proceso eruptivo.

En ambos escenarios, el monitoreo volcánico permanente que realiza el IGP a través del CENVUL permitirá alertar a las autoridades y población sobre el estado del volcán para la prevención y/o mitigación del desastre que este podría ocasionar.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis de los parámetros geofísicos de monitoreo volcánico, entre octubre de 2019 y mayo de 2020, el volcán Ubinas presentaba niveles bajos de actividad. Sin embargo, desde junio de 2020 a la fecha, el Ubinas presenta un ligero incremento en la ocurrencia de sismos de tipo Volcano-Tectónico (VT). Asimismo, se viene registrando sismos de tipo Tornillo, ligados a un ligero incremento de presión al interior del volcán. Este tipo de sismos son considerados como eventos precursores de futuras erupciones volcánicas.
- Las series de tiempo elaboradas con datos de deformación cortical, indican que desde octubre de 2019 se está generando un desplazamiento negativo de 0.9 cm, debido al proceso de normalización de la actividad volcánica y a la ausencia de nuevos aportes de magma.
- Durante el periodo de octubre de 2019 a julio de 2020, no se ha registrado explosiones ni emisiones de ceniza volcánica. Las emisiones visibles consisten de gases blanquecinos (principalmente vapor de agua) que alcanzaron alturas por debajo de los 1000 m sobre la cima del volcán. Estas fueron dispersadas hacia los sectores sur, sureste y noroeste del volcán.
- Durante la temporada de lluvias 2019-2020 (diciembre-marzo), el IGP, a través del CENVUL, ha registrado y alertado oportunamente el eminente descenso de nueve lahares (flujos de sedimentos volcánicos) que discurrieron por la quebrada Volcanmayo y parte del río Ubinas. Estos flujos alcanzaron distancias superiores a 10 km del cráter con volúmenes menores a 0.3 Mm³. Del mismo modo, no se ha identificado antecedentes de contaminación significativa por el contacto de lahares con cursos de agua existentes en la zona, como el río Tambo.
- En el futuro, el volcán Ubinas puede presentar dos escenarios a mediano o largo plazo: (i) generación de un nuevo proceso eruptivo con erupciones vulcanianas (IEV 1-2), tal como el que se registró entre julio y septiembre de 2019; y (ii) que la

actividad anómala registrada desde junio de 2020 a la fecha cese y el volcán regrese a su estado de “calma” habitual.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las autoridades tener en cuenta el nivel de alerta volcánica de **color amarillo**, lo cual implica: 1) no acercarse a un radio menor de 4 km del cráter. Toda aproximación o ascenso al volcán es de muy alto riesgo. 2) Implementar acciones de prevención y mitigación ante un incremento de la actividad volcánica y 3) Mantener operativo las zonas de albergue y rutas de evacuación.
- En caso de caída de ceniza, la población debe evitar el contacto con este material, cubrirse la nariz y boca con paños húmedos o mascarillas, además de mantener cerradas las puertas y ventanas de las viviendas.
- Mantenerse informado en todo momento sobre la actividad volcánica del Ubinas mediante la información proporcionada por el IGP como institución oficial del Estado.

[\(http://www.igp.gob.pe/servicios/centro-vulcanologico-nacional/\)](http://www.igp.gob.pe/servicios/centro-vulcanologico-nacional/)