

Informe Técnico N° A6785

EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS QUE AFECTAN AL CENTRO POBLADO DE HUARINA

**Distrito Matalaque
Región Moquegua**



POR:

**JESSICA VELA
JUAN JOSÉ CUNO**

**NOVIEMBRE
2017**

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	OBJETIVOS	1
1.3	UBICACIÓN	1
II.	GEOMORFOLOGÍA	2
2.1	GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	2
2.2	GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL Y AGRADACIONAL.....	3
III.	GEOLOGÍA	5
IV.	PELIGROS GEOLÓGICOS	8
4.1	FLUJOS DE LODO O LAHARES	8
4.2	EROSIÓN DE LADERAS	11
4.3	CAÍDA DE ROCAS Y DERRUMBES.....	11
V.	EVALUACIÓN DE DAÑOS GENERADOS POR LOS LAHARES.....	12
VI.	MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN UBINAS.....	15
	CONCLUSIONES	16
	RECOMENDACIONES	16
	BIBLIOGRAFÍA.....	16

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe contempla evaluar áreas afectadas por peligros geológicos en el sector de Huarina y alrededores, así como también áreas potencialmente susceptibles a estos eventos.

Entre los peligros geológicos identificados, resaltan los flujos de lodo o lahares, derrumbes, caídas de rocas, así como también erosiones de ladera.

En febrero del 2016 y marzo del 2017, se originaron lahares que discurrieron por las quebradas Volcanmayo y Para. El lahar ocurrido el 12 de febrero 2016 ocasionó mayores daños, luego hasta la confluencia del río Tambo, por su considerable volumen causó el represamiento del río, formando un dique natural de 1.5 km de largo y 50 m de ancho aproximadamente; el dique se rompió el 23 de febrero del 2016, ocasionando la destrucción de áreas de cultivo en ambas márgenes del río Tambo, puentes peatonales y pérdida de ganado en la localidad de Huarina.

1.1 ANTECEDENTES

El alcalde de la Municipalidad Distrital de Matalaque, mediante oficio N° 168-2017-A/MDM, de fecha 08 de setiembre 2017, dirigida al Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET, solicitó hacer un estudio de peligrosidad del Centro Poblado Huarina. El Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico designó al Ing. Jessica Vela y al Bach. Juan Jose Cuno, para realizar la inspección geológica del lugar en mención.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo principal es evaluar los peligros geológicos que afectan al poblado de Huarina, con la finalidad de brindar medidas correctivas.

1.3 UBICACIÓN

El Centro Poblado Huarina, políticamente se localiza en el distrito de Matalaque, provincia General Sánchez Cerro, región Moquegua. Se encuentra a 11 km del volcán Ubinas y aproximadamente a 82 y 73 km de distancia de las ciudades de Moquegua y Arequipa respectivamente.

El área comprende los ríos Ubinas y Para, hasta su desembocadura al río Tambo. Estos ríos se originan en los flancos sur y este del volcán Ubinas, drenando en dirección sur y sureste respectivamente. Dentro del área, se encuentran 2 centros poblados (Huatagua y Huarina), Figura 1.

