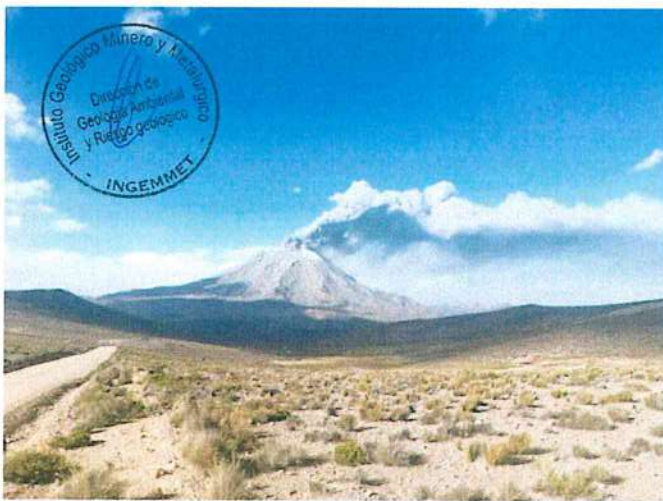


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6990

EVALUACIÓN DE PELIGROS VOLCÁNICOS DE LOS POBLADOS DE UBINAS, ESCACHA, SACOHAYA, SAN MIGUEL, QUERAPI Y ANASCAPA

Región Moquegua
Provincia General Sánchez Cerro
Distrito Ubinas



DICIEMBRE
2019

INDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 ANTECEDENTES	5
1.2 OBJETIVO	5
1.3 UBICACIÓN	6
1.4 CLIMA E HIDROLOGÍA	6
2. ACTIVIDAD VOLCÁNICA DEL UBINAS	8
3. GEOMORFOLOGÍA	11
3.1 GEOFORMAS DE ORIGEN GLACIAR	11
3.1.1 UNIDAD DE VALLES GLACIARES	11
3.1.1.1 SUBUNIDAD VALLE DE UBINAS	11
3.1.1.2 SUBUNIDAD VALLE DE PARA	11
3.2 UNIDAD VOLCÁNICA	12
3.2.1 SUBUNIDAD ESTRATO-CONO VOLCÁNICO (GV-Est)	12
3.2.2 SUBUNIDAD DOMOS DE LAVA (GV-D)	12
3.3 OTRAS GEOFORMAS	12
3.3.1 UNIDAD DE LOMADAS (OG-Lom)	12
3.3.2 UNIDAD DE CUMBRES ALTAS (OG-CV)	12
4. GEOLOGÍA	14
4.1 ESTRATIGRAFÍA Y EVOLUCIÓN DEL VOLCÁN UBINAS	14
4.1.1 UBINAS I (>370,000 años)	14
4.1.2 UBINAS II (370,000 años hasta el presente)	14
4.2 OTROS DEPÓSITOS	15
4.2.1 DEPÓSITOS DE LAHAR	15
4.2.2 DEPÓSITOS COLUVIALES	15
4.2.3 DEPÓSITOS ALUVIALES	15
5. PELIGROS VOLCÁNICOS	17
CONCEPTOS GENERALES	17
5.1 CAÍDAS DE TEFRAS	18
5.2 FLUJOS PIROCLÁSTICOS	18
5.3 FLUJOS DE LODO O LAHARES	19

5.4 AVALANCHA DE ESCOMBROS (DERRUMBE DEL FLANCO SUR).....	19
5.5 ERUPCIÓN EFUSIVA: FLUJOS DE LAVA Y DOMOS	20
5.6 OTRO PELIGRO ASOCIADO: EMISIONES DE GASES.....	20
6. MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN UBINAS.....	21
6.1 MAPA DE PELIGROS PROXIMAL	21
6.2 <i>MAPA DE PELIGROS POR CAÍDAS DE CENIZA Y LAPILLI</i>	23
7. CONCLUSIONES	28
8. RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación de los poblados del valle de Ubinas, los cuales se encuentran entre 3 y 10 km del volcán Ubinas.	7
Figura 2: Correlación entre la actividad interna (sismicidad) y la actividad externa (emisiones de ceniza) del volcán Ubinas correspondiente al día 19 de julio.	9
Figura 3: Imagen satelital CIRA del día 19 de julio de 2019 que muestra la pluma volcánica siendo dispersada por el viento en dirección E - SE.	10
Figura 4: Imagen satelital PerúSAT-1 del día 22 de julio de 2019 que muestra la pluma en dirección sureste.	10
Figura 5: Explosión y emisión de ceniza del día 03 de setiembre, dirección Sureste afectando al poblado de Ubinas.	11
Figura 6: Mapa Geomorfológico del valle de Ubinas, modificado de Rivera et. al., 2011.	13
Figura 7: Mapa Geológico del valle de Ubinas (Tomado de Rivera et. al., 2011).	16
Figura 8: Principales tipos de peligros identificados en el volcán Ubinas: peligros por caídas de ceniza, lahares, flujos piroclásticos, flujos de lava y avalanchas de escombros.	17
Figura 9: Mapa proximal para peligros múltiples para los poblados de Querapi, Ubinas, Sacohaya, Tonohaya, Escacha, San Miguel, Anascapa, Huatagua, Huarina, y Matalaque. (Tomado de Rivera et. al., 2011)	22
Figura 10: Mapa de espesores por caída de ceniza en los pueblos del valle de Ubinas.	24
Figura 11: Medición de espesor de caída de ceniza en el sector de Volcanmayo.	25
Figura 12: Medición de espesor de caída de ceniza en el sector de Escacha.	25
Figura 13: a) Fragmentos líticos de hasta 2.5 cm, las muestras se tomaron a 3 km del volcán en la estación UBN02, la cual, se encuentra en dirección sureste. b) Ceniza recolectada en el pueblo de Ubinas, el cual, está localizado a 6 km del volcán. c) <i>Ceniza recolectada en Matalaque.</i> d) <i>Ceniza recolectada en Querapi.</i>	26
Figura 14: mapa de peligros por caídas de cenizas del volcán Ubinas (Tomado de Rivera et. al., 2011).....	27

RESUMEN

El 24 de junio del presente año se inició un nuevo proceso eruptivo del volcán Ubinas con emisión de cenizas. Las primeras explosiones ocurrieron el día 19 de julio generando una columna eruptiva de 6.5 km de altura sobre la cima del volcán, cuyas cenizas luego fueron dispersaron en dirección Este y Sureste a más de 250 km del volcán. Posteriormente, el 22 de julio a las 23:25 horas se produjo otra explosión que generó una columna eruptiva de 4 km y emitió bloques incandescentes los cuales alcanzaron las laderas del volcán, y el 3 de setiembre se dio otra explosión que generó una columna eruptiva de 3 km con dirección Sureste afectado al valle de Ubinas con una distancia de dispersión de caída de cenizas de hasta 15 km alcanzando al poblado de Matalaque. Debido al comportamiento actual actividad del volcán, se solicitó mediante el oficio N° **216-2019-A/MDU** al INGEMMET el estudio de peligro volcánico para los pueblos del valle de Ubinas.

Los pueblos del valle de Ubinas se encuentran asentados en depósitos de avalanchas de escombros formados por el colapso del sector sur del volcán Ubinas que podrían verse afectados por **erupciones leves a moderadas (IEV 1-3), las cuales son las más frecuentes y probables de ocurrir en el volcán Ubinas**. Mientras que las erupciones explosivas moderadas a altas (IEV \geq 4) son las menos frecuentes, y poco probables de ocurrir en un futuro cercano (Rivera et. al., 2011). En cualquier tipo de erupción los principales peligros volcánicos corresponden a caídas de cenizas, flujos de lodo (lahares) y flujos piroclásticos. Se podrían generar lahares secundarios en las temporadas de lluvias (enero - abril), lo que representa un peligro latente, de presentarse lluvias intensas; cabe recalcar que todos los años se generan lahares secundarios en el valle de Ubinas que afectan principalmente a las carreteras manteniendo a los poblados incomunicados.

Los espesores de caída de cenizas medidos en los poblados del valle de Ubinas: Querapi 1 mm, Ubinas de 7 mm, Escacha 3 mm, San Miguel 4 mm, Huatagua 3 mm, Huarina 2 mm y Matalaque 1 mm; en la explosión del día 19 de julio la dispersión de cenizas se ha dividido en 2 ejes, siendo el eje principal hacia el este llegando hasta la ciudad de La Paz (Bolivia) sobrepasando los 290 km de dispersión y el eje secundario con dirección hacia el sureste afectando a los poblados del valle de Ubinas.

En función del escenario descrito se recomienda, implementar acciones de preparación y prevención en los poblados del Valle de Ubinas, a fin de reducir el riesgo de desastres en caso ocurra un nuevo proceso eruptivo del volcán Ubinas. Intensificar los trabajos de monitoreo volcánico, a fin de mejorar nuestra capacidad de pronóstico y evaluar de forma permanente el impacto de las caídas de ceniza en la salud de las personas, las fuentes de agua y el medio ambiente, así como implementar acciones de mitigación.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) es una entidad rectora de la geología en el país. Según el ROF del INGEMMET (Decreto Supremo Nro. 035-2007-EM, ver Anexo), en el Artículo 3, dentro sus Ámbitos de Competencia y Funciones, señala entre otras funciones ***“Identificar, estudiar y monitorear los peligros asociados a movimientos en masa, actividad volcánica, aluviones, tsunamis y otros”***.

El INGEMMET, dentro de sus funciones brinda asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, que permite identificar, caracterizar, evaluar y diagnosticar aquellas zonas urbanas o rurales, que podrían verse afectadas por fenómenos geológicos que pudiera desencadenar en desastres. Estos estudios, concebidos principalmente como herramientas de apoyo a la planificación territorial y la gestión del riesgo (planes de emergencia), son publicados en boletines, y reportes técnicos. Esta labor es desarrollada, principalmente, por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.

Debido a la reciente actividad volcánica del Ubinas, la cual se inició el 24 de junio del presente año, el INGEMMET viene realizando el seguimiento permanente de la actividad volcánica informando a las autoridades sobre el estado del volcán y los efectos que generan las cenizas en el medio ambiente.

Por otro lado, la Municipalidad Distrital de Ubinas solicitó al INGEMMET, un informe técnico de peligros volcánicos de los poblados de Ubinas. Escacha, Sacohaya, San Miguel, Querapi y Anascapa, según oficio N°216 – 2019-A/MDU de fecha 21 de agosto.

1.1 ANTECEDENTES

El Director Geología Ambiental y Riesgo Geológico, designó a los profesionales David Valdivia, Rigoberto Aguilar y Nelida Manrique del Observatorio Vulcanológico del INGEMMET, para que formulen un informe técnico detallado sobre los peligros volcánicos en el valle de Ubinas.

En el presente informe se exponen los resultados de la evaluación técnica realizada, debidamente ilustrado con fotografías y mapas, donde se describe el estudio de peligrosidad volcánica en el valle de Ubinas realizado por INGEMMET.

1.2 OBJETIVO

El presente informe tiene como objetivos:

- Analizar y evaluar los tipos de peligros volcánicos que podrían afectar a los poblados del valle de Ubinas.

