

## EVALUACIÓN DEL RIESGO VOLCÁNICO EN UBINAS

**Juvenal Medina Rengifo<sup>1</sup>, Roberth P. Carrillo Elizalde<sup>1</sup>, Oscar Aguirre<sup>1</sup>**

1 CENEPRED, Av. Del Parque Norte 313 – 319, San Isidro, Lima, Perú,  
(Jmedina@cenepred.gob.pe; Rcarrillo@cenepred.gob.pe;  
Oaguirre@cenepred.gob.pe)

**Palabras claves: Prevención, reducción, riesgo, volcanes, gestión del riesgo de desastres, evaluación del riesgo.**

### 1. Introducción

La actividad volcánica en el Perú está relacionada al Cinturón de Fuego del Pacífico que constituye una zona geográfica que presenta el 75% de volcanes y además registra el 90 % de sismos del mundo. El modelo tectónico de nuestro país (subducción de placa tectónica oceánica debajo de la continental, denominadas Nasca y Sudamericana, respectivamente) tiene influencia en la ocurrencia de los sismos y el vulcanismo generan importantes peligros de origen geológico.

La actividad volcánica genera peligros en las diferentes manifestaciones como lahares, caída de cenizas, flujos piroclásticos, flujos de lava, dispersión de cenizas, gases volcánicos, avalanchas de escombros, eyecciones balísticas, entre otros, que contribuyen a la generación de riesgos debido a la presencia de diversos elementos expuestos, entre ellos poblaciones, medios de vida, entre otros; asentadas en zonas cercanas a los volcanes.

Cabe mencionar que, en el territorio peruano se ha identificado, dieciséis (16) estructuras volcánicas activas y potencialmente activos en el sur del país, (De Silva & Francis, 1991; Simkim & Siebert, 1994; Smithsonian Institution, Global Volcanism Program), de los cuales

ocho (08) de ellos (Huaynaputina, Ubinas, Misti, Sabancaya, Tutupaca, Ticsani, Yucamane y volcanes de Andagua) han presentado actividad a modo de erupciones (Rivera et al, 2006). Según registros pasados se conoce que, hace 400 años (1600) ocurrió una de las erupciones más violentas en el volcán Huaynaputina en Moquegua que alcanzó la intensidad de VI en la escala del Índice de explosividad volcánica (IEV), los efectos generados alcanzaron un área de 5400 km<sup>2</sup> y generó 11 km<sup>3</sup> de materiales eruptivos (Lavallée et al., 2006), así como la muerte de más de 1500 personas, destrucción total de más de 16 poblados y causó efectos devastadores en todo el sur peruano (Thouret, et al., 1999).

Actualmente, los volcanes en los que ocurren erupciones constantes son Sabancaya ubicado en el Valle del Colca, Ubinas en Moquegua y Misti en Arequipa, los mismos que constituyen las estructuras volcánicas de mayor riesgo (riesgo Muy Alto) hacia las poblaciones e infraestructuras aledañas. IGP, Ingemmet y Unsa, 2016.

Ante este importante escenario de riesgo de desastres asociados a la actividad volcánica, las entidades conformantes del Sistema Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, tienen como

## BOLETÍN DE RESÚMENES DE EXPOSICIONES

objetivo principal contribuir en la implementación de los procesos de Prevención y Reducción del Riesgo, a partir de la generación del conocimiento del riesgo y a través de los informes de evaluación del riesgo, escenarios del riesgo y la formulación e implementación de los planes de prevención y reducción del riesgo que contemplan información técnica que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, así como la identificación de medidas de control del riesgo que permitan minimizar los impactos generados en el sur del Perú y promover el incremento de la resiliencia de las poblaciones expuestas.