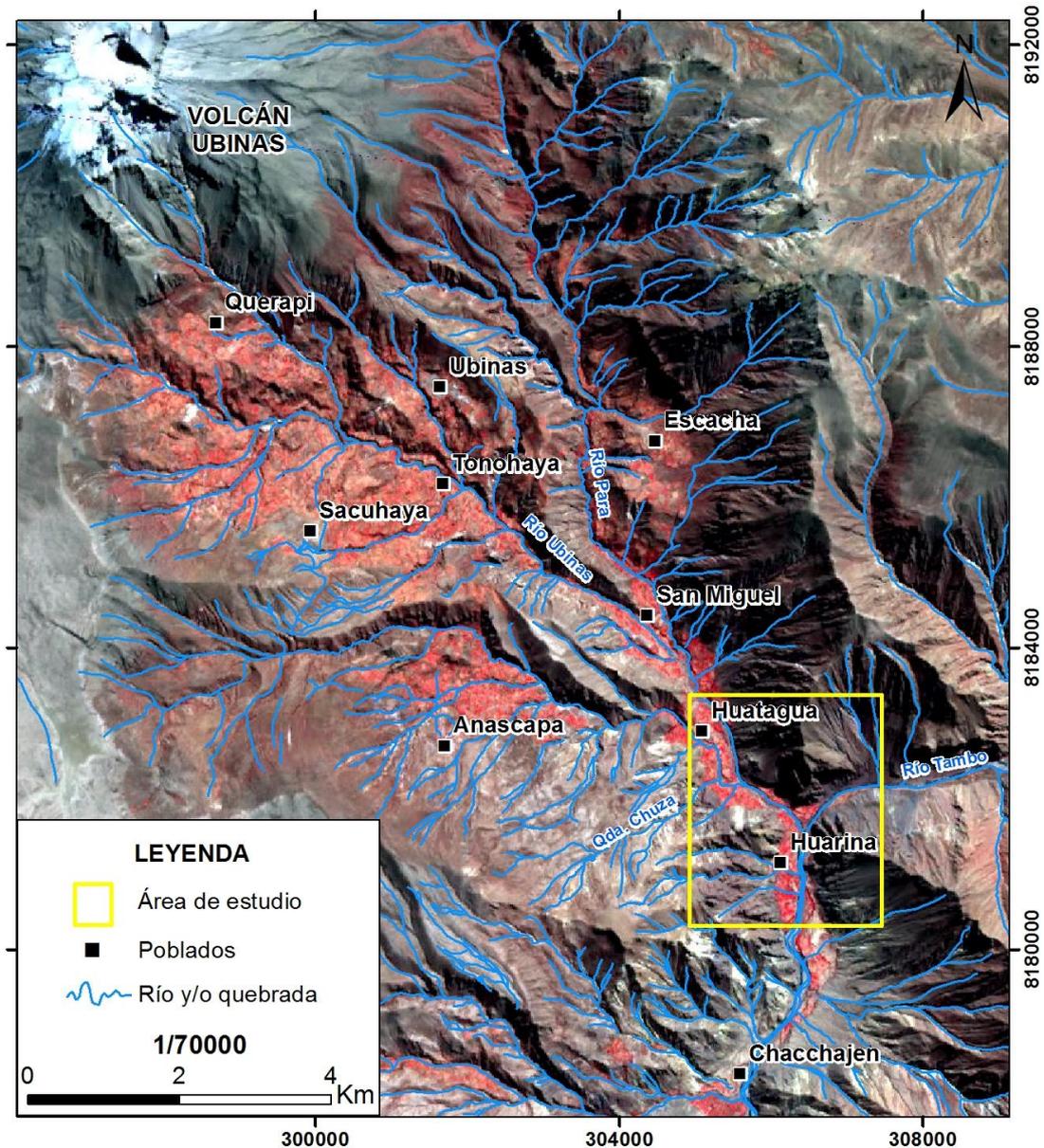


Figura 1. Mapa de ubicación donde se muestra la zona de inspección geológica.

II. GEOMORFOLOGÍA

En la zona de estudio se distinguen las siguientes unidades geomorfológicas:

2.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Resultantes del efecto progresivo de procesos morfodinámicos y degradacionales sobre los relieves iniciales, originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales; estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

En las cuencas del río Ubinas y Tambo, en el sector investigado tenemos presencia de montañas, se diferencian las siguientes unidades.

- a) Relieve montañoso en roca volcánica (RM-rv)
Dentro de esta unidad se consideran afloramientos de rocas volcánicas (lavas andesíticas e ignimbritas). Presentan laderas con pendientes medias a fuertes.
- b) Relieve montañoso en roca volcánico sedimentaria (RM-rvs)
Corresponde a cadenas montañosas expuestas al este del pueblo de Huatagua. Litológicamente corresponden a secuencias volcanoclásticas con depósitos sedimentarios. Presentan laderas con pendientes moderadas a abruptas, de cumbres alargadas.
- c) Relieve montañoso en roca intrusiva (RM-ri)
Está conformando por laderas de topografía abrupta, con pendientes mayores a 45° y elevaciones que alcanzan los 4600 msnm. Los cuerpos ígneos intrusivos se encuentran constituidos por granodiorita.

2.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL Y AGRADACIONAL

Son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, y los vientos (Figura 2).

- a) Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)
Son conos formados por acumulaciones de material acarreado por flujos excepcionales, en la desembocadura de quebradas (600 m largo, 15 m ancho y 9 m profundidad aproximadamente).
- b) Valles fluviales y terrazas indiferenciadas (VII-f-ti)
Al Sur y Este del volcán Ubinas se distingue el valle de Ubinas, Para y el valle del río Tambo. En las ambas márgenes del río Ubinas, Para y Tambo se encuentran terrazas conformadas por lahares y/o depósitos aluviales.
- c) Valle de Ubinas y Para
Se prolonga desde la Quebrada Volcanmayo (pie del flanco sur del volcán Ubinas) hasta la confluencia del río Tambo (~14 km del cráter). En la cabecera de dicho valle afloran depósitos volcanoclásticos y avalanchas de escombros. Hacia la parte baja del valle (3100 msnm.) y en ambas márgenes del río Ubinas y Para, se encuentran terrazas. Dichas terrazas miden 700 m largo, 150 m ancho y 6 m de alto aproximadamente, se hallan conformadas por lahares y/o depósitos aluviales. Además, sobre las terrazas se asienta el poblado de Huatagua.
- d) Valle del río Tambo
En el valle del río Tambo afloran rocas de la Fm. Matalaque, instruidos por pórfidos granodioríticos. El valle es encajonado, de forma alargada y cortada por quebradas profundas. La parte superior presenta cierto número de lagunas por efecto de la deglaciación, mientras que en la parte inferior del valle se ha desarrollado un pequeño cono de deyección o llanura, producto de la depositación del material transportado por el río. En ambos flancos del valle del río Tambo, se distinguen terrazas que miden 900 m largo, 200 m ancho y 7 m de alto aproximadamente, están

conformadas por lahares y/o depósitos aluviales, cuyas superficies son de suave pendiente y sobre la cual se encuentra asentado el pueblo de Huarina.