- Presentar la evaluación integral de las características geológicas, geomorfológicas y de los peligros volcánicos potenciales que se ciernen sobre el valle de Ubinas.
- Emitir recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de daños que pueden causar los peligros geológicos volcánicos sobre dicha zona.

1.3 UBICACIÓN

El valle de Ubinas se encuentra ubicado en el distrito de Ubinas, provincia General Sánchez Cerro, departamento de Moquegua; aproximadamente a entre 3 y 13 km de distancia del cráter del volcán Ubinas (*Figura 1*). Al valle de Ubinas se puede acceder a través de:

TRAMO	KM	TIPO DE VÍA	TIEMPO
Arequipa- Santa Lucia de Salinas – Logen – Volcán Ubinas – valle de Ubinas	105	Carretera afirmada	2:40 hrs
Arequipa – Polobaya – Volcán Pichu-Pichu - Santa Lucia de Salinas – Logen – Volcán Ubinas – valle de Ubinas	118	Carretera afirmada	3:00 hrs

1.4 CLIMA E HIDROLOGÍA

Existe un cambio o contraste de climas bien diferenciados respecto al volcán y a la zona de estudio. Al nivel 4600 a 5630 m s.n.m., donde se encuentra la parte alta y media del cono volcánico, corresponde a un clima frío. El aire de esta región es seco y poco denso. La temperatura diurna está por encima de los cero grados; en cambio por las noches casi siempre es inferior a cero grados. En los meses de invierno (diciembre-marzo) tienen lugar las fuertes precipitaciones de lluvia, nieve y granizo. En estos meses la nieve se deposita dentro de la caldera y en la parte superior de los flancos en un espesor aproximado de 40 cm y 60 cm, en un área de 5 a 7 km² (que hacen un volumen aproximado de 30 000 m³).

Hacia el nivel 3800 a 2800 m s.n.m., donde se encuentra el valle de Ubinas, el clima es templado y seco durante la mayor parte del año (mayo-noviembre). En esta zona a veces se dan heladas que afectan seriamente los cultivos (junio-julio) y durante los meses de diciembre a marzo se producen abundantes lluvias, que consecuentemente, producen derrumbes y deslizamientos en los terrenos poco consolidados o inestables (Rivera et. al., 2011).

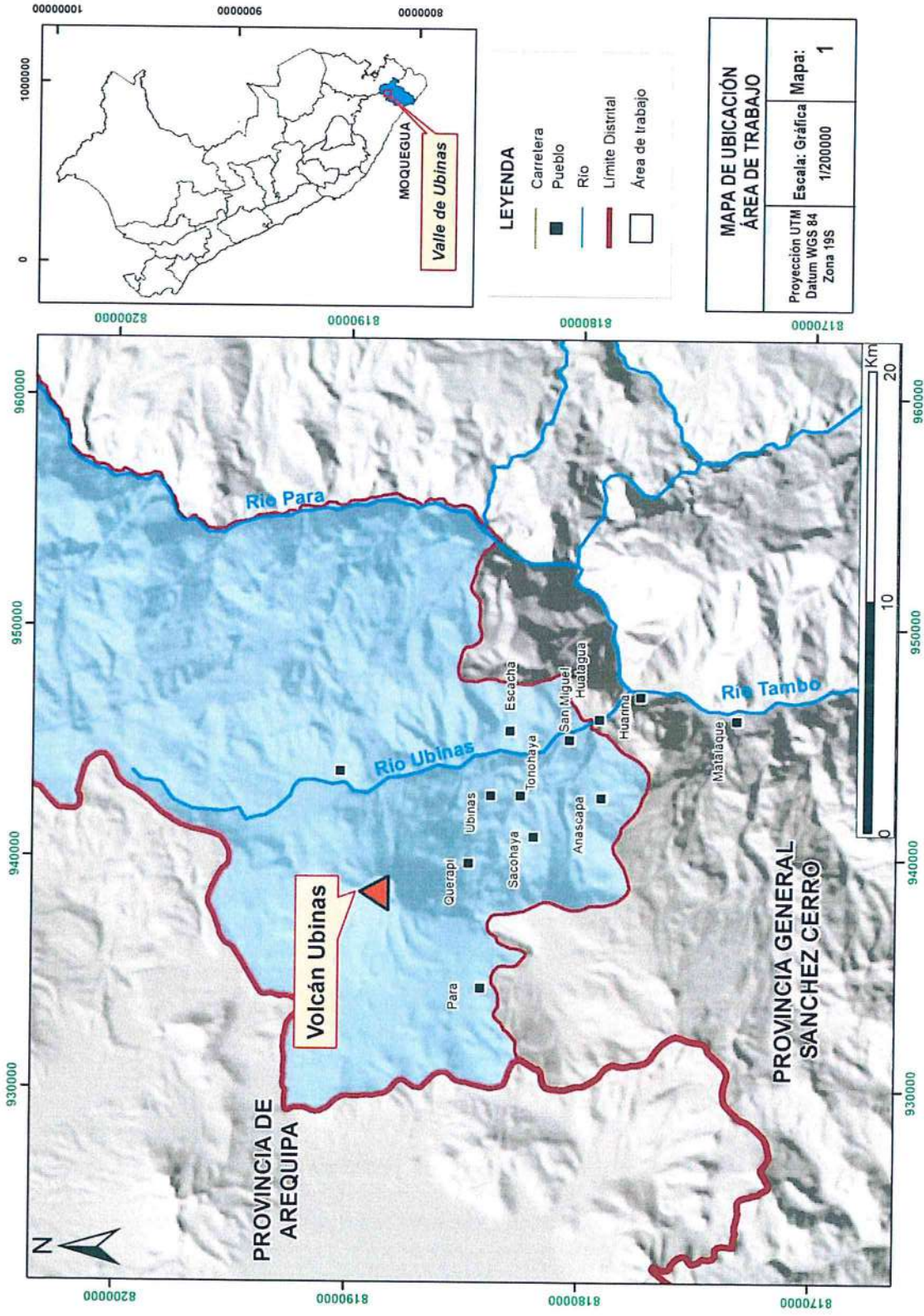


Figura 1: Mapa de Ubicación de los poblados del valle de Ubinas, los cuales se encuentran entre 3 y 10 km del volcán Ubinas.

En cuanto a la hidrología, existen dos cuencas ubicadas al extremo sur y sureste del volcán Ubinas por donde drenan los ríos Ubinas y Para, respectivamente. Estos ríos se unen en inmediaciones del poblado de San Miguel, y juntos drenan sus aguas al río Tambo del cual son tributarios. Reciben aportes de quebradas pequeñas que durante las épocas de lluvias transportan mayor volumen de agua. Las quebradas y ríos en su conjunto pertenecen a la vertiente hidrográfica del Océano Pacífico. Los ríos Para y Ubinas se caracterizan por transportar agua durante todo el año, incrementando cada uno considerablemente su caudal hasta en 12 m³/s durante el invierno (diciembre-marzo) y disminuyéndolo hasta 2 m³/s en los meses de verano (abril-noviembre).

2. ACTIVIDAD VOLCÁNICA DEL UBINAS

El volcán Ubinas es uno de los diez volcanes activos del sur peruano, localizado en la región Moquegua. Estudios geológicos-vulcanológicos muestran que dicho volcán presentó al menos 26 crisis volcánicas desde el año de 1550 (Rivera, 1998; Rivera *et al.*, 2011), referidas a alta actividad fumarólica y emisiones de cenizas, con una recurrencia de 2 a 6 episodios por siglo, considerado por ello como el más activo del sur peruano. Esta actividad pasada se caracterizó por presentar erupciones leves a moderadas, que constantemente causaron daños en la población, terrenos de cultivos, pastizales y fuentes de agua.

La actividad eruptiva del volcán Ubinas registrada entre los años 2006-2009, causó alarma y preocupación entre los pobladores del valle de Ubinas y sus autoridades, quienes antes de dicha crisis no se disponía de un sistema de monitoreo volcánico, tampoco se disponía de planes de contingencia, ni estrategias destinadas a atender una crisis volcánica que involucre la evacuación de la población. En esta oportunidad se temió que la actividad se incrementara enormemente, inclusive con la generación de flujos piroclásticos o colapso del sector sur del volcán con posibles consecuencias trágicas para los más de 3000 habitantes que viven en el valle de Ubinas (situado al pie del flanco sur del volcán). Al inicio de esta actividad, es decir, desde abril a agosto del 2006, se produjo un importante incremento de la actividad volcánica, el cual, se vio reflejado por las continuas emisiones de cenizas que obligó a las autoridades a evacuar en un primer momento a los pobladores de Querapi hacia el refugio de Anascapa (ocurrido los días 20-21 de abril de 2006) y, en un segundo momento, a más de 1500 personas al refugio de Chacchagen (~15 km al sureste del volcán). Esto ocurrió entre los días 9 y 11 de junio del 2006 (Mariño *et al.*, 2011).

El 01 de setiembre del 2013, el volcán Ubinas inició un nuevo ciclo de actividad eruptiva, alcanzando su mayor nivel de actividad entre los días 12 y 23 de abril del 2014. En este periodo se produjeron alrededor de 46 explosiones, con emisiones importantes de ceniza, en columnas eruptivas de hasta 5 km sobre el cráter que produjeron caídas de ceniza a más de 25 km de distancia del cráter. A partir de mayo de 2014 la actividad eruptiva del volcán Ubinas disminuyó paulatinamente, manteniéndose en un nivel bajo, hasta enero del 2016.

El actual proceso 2019 del volcán Ubinas se inició la mañana del 24 de junio, desde las 07:30 am, se registraron emisiones de gases y ceniza en forma de columnas fumarólicas que se elevaban hasta los 1400 m sobre el cráter del volcán y se dispersaban hacia el

noreste; estas emisiones se prolongaron por cinco horas. Posteriormente, el volcán Ubinas bajó su producción de gases y ceniza, solo se apreciaban gases azulinos de poca intensidad que rápidamente se dispersaban por el viento, hacia el noreste.

El 19 de julio, desde las 02:30 horas, el Ubinas inició su segunda fase eruptiva, con abundante emisión de gases y ceniza, cuyas columnas superaron los 6.5 km sobre la cima del volcán (*Figura 2*) y las cenizas se dispersaban hacia el este/sureste (*Figura 3*), zona donde se encuentran la mayor cantidad de pueblos del valle de Ubinas. Ese día la intensa actividad perduró por más de 8 horas, durante el cual las cenizas viajaron a más de 250 km de distancia del volcán, traspasando los departamentos de Moquegua, Tacna y Puno, llegando hasta el territorio boliviano.

