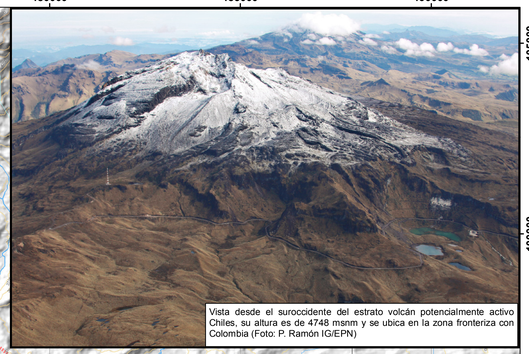
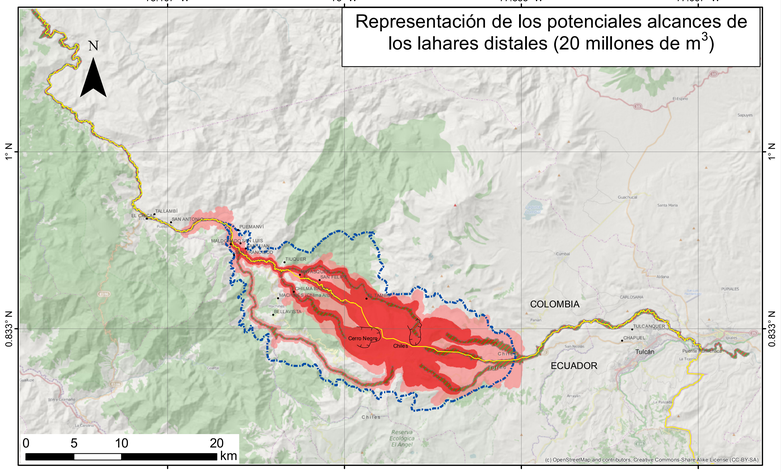
MAPA DE AMENAZAS POTENCIALES DE LOS VOLCANES CHILES Y CERRO NEGRO

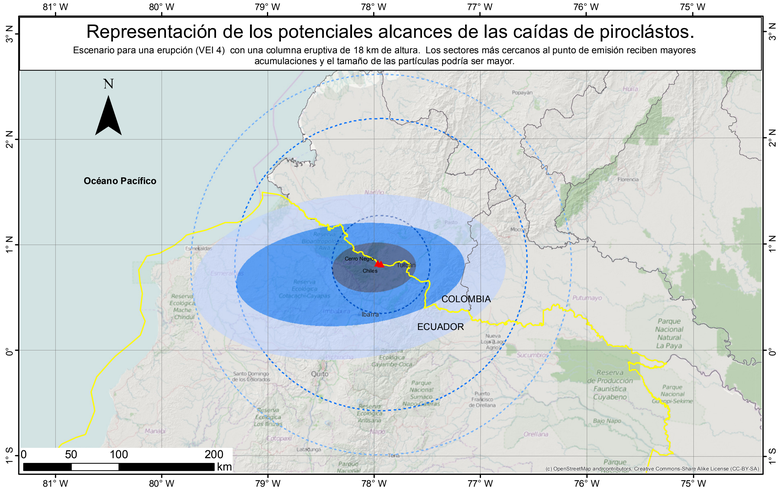


Vista desde el suroccidente del estrato volcán potencialmente activo Chiles, su altura es de 4748 msnm y se ubica en la zona fronteriza con Colombia (Foto: P. Ramón IG/EPN)



Vista desde el suroccidente del Volcán potencialmente activo Cerro Negro, se observa la cicatriz de deslizamiento, su altura es de 4470 msnm y se ubica en el sector fronterizo con Colombia (Foto: P. Ramón IG/EPN)





CONCEPTOS

Amenaza Volcánica:
Peligro latente de que un evento de origen volcánico se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Caída de piroclastos:
Como consecuencia de las erupciones explosivas, los volcanes expulsan a la atmósfera partículas fragmentadas (piroclastos), las que de acuerdo a su tamaño se conocen como: ceniza (menor a 2 mm); lapilli o cascajo (2 a 64 mm); bloques y bombas (mayor a 64 mm).

Piroclastos transportados por el viento: la ceniza y el lapilli son transportados por el viento hasta zonas alejadas del volcán (decenas a cientos de kilómetros) y depositados por efecto de la gravedad y pueden cubrir un área muy extensa. La cantidad de piroclastos acumulados y el tamaño de sus partículas disminuyen con la distancia al volcán. En la mayoría de las erupciones se producen caídas piroclásticas y su distribución dependerá de la dirección y fuerza de los vientos.