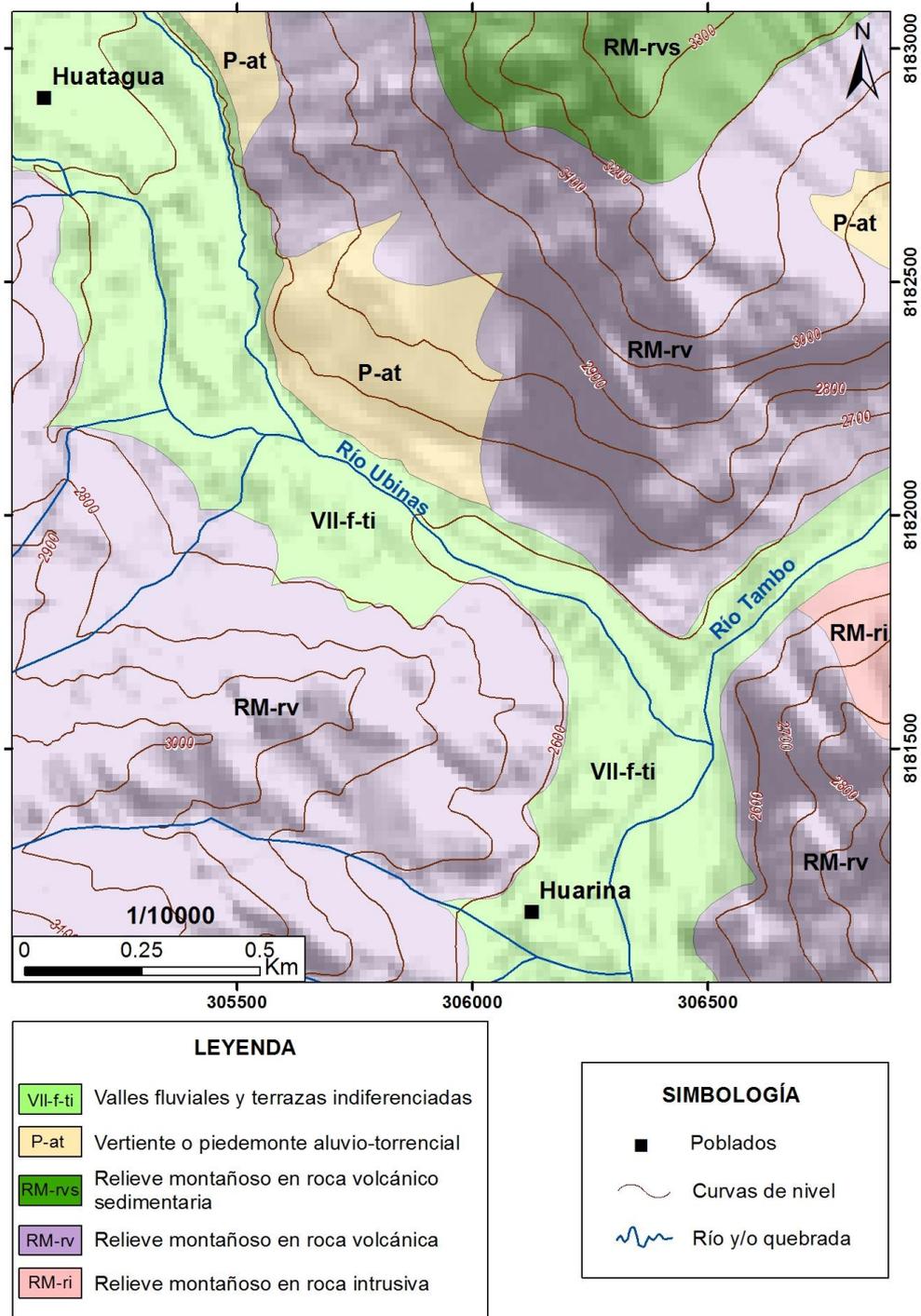


Figura 2. Mapa Geomorfológico de la zona de estudio

III. GEOLOGÍA

Las unidades litológicas más antiguas que afloran en el área de estudio corresponden a las secuencias volcánicas del Cretáceo inferior al Paleógeno corresponden a la Formación Matalaque y Volcánico Llallahui (Grupo Tacaza). También afloran rocas intrusivas granodioríticas del Cretácico medio – superior (Figura 3).