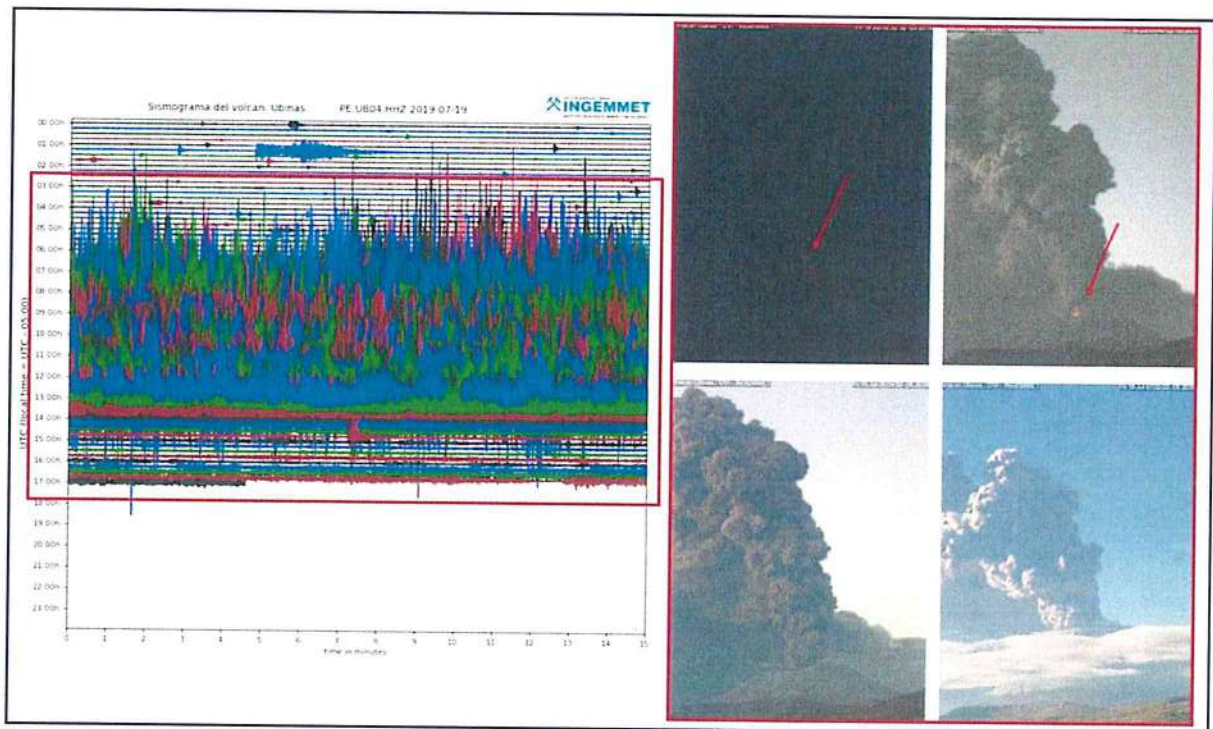


Figura 2: Correlación entre la actividad interna (sismicidad) y la actividad externa (emisiones de ceniza) del volcán Ubinas correspondiente al día 19 de julio.

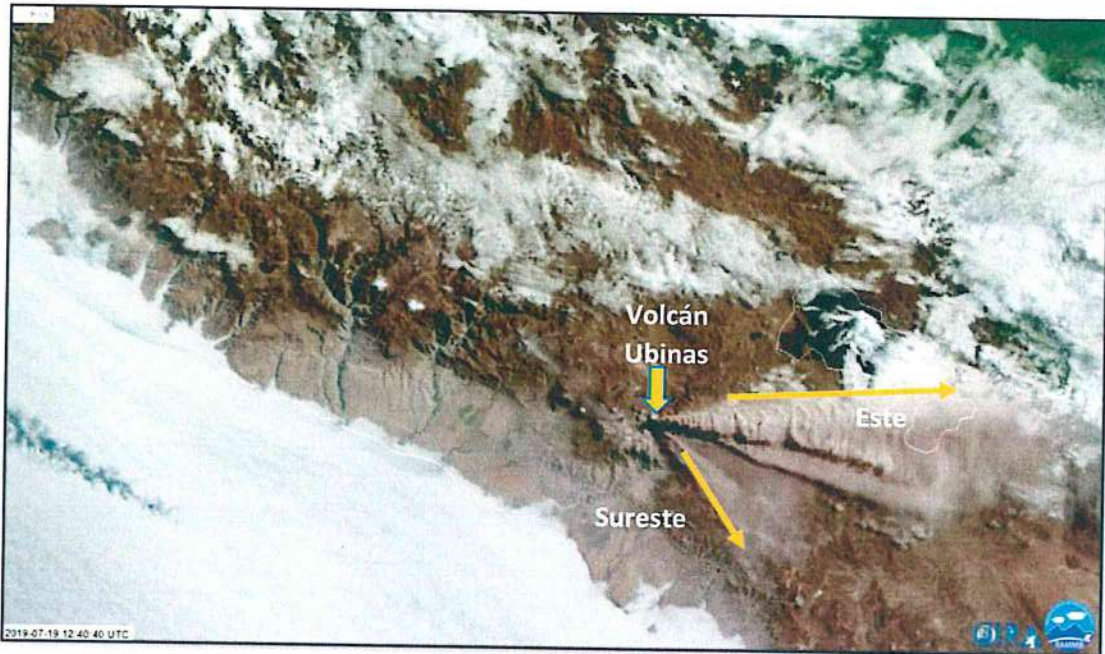


Figura 3: Imagen satelital CIRA del día 19 de julio de 2019 que muestra la pluma volcánica siendo dispersada por el viento en dirección E - SE.

El 22 de julio, a las 23:25 horas se registró otra explosión, seguido de la emisión de gases, cenizas y fragmentos de roca. En el poblado de Ubina ese día cayeron fragmentos de hasta 2 cm por más de 35 minutos. En aquel día las columnas superaron los 4 km sobre el nivel del cráter y se dispersaron en dirección sureste (Figura 4).



Figura 4: Imagen satelital PerúSAT-1 del día 22 de julio de 2019 que muestra la pluma en dirección sureste.

El 03 de setiembre, a las 14:00 horas se registró otra explosión, seguido de la emisión de gases, cenizas y fragmentos de roca. En el poblado de Ubinas fue afectado por fragmentos de hasta 2 cm por 17 minutos. La columna alcanzo los 3 km sobre el nivel del cráter y se dispersaron en dirección sureste (*Figura 5*).

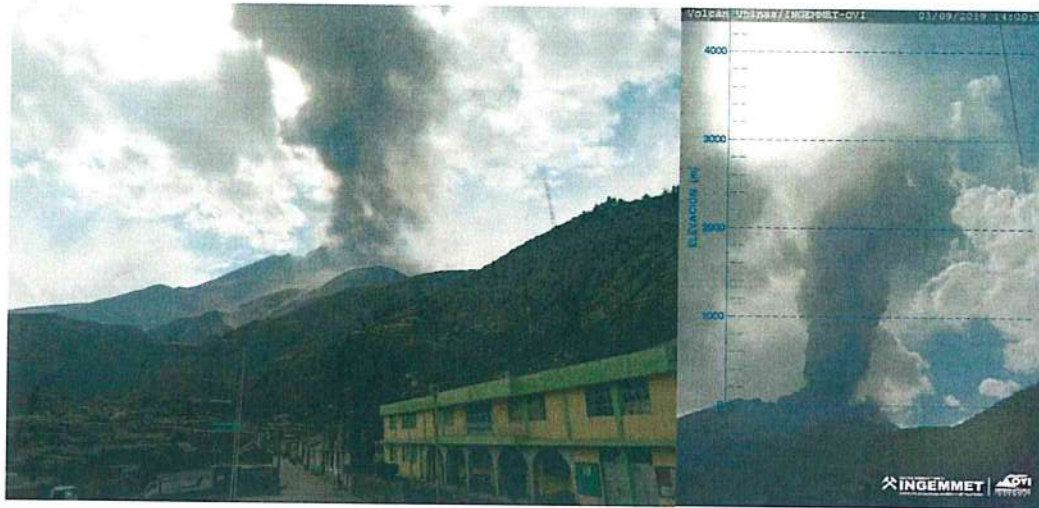


Figura 5: Explosión y emisión de ceniza del día 03 de setiembre, dirección Sureste afectando al poblado de Ubinas.

3. GEOMORFOLOGÍA

El valle de Ubinas está localizado entre los 3800 m.s.n.m. y 2800 m.s.n.m., en donde se distinguen las siguientes geofomas:

3.1 GEOFORMAS DE ORIGEN GLACIAR

Con este nombre designamos a las unidades litológicas afectadas por la actividad glaciario y a los depósitos producidos por dicha actividad, que afloran dentro del área de estudio. Entre estas geofomas de origen glaciario tenemos:

3.1.1 UNIDAD DE VALLES GLACIARES

3.1.1.1 SUBUNIDAD VALLE DE UBINAS

Este valle se prolonga desde la Quebrada Volcanmayo (pie del flanco sur) hasta la confluencia del río Tambo. En la cabecera de dicho valle afloran depósitos volcanoclásticos y avalanchas de escombros, en donde los ríos Ubinas y Secuaya han producido encañonamientos. Hacia la parte baja del valle (3100 m.s.n.m.) y ambos márgenes del río Ubinas, se encuentran áreas de cultivos asentadas sobre terrazas (*Figura 6*). Dichas terrazas se hallan conformadas por depósitos aluviales y lahares. Además, sobre las terrazas se levantan poblados como: Tonohaya, San Miguel y Huatagua.

3.1.1.2 SUBUNIDAD VALLE DE PARA

Es un valle glaciario estrecho que tiene una forma transversal en "U" o artesa. En ambos márgenes de este río afloran depósitos de flujos piroclásticos soldados cubiertos por

flujos de barro y depósitos aluviales, dispuestos en forma de terrazas escalonadas que miden más de 20 m de altura. El valle de Para se une al valle de Ubinas en los poblados de San Miguel (Figura 6).

3.2 UNIDAD VOLCÁNICA

Esta unidad está conformada por la formación y crecimiento del edificio volcánico del volcán Ubinas (Estrato-cono volcánico) y los domos de lava emplazados en los alrededores del macizo rocoso.

3.2.1 SUBUNIDAD ESTRATO-CONO VOLCÁNICO (GV-Est)

El edificio volcánico está constituido por innumerables flujos de lava y flujos piroclásticos, los cuales en gran parte están cubiertos por depósitos de cenizas y materiales retrabajados. Morfológicamente dentro de dicha estructura se destacan dos zonas: la base y la cumbre del edificio. La parte baja se encuentra sobre los 4300 m.s.n.m., y presenta superficies onduladas de suaves pendientes ($< 20^\circ$). Hacia la parte alta se presenta un relieve de fuertes pendientes ($> 40^\circ$), constituido por flujos y coladas de lavas bastante inclinadas. La parte alta del edificio es truncada hacia los 5560 m.s.n.m., en donde se ubica la caldera semi-elíptica cuyo eje tiene una dirección NO-SE, y es de 1,5 km de diámetro (Fig. 2.1).

3.2.2 SUBUNIDAD DOMOS DE LAVA (GV-D)

Existen cuatro domos de lava que se ubican al N, NE y SW del Ubinas (Figura 6). Dichos domos tienen formas cónicas semi-circulares. Poseen entre 1,2 a 1,6 km² y de 0,2 a 0,8 km de altura. Estos domos de lava en parte se encuentran cubiertos por cenizas holocénicas, históricas y cenizas emitidas durante la actividad 2006-2008.