Las caídas de piroclastos pueden provocar el oscurecimiento del ambiente y afectar a la salud humana y animal, generando infecciones respiratorias, irritación de los ojos y las vías respiratorias, intoxicaciones y alergias; en las infraestructuras y viviendas: cubrimiento y enterramiento, obstrucción de drenajes artificiales, colapso de techos y líneas de conducción eléctrica, corrosión de elementos metálicos; en la agricultura y ganadería, la pérdida parcial o total de cultivos y ganado, contaminación de fuentes de agua por materiales sólidos y químicos; tormentas eléctricas y afectación al transporte aéreo y terrestre.

Recomendación: las personas que se encuentran en las zonas afectadas por las caídas piroclásticas deberán buscar refugio en sus casas u otras edificaciones cercanas. Si permanecen a la intemperie, se recomienda el uso de un casco, de ropa adecuada y de mascarillas (o un pañuelo húmedo). Además se debe impedir que el ganado consuma hierba contaminada por ceniza. Se debe proteger las fuentes y el suministro de agua potable. Tomando las precauciones adecuadas, se recomienda limpiar los techos para evitar acumulación de ceniza y el colapso de los mismos.

Proyectiles balísticos: Las bombas y los bloques (diámetro desde 64 mm hasta varios metros) son expulsados con trayectorias parabólicas como proyectiles balísticos desde el cráter a velocidades de decenas a centenas de metros por segundo; por lo general su distribución está restringida a una distancia menor a 10 km del punto de emisión.

Los proyectiles balísticos causan destrucción de infraestructura y muerte o lesiones graves de seres vivos por impacto directo, incendios forestales o de viviendas.

Recomendación: la probabilidad de sobrevivir al impacto de un proyectil balístico es mínima. Por eso, en caso de una erupción explosiva inminente es necesario evacuar a todas las personas y animales potencialmente afectadas por este fenómeno.

Flujos Piroclásticos:
Son nubes de material incandescente compuestas por fragmentos de rocas, cenizas y gases calientes (de 300° a más de 800°C) que se mueven a grandes velocidades (de decenas a varios centenas de km/h) desde el centro de emisión hacia los flancos del volcán, y tienden a seguir los valles. Se originan a partir del colapso gravitacional de columnas eruptivas y por la destrucción gravitacional y explosiva de domos y flujos de lava. La mayoría de los flujos piroclásticos tienen dos partes: un flujo basal de fragmentos gruesos que se mueve a lo largo de la superficie del suelo y una nube turbulenta de ceniza que se eleva por encima del flujo basal. La ceniza puede caer desde esta nube en un área amplia siguiendo la dirección del viento.

Los flujos piroclásticos destruyen todo a su paso y específicamente pueden causar: arrasamiento e incendio de los elementos expuestos en su trayectoria, debido a sus altas velocidades y temperaturas; cubrimiento y enterramiento del área expuesta, incluidos obstrucción de cauces, relleno de depresiones topográficas e interrupción de vías de diferente orden. Muerte y graves lesiones a las personas y animales por quemaduras e inhalación de ceniza caliente y gases.

Recomendación: la probabilidad de sobrevivir al impacto de un flujo piroclástico es nula. Por eso, en caso de una erupción explosiva inminente es necesario evacuar a todas las personas y animales potencialmente afectadas por este fenómeno.

Flujos y domos de Lava:
Son corrientes de roca fundida, relativamente fluidas, que son emitidas por el cráter o por grietas en los flancos del cono activo. Al salir del cráter forman lenguas que tienden a canalizarse a lo largo de los valles. Su velocidad y alcance dependen de su composición, la morfología presentada a lo largo de las pendientes en el valle y las barreras topográficas que encuentren a su paso. Existen lavas fluidas y lavas viscosas. Las primeras pueden extenderse hasta decenas de kilómetros desde el foco de emisión. Lavas menos fluidas se mueven solamente unos pocos kilómetros por hora y raras veces se extienden a más de 8 km desde los puntos de emisión. Cuando las lavas son muy viscosas se acumulan en los centros de emisión formando montículos escarpados o en forma de cúpula conocidos como domos de lava, los que al enfriarse llegan a taponarlos. Los domos pueden explotar o colapsar, generando flujos piroclásticos y posteriormente laharas.