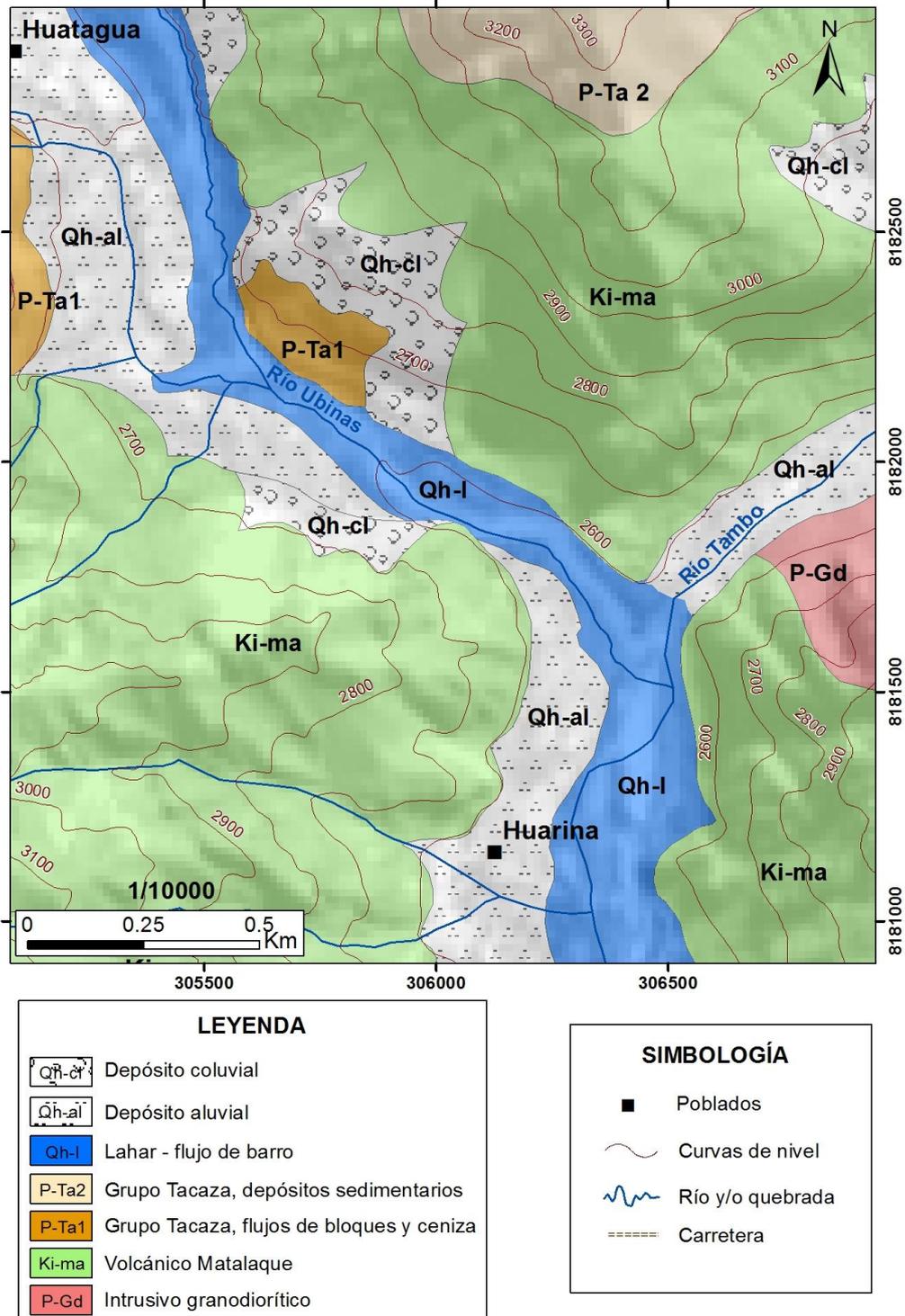


Figura 3. Mapa Geológico de la zona de estudio.

a) Formación Matalaque (Km-ma)

Esta unidad se encuentra en la intersección de los ríos Ubinas y Tambo (Figura 4). Constituida por una secuencia de lavas andesítica alteradas, ocasionalmente en bancos de ignimbritas soldadas. El conjunto litológico presenta coloraciones verdes grisáceo, gris oscuro y violeta (producto de alteración y/o meteorización). Se presentan caída de rocas.



Figura 4. Lavas andesíticas de la Fm. Matalaque.

b) Grupo Tacaza (P-Ta):

Consiste en secuencias de ignimbritas de composiciones riolíticas, dacíticas y andesíticas, eventualmente intercaladas con flujos de lava y depósitos de avalanchas de escombros. En el área de estudio se identificaron dos secuencias volcánicas pertenecientes al Grupo Tacaza P-Ta1 y P-Ta2. Correspondiente al Paleogeno.

P-Ta1: Depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas soldados de color rojo ocre que yacen entre 0.3 y 0.7 km al sur del pueblo de Huatagua (Figura 5). Estos depósitos contienen bloques juveniles andesíticos de hasta 80 cm de diámetro y miden entre 40 y 80 m de espesor. Descansan directamente sobre la Formación Matalaque del Cretáceo medio a superior.

P-Ta2: Secuencia volcanoclástica estratificada con depósitos sedimentarios (Figura 6). Frente a Huatagua, esta secuencia presenta más de 60 m de espesor.

Constituida por niveles de limonitas estratificadas intercaladas con niveles de flujos de barro o lahares. Sobreyacen a lavas de la Formación Matalaque.

c) Intrusivo granodiorítico (P-Gd)

Aflora en la confluencia de los ríos Ubinas y Tambo. Estas rocas se encuentran cortando a rocas volcánicas de la Formación Matalaque (Cretáceo medio-superior), por lo que se infiere que corresponden al Cretáceo superior - Terciario inferior. En conjunto presentan un color rojizo, pardo oscuro y gris producto de la meteorización (Figura 7).



