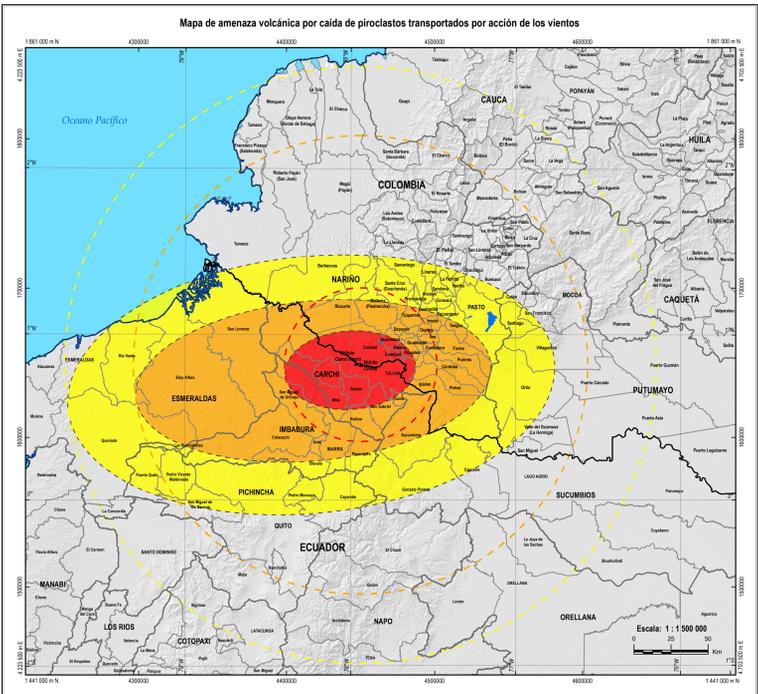
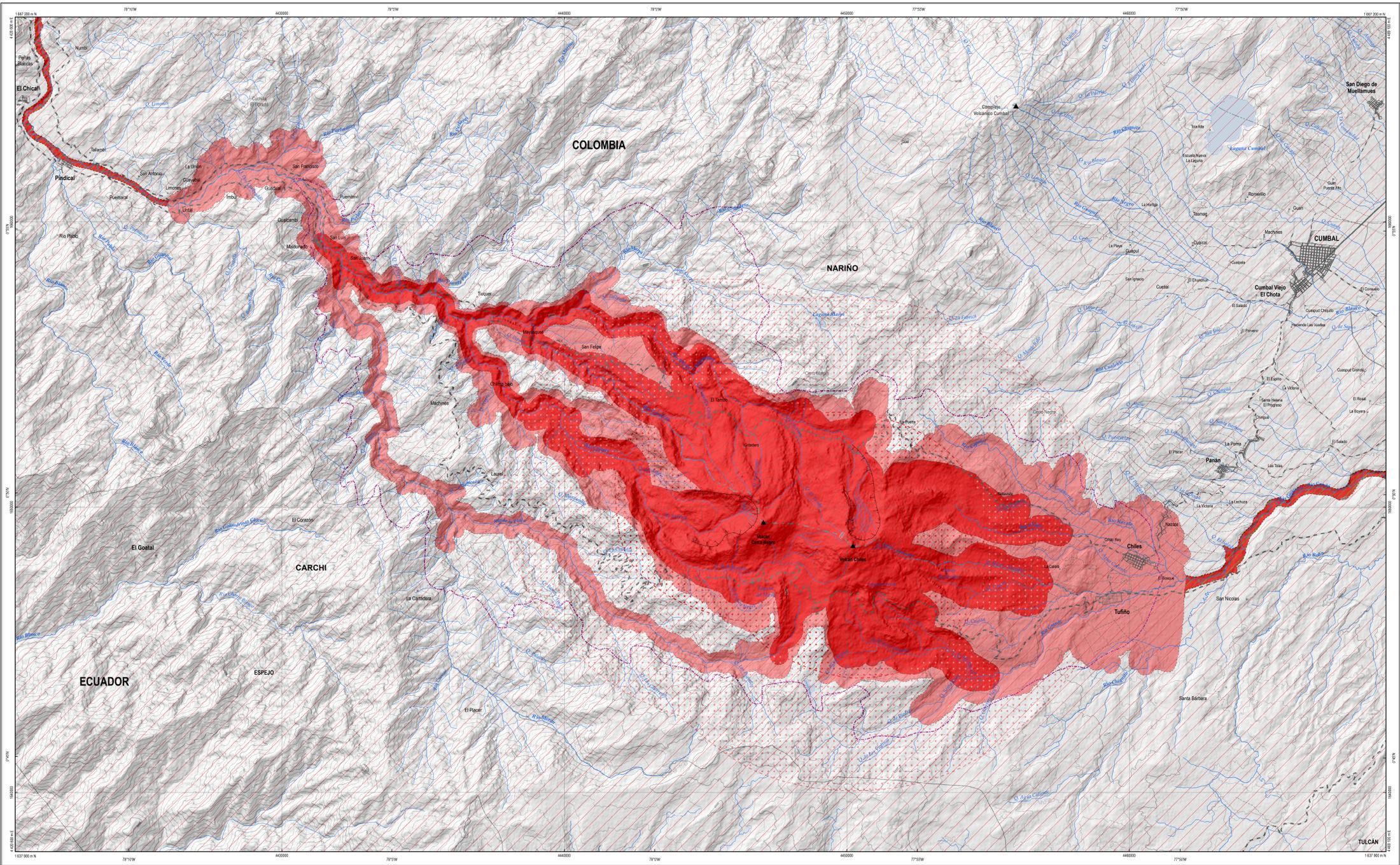