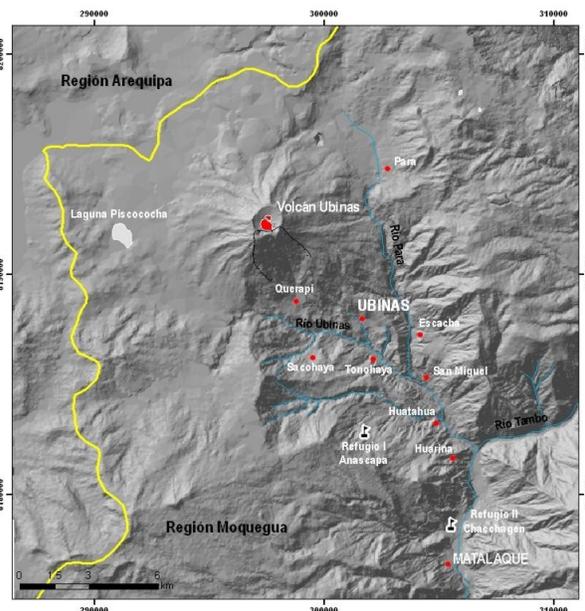
En ese contexto el presente artículo tiene por objetivo detallar los resultados obtenidos en la elaboración de las evaluaciones del riesgo volcánico en las inmediaciones del volcán, en el distrito de Ubinas, mediante la aplicación del conocimiento científico y la metodología en dicho instrumento.

### 2. VOLCÁN UBINAS

Se ubica 70 km al noreste de la ciudad de Arequipa en el distrito de Ubinas, provincia General Sánchez Cerro, departamento de Moquegua, constituye el volcán más activo del sur del Perú, debido a que presenta 26 periodos eruptivos en los últimos 500 años (Ingemmet, 2019).

Entre los poblados ubicados en el área de influencia del mismo se tienen Querapi y Ubinas con nivel de exposición Muy alto; Socohaya, San Migeul, Huatagua, Huarina y Escacha con nivel de exposición moderado; finalmente, Anascapa y Matalaque con exposición baja. Figura 01.

*Figura 01: Volcán Ubinas y poblados ubicados en sus alrededores*



*Fuente: IGP et al.*

Respecto a la actividad volcánica del Ubinas, este registra erupciones explosivas de baja magnitud (IEV-1-3), tales como las ocurridas en los periodos 2006 – 2009, 2013 – 2017 y 2019. La emisión de cenizas ocurridas en el año 2019 alcanzó columnas eruptivas de hasta 3500 m sobre la cima del volcán y afectaron a 29703 habitantes, 617 instituciones educativas, y 20 establecimientos de salud de los departamentos Moquegua, Tacna, Puno y algunos sectores Bolivia, la generación de sismos y la emisión de gases.

### 3. Efectos de la actividad volcánica del Ubinas

Los datos históricos del periodo 1550 - 1996, muestran que el volcán Ubinas tuvo 23 erupciones, entre las que se destacan eventos caracterizados por alta actividad fumarólica y emisiones de cenizas; por lo que es considerado como el más activo del sur del Perú. Tomando como ejemplo, solamente el año 2006, la gestión (evacuación de 1600 personas de 5

## BOLETÍN DE RESÚMENES DE EXPOSICIONES

localidades contiguas) de la crisis por las erupciones volcánicas del volcán Ubinas ocasionó pérdidas directas a la población de Ubinas ubicada en el área de influencia, quienes han tenido que desplazarse a un albergue temporal o campamento, debiendo abandonar sus viviendas, sus actividades productivas agrícolas y pecuarias que se afectaron por la caída de ceniza que contaminaron el aire, suelos, cultivos y fuentes de agua. Se afectaron la salud de la población, las actividades educativas, también las vías de acceso, entre otros. El Estado Peruano, tuvo que afrontar gastos por más de 10 millones de soles (Mariño et al., 2006).

### 4. Gestión del Riesgo de Desastres ante la actividad volcánica del Ubinas

Ante este escenario de riesgo de desastre asociado a la actividad volcánica del Ubinas, fue una oportunidad para que un grupo multidisciplinario integrado por entidades técnicas científicas (IGP, Senamhi, Ingemmet), instituciones (Cenepred, Cofopri e INEI) y el Gobierno Regional de Moquegua realizaran acciones para implementar los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres en el ámbito de la actividad volcánica, siendo necesario para ello preparar los instrumentos técnicos como la evaluación del riesgo y la elaboración de escenarios que sirven de base para la formulación de planes de prevención y reducción del riesgo de desastres que contienen proyectos y actividades que contribuyen a la prevención y reducción del riesgo, tal como se puede ver en la Figura 02 donde se muestran los componentes.