3.3 OTRAS GEOFORMAS

3.3.1 UNIDAD DE LOMADAS (OG-Lom)

Corresponden a las zonas elevadas con pendientes suaves y onduladas ubicadas dentro del área de estudio.

3.3.2 UNIDAD DE CUMBRES ALTAS (OG-CV)

Corresponden a las zonas más elevadas (> 4800 m.s.n.m.) ubicadas dentro del área de estudio, donde las condiciones de vida tanto para los animales y plantas se hacen difíciles. Depósitos de avalanchas caracterizadas por presentar material oxidado e hidrotermalizado (Figura 6).

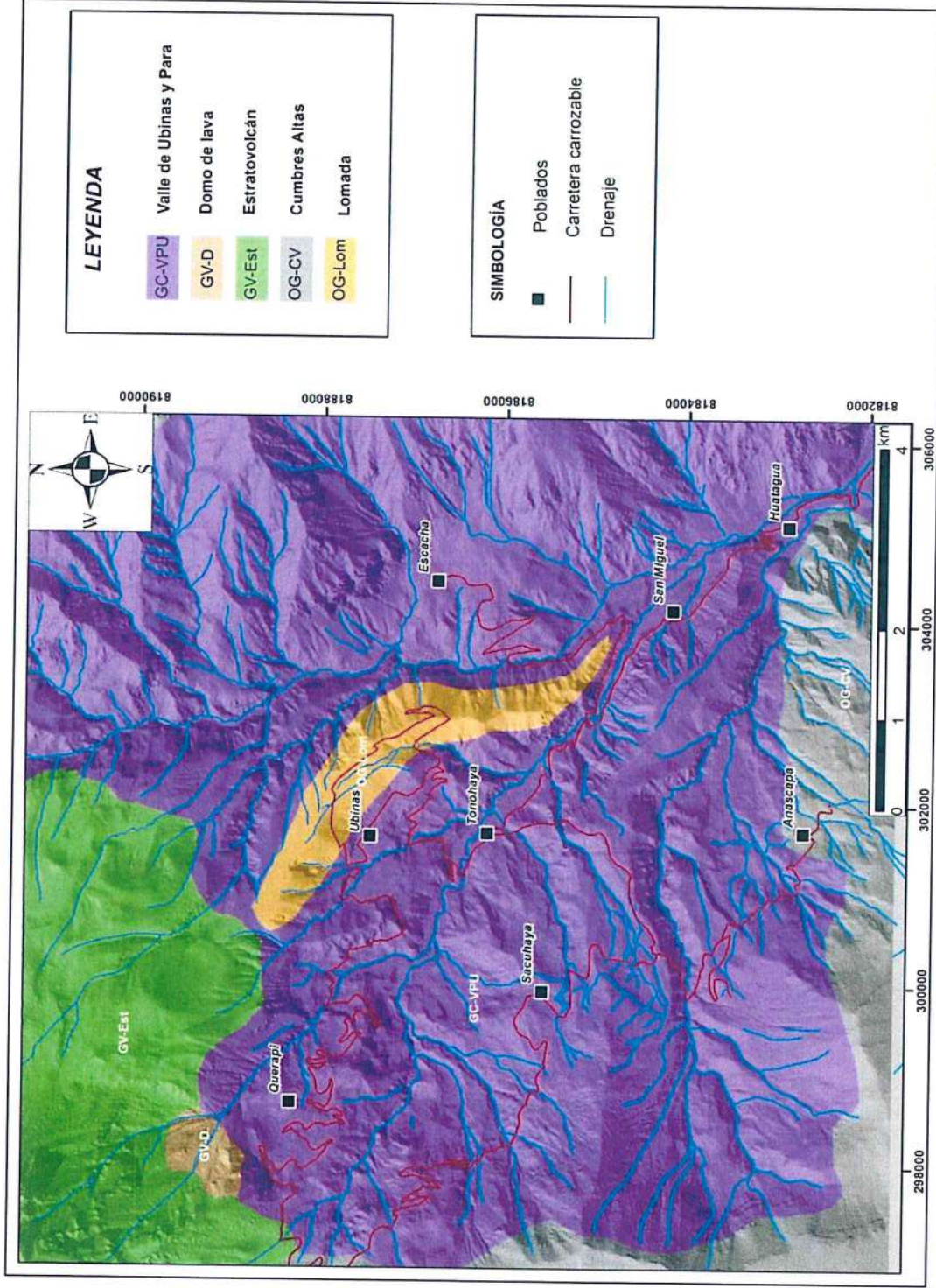


Figura 6: Mapa Geomorfológico del valle de Ubinas, modificado de Rivera et. al., 2011.

4. GEOLOGÍA

Las unidades litoestratigráficas pertenecientes al sustrato de la zona de estudio corresponden a las secuencias volcánicas del Cretáceo inferior al Pleistoceno pertenecientes a la Formación Matalaque, Grupo Tacaza y Grupo del Barroso; estos depósitos están cubiertos por secuencias volcánicas producto de la evolución del estrato volcán Ubinas (Figura 7).

4.1 ESTRATIGRAFÍA Y EVOLUCIÓN DEL VOLCÁN UBINAS

4.1.1 UBINAS I (>370,000 años)

Corresponde a la primera etapa eruptiva, durante el cual el Ubinas presentó una actividad principalmente efusiva, que emplazó flujos de lava andesíticos que yacen en la base del volcán (Figura 4). Posteriormente, se destruyó el flanco sur del volcán generando depósitos de avalanchas de escombros que tuvo un volumen de $\sim 2.8 \text{ km}^3$, distribuidos en la parte baja del flanco sur (visibles a más de 12 km al sureste del volcán, visible en el valle de Ubinas (Rivera et. al., 2011).

4.1.2 UBINAS II (370,000 años hasta el presente)

Inicialmente entre $\sim 370,000$ y $270,000$ años A.P. (antes del presente) se produjo el crecimiento y destrucción de domos de lava, seguido o asociado al emplazamiento de lavas que forman parte del cono superior del volcán. Posteriormente, se produjo una erupción explosiva que generó una secuencia de flujos piroclástico de pómez y cenizas cuyo volumen fue de $1,8 \text{ km}^3$, que aflora entre 7 y 8 km al sureste del cráter, ligado a un probable colapso de caldera, ocurrido hace $269,000 \pm 14$ años. Posteriormente, entre $\sim 250,000$ y $170,000$ años A.P., se produjo el crecimiento y destrucción de domos, asociado a una actividad efusiva que emplazó flujos de lava. Entre $170,000$ y $20,000$ años A.P. predomina una importante actividad efusiva que terminó por formar el cono superior del volcán.

En una última etapa, ocurrida hace menos de $20,000$ años se produjeron erupciones explosivas plinianas que formaron la caldera del volcán. Una de las erupciones plinianas más antiguas, de hace $14,000$ años A.P. ha depositado una capa de pómez riolíticos de 4.5 m de espesor, a 9 km al sur del cráter (visibles en los sectores de Sacohaya y Anascapa), sobre el cual existe otro depósito de caída pliniana de $1,2 \text{ m}$ de espesor, constituido de lapilli pómez, datado en 7480 años A.P. Hace cerca de 3670 años ocurrió un segundo derrumbe del flanco sur del volcán que depositó una avalancha de escombros de $\sim 1,2 \text{ km}^3$. Estos depósitos formaron montículos al pie de la pared sur del cono (Querapi). Hace ca. 980 ± 60 años A.P. ocurrió la última erupción pliniana del Ubinas que depositó una capa caída de lapilli pómez andesíticos de $4,5 \text{ m}$ de espesor

a 6 km al sureste del volcán. Desde el año de 1550 d.C. hasta la actualidad, la actividad volcánica estuvo caracterizada por erupciones explosivas de magnitud baja (IEV 1-3), como la actividad eruptiva 2006-2009; 2013-2016 (Rivera et. al., 2011).

4.2 OTROS DEPÓSITOS

4.2.1 DEPÓSITOS DE LAHAR

Estos depósitos se encuentran distribuidos en las quebradas que descienden por los flancos del volcán. Están constituidos de bloques de lava y grava, incluidos dentro una matriz fina areno-limosa. Poseen espesores de 1 a 6 m, y se prolongan a distancias de 4 a 5 km del volcán, hacia donde disminuyen de espesor. Además, los lahares se encuentran hasta una distancia de 10 km del cráter (actual cauce del río Ubinas), en donde se encuentran formando terrazas escalonadas que hacen un espesor total de hasta 4 m. En general los lahares debieron generarse durante lluvias fuertes o también debieron provenir de las interacciones entre los productos eruptivos calientes y una parte de la nieve y el agua que se encontraban en la cumbre y caldera del volcán, o después de erupciones.

4.2.2 DEPÓSITOS COLUVIALES

A lo largo de la margen izquierda del río Para (sobre todo en áreas comprendidas entre los 2800 a 3300 m.s.n.m.) se tienen depósitos coluviales. Estos depósitos se encuentran cubriendo terrazas aluviales. Se caracterizan por presentar clastos que van desde bloques a limos heterogéneos y sueltos, producto de la erosión y meteorización de las rocas circundantes. Además, dentro de dichos depósitos se encuentran lapilli y cenizas removidas pertenecientes a caídas de tefras.

4.2.3 DEPÓSITOS ALUVIALES

A lo largo del valle de Ubinas se distinguen más de cuatro niveles de terrazas aluviales que descansan a ambos márgenes del río Ubinas. Estas se depositaron sobre avalanchas de escombros del Pleistoceno superior. En dicha zona las terrazas aluviales tienen un espesor total de 5 a 20 m. Litológicamente están conformado por una gran variedad de gravas, bloques lávicos (0,05 a 2,2 m de diámetro) y fragmentos subredondeados y subangulosos, englobados dentro de una matriz limo arcillosa poco compactada.

Por otro lado, dentro del valle de Para (margen izquierda del río Para) existen pocas terrazas (entre 3 y 6 m de espesor) que tienen un espesor total de 10 m. Estos depósitos se encuentran constituidos por sedimentos finos y bloques de lava e ignimbritas subredondeados de hasta 1,5 m de diámetro.