Mapa de amenaza volcánica del Complejo Volcánico Chiles - Cerro Negro, 2023



Legenda explicativa

Zonificación de amenaza por caída de proclastos transportados por acción de los vientos:
La delimitación de las zonas potencialmente afectadas por caídas de ceniza y lapilli se realizó usando el modelo numérico de advección-difusión Tephrajz (Bonomina et al., 2005). Se representa en el mapa el resultado de la simulación para una columna de 18 km de altura sobre el complejo volcánico. La distribución de las caídas proclásticas sigue la tendencia predominante de los vientos en el área en dirección oriente -occidente.

Zona de amenaza alta

- Corresponde a la zona con acumulaciones mayores a 10 cm (mayor a 100 kg/m³) de ceniza y lapilli, dispersándose en la dirección predominante de los vientos en el área, extendiéndose hasta 51 km. Podría afectar zonas de los municipios de Cumbal, Cusapud, Pupiales, Ipiales, Aldana, Guachucal, Potosí (Colombia) y poblaciones de las provincias de Carchi e Imbabura (Ecuador). En esta zona pueden ocurrir colapsos de techos, destrucción total de la vegetación.
- Zona expuesta a caída de proclastos con acumulaciones mayores a 10 cm, cubriendo la zona potencialmente afectada con tendencia de viento diferente de la principal.

Zona de amenaza media

- Corresponde a la zona afectada principalmente por caída de proclastos con acumulaciones entre 1 y 10 cm (entre 10 y 100 kg/m³) de ceniza y lapilli; con dispersión en la dirección predominante de los vientos en el área, extendiéndose hasta 153 km. Podría afectar zonas de los municipios de Cumbal, Ricaurte, Malama, Santacruz, Tiqueras, Sappays, Opatia, Inés, Guamalín, Condaturo, Funes, Tangaya, Puerres, Yacanzur, Pasto, Corobá, Guachucal, Aldana, Pupiales, Ipiales, Potosí, Barbacoas (Colombia) y poblaciones de las provincias de Carchi, Imbabura y Sucumbios (Ecuador). En esta zona pueden ocurrir colapsos de techos, muerte de ganado, daños parciales a infraestructuras, contaminación de fuentes y reservorios de agua.
- Zona expuesta a caída de proclastos con acumulaciones entre 1 cm y menor a 10 cm, cubriendo la zona potencialmente afectada con tendencia de viento diferente de la principal.