Figura 5. Depósito de flujo piroclástico de bloques y cenizas del Grupo Tacaza.



Figura 6. Secuencia volcanoclástica estratificada con niveles de limonitas, sobreyacen a las rocas de la Formación Matalaque.



Figura 7. Intrusivo granodiorítico en la confluencia de los ríos Ubinas y Tambo, corta a las rocas de la Formación Matalaque.

d) Flujos de lodo o lahares (Qh-l)

Estos depósitos se encuentran distribuidos en el cauce de los ríos Para-Ubinas y Tambo. Constituidos de bloques de lava y grava, incluidos dentro una matriz de ceniza, tamaño arena-limo bastante cohesiva. Poseen espesores de 1 a 6 m y forman terrazas escalonadas. En general, los lahares se generaron durante lluvias intensas.

e) Depósitos aluviales (Qh-al)

A lo largo del valle del río Ubinas - Para y el valle de Tambo se distinguen más de cuatro niveles de terrazas aluviales que descansan a ambas márgenes de los ríos. Las terrazas aluviales tienen un espesor total de 5 a 20 m. Litológicamente están conformadas por gravas de naturaleza intrusiva, sedimentaria y volcánica, así como también por bloques lávicos subredondeados y subangulosos, englobados dentro de una matriz limo arcillosa poco compactada.

f) Depósitos coluviales (Qh-cl)

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.

IV. PELIGROS GEOLÓGICOS

4.1 FLUJOS DE LODO O LAHARES

Los flujos de lodo o lahares, son mezclas de fragmentos de rocas volcánicas, de diversos tamaños movilizados por el agua que fluyen rápidamente por las quebradas y valles que surcan un volcán, a velocidades que varían de 40 a 100 km/h. Se generan en periodos de erupción o de

tranquilidad volcánica. El agua puede provenir de fuertes lluvias, fusión de hielo o nieve. Estos flujos eventualmente pueden salir de los cauces. El área afectada depende del volumen de agua y de materiales disponibles, así como de la pendiente y topografía. Normalmente destruyen todo lo que encuentran a su paso y pueden alcanzar grandes distancias (>200 km), Tilling, 1993.

Los flujos de lodo o lahares emplazados durante febrero del 2016 y marzo del 2017 por los ríos del valle de Ubinas y Tambo, están asociados a precipitaciones pluviales intensas de corta duración asociadas al fenómeno El Niño. Los lahares que descienden por los flancos oeste, suroeste y sur convergen en las quebradas Sacohaya, Volcanmayo y Ubinas, hasta llegar al río Tambo. Por otro lado, los flujos que descienden de los flancos norte y oeste convergen en el río Para y luego continúan con dirección al río Tambo.

Los lahares emplazados entre el 2016 y 2017 fueron hiperconcentrados de sedimentos, socavaron el fondo del río y las terrazas de ambas márgenes del río Tambo¹. Los sedimentos erosionados de las terrazas se incorporan al lahar, haciendo que el flujo tenga mayor volumen. El material del flujo al llegar al río Tambo lo represó, dando lugar que el cauce del río se desvíe y forme una sinuosidad (Figura 8).



Figura 8. Vista de lahares en el cauce del río Tambo.

Características de los lahares

En la confluencia entre el río Ubinas y Tambo se pudo identificar una secuencia de lahares que posee espesores desde 1 hasta 6 m. (Figs. 9 y 10). El depósito es masivo, está ligeramente compactado y presenta una superficie lisa. Está conformado por 60 a 70 % de material fino y 30 a 40% de bloques. Los bloques que predominan tienen un diámetro comprendido entre 20 y 50 cm y representan más del >50% de bloques. Los bloques más grandes tienen diámetro de 4 a 5 m y representan menos del 20%. Los bloques poseen litología heterogénea, conformado por lavas andesíticas, bloques de domo, pómez,

¹ Sobre la terraza de la margen derecha se encuentra la población de Huarina y en ambas márgenes se tienen terrenos de cultivo.

fragmentos hidrotermalizados y en menor porcentaje se encuentran fragmentos de rocas del sustrato sedimentario, principalmente cuarcita y arenisca. El depósito presenta una matriz fina areno-limosa.



Figura 9. Vista en del depósito del lahar en la confluencia del río Tambo y Ubinas.



Figura 10. Vista del depósito del lahar en el sector de Huarina, posee alrededor de 2 m de espesor.

4.2 EROSIÓN DE LADERAS

Se manifiesta a manera de surcos y cárcavas en laderas de los cerros. Comienza con canales muy delgados y a medida que persiste la erosión se profundizan a decenas de metros. Las cárcavas pueden ir juntándose unas con otras dando origen a quebradas, escarpes que pueden ocasionar deslizamientos, derrumbes, caída de rocas y flujos.