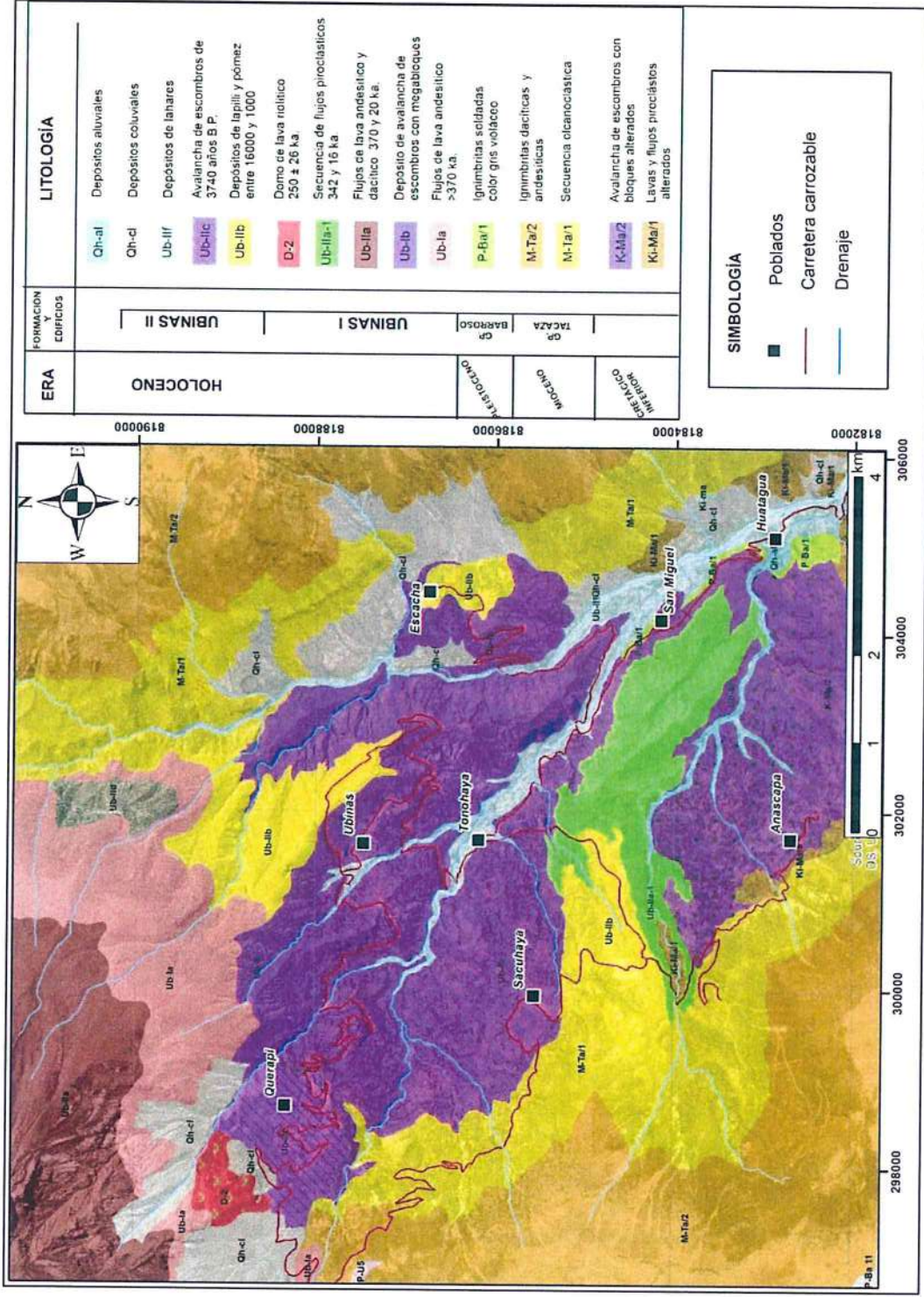


Figura 7: Mapa Geológico del valle de Ubina (Tomado de Rivera et al., 2011).

5. PELIGROS VOLCÁNICOS

CONCEPTOS GENERALES

Los peligros volcánicos y riesgo incluyen: las caídas de cenizas y piedra pómez, flujos piroclásticos, flujos de lodo (lahares), flujos de lava, peligros asociados a las emisiones de gases y avalanchas de escombros (Figura 8). Estos eventos pueden ser generados por diversos tipos de erupción volcánica.

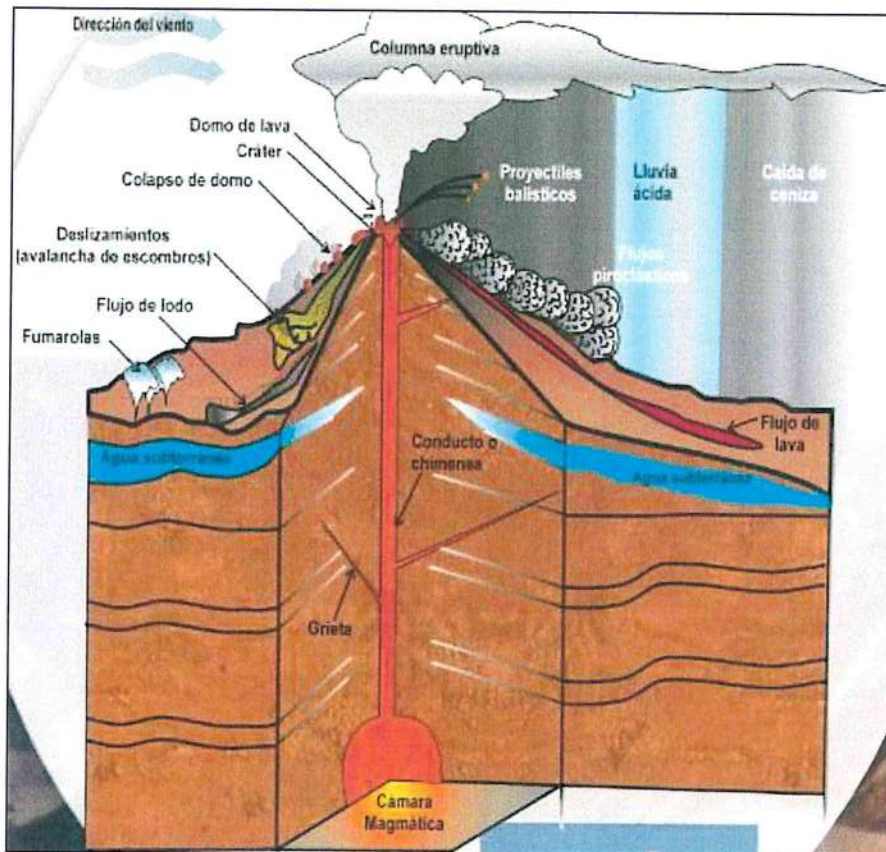


Figura 8: Principales tipos de peligros identificados en el volcán Ubinas: peligros por caídas de ceniza, lahares, flujos piroclásticos, flujos de lava y avalanchas de escombros.

Muchas veces en la población existe confusión sobre lo que es **peligro y riesgo**. El **Peligro** significa la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural (origen volcánico), de origen tecnológico o provocado por el hombre, que puede manifestarse en un sitio y durante un tiempo de exposición prefijado. Mientras que el **Riesgo** es la probabilidad de pérdidas (vida, propiedad, capacidad productiva) dentro de un área sometida a una amenaza (Tilling, 1989; Scott, 1989), el **Riesgo** se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. El INGEMMET realiza principalmente la evaluación del peligro.

A continuación, se presenta los cinco tipos de peligros volcánicos:

5.1 CAÍDAS DE TEFRAS

Durante una erupción explosiva las cenizas y/o piedra pómez son eyectadas a la atmósfera en forma de una pluma volcánica que comúnmente pueden alcanzar más de 6 km de altura. En caso de erupciones explosivas violentas (ej. caso de una erupción pliniana) las cenizas y pómez pueden alcanzar alturas de hasta 30 km. Posteriormente las cenizas o piedra pómez caen y se depositan alrededor de un volcán. Las cenizas pueden generar víctimas y causar daños a la propiedad por el impacto de los materiales que caen sobre estas, formando una capa encima del terreno. Cuanto mayor sea el grado de explosividad de una erupción, mayor será la altura de la pluma volcánica, así como el volumen de material emitido, mayor el tamaño de los diámetros, en tal sentido más graves serán los efectos. La acumulación de las cenizas puede causar que los techos de las construcciones (viviendas, colegios, centros médicos) colapsen, perturben el tránsito, afecten la agricultura y ganadería y contaminen fuentes de agua tanto para consumo humano, como para la ganadería. La ceniza suspendida en el aire puede causar serios problemas respiratorios y perturbar el tráfico vehicular y/o aéreo.

Los datos sobre erupciones históricas muestran que las emisiones de cenizas son los productos más comunes en el volcán Ubinas.

5.2 FLUJOS PIROCLÁSTICOS

Durante una erupción explosiva moderada a fuerte pueden generarse flujos piroclásticos que corresponden a nubes calientes compuestas de una mezcla de bloques, bombas, y cenizas dentro de una emulsión de gases calientes que las soportan. Los flujos pueden desplazarse a velocidades de 100 a 300 km/hora (Hoblitt et al., 1995) y tienen tendencia a encauzarse a lo largo de las quebradas y valles. La temperatura de los flujos piroclásticos varía entre 350° a 800°C. Los flujos piroclásticos son comunes en la mayoría de las erupciones volcánicas explosivas de moderada a alta magnitud (IEV >3). Los peligros asociados con los flujos piroclásticos debido a su alta velocidad, alta densidad y alta temperatura incluyen asfixia, entierro, incineración y daños a la propiedad.

En el Ubinas se han reconocido pocos flujos piroclásticos producidos por una actividad explosiva pasada. Entre ellas se ha reconocido un flujo de escorias poco voluminoso generado por una actividad similar. Este flujo de 0,8 m de espesor aflora en el flanco NE del volcán, a 3 km del cráter y fue depositado en el año 1677.

Durante una erupción explosiva moderada, la probabilidad de ocurrencia de flujos piroclásticos en el volcán Ubinas es de alta a moderada; la zona de mayor riesgo, que podría ser afectada por estos flujos, comprenden las quebradas Sacohaya, Volcanmayo, Chillón, Infiernillo, la cabecera de los valles de Ubinas y Para.

5.3 FLUJOS DE LODO O LAHARES

Un flujo de lodo o un lahar está compuesto por una mezcla de rocas de origen volcánico con agua que fluye y se origina directa e indirectamente por la actividad eruptiva de un volcán (McPhie et al., 1993). Los lahares pueden ser producidos por interacción de productos calientes (lava o piroclastos) con la nieve o hielo que permanece en la cumbre del volcán. La distancia alcanzada por un lahar depende de su volumen y puede llegar a más de 100 km incorporando fuentes adicionales de agua. Los lahares, por su alta densidad y velocidad pueden destruir estructuras en su trayecto tales como: puentes, enterrar poblaciones, áreas de cultivo, cerrar y desviar canales de agua produciendo inundaciones (Scott et al., 1997; Hoblitt et al., 1995).

En el volcán Ubinas pueden generarse flujos de lodo, con o sin erupción (periodo de lluvias), ya que, durante los meses de diciembre y marzo presenta hielo y nieve en la cumbre sur. Este hielo y nieve al fundirse se convertiría en agua que fluye y se mezclaría con el material susceptible de ser incorporado en el camino del lahar. También juega un rol importante la pendiente de las laderas del volcán (45° en la parte alta del volcán), y pendientes de las quebradas aledañas. Los lahares se desplazarían por las quebradas Volcanmayo, Sacohaya y Chillón, con dirección al río Tambo. La presencia de depósitos de flujos de barros antiguos y recientes en los cauces de los ríos Ubinas y Para, y en las quebradas Infiernillo, Sacohaya y Chillón, indican que la posibilidad de ocurrencia de este tipo de evento ante cualquier erupción volcánica es alta.