Zona de amenaza baja

- Corresponde a la zona afectada por caída de proclastos con acumulaciones entre 0,5 mm y 1 cm (entre 0,5 y 10 kg/m³) de ceniza y lapilli, dispersándose en la dirección predominante de los vientos en el área, extendiéndose hasta 200 km. Podría afectar zonas de los municipios de Tumbaco, Barbacoas, Ricaurte, Malama, Santacruz, Guachavés, Samangay, Tiqueras, Proviencia, Anaya, Guacalí, Conacac, Sarcón, La Florida, Linares, El Tambo, Nariño, Chacabuco, Buzaco, Pasto, Tangaya, Yacanzur, Funes, Puerres, Corobá, Potosí e Ipiales en el departamento de Nariño y Santiago, Colón, Sibundoy, San Francisco, Villagarzón, Chilo y La Horqueta (Ecuador) y poblaciones de las provincias de Sucumbios, Proviencia, Imbabura y Esmeraldas (Ecuador). En esta zona se puede producir cierre de aeropuertos, daños a aeronaves y afectación de rutas aéreas, daños a líneas de transmisión y centrales eléctricas, daños a cultivos. Con caídas persistentes se puede afectar la salud humana, especialmente las vías respiratorias y los ojos.
- Zona expuesta a caída de proclastos con acumulaciones entre 0,5 mm y menor a 1 cm, cubriendo el área potencialmente afectada con tendencia de viento diferente de la principal.

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, infraestructura, los servicios y los recursos ambientales.

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

Caída de proclastos transportados por el viento: La ceniza y el lapilli son transportados por el viento hasta zonas alejadas del volcán (cientos o miles de kilómetros) y depositados por efecto de la gravedad, formando capas que siguen la topografía preexistente y, en general, cubren un área muy extensa. La cantidad de proclastos acumulados y su tamaño de grano disminuyen con la distancia al volcán. En la mayoría de las erupciones se producen caídas proclásticas y su distribución depende de la dirección y velocidad del viento predominante. Las caídas de proclastos pueden causar: resacastramiento del ambiente en la salud humana y animal; infecciones respiratorias; irritación de los ojos y las vías respiratorias; intoxicaciones y alergias; en las infraestructuras y viviendas; cubrimiento y entarriamiento; obstrucción de drenajes artificiales; colapsos de techos e líneas de conducción eléctrica; corrosión e elementos metálicos; pérdida parcial o total de cultivos y ganado; contaminación de fuentes de agua por sólidos y químicos; tormentas eléctricas y afectación al transporte aéreo y terrestre.

Caída de proclastos por proyección balística: Las bombas y los bloques (diámetro desde 64 mm hasta metros) son expulsados con trayectorias parabólicas como proyectiles balísticos desde el cráter o velocidades de decenas a centenares 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 a seres vivos por impacto directo, resacastramiento forestal.

Corrientes de densidad proclástica (flujos u oleadas proclásticas): Son nubes de material incandescente compuestas por fragmentos de rocas, cenizas y gases calientes (de 300°C a 800°C) que se mueven a grandes velocidades (de decenas a varios cientos de km/h), desde el centro de emisión por los flancos del volcán, tendiendo a seguir los valles. Se originan a partir del colapso gravitacional de columnas gruesas y por la destrucción gravitacional explosiva de domos y flujos de lava. La mayoría de los flujos proclásticos tienen dos partes: un flujo basal de fragmentos gruesos que se mueve a lo largo de la superficie del suelo a 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 proclásticos destruyen todo a su paso y especialmente pueden causar: Arrasamiento e incendio de los elementos expuestos en su trayectoria, debido a sus altas velocidades y temperaturas. Colrimiento y entarriamiento de la zona expuesta, incluido obstrucción de cauces, riego de depósitos topográficos e interrupción de vías de diferente tipo. Muerte y graves lesiones a las personas y animales por quemaduras e inhalación de cenizas calientes y gases. La probabilidad de sobrevivir al impacto de un flujo proclástico es nula.