Figura 02: Instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres



La generación del conocimiento del riesgo, a través de la elaboración de la Evaluación del Riesgo de Desastres es el primer paso de la GRD que contribuye desde la identificación y caracterización del peligro, análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos y la identificación medidas de control del riesgo, las cuales pueden ser implementadas mediante los diversos mecanismos financieros que tiene diseñado el estado peruano como es el caso del FONDES y/o aplicación del PP 068, PREVAED.

### 5. Evaluación del riesgo: El primer paso clave para desarrollar la Gestión del Riesgo de Desastres

La Evaluación del Riesgo es un procedimiento técnico metodológico basado en estudios técnicos y científicos que comprende la identificación y caracterización de los peligros, análisis de las vulnerabilidades y la determinación de los niveles de riesgo en áreas geográficas expuestas a la ocurrencia de peligros de origen natural, basado en estudios anteriores (estudios técnicos, registros históricos, estudios científicos, entre otros), así como también, en el desarrollo de estudios técnicos (simulaciones

## BOLETÍN DE RESÚMENES DE EXPOSICIONES

numéricas computacionales) que tienen relación con el tipo de peligro de origen natural.

Los Informes de Evaluación del Riesgo tienen como finalidad conocer el nivel de riesgo en un área geográfica, así como, contribuir en la identificación de las medidas de prevención y reducción; es un insumo para la toma de decisiones que permiten definir el uso adecuado del territorio, en específico sobre los terrenos en donde se asienta la población y exista infraestructura pública.

Cabe señalar que, la metodología establecida en este instrumento es una herramienta que se emplea para la determinación del riesgo se basa en ordenar los criterios (cartografiado, caracterización, entre otros) obtenidos en campo por el evaluador en la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) que es un método de descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenando estos componentes o variables en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos a través de matrices para los juicios de preferencia y, finalmente los sintetiza para determinar que variable tiene la más alta prioridad. A continuación, se indica la aplicación del AHP para la determinación del riesgo:

Figura 03: Esquema para la obtención del riesgo aplicando el proceso de análisis jerárquico



## 6. Elaboración del Informe de evaluación de Riesgo Volcánico en Ubinas

### Identificación y caracterización del peligro

El año 2014 el Gobierno regional de Moquegua elaboró el “Informe de Evaluación del Riesgo en el área de Influencia de volcán Ubinas” en las inmediaciones de los sectores Ubinas (capital), Tonohaya, San Miguel, Escacha, Sacohaya, Querapi, Huatagua, Santa Lucia de Salinas, Santa Rosa de Phara, Quinsachata y Carmen de Chaclaya. Para la elaboración de este instrumento se contó con la asistencia de las entidades técnicas científicas como IGP, Ingemmet, Senamhi, ANA, así como del Cenepred, Indeci, Cofopri y el Ministerio de Salud.

De acuerdo a los registros históricos, inventarios de peligros, información existente y el trabajo de campo se ha identificado, que como parte de la dinámica del volcán Ubinas, podrían ocurrir varios tipos de peligros como: avalancha de escombros, flujos de piroclastos, lahares, caída de tefras y flujos de lodos (Figura 05). La ocurrencia de estos podría afectar a las poblaciones que se asientan contiguos al volcán o en el área de influencia de los peligros:

Figura 04: Peligros evaluados en las inmediaciones del volcán Ubinas



Fuente: Cenepred, 2014

**BOLETÍN DE RESÚMENES DE EXPOSICIONES**

Posteriormente, en base a inform cartográfica que fue generada por las instituc técnico científicas, como es Ingemmet e IG procedió a caracterizar los niveles de peligr función al parámetro de evaluación y el análisis la susceptibilidad, cada uno de ellos planteac tipo de evento (dinámica y comportami propios de cada evento), según siguiente cua