En el sector de Huatagua y Huarina afloran ignimbritas, avalanchas de escombros y depósitos volcanoclásticos, que en época de lluvias intensas son afectados por erosión de ladera (Figura 11). Este material erosionado aporta material suelto a las quebradas, contribuyendo a la generación de flujos de lodos.



Figura 11. Sector de Huatagua afectado por erosión de laderas (cárcavas).

4.3 CAÍDA DE ROCAS Y DERRUMBES

Son fenómenos que ocurren principalmente por gravedad y al producirse la pérdida de equilibrio en el macizo rocoso. Los bloques de roca y/o suelo que se desprenden de una ladera, generalmente se emplazan por el aire efectuando golpes, rebotes y en algunos casos rodamiento. Generalmente el movimiento de estos procesos es rápido a extremadamente rápido con velocidades que superan los 5 m/s (Cruden y Varnes 1996).

En el sector de Huarina se encontraron derrumbes y caída de rocas (Figura 12). Estos afloramientos están conformados por rocas volcánicas andesíticas alteradas y moderadamente fracturadas (Clasificación GSI), presentan de 6 a 10 fracturas por m² y espaciamiento de 15 a 25 cm entre fracturas. Los bloques son sub-angulosos a subredondeados y tienen diámetros comprendidos entre 0.20 a 1 m. Las precipitaciones pluviales y movimientos sísmicos son factores detonantes para que se generen caída de roca y derrumbes.



Figura 12. Lavas andesíticas alteradas y fuertemente fracturadas que han generado caída de rocas y derrumbes en el sector de Huarina.

V. EVALUACIÓN DE DAÑOS GENERADOS POR LOS LAHARES

Se realizó una evaluación del área de los terrenos afectados por lahares (Figura 13), utilizando imágenes satelitales Google Earth de los años 2010 y 2017, la primera anterior a la ocurrencia de los lahares, y la segunda después del evento (Figura 14). Donde se obtuvo que el área de terrenos de cultivos afectada fue 22.8 hectáreas. La evaluación de daños se hizo desde el sector de Huatagua hasta el sector de Huarina, un recorrido de 2.4 km a lo largo de los ríos Ubinas y Tambo.



Figura 13: Terrenos de cultivo que han sido destruidos por los lahares, en el sector de Huarina.