Flujos y domos de lava: Son corrientes de roca fundida, relativamente fluidas, que son emitidas por el cráter o por grietas en la fianca 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 representada por la pendiente del valle y las barreras topográficas que encuentran 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 rara vez se extienden a más de 6 km desde los focos de emisión. Cuando las lavas son muy viscosas se acumulan en los centros de emisión formando montículos esparcidos o en forma de colinas conóides como domos de lava, que al enfriarse llegan a topografiar. Los domos pueden explotar o colapsar, generando flujos proclásticos y posteriormente flujos de todo o lavas. Los flujos de lava se mueven relativamente lento, de manera que las personas pueden escapar de su trayectoria; sin embargo, todo en su camino será derribado, roto, sepultado y quemado debido a sus altas temperaturas. Las lavas especialmente pueden causar: Destrucción de infraestructura, entarriamiento, quemar 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, nevadas debido a los gases tóxicos acompañantes, flujos proclásticos por colapsos de domos y lavas por deshielo. En caso de que exista una erupción que genere flujos de lava, se debe poner particular atención al avance de los mismos hacia centros poblados o infraestructuras.

Lahares (flujos de lodo volcánicos): Los flujos de lodo o 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 carga fragmentos que varían desde arcilla hasta bloques de más de 10 metros en diámetro. Los lahars varían en tamaño y velocidad; los pequeños, de menos de unos pocos metros de ancho y varios centímetros de profundidad, pueden fluir unos pocos metros por segundo; lahars 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 (primario) 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 lahars pueden provenir de nieve, de hielo, de lagos craterales, de lluvias o de corrientes fluviales y resacas de agua en el interior del volcán. Los lahars pueden causar: arrasamiento y destrucción de vegetación, cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria (puentes, casas e infraestructura). Entarriamiento y asaltamiento pesado y lavado de grandes extensiones de terreno (como al cauce y por fuera de él) inclinado la infraestructura ubicada sobre las mismas. Riego de cauces naturales y artificiales. Inundación de las regiones alejadas, en el caso de presentarse resacastramiento de los ríos y quebradas. Por la rapidez con la cual pueden formarse, por su velocidad y su energía, un lahar es un fenómeno muy peligroso y la probabilidad de sobrevivir a su impacto directo es mínima.

Avatachamientos 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 (blast), que generalmente están dirigidas en la misma dirección del deslizamiento. Los avatachamientos de escombros son muy rápidos, móviles y arrasan con todo lo que encuentran a su paso. Sin embargo, cabe anotar que estos eventos son muy poco frecuentes en la vida de un volcán.

Daños 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 deben sumar ciertas concentraciones de CO₂ (óxido de carbono), SO₂ (óxido de azufre) y H₂S (sulfuro de hidrógeno) entre otros. Generalmente, estos gases se diluyen rápidamente en la atmósfera, de manera que no representan un peligro mayor para la salud humana. El sereno del olvido 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 tóxicos) en depósitos topográficos pueden llegar a causar la muerte. Una exposición prolongada a gases volcánicos puede provocar irritación de los ojos y problemas respiratorios.

Ondas de choque: Es una onda de presión que se propaga a una velocidad mayor que la del sonido, produciéndose durante la actividad explosiva de un volcán. Las ondas de choque pueden causar: vibración y rompimiento de estructuras, fissuras en paredes y líneas vitales, corrosión en las personas que se ven afectadas por este tipo de fenómeno.