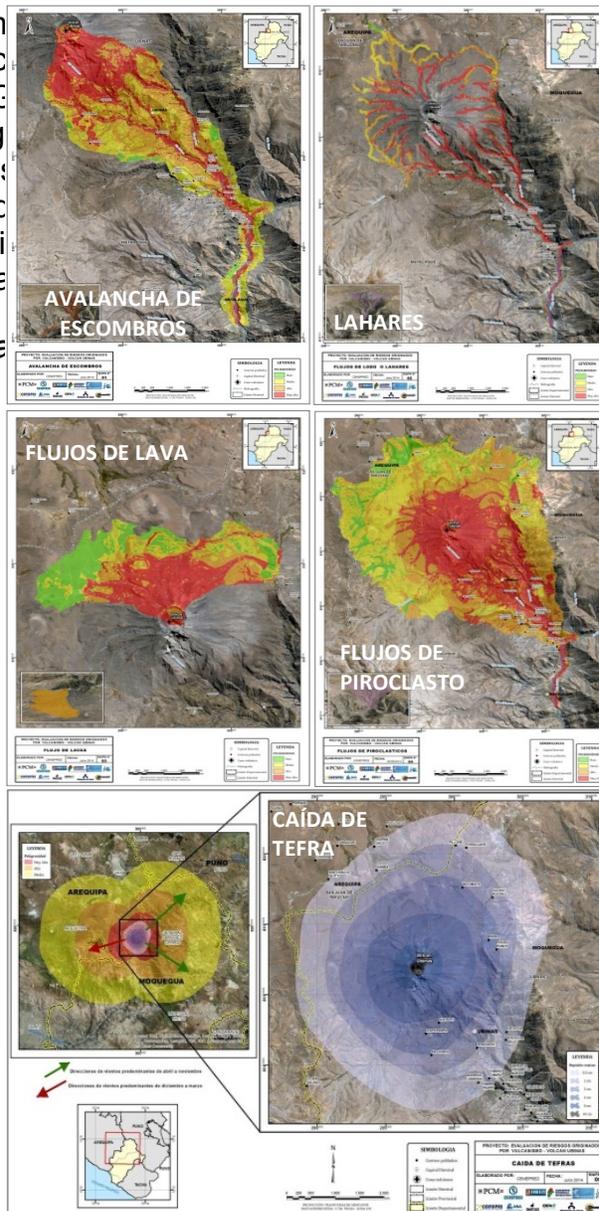
*Cuadro 01: Variables usadas para determinación del peligro*

VARIABLES	AVALANCHA DE ESCOMBROS	FLUJO DE PIROCLASTOS	LAHARES	FLUJOS DE LAVA	CAÍDA DE TEFRAS
PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	IEV				
FACTORES CONDICIONANTES	PENDIENTE GEOMORFOLOGÍA LITOLOGÍA HIDROGEOLOGÍA			VIENTOS (DIRECCIÓN, ALTURA Y VELOCIDAD)	
FACTORES DESENCADENANTES	SISMICIDAD			CONCENTRACIÓN DE GASES EN MAGMA	

Fuente: Cenepred, 2014

A continuación, se presentan los mapas de peligro (niveles Mu y Alto, Alto, Medio y Bajo) que resultaron de la aplicación del proceso de análisis jerárquico:

*Figura 05: Mapas de peligro por avalancha de escombros, lahares, flujos de lava, flujos de piroclasto y caída de tefra.*



Fuente: Gore Moquegua, 2014 (asistencia de entidades técnicas científicas y Cenepred.).

Cabe mencionar que, los resultados obtenidos de los mapas de peligro han permitido identificar elementos expuestos en el área de influencia de los mismos, tales como pobladores, viviendas, infraestructura pública (centro de salud e instituciones educativas), así como

**BOLETÍN DE RESÚMENES DE EXPOSICIONES**

predios rurales. A continuación, se detallan los mismos:

*Cuadro 02: elementos expuestos en el área de influencia de los peligros de origen volcánico*

FACTORES	VARIABLES
EXPOSICIÓN	Acceso a servicios básicos (agua, desagüe y luz) Localización de edificación Servicio de agua potable y saneamiento Sistema de transporte Servicio de electricidad Servicio de telecomunicaciones
FRAGILIDAD	Estado de conservación de edificación Material predominante en paredes Material predominante en techos Antigüedad de edificación Material predominante en pisos
RESILIENCIA	Campaña de capacitación en GRD Actitud frente al riesgo