El avance de los flujos de lava es relativamente lento, de manera que las personas pueden alejarse de su trayectoria, sin embargo, todo en su camino será derribado, rodeado, sepultado y quemado debido a sus altas temperaturas. Las lavas específicamente pueden causar: destrucción de la infraestructura, enterramiento y quema de cultivos, e incendios forestales. Las muertes atribuidas a los flujos de lava son a menudo debido a causas indirectas, tales como: las explosiones cuando la lava interactúa con el agua, asfixia debido a los gases tóxicos acompañantes, flujos piroclásticos por colapso de domos y laharas por deshielo.

Recomendación: en caso de que exista una erupción que genere flujos de lava, se debe poner especial atención al avance de los mismos hacia centros poblados o infraestructuras.

Flujos de lodo y escombros (Lahares) :
Los lahares son una mezcla de fragmentos de roca, arena, limo, arcilla y agua que se desplazan por los cauces de las quebradas y ríos. Un lahar en movimiento se presenta como una masa de concreto húmedo que acarrea fragmentos que varían desde el tamaño de la arcilla hasta bloques de más de 10 metros de diámetro. Los lahares varían en tamaño y velocidad. Los lahares pequeños de menos de unos pocos metros de ancho y varios centímetros de profundidad pueden fluir con una velocidad de pocos metros por segundo; los lahares grandes de cientos de metros de ancho y decenas de metros de profundidad pueden fluir a varias decenas de metros por segundo.

Estos tipos de flujos se pueden generar durante (primarios) o después (secundarios) de las erupciones volcánicas, por una variedad de mecanismos que permiten la interacción del agua con materiales volcánicos y no volcánicos. Las fuentes de agua para formar lahares pueden proverir de la fusión de nieve de glaciares, de lagos ubicados en el cráter, de lluvias, de corrientes fluviales o reservorios de agua en el interior del volcán.

Los lahares pueden causar el arrasamiento y destrucción de la vegetación, cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria (puentes, casas en las orillas de los ríos). Pueden cubrir o aislar grandes extensiones de terreno (cerca al cauce y por fuera de él) de los cauces naturales y artificiales y la inundación de las regiones aledañas en el caso de presentarse represamiento de los ríos y quebradas.

Recomendación: por la rapidez con la cual pueden formarse, por su velocidad y su energía, un flujo de escombros es un fenómeno muy peligroso y la probabilidad de sobrevivir a su impacto directo es mínima. Durante una crisis volcánica se debe evitar permanecer en el fondo de las quebradas y las vertientes bajas de los drenajes.

Gases volcánicos:
Antes, durante y después de una erupción los volcanes emiten cantidades importantes de gases, siendo en su mayoría vapor de agua, al cual se debe sumar ciertas concentraciones de CO2 (dióxido de carbono), SO2 (dióxido de azufre) y H2S (hidróxido de azufre) entre otros.

Generalmente estos gases se diluyen rápidamente en la atmósfera, de manera que no representan un peligro mayor para la salud humana. El sentido del olfato humano no es lo suficientemente sensible como para detectar concentraciones muy bajas de gases volcánicos, que no necesariamente son peligrosas para la salud, especialmente cuando existe una buena ventilación. Sin embargo, las concentraciones de CO2 y CO (gases inodoros) en depresiones topográficas pueden llegar a causar la muerte. Una exposición prolongada a gases volcánicos puede provocar irritación de los ojos y problemas respiratorios.

Recomendación: Cuando se detecte la presencia de gases volcánicos en la atmósfera, se debe evitar ambientes cerrados donde la ventilación sea mínima y donde los gases puedan acumularse. Una máscara o pañuelo mojado podría ayudar a filtrar el aire contaminado, pero sería más prudente abandonar la zona afectada por gases.

Avalanchas de escombros:
Son enormes deslizamientos del edificio volcánico que pueden suceder como resultado de la inestabilidad de sus flancos. La inestabilidad de un volcán puede deberse a la intrusión de magma en su interior, a un fuerte sismo cercano, o al debilitamiento de la estructura interna del volcán. En ocasiones el colapso del edificio es acompañado por actividad eruptiva, caracterizada por explosiones de extrema violencia (blasts) que generalmente están dirigidas en la misma dirección del deslizamiento. Las avalanchas de escombros son muy rápidas y móviles y arrasan con todo lo que encuentran a su paso. Sin embargo, vale notar que estos eventos son muy poco frecuentes en la vida de un volcán.

Recomendación: la probabilidad de sobrevivir al impacto de una avalancha de escombros es nula. Dada la magnitud y violencia de estos fenómenos, se recomienda la evacuación de las zonas amenazadas si la información científica señala la posibilidad de ocurrencia de un evento de estas características.