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 e líneas vitales hasta colapsos de viviendas, además pueden ocasionar diferentes tipos de movimientos en masa, dependiendo de la magnitud y la distancia al epicentro.

Índice de explosividad volcánica: El Índice de Explosividad Volcánica (VEI, en su sigla en inglés) es una escala que permite medir el tamaño o magnitud de erupciones volcánicas explosivas. Dicha escala varía de 0 a 8, donde el incremento en un número representa un aumento en la explosividad de diez veces respecto al anterior. El V.E.I. se establece de acuerdo a características de la erupción, tales como el volumen de material emitido (incluyendo cenizas proclásticas y corrientes de densidad proclástica), altura de la columna eruptiva, el duración o otros parámetros cuantitativos de eventos eruptivos.

Legenda explicativa

Generalidades del Complejo Volcánico Chiles - Cerro Negro (CVCCN): El CVCCN está conformado por los volcanes Chiles y Cerro Negro, se localiza en el dominio geográfico de la Cordillera Occidental, en la zona fronteriza Colombo-Ecuatoriana, al SW del departamento de Nariño y al N de la provincia del Carchi. El volcán Chiles se localiza en las coordenadas 0°49'02" de latitud N y 77°56'00" de longitud W, con una altura de 4748 m s. n. m., y el volcán Cerro Negro en las coordenadas 0°49'02" de latitud N y 77°57'15" de longitud W, con una altura de 4450 m s. n. m., cuyas cristas se encuentran separadas entre sí por 4 km. Este complejo se encuentra enmarcado en los sistemas de fallas Chiles - Cumbal con orientación NE-SW y Chiles - Cerro Negro con orientación NW-SE. Para el CVCCN se han identificado seis episodios principales de actividad eruptiva, en cada uno de los volcanes, predominantemente de flujos de lava de composición andesítica a riodacítica. Además, se han registrado corrientes de densidad proclástica (flujos proclásticos) de considerable magnitud y avances de escombros, debido al colapso de los edificios volcánicos, hacia el N para el volcán Chiles y hacia el W para el volcán Cerro Negro (Cortés y Calvache, 1987). En erupciones futuras es posible la ocurrencia de uno o varios de los siguientes fenómenos: flujos de lava, corrientes de densidad proclástica (flujos u oleadas proclásticas), lahares (flujos de lodo volcánico), avalancha de escombros, caída de proclastos transportados por el viento (ceniza y lapilli), caída de proclastos por proyección balística, ondas de choque, sismo y emisión de gases.

Delimitación de zonas de amenaza volcánica: Corresponde a la integración de los resultados de la simulación de los fenómenos volcánicos con posibilidad de ocurrir en el CVCCN, de acuerdo a su grado de afectación. Se consideró, como posibles centros de emisión/emisión, para la evaluación y representación de la amenaza, la parte interna y algunos puntos en los bordes de las zonas de colapsos actuales o anfibios de los volcanes. Los fenómenos volcánicos se modelaron utilizando las siguientes herramientas de simulación: corrientes de densidad proclástica - Tephrajz (Párra et al., 2005), flujos de lava - LavaFL (Cortés et al., 2012), lahares - Lahar2 (Iverson et al., 1998; Schilling, 2014), caída de proclastos transportados por el viento - Tephrajz (Bonomina et al., 2005), caída de proclastos por proyección balística - Ejector (Mastin, 2001), avalancha de escombros - cono de energía (Malin y Sheridan, 1982).