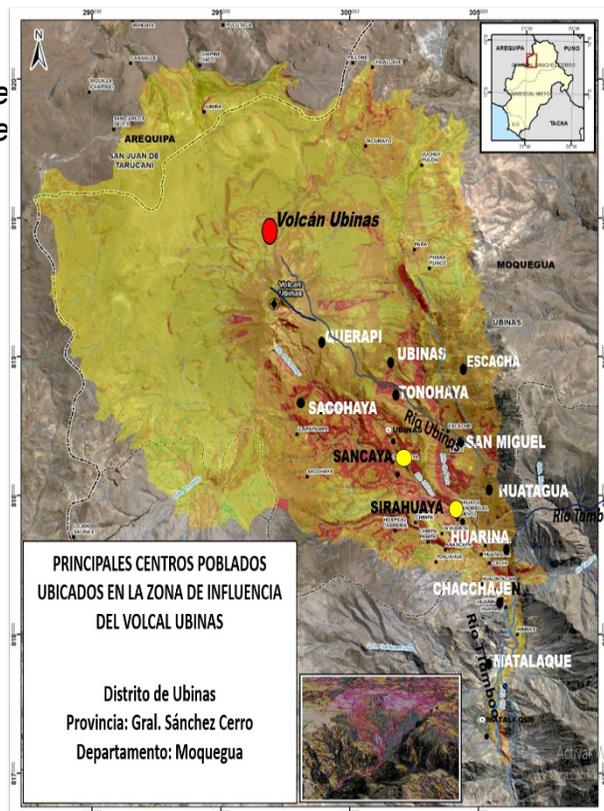
  

VARIABLES	POBLADOS EXPUESTOS	HABITANTES EXPUESTOS	VIVIENDAS EXPUESTAS	IIEE	CENTROS DE SALUD	PREDIOS RURALES
AVANCHA DE ESCOMBROS	38	2395	1018	14	3	1 593 297
FLUJOS PIROCLASTICOS	51	2115	904	13	3	1 783 777
LAHARES	6	200	90	2	1	283 249
FLUJOS DE LAVA	0	0	0	0	0	0
CAÍDA DE TEFRAS	853	30322	12519	2	35	1 861 285

*Fuente: Gore Moquegua, 2014 (asistencia de entidades técnicas científicas y Cenepred.).*

Cabe mencionar que los flujos de lava discurrirían por zona inhabitables por tanto no afectarían a pobladores, solamente parte del ecosistema. A continuación, se muestran los poblados ubicados en el área de influencia de los peligros volcánicos:

*Figura 06: Maas de elementos expuestos*



*Fuente: Gore Moquegua, 2014*

**Análisis de la vulnerabilidad**

El análisis de la vulnerabilidad fue desarrollado en base a los factores exposición, fragilidad y resiliencia de las dimensiones social y económica, las variables

consideradas fueron tomadas en cuenta de acuerdo al tipo de peligro y las características predominantes del área de estudio. A continuación, se indican dichas variables:

*Cuadro 03: Variables para el análisis de la vulnerabilidad*

Cabe resaltar que, el poblado Querapi presenta vulnerabilidad Muy Alta, debido a los tipos de construcción que se han identificado.

## BOLETÍN DE RESÚMENES DE EXPOSICIONES

### Determinación del riesgo

En base a los mapas de peligro por los fenómenos flujos piroclásticos, flujos de lava, lahares, avalanchas de escombros y caída de tefras, en las inmediaciones del volcán Ubinas y los resultados del análisis de la vulnerabilidad se han obtenido los mapas de riesgo:



A continuación, se presentan los mapas del riesgo respectivos:

*Figura 07: Mapas de riesgo de los sectores Tonohaya (primera fila), Querapi, (segunda fila) San Miguel (tercera fila) y Huatagua (cuarta fila)*



*Fuente: Gore Moquegua, 2014 (asistencia de entidades técnicas científicas y Cenepred.).*

### 7. Conclusiones

Las ciencias de la tierra contribuyen en la generación del conocimiento del riesgo de desastres, a partir de la identificación y caracterización del peligro, así como la identificación y de medidas de control del riesgo para minimizar los impactos que puedan generarse.