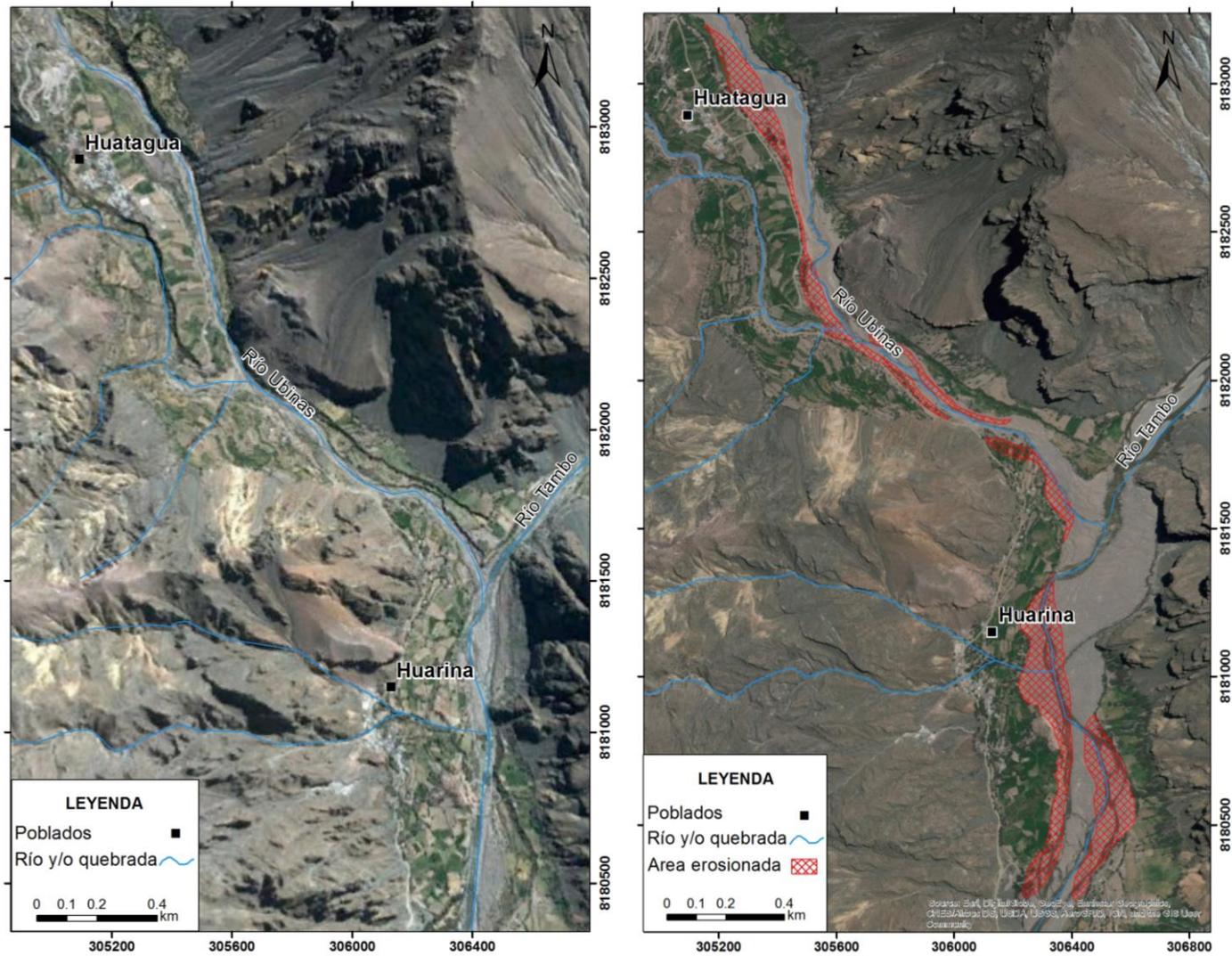


Figura 14. A: Imagen Google Earth del año 2010, la cual muestra las áreas de cultivo anterior a la ocurrencia de los lahares. **B:** Imagen satelital Google Earth del año 2017, la cual muestra las áreas de cultivo que han sido afectados por los lahares. Se estima que fueron destruidos alrededor de 22.8 hectáreas de terrenos de cultivos.

La trocha carrozable Ubinas-Matalaque es la única vía directa hacia los valles de Ubinas y Tambo, esta ruta presenta un importante tránsito vehicular. Se tiene también la trocha afirmada Ubinas-Matalaque que discurre por la margen derecha del río Ubinas. Ambas trochas fueron afectadas por los lahares, hasta en tramos de 3.5 km.

En el sector de Huatagua se produjo un derrumbe que afectó la trocha carrozable Ubinas – Matalaque, en un tramo de 75 m. En la carpeta de la trocha se observan fisuras que tienen longitudes de hasta 10 m en dirección sureste, con aperturas entre 2 a 5 cm (Figura 15).

Por la margen derecha del río Ubinas se presentó erosión fluvial, esto ocasionó desestabilización de la terraza, sobre la cual discurre la vía; en la superficie del terreno se aprecian fisuras, de continuar la inestabilidad va a provocar el colapso de la terraza. Por otro lado, las infiltraciones de agua proveniente de riego de terrenos de cultivo, contribuyen con la saturación del terreno, ayudando con la inestabilidad.

Los lahares, al desplazarse agua abajo, también afectaron canales y bocatomas de agua en Huatagua y Huarina, y puentes peatonales en el sector de Huarina.



Figura 15. Carretera Ubinas-Matalaque. Se observa fisuras con aperturas entre 2 hasta 5 cm.

VI. MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN UBINAS

En el mapa de peligros del volcán Ubinas (Rivera et al., 2011), el área evaluada se encuentra en la zona de alto peligro (polígono de color rojo), figura 16, corroborada por lahares emplazados el año 2016 y 2017.

También puede ser severamente afectada por flujos piroclásticos, proyectiles balísticos, colapso del flanco sur del volcán y 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 1969 (IEV 1-3). En las zonas mediales y distales del volcán Ubinas, como el sector de Huarina (11 km del volcán) que sería afectada por flujos de lodo (lahares).