Ondas de Choque:
Es una onda de presión que se propaga a una velocidad mayor que la del sonido, producida durante la actividad explosiva de un volcán. Las ondas de choque pueden causar: vibración y rompimiento de ventanas, fisuras en paredes y líneas vitales y conmoción en las personas que estén afectadas por este tipo de fenómeno.

Recomendación: reforzar los ventanales con cinta adhesiva y usar protección de los oídos.

Sismos Volcánicos:
Los sismos generados por la actividad interna de un volcán generalmente no son de gran magnitud. Sin embargo, en la zona de los volcanes Chiles y Cerro Negro se han registrado sismos sentidos, incluso con magnitudes superiores a 5. Los sismos volcánicos pueden ocasionar desde daños menores en la infraestructura y líneas vitales hasta colapso de viviendas, además pueden ocasionar diferentes tipos de movimientos en masa dependiendo de la magnitud y la distancia al epicentro.

Recomendación: Conserve la calma y ubíquese en las zonas de seguridad del lugar en que usted se encuentre al momento del sismo.

LEYENDA EXPLICATIVA

ACLARACIÓN (NOTA DE DESCARGO)
La información contenida en este mapa es de carácter referencial, para ser usada en el manejo de emergencias asociadas con estos volcanes, y para propósitos educativos y de evacuación. Los límites de las áreas de amenaza volcánica son transicionales y se han delineado para proveer información de su presencia en tales áreas. Áreas de amenaza volcánica adicional, correspondientes a eventos extremos, poco frecuentes y poco probables, no han sido representadas en este mapa. Para el desarrollo de este mapa se han considerado como puntos de emisión/erupción las zonas altas de los volcanes Chiles y Cerro Negro. En caso de que ocurrieran puntos de emisión fuera de estas zonas, el mapa debe ser actualizado.

Los autores al proveer la información contenida en este mapa declaran que lo hacen de buena fe, pero en ningún caso aceptan responsabilidad alguna por cualquier pérdida, daño, injurias a las personas, sus propiedades o servicios, como resultado de la afectación por las amenazas volcánicas.

LEYENDA DE LAS ZONAS POTENCIALMENTE AFECTADAS

FLUJOS PIROCLÁSTICOS, FLUJOS DE LAVA Y LAHARES
La delimitación de las zonas afectadas por estos flujos se realizó asociando dos metodologías diferentes. Los flujos piroclásticos se modelaron utilizando los simuladores digitales llamados Titan2D (Patra et al., 2005) y Volc_Flow (Kelfoun y Druitt, 2005). Los flujos de lava se modelaron utilizando el simulador digital llamado LavaPL (Connor et al., 2012). Los lahares se modelaron utilizando el simulador digital llamado LaharZ (Iverson et al., 1998; Schilling, 2014).

El color rojo intenso indica la zona que sería potencialmente afectada por flujos piroclásticos, y/o flujos de lava y/o lahares en caso de que ocurra una erupción pequeña a moderada (VEI 1-3). Para flujos piroclásticos se utilizó un volumen de 10 millones de m^3. Esta zona podría ser afectada por por lahares pequeños (menor 1 millón de m^3). El límite de esta zona se encuentra a aproximadamente 9 km al oriente del volcán Chiles, es decir a menos de 1 km de las poblaciones de Chiles (Colombia) y Tufiño (Ecuador), y al occidente a 20 km del volcán Cerro Negro, hasta la población de Maldonado (Ecuador).

La zona de color rojo pálido podría ser afectada por flujos piroclásticos en caso de que ocurra una erupción grande (VEI = 4). Para flujos piroclásticos se utilizó un volumen de 100 millones de m^3 para ambos volcanes. Esta zona podría ser afectada por lahares pequeños e intermedios. El límite de esta zona se encuentra a aproximadamente 12 km al oriente del volcán Chiles, 3 km aguas abajo de las poblaciones de Chiles (Colombia) y Tufiño (Ecuador), y 25 km al occidente del volcán Cerro Negro, 10 km aguas abajo de la población de Maldonado (Ecuador).

La flechas representa la dirección de los flujos piroclásticos

PROYECTILES BALÍSTICOS
Para la delimitación de esta zona se utilizó el modelo numérico Ejectl (Mastin, 2011) que permite calcular el alcance máximo de los proyectiles balísticos en función de diferentes parámetros (p.e. velocidad y ángulo inicial, densidad y forma de los bloques, condiciones atmosféricas).

La zona delimitada con una línea roja intensa podría ser afectada por caída de bloques balísticos en caso de que ocurra una erupción pequeña (VEI 1-3). El límite de esta zona se encuentra a aproximadamente 5 km a la redonda del probable punto de emisión/erupción de cada volcán.