La Gestión del Riesgo de Desastres ante los variados tipos de peligros asociados a la actividad volcánica requiere de instrumentos técnicos basados en un adecuado conocimiento del riesgo desde los Informes de Evaluación del Riesgo, escenarios de riesgo y los planes de prevención del riesgo, que contribuyen a la prevención y reducción del riesgo.

Los trabajos desarrollados por las entidades técnicas e instituciones IGP, Ingemmet y Unsa, a través de sus centros de investigación han permitido evidenciar que los niveles de peligro volcánico relativo Muy Altos en Sabancaya, Misti y Coropuna.

Los estudios de Evaluación del Riesgo realizados determinan que hay comunidades que presentan niveles de riesgo Muy Alto y Alto, debido a su proximidad al volcán Ubinas, y ante la actividad volcánica y los diferentes manifestaciones que tiene en las áreas circundantes, por lo que se sugirió elaborar un plan de reasentamiento poblacional progresivo a los centros poblados de Querapi, Tonohaya y Huatagua ubicados en zonas de Muy alto

## BOLETÍN DE RESÚMENES DE EXPOSICIONES

riesgo no mitigable, (Ley N° 29869, Ley de reasentamiento poblacional).

Los instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres, en específico las evaluaciones del riesgo, constituyen el informe técnico que permite sustentar la necesidad de iniciar el Plan de Reasentamiento Poblacional de las zonas urbanas expuestas a Riesgos Muy Alto No Mitigable. Actualmente, el Gobierno Regional de Moquegua viene trabajando en la implementación del Plan de Reasentamiento, habiendo conformado su equipo técnico mediante la RJ N° 375-2020GR/MOQ.

Las actividades de investigación, vigilancia y monitoreo que realizan las entidades técnico científicas como INGEMMET, IGP y SENAMHI, entre otras, generan información valiosa muy útil para implementar sistemas de monitoreo y de alerta temprana como herramienta necesaria para reducir el impacto en la vida de las poblaciones en los medios de vida y las actividades productivas que se desarrollan en el área circundante del volcán Ubinas. Esta permite informar oportunamente a las autoridades encargadas de la gestión del riesgo a nivel regional y local, los cuales deberán comunicar a las poblaciones expuestas al fenómeno de vulcanismo.

### 8. Bibliografía

Ingemmet, 2019. Evaluación de los peligros volcánicos de los poblados Ubinas, Escacha, Socohaya, San Miguel, Querapi y Anasca.

Ingemmet, 2016. Lahares emplazados en el valle Ubinas en febrero del 2016:

Geología, impacto y evaluación de peligros.

Ingemmet, 2014. Evaluación de peligros geológicos en el Valle de Ubinas.

Ingemmet, 2012, Evaluación de la seguridad física de centros poblados del Valle del río Ubinas frente a los peligros volcánicos del volcán Ubinas.

Ingemmet, 2012. Estado de actividad actual del volcán Ubinas Monitoreo volcánico realizado por Ingemmet (2005 – 2012).

Ingemmet, 1997. Inventario de volcanes del Perú. Proyecto: Álbum de mapas de riesgos volcánicos de las principales ciudades del Suroeste del Perú - [Boletín C 15]

IGP, 2019. Aportes del Monitoreo Geofísico en manejo de crisis del volcán Ubinas, actividad eruptiva 2019.

IGP, Ingemmet y Unsa, 2016. Evaluación del riesgo volcánico en el sur del Perú, situación de la vigilancia actual y requerimientos de monitoreo en el futuro.

Igp, 2014. Investigación sobre volcanes activos en el sur del Perú.

Gobierno Regional de Moquegua et al, 2014. Informe de Evaluación de riesgos en el área de influencia del volcán Ubinas. (<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/525>)

ERUPCIONES VOLCÁNICAS: ESTRATEGIAS PARA LA  
PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL RIESGO VOLCÁNICO

**BOLETÍN DE RESÚMENES DE EXPOSICIONES**