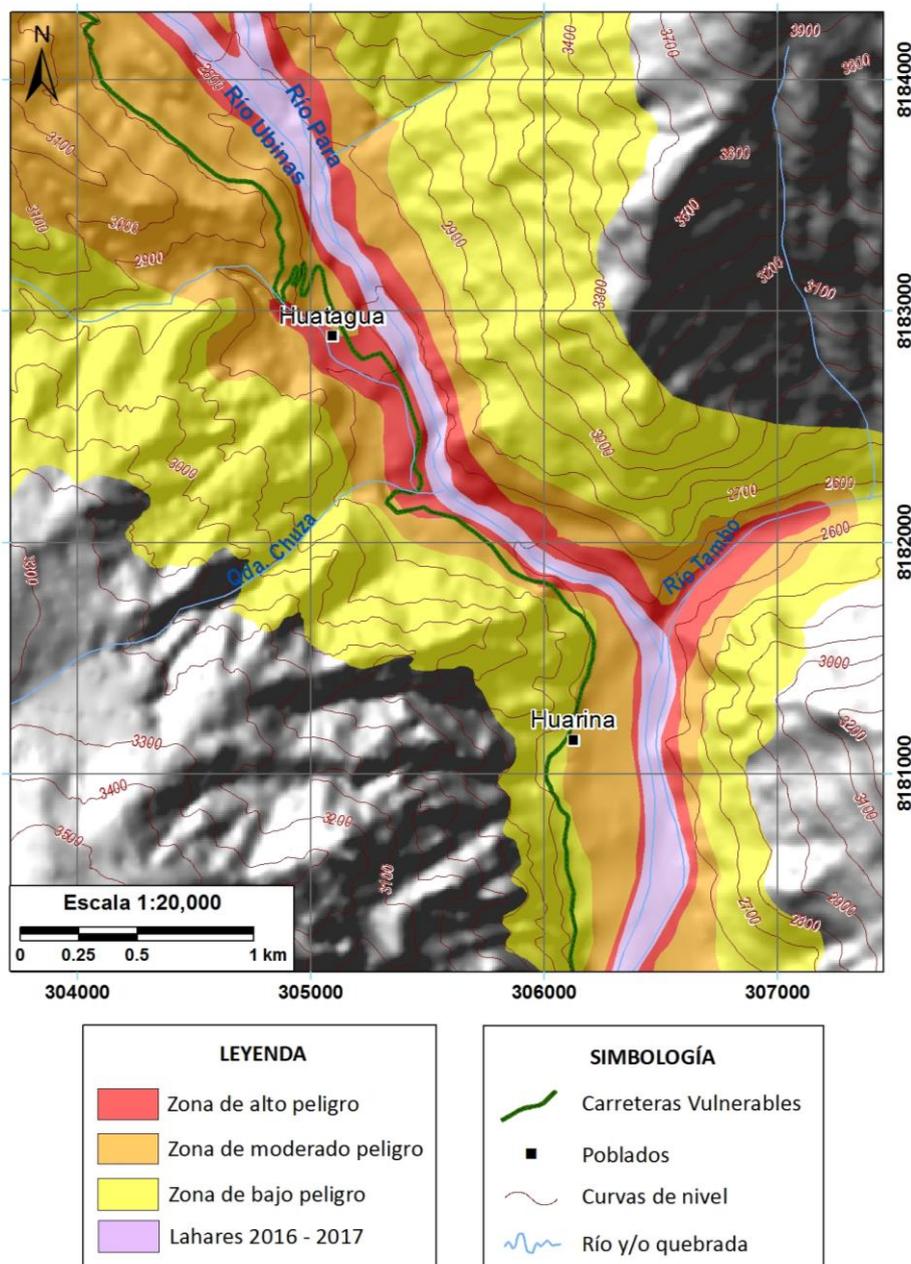


Figura 16. Mapa de peligros del volcán Ubinas (Rivera, 2011). Muestra los lahares emplazados el año 2016 y 2017 se encuentran dentro de la zona de alto peligro.

CONCLUSIONES

1. Los peligros geológicos que presenta son: lahares, erosión de laderas (cárcavas), caída de rocas y derrumbes. El fenómeno más recurrente y de mayor afectación en el área de estudio son los flujos de lodo o lahares, como consecuencia de este fenómeno natural, fueron destruidos alrededor de 22.8 hectáreas de terrenos de cultivos.
2. Los lahares que discurrieron en febrero del año 2016 y marzo del 2017 en el valle de Ubinas y Tambo, fueron detonados por las precipitaciones pluviales intensas de corta duración, influenciado por el fenómeno El Niño y también están asociadas a erupciones con VEI de 1 a 2 del volcán Ubinas.
3. En febrero del 2016, el depósito del lahar causó represamiento del río Tambo. El dique natural al desembalsarse ocasionó la destrucción de áreas de cultivo en ambos márgenes del río Tambo, así como la destrucción de puentes peatonales, canales, bocatoma de agua y pérdida de ganado en las localidades de Huarina y Huatagua.
4. Según el mapa de peligros del volcán Ubinas, publicado por Rivera et al., 2011; el área afectada, se encuentra en la zona de peligro alto.
5. El sector de Huarina es una zona crítica por lahares, de presentarse lluvias intensas, nuevamente se podría generar flujos de lodo o lahares. Estos eventos podrían nuevamente represar al río Tambo, poniendo en peligro inminente a la población de Huarina, infraestructura y terrenos de cultivo.

RECOMENDACIONES

1. Ejecutar un proyecto de defensa ribereña desde el sector de Huatagua, Huarina hasta Matalaque, para reducir el efecto erosivo de los lahares en épocas de lluvia (Enero a Marzo), para evitar pérdidas de terreno y proteger a la población.
2. En las quebradas y en las incisiones generadas por las erosiones de ladera, construir muros disipadores de energía, con la finalidad de atenuar la fuerza de los flujos.
3. Continuar con las labores de limpieza y rehabilitación de las vías.
4. Descolmatar el cauce del río Tambo.
5. Cambiar el sistema de irrigación de los terrenos de cultivo; del sistema de inundación a aspersión o goteo.
6. En épocas de lluvia, se recomienda a los pobladores alejarse de las quebradas que podrían ser inundadas, y a las autoridades estar alertas ante cualquier emergencia.

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.
- Marocco, R. & Del Pino, M. (1966). Geología del cuadrángulo de Ichuña. Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín 14, 57 p.
- Rivera M., Mariño J., Thouret J-C. (2011). Geología y evaluación de peligros del volcán Ubinas. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 46, 83 p.
- Tilling, R.I., ed. (1993). Apuntes para un curso breve sobre los peligros volcánicos, Santa Fé, Nuevo México, 2-3 julio 1989. [s.l.]: Organización Mundial de Observatorios Vulcanológicos, 125 p.