Los lahares generados en el Ubinas pueden afectar varios tramos de la carretera Arequipa – Ubinas – Matalaque, dañar canales de agua, terrenos de cultivos, entre otros. También puede afectar los poblados de Tonohaya, San Miguel y Huatahua por desbordes. Tomarían entre 20 minutos a 40 minutos en descender hacia los valles de los ríos Ubinas y Para, ocasionando daños en ambas márgenes.

5.4 AVALANCHA DE ESCOMBROS (DERRUMBE DEL FLANCO SUR)

Los derrumbes de flanco de volcanes son comunes en numerosos volcanes del sur del Perú como el Misti, Ubinas, Tutupaca, Ticsani y el Hualca-Hualca. Constituyen una de los principales peligros volcánicos. Los productos resultantes son las avalanchas de escombros cuyo volumen puede involucrar más de 1 km³ de material suelto y se desplazan a más de 100 km/hora y más de 40 km de su fuente (Hoblitt et al., 1995; Scott et al., 1997).

El volcán Ubinas presenta un escarpe de pendiente pronunciada en el flanco sureste, debido a que este flanco se ha derrumbado al menos dos veces durante la historia del Ubinas. En la actualidad, este flanco es inestable por tres razones: (1) presenta fuertes pendientes (>70°) y mide entre 1,2 a 1,4 km de altura, (2) se encuentra alterado e hidrotermalizado y (3) muestra una red de fracturas verticales y dos fallas de rumbos 30° y 35° noroeste.

En caso de la ocurrencia de un sismo de magnitud mayor de 5, de una erupción violenta (pliniana, subpliniana o freatomagmática) o del crecimiento de un domo de lava dentro del cráter, puede provocar el colapso o derrumbe de la pared sur, generando avalanchas de escombros. Estas avalanchas rellenarían las quebradas Sacohaya, Volcanmayo, Chillón, prolongándose hasta la parte baja del valle de Ubinas, hasta una distancia mayor a 8 km del volcán, para convertirse luego en lahares y canalizarse en el río Tambo. La hipótesis sobre la generación de avalanchas de escombros está basada en la existencia de:

- a) Avalanchas de escombros del Pleistoceno superior (>340,000 años) que actualmente ocupan todo el valle del río Ubinas y parte baja del valle de Para hasta la confluencia del río Tambo (10 km al sureste del cráter).
- b) Avalanchas de escombros recientes de hace 3670 ± 60 años A.P. (Thouret et al., 2005), depositadas al pie de la pared sur del edificio volcánico, a 4.5 km al sureste del cráter, sobre la cual se asientan poblados como **Querapi y Sacohaya**.

5.5 ERUPCIÓN EFUSIVA: FLUJOS DE LAVA Y DOMOS

Una erupción efusiva consiste en la emisión pasiva de flujos y coladas de lava. En nuestro medio las lavas son principalmente de composición andesítica, cuyas velocidades de desplazamiento no superan los metros cúbicos por segundo, y los flujos raramente se prolongan más de 8 km de la fuente (Francis, 1993).

Aunque el volcán Ubinas ha emitido gran cantidad de flujos de lava durante su historia eruptiva aproximadamente 20,000 años A.P. (Rivera, 2010), es poco probable que ocurra tal evento en una próxima actividad. Esto se sustenta en los diversos depósitos de caída y flujos piroclásticos recientes encontrados sobre los afloramientos lávicos que alegan que la actividad durante el holoceno y la época histórica fue de tipo explosiva.

5.6 OTRO PELIGRO ASOCIADO: EMISIONES DE GASES

La mayoría de volcanes situados dentro del "Círculo de Fuego del Pacífico" emiten gases volcánicos constituidos de vapor de agua, dióxido de carbono y compuestos sulfurosos. En menor cantidad, monóxido de carbono, cloro, flúor, boro, compuestos de amonio y otros (Hoblitt et al., 1995). En cualquier tipo de erupción el volcán Ubinas podría emitir gases similares, representando un peligro para los ojos y el sistema respiratorio de personas y animales. La acumulación de gases nocivos como SO_2 y CO en las depresiones topográficas de los flancos E y SE provocarían la muerte casi instantánea de personas y animales que habitan en las partes bajas de dichos flancos por asfixia e intoxicación. Además, los gases contaminarían las fuentes naturales y artificiales de agua, con grave riesgo para la salud humana, agricultura y ganadería.

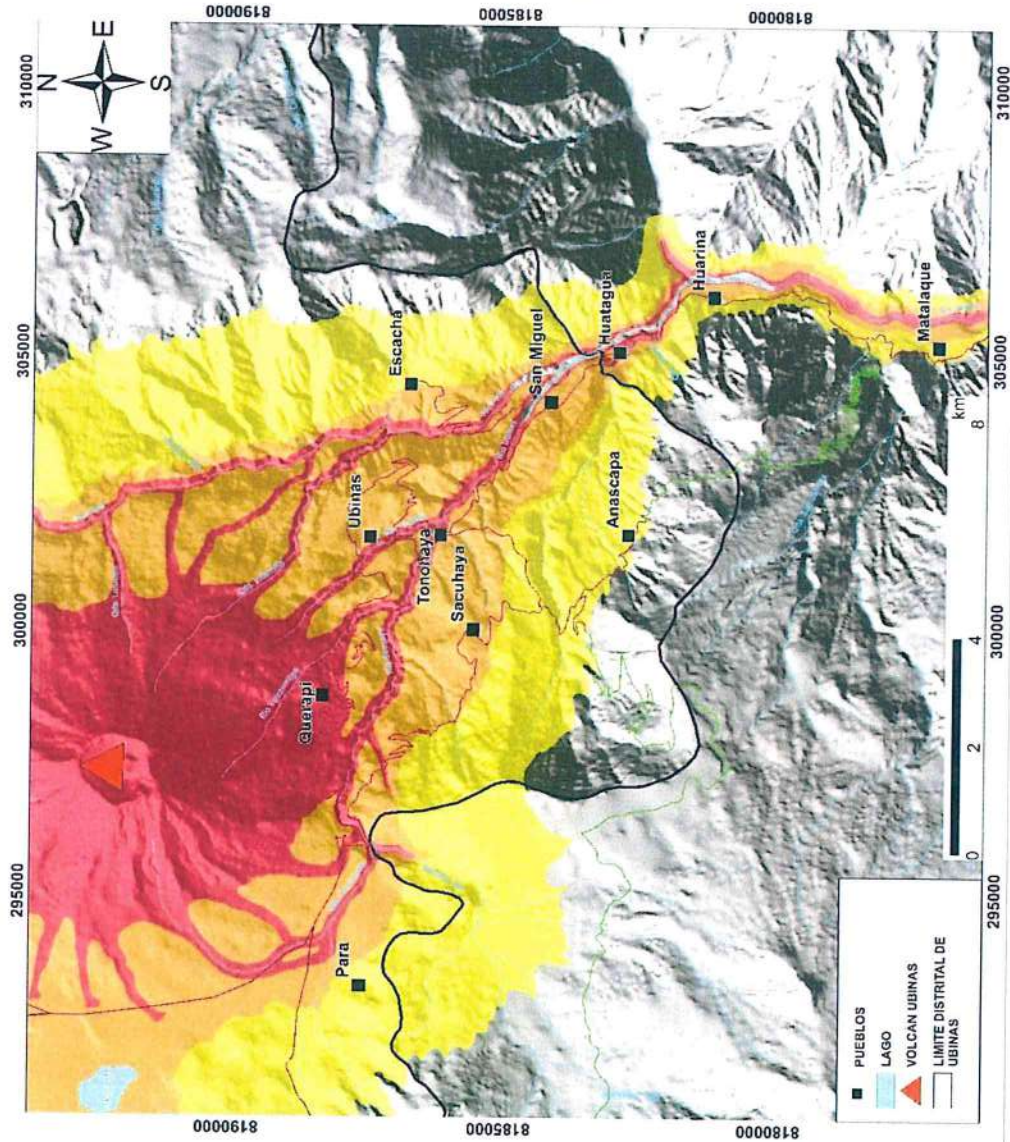
6. MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN UBINAS

6.1 MAPA DE PELIGROS PROXIMAL

El mapa de peligros del Ubinas publicado por Rivera *et al.* (2011), es un mapa que toma en cuenta diversos escenarios eruptivos: erupciones leves y también erupciones violentas. Este mapa muestra diversas áreas que incluyen poblados, terrenos agrícolas y carreteras que podrían ser afectados por una erupción del volcán Ubinas, suponiendo que el comportamiento eruptivo sea similar al que ha presentado el Ubinas a lo largo de su historia eruptiva, principalmente, durante los últimos 1000 años, durante el cual presentó erupciones explosivas moderadas a fuertes.

El mapa de peligros de la zona proximal (*Figura 9*), ha sido elaborado por Rivera *et al.* (2010), a escala 1:50 000, en el cual se diferencian tres zonas pintadas de diferentes colores: zona de alto peligro, de moderado peligro y bajo peligro.

- Zona de alto peligro (rojo): Comprende un área semi-circular alrededor del cráter que involucra diversas quebradas y valles que drenan del Ubinas, las cuales pueden ser severamente afectadas por la ocurrencia de flujos de lodo (lahares), flujos piroclásticos, proyectiles balísticos, colapso del flanco sur y/o emisión de flujos de lava. Cualquier tipo de erupción puede afectar dicha área, inclusive las de baja magnitud, como las ocurridas desde el año de 1550 hasta la actualidad (IEV 1-3). La probabilidad de ocurrencia de erupciones de magnitud baja es alta, aproximadamente, uno a cinco eventos cada 100 años.
- Zona de moderado peligro (naranja): Se extiende desde 5 km hasta una distancia máxima de ~14 km del cráter, la cual corresponde inmediatamente a la zona colindante con la zona de alto peligro. Esta zona involucra cauces de quebradas y valles localizados al pie del volcán. Asimismo, comprende la parte de la altiplanicie volcánica (sectores Oeste, Norte y Noreste del Ubinas). Esta zona puede ser cubierta por flujos piroclásticos, oleadas piroclásticas, lahares y/o avalanchas de escombros en caso que la erupción sea de moderada a alta magnitud (IEV 3-4).
- La zona de bajo peligro (amarillo): Esta zona se proyecta a más de 10 km alrededor del cráter, sobre todo en el flanco sur, y a más de 6 km en la zona de la altiplanicie. Esta zona puede ser severamente afectada por flujos piroclásticos incandescentes, oleadas piroclásticas, y/o flujos de barro, en caso que la erupción sea de alta a muy alta magnitud (IEV ≥ 4) denominada pliniana o subpliniana.



Zona de Alto Peligro

Puede ser severamente afectada por caída de cenizas y pómez, proyectiles balísticos, flujos piroclásticos, flujos de barro, avalanchas de escombros y/o flujos de lava, generados durante una erupción del Ubinas. Aunque estos últimos no llegarían al fondo del valle de Ubinas. Debido a su cercanía al volcán y sus características morfológicas, es la zona de mayor peligro. Cualquier tipo de erupción la puede afectar, inclusive las de baja magnitud como las ocurridas los últimos 500 años (VEI 1 a 3), entre ellos la erupción de 1.677 o la erupción del 2006 - 2009.