Zona de amenaza alta:

- Corresponde a la zona que sería afectada por uno o varios fenómenos en caso de que ocurra una erupción pequeña a moderada (VEI 1 a 3), afectando las partes altas de los volcanes y los cauces de los ríos que nacen en los mismos como son: corrientes de densidad proclástica (flujos u oleadas proclásticas), flujos de lava, caída de proclastos y flujos de lodo. El límite de esta zona hacia el oriente se encuentra a 8 km por el río Chiles y Alaba, a menos de 1,5 km de las poblaciones de Chiles (Colombia) y Tuffo (Ecuador), medidas desde la cima del volcán Chiles. El límite hacia el noroccidente se encuentra a 13 km por el río Chima y 19 km por el río San Juan medidas desde la cima del volcán Cerro Negro, afectando las poblaciones de San Felipe, Maysaque, San Juan y San Luis en Colombia y Maldonado en Ecuador.
- Corresponde a la extensión de la zona de amenaza alta que podría ser afectada por corrientes de densidad proclástica (flujos u oleadas proclásticas), en caso de que ocurra una erupción grande (VEI ~ 4). Esta zona también podría ser afectada por caída de proclastos. El límite de esta zona se encuentra a 12 km al oriente del volcán Chiles, afectando las poblaciones de Chiles y Nazeale (Colombia) y Tuffo (Ecuador) y 24 km al occidente del volcán Cerro Negro, afectando las poblaciones de San Felipe, Maysaque, Tiquera, San Juan y San Luis, Puenamari, San Francisco, La Unión, Guayabal y Limones (Colombia), Chima, Laure, Maldonado, Guatambí, Guasual, Imbu, Usá, Puenamari, Pindol y El Chichal (Ecuador).
- Corresponde a la zona que sería afectada por flujos de lodo (lahares). Los generados durante una erupción pequeña a moderada (VEI 1 - 3), avanzarían 25 km al oriente y 43 km al occidente. En el caso de generarse durante una erupción grande (VEI - 4), los lahares podrían avanzar 52 km al oriente y 50 km al noroccidente. Hacia el oriente, estos flujos avanzarían por los ríos Chiles, Alaba y Alumbra, Grande y Carchi-Guabara, hasta 10 km aguas abajo del Puente Internacional Rumbucaba. En su trayectoria se encuentran las poblaciones de Chiles en Colombia y Tuffo y Tulcan en el Ecuador; Hacia el noroccidente -occidente avanzarían por los ríos Blanco o Maysaque, San Juan, Cacaicán, Chima y de La Plata, pasando cerca a los poblados colombianos de El Tambo, San Felipe, Maysaque, Tiquera, San Juan, San Luis, Puenamari, San Francisco, San Antonio, Guayabal y Talamá (Colombia) y Chima, Laure, Maldonado, Guatambí, Guasual, Imbu, Usá, Puenamari, Pindol y El Chichal (Ecuador).
- Corresponde a la zona que podría ser afectada por caída de proyectiles balísticos en caso de que ocurra una erupción pequeña (VEI 1 - 3). El límite de esta zona se encuentra a aproximadamente 5 km de los puntos de emisión de cada volcán.

Zona de amenaza media:

- Corresponde a la zona que podría ser afectada por caída de proyectiles balísticos en caso de que ocurra una erupción grande (VEI - 4). El límite de esta zona se encuentra a aproximadamente 9 km de los puntos de emisión de cada volcán.
- Corresponde a la zona que podría verse afectada por avalancha de escombros, producto del colapso de flanco del edificio volcánico, el cual es un evento poco frecuente. El límite de esta zona se encuentra hacia el oriente a aproximadamente 11 km de la medida desde la cima del volcán Chiles y al occidente a 20 km desde la cima del volcán Cerro Negro.

Zona de amenaza baja:

- Corresponde a la zona con acumulaciones mayores a 10 cm de ceniza y lapilli, según la tendencia predominante del viento en el área. Podría afectar zonas de los municipios de Cumbal, Cusapud, Pupiales, Ipiales, Aldana, Guachucal, Potosí (Colombia) y poblaciones de las provincias de Carchi e Imbabura (Ecuador). El material acumulado en contacto con el agua líquida puede ser reactivado y podría generar lahares.