La zona delimitada con un línea roja punteada pálida podría ser afectada por caída de bloques balísticos en caso de que ocurra una erupción grande (VEI 4). El límite de esta zona se encuentra a aproximadamente 9 km a la redonda del probable punto de emisión/erupción de cada volcán.

LAHARES DISTALES
La delimitación de las zonas afectadas por lahares se realizó con la utilización del modelo LaharZ (Iverson et al., 1998; Schilling, 2014), el cual permite determinar la extensión de las zonas potencialmente inundadas a partir del volumen del lahar esperado.

Los eventos laháricos grandes (hasta 20 millones de m^3) tienen un alcance importante. Hacia el oriente, los lahares avanzarían por la quebrada Hueco de Olla y los ríos Chiles, Játiva o Alumbre, Río Grande y Río Carchi, hasta al menos 10 km aguas abajo del puente internacional de Rumichaca. En su trayectoria se encuentran las poblaciones de Chiles en Colombia y Tufiño en el Ecuador. Hacia el noreste avanzarían por los ríos Blanco o Mayasquer y San Juan, pasando cerca a los poblados colombianos de El Tambo, San Felipe, Mayasquer, Tiuquer, San Francisco, La Unión, Guayabal y Tallambí, avanzando al menos 30 km aguas abajo de Peñas Blancas y Chical (Ecuador).

AVALANCHAS DE ESCOMBROS
Para la delimitación de esta zona se utilizó el concepto de "cono de energía", que relaciona el alcance horizontal (L) de un flujo con la diferencia de alturas (H) entre el punto de generación del flujo y el punto de deposición.

Esta línea representa la posible extensión de una avalancha de escombros que afecte a cualquiera de los flancos del Chiles o del Cerro Negro. Para este caso se utilizó una relación H/L de 0.14 para el volcán Chiles y 0.18 para el volcán Cerro Negro propia a una avalancha de escombros para volcanes de este tamaño. Estos eventos son poco frecuentes.

Límites de las cicatrices de deslizamiento

CAÍDAS DE PIROCLASTOS (CENIZA Y LAPILLI)
La delimitación de las zonas potencialmente afectadas por caídas de ceniza y lapilli (cascajo) fue realizada usando el modelo numérico de advección-difusión TEPHRA2 (Bonadonna et al. 2005). Se tomó en cuenta un escenario de magnitud (VEI 4, con una columna de 18 km de altura sobre la cima del volcán). La distribución de las caídas piroclásticas sigue la tendencia predominante de los vientos en el área con dirección Este-Oeste. Las zonas más cercanas al vento generalmente reciben mayores acumulaciones.

Esta zona representa un área cercana a los centros volcánicos con acumulaciones potenciales de entre 0.5 milímetros y 1 centímetro (entre 0,5 y 10 kg/m^2). En esta zona, la caída de ceniza puede provocar el cierre de aeropuertos, daños a los aviones y afectar a la ruta aérea, así como daños a líneas de transmisión y centrales transformadoras eléctricas y daños a cultivos. Con caídas persistentes se puede afectar a la salud humana, especialmente las vías respiratorias y los ojos.

En línea punteada se representa la zona potencialmente afectada con tendencia de viento diferente de la principal.

Esta zona representa un área con acumulaciones potenciales de entre 1 y 10 centímetros (entre 10 y 100 kg/m^2). En esta zona, las caídas de ceniza y piroclastos pueden provocar pérdidas totales de sembríos, muerte de ganado, daños parciales a infraestructuras, contaminación de fuentes y reservorios de agua.

En línea punteada se representa la zona potencialmente afectada con tendencia de viento diferente de la principal.

Esta zona representa un área con acumulaciones potenciales mayores a 10 centímetros (mayor a 100 kg/m^2). En esta zona, las caídas de ceniza y piroclastos pueden provocar colapsos de techos, destrucción total de la vegetación y pérdida permanente del suelo. Es la zona cercana al volcán.

En línea punteada se representa la zona potencialmente afectada con tendencia de viento diferente de la principal.

MAPA DE AMENAZAS POTENCIALES DE LOS VOLCANES CHILES Y CERRO NEGRO

ESCALA (Mapa Principal) 1:50000
0 1 2 4 km.

Primera versión
@
Noviembre 2014

Sistema de Proyección: WGS_1984_UTM_Zona_18N
Elaborado conjuntamente entre el IG-EPN y el SGC

Instituto Geofísico: www.igepn.edu.ec
Teléfono: (02) 2225-655 ; Quito - Ecuador