Zona de Moderado Peligro

Puede ser afectada prácticamente por todos los peligros que alcanzarían la zona anterior, a excepción de flujos de lava que por su viscosidad alta, difícilmente llegarían a esta área. Esta zona es de menor peligro que la roja y solo puede ser afectada durante erupciones de magnitud moderada a alta (IEV 4), como las erupciones explosivas ocurridas hace 7,480 y 980 años A.P. También podría ser afectada por avalanchas de escombros generados por el colapso del flanco sur del volcán Ubinas, como la ocurrida hace aproximadamente 3,760 años A.P.

Zona de Bajo Peligro

Es la zona más alejada del volcán y por tanto es la de menor peligro. Puede ser afectada por flujos piroclásticos, flujos de barro, avalancha de escombros y caídas de cenizas, pero solo en erupciones de magnitud muy alta (IEV ≥5), como las ocurridas hace 269,000 y 342,000 años A.P., que emplazaron voluminosos flujos piroclásticos. La ocurrencia de este tipo de eventos a corto y mediano plazo es poco probable.

Figura 9: Mapa proximal para peligros múltiples para los poblados de Querapi, Ubinas, Tonohaya, Sacohaya, Escachá, Anascapa, Huatagua, Huarina, y Matalaque. (Tomado de Rivera et al., 2011)

Según el mapa de peligros proximal se tiene:

- Los poblados de Querapi, Tonohaya, San Miguel y Huatagua se encuentra asentados en la zona de alto peligro, podrían ser afectados por la caída de ceniza y pómez, proyectiles balísticos (solo Querapi), flujos piroclásticos, flujos de lahares (lodo), avalanchas de escombros, flujos de lava y gases volcánicos generados por una erupción del volcán Ubinas; también podría ser afectado por gases volcánicos en periodos de tranquilidad volcánica debido a su cercanía al cráter del volcán.
- Los poblados de Ubinas, Escacha, Sacohaya, San Miguel y Huarina se encuentran en la zona de moderado peligro puede ser afectado por caída de ceniza y pómez, proyectiles balísticos, flujos piroclásticos, flujos de lahares (lodo), avalanchas de escombros y/o flujos de lava generados por una erupción del volcán Ubinas.
- El poblado de Anascapa y Matalaque están asentados a 10 y 15 km del cráter del volcán Ubinas, se encuentra en la zona de bajo peligro puede ser afectado por caída de ceniza, flujos piroclásticos, flujos de lahares (lodo), avalanchas de escombros y/o flujos de lava generados por una erupción de magnitud alta ($IEV \geq 4$) del volcán Ubinas.

6.2 MAPA DE PELIGROS POR CAÍDAS DE CENIZA Y LAPILLI

En el mapa principal se presentan dos mapas de peligros por caídas de tefras (pómez, cenizas, escorias) del volcán Ubinas. Estos mapas corresponden a dos escenarios: para erupciones leves a moderadas (vulcaniana) y erupciones grandes (subplinianas, plinianas) (Figura 14).

En el caso de una erupción moderada (vulcaniana), se generarían principalmente columnas de cenizas y gases, que pueden viajar hacia el Oeste en época lluviosa (diciembre a marzo), y hacia el NE, E y/o SE en la época seca (abril a noviembre). Existe una zona de mayor peligro (zona roja), proximal al cráter la cual sería la más afectada, e inmediatamente una zona naranja y otra amarilla que serían afectadas en caso de erupciones más explosivas o violentas (Fig. 19). El área afectada está basada en la ocurrencia de erupciones de magnitud moderada ($IEV 1 - 2$) presentada por el Ubinas durante los últimos 500 años, e incluso las ocurridas recientemente: 2006-2009, 2013-2017 y el actual proceso.

En caso de una erupción altamente explosiva (subpliniana a pliniana) se generarían caída de pómez de más de 1 m de espesor en un radio de ~10 km alrededor del Ubinas. Esta hipótesis está basada en el área cubierta durante las erupciones plinianas del volcán Ubinas ocurridas hace 7000 y 1000 años A.P. (Thouret et al., 2005; Rivera, 2010).

Según los datos de campo tomado el 19 de julio de 2019, los productos emitidos por el Ubinas corresponden a fragmentos de material volcánico de ceniza (tamaño menor de 2 mm) y lapilli (tamaño de hasta 2.5 cm) de diámetro que corresponden a material juvenil (fragmentos densos grises) y en menor proporción material hidrotermalizado (tonalidad blanquecina). Desde luego los fragmentos grandes cayeron en el valle de Ubinas, afectando los poblados de Querapi, Tonohaya, Sacohaya, San Miguel, Escacha; y el material más fino

fue dispersado a zonas más alejadas de Ubinas: Anascapa, Huatagua, Huarina, Matalaque, Candagua, Chojata, Lloque y Yalagua. Estos tres últimos están ubicados a más de 30 km de distancia del volcán. Según las imágenes satelitales las cenizas suspendidas en el aire viajaron a más de 180 km del volcán atravesando las regiones de Moquegua y Puno, en dirección a Bolivia.

En inmediaciones del volcán se tomaron espesores del depósito de caídas de ceniza y lapilli (Figura 10, 11 y 12). Es así que en Querapi se reportó 1 mm de espesor, en la quebrada Volcanmayo 8 mm, en Ubinas 7 mm, Escacha 3 mm, San Miguel 4 mm, Huatagua 3 mm, Huarina 2 mm y Matalaque 1 mm. Cabe resaltar que, los fragmentos de mayor tamaño corresponden al pueblo de Ubinas.

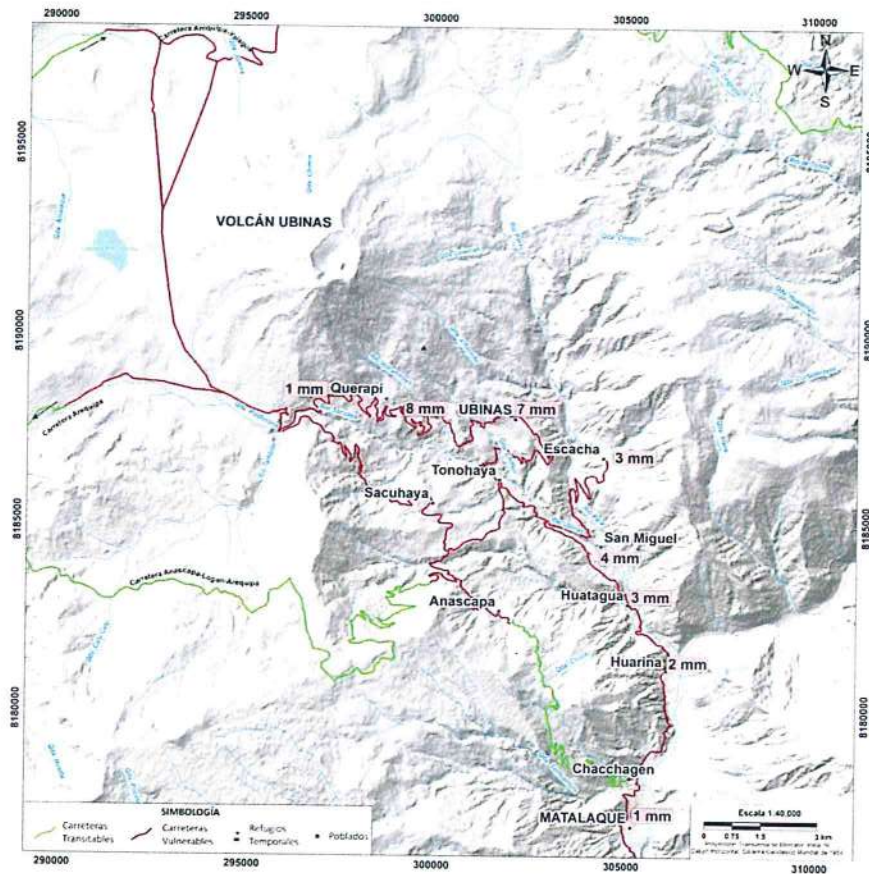


Figura 10: Mapa de espesores por caída de ceniza en los pueblos del valle de Ubinas.

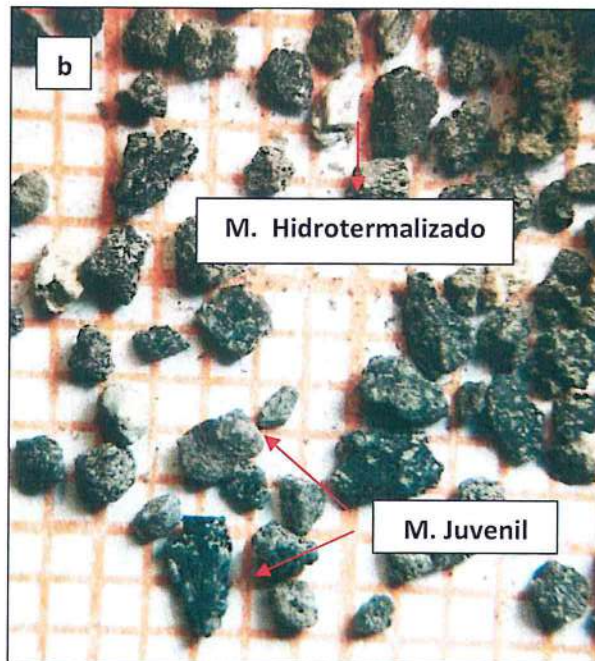


Figura 11: Medición de espesor de caída de ceniza en el sector de Volcanmayo.



Figura 12: Medición de espesor de caída de ceniza en el sector de Escacha.

La ceniza depositada presenta formas angulares a subangulares compuesta por líticos juveniles (fragmentos densos y escoria), vidrio, cristales de plagioclasa y líticos hidrotermalizados y oxidados (Figura 13 a, b, c y d). El tamaño de las partículas varía con respecto a la distancia y la dirección del viento.