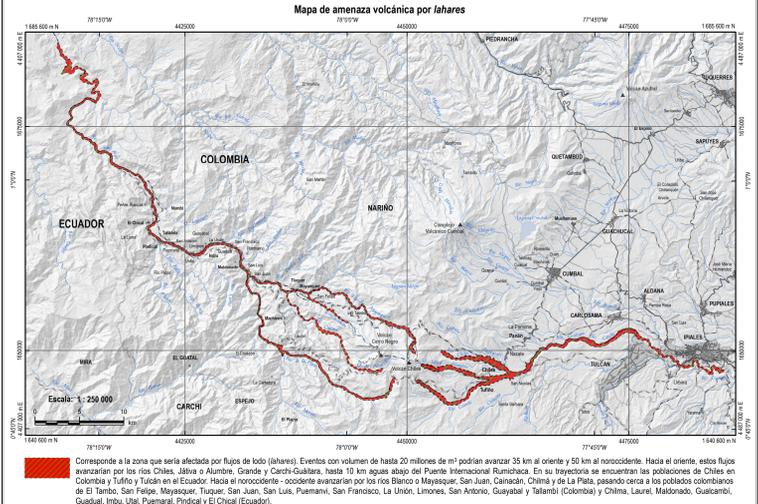
Nota final: La información contenida en este mapa es de carácter referencial, para ser usada como insumo en la gestión integral del riesgo asociado al Complejo Volcánico Chiles - Cerro Negro, que incluye procesos de conocimiento, reducción del riesgo y manejo de desastres. Los límites de las áreas de amenaza volcánica son transitorias (líneas punteadas) e incluyen mudo representan límites absolutos. Para el desarrollo de esta mapa se han considerado como puntos de emisión/volcán la parte interna y bordes de los entornos de los volcanes. Para complementar la información de este mapa, se sugiere consultar la memoria explicativa en el sitio web institucional del Servicio Geológico Colombiano (SGC): <https://www.sgc.gov.co/volcanes>.

Convenciones

- ▲ Volcán
- Aereopuerto
- ✚ Establecimiento Educativo
- ✚ Iglesia
- ✚ Otras Construcciones
- ✚ Municipio
- ✚ Corregimiento
- ✚ Poblado

- Via Tipo 1
- Via Tipo 2
- Via Tipo 3
- Via Tipo 4
- Via Tipo 5
- Via Tipo 6
- Camino, Sendero
- Río
- Quebrada
- Drenaje
- Curva de nivel interna
- Curva de nivel externa

- Laguna
- Océano
- Límite Internacional
- Límite Departamental
- Límite Municipal



Índice de planchas IGAC, cartografía base a escala 1:100,000, área de influencia por amenaza volcánica del Complejo Volcánico Chiles - Cerro Negro

Índice Geográfico Aguilar Codazzi (IGAC) (2011). Conjunto de datos IGAC, Geobases cartográficas nacionales, escala 1:100 000 y 1:500 000. Departamento Administrativo de Estadística - DAHE (2020). Conjunto de datos DAHE: Geobases: mapeo geoespacial nacional. MDA, escala 1:25 000.

Índice Geográfico Militar (2015). Cartografía base digital del Ecuador: Base de datos geoespacial administrativa. Carta Militar 2.6.

Mapa Digital de Referencia - MDR (2011), elaborado por Aljaba Satellite Facility (ASF) a partir de la versión gratuita del MDR, SRTM3 (resolución: 1,2 m. en celdas) y datos de la Agencia Nacional de Espacio (NASA) y la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial.

Mapa de localización

Proyección Transversa de Mercator
Datum: Magón - Siglas
Escala: 1:500 000

Información de referencia

País: Ecuador
Departamento: Nariño
Municipio: Cumbal
Código de área: 0801001
Código de zona: 0801001001
Código de lote: 0801001001001

Servicios Geológicos Colombianos (SGC) Mapa de amenaza volcánica del Complejo Volcánico Chiles - Cerro Negro

Escala de Impresión 1 : 50 000

2023