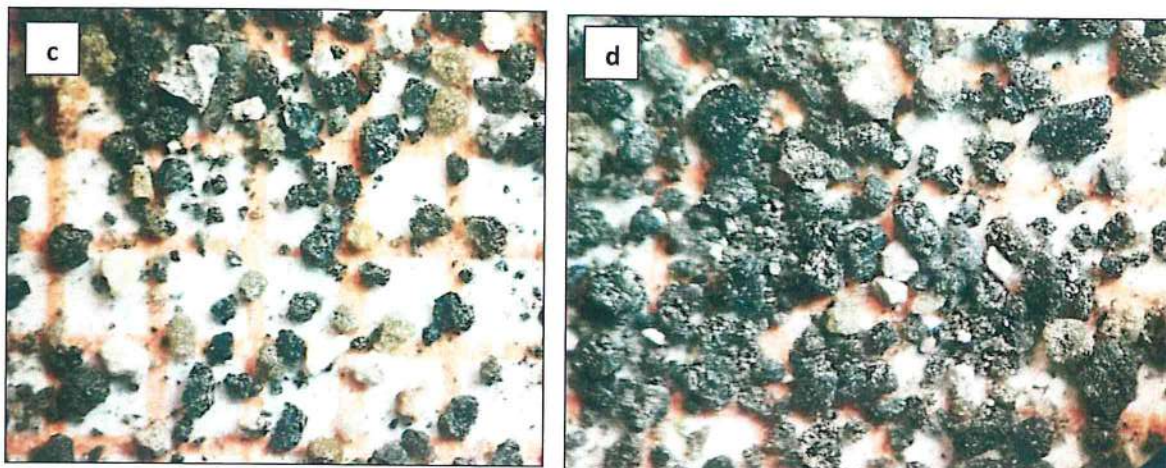


Figura 13: a) Fragmentos líticos de hasta 2.5 cm, las muestras se tomaron a 3 km del volcán en la estación UBN02, la cual, se encuentra en dirección sureste. b) Ceniza recolectada en el pueblo de Ubinas, el cual, está localizado a 6 km del volcán. c) *Ceniza recolectada en Matalaque.* d) *Ceniza recolectada en Querapi.*

En una probable erupción del volcán Ubinas y que los vientos se desplacen en dirección este y sureste serian afectados los poblados de Ubinas, Sacohaya, Anascapa, Tonohaya, Escacha, San Miguel, Huatagua, Huarina y Matalaque por la caída de cenizas.

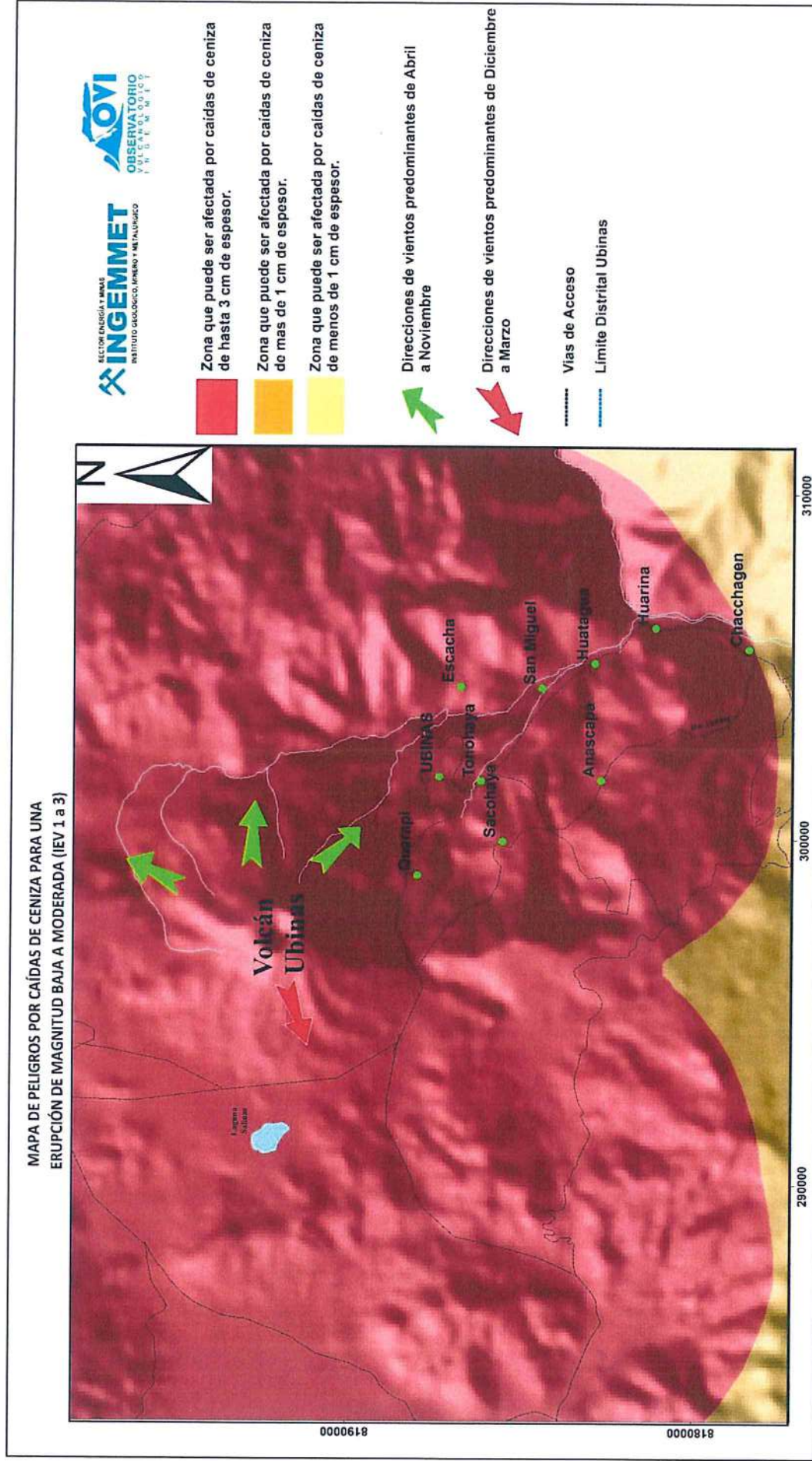


Figura 14: mapa de peligros por caídas de cenizas del volcán Ubina (Tomado de Rivera et. al., 2011)

7. CONCLUSIONES

- El volcán Ubinas, es el volcán más activo del sur del Perú con aproximadamente 26 periodos eruptivos (importantes emisiones de gases y/o ceniza) registrados los últimos 500 años. Desde el 24 de junio de 2019 se inició un nuevo proceso eruptivo del volcán.
- Según el grado de frecuencia del tipo de erupciones, desde los más frecuentes a los menos frecuentes, las **erupciones leves a moderadas (IEV 1-3) son las más frecuentes y probables de ocurrir en el Ubinas**. Mientras que las erupciones explosivas moderadas a altas (IEV \geq 4) son las menos frecuentes, y poco probables de ocurrir en un futuro cercano. En cualquier tipo de erupción los principales peligros volcánicos corresponden a caídas de cenizas, flujos de lodo (lahares) y flujos piroclásticos. Desde luego, si estos fuesen generados por erupciones muy explosivas tendrían mayor volumen y dispersión, y causarían efectos más graves.
- Según el mapa proximal para peligros múltiples del volcán Ubinas (por flujos de lava, flujos piroclásticos, avalanchas de escombros, lahares) elaborado por INGEMMET, los poblados de Querapi y Ubinas se localizan en la zona de alto peligro, Sacohaya, San Miguel, Huatagua, Huarina y Escacha se encuentran en la zona de moderado peligro, Anascapa y Matalaque se encuentran en la zona de bajo peligro.
- Según el mapa por caídas de ceniza para erupciones de magnitud baja a moderada (IEV 1-3), los poblados de Ubinas, Escacha, Querapi, Tonohaya, Sacohaya, San Miguel, Huatagua, Huarina, Anascapa y Matalaque **se encuentran en la zona de alto peligro** y desde luego en cualquier tipo de erupción, dependiendo de la dirección de viento **será afectada por caídas de ceniza**, para lo cual se debe implementar medidas de protección a la población. En el actual proceso eruptivo 2019 se ha registrado un milímetro de espesor en esta zona y de continuar la actividad el espesor podría aumentar. La presencia de fuertes vientos puede movilizar fácilmente la ceniza depositada, lo cual podría resultar dañino para población.

8. RECOMENDACIONES

- Recomendamos se implementen acciones de preparación y prevención en los poblados del Valle de Ubinas, a fin de reducir el riesgo de desastres en caso ocurra un nuevo proceso eruptivo del volcán Ubinas.
- Recomendamos se intensifiquen los trabajos de monitoreo volcánico, a fin de contar con una mejor capacidad de pronóstico de erupción volcánica del Ubinas.
- Evaluar de forma permanente el impacto de las caídas de ceniza en la salud de las personas, las fuentes de agua y el medio ambiente, así como implementar acciones de mitigación.
- Se recomienda informarse acerca del estado del volcán Ubinas a través de informes diarios y semanales elaborados por el Observatorio Vulcanológico del INGEMMET.
- Realizar charlas de educación y sensibilización sobre los peligros volcánicos y reducción de desastres al valle de Ubinas.
- Se recomienda a las autoridades e instituciones competentes, la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) integral frente a lahares en el valle de Ubinas, el mismo que debe contemplar: a) pronóstico de lahares, b) adecuada y oportuna difusión de alertas a la sociedad; c) preparación de la población para responder a las alertas. Este último a través de simulacros de evacuación, establecimiento de rutas de evacuación y zonas de refugio, así como la identificación de zonas de alto riesgo frente a este fenómeno.
- Se recomienda la instalación de estaciones meteorológicas en el volcán Ubinas, que permita conocer el umbral de precipitación a partir del cual se originan los lahares.
- Se recomienda la realización de la modelización de zonas de peligros por flujos de lahares en modelos digitales de terreno de alta resolución a fin de generar mapas de peligros más exactos.


Ing. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET


Ing. NÉLIDA VICTORIA MANRIQUE LLERENA
Especialista en Peligros
Volcánicos
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M., & Varnes, D.J. (1996). Landslide Types and Processes. "Landslides. Investigation and Mitigation", Eds Turner, A.K. and Schuster, R.L. Special Report 247 Transport Research Board, National Research Council, Washington D.C. pp. 36-75.
- Mariño J., Rivera M., Macedo O., Masías P., Antayhua Y., Thouret J-C. (2011). Gestión de la crisis eruptiva del volcán Ubinas 2006-2008. Boletín N°45 Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, INGEMMET
- Mariño J., Valdivia D., Soncco Y., Miranda R., Machaca R. (2017). Lahares emplazados en el valle de Ubinas en febrero del 2016: Geología, Impacto, Modelamiento y Evaluación de peligros. Región Moquegua. Informe Técnico N°A6745, INGEMMET, Lima.
- Rivera M., Thouret J.C., Gourgaud A. (1998). Ubinas, el volcán más activo del sur del Perú desde 1550: Geología y evaluación de las amenazas volcánicas. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú v.88, 53-71.
- Rivera, M., (2010). Genèse et évolution de magmas andésitiques a ryodacitiques récents des volcans Misti et Ubinas (sud du Pérou). Tesis Doctoral (PhD), Universidad Blaise Pascal (Francia), 407 p.
- Rivera, M., Mariño J., Thouret., (2011). Geología y evaluación de Peligros del volcán Ubinas, Boletín INGEMMET, N°46, Serie C, Lima.
- Tilling, R., ed. (1993) – Apuntes para un curso sobre los peligros volcánicos. [s.l.]: Organización Mundial de Observatorios Vulcanológicos, 125 p. Presentado en: Curso breve sobre los peligros volcánicos; Santa Fé, Nuevo México, 2-3 julio 1989.
- Thouret J.C., Rivera M., Worner G., Gerbe M.C., Finizola A., Fornari M., Gonzales K., (2005). Ubinas: the evolution of the historically most active volcano in southern Peru. Bull Volcanol; 67: 557 – 589.