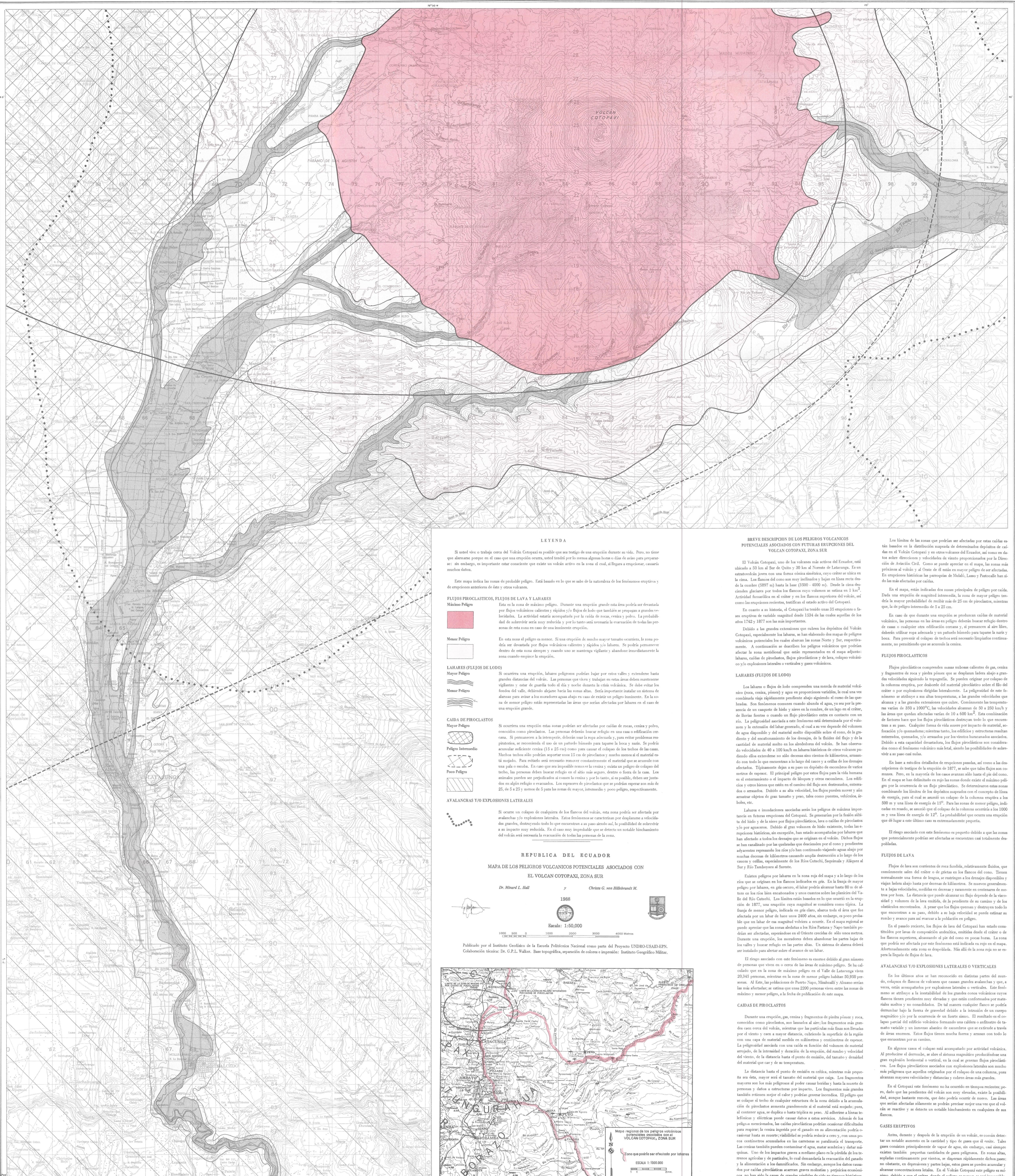


# MAPA DE LOS PELIGROS VOLCÁNICOS POTENCIALES ASOCIADOS CON EL VOLCÁN COTOPAXI, ZONA SUR



**LEYENDA**

Si usted vive o trabaja cerca del Volcán Cotopaxi es posible que sea testigo de una erupción durante su vida. Pero, no tiene que alarmarse porque en el caso que una erupción ocurra, usted tendrá por lo menos algunas horas o días de aviso para prepararse: sin embargo, es importante estar consciente que existe un volcán activo en la zona el cual, al llegar a erupcionar, causará muchos daños.

Este mapa indica las zonas de probable peligro. Está basado en lo que se sabe de la naturaleza de los fenómenos eruptivos y de erupciones anteriores de éste y otros volcanes.

**FLUJOS PIROCLÁSTICOS, FLUJOS DE LAVA Y LAHARES**  
**Máximo Peligro**  
 Esta es la zona de máximo peligro. Durante una erupción grande esta zona podría ser devastada por flujos volcánicos calientes y rápidos y/o flujos de lodo que también se propagan a grandes velocidades. La actividad estaría acompañada por la caída de rocas, cenizas y polvo. La probabilidad de sobrevivir sería muy reducida y por lo tanto sería necesaria la evacuación de todas las personas de esta zona en caso de una inminente erupción.

**Menor Peligro**  
 En esta zona el peligro es menor. Si una erupción de mucho mayor tamaño ocurriera, la zona podría ser devastada por flujos volcánicos calientes y rápidos y/o lahares. Se podría permanecer dentro de esta zona siempre y cuando uno se mantenga vigilante y abandone inmediatamente la zona cuando empiece la erupción.

**LAHARES (FLUJOS DE LODO)**  
**Mayor Peligro**  
 Si ocurriera una erupción, lahares peligrosos podrían bajar por estos valles y extenderse hasta grandes distancias del volcán. Las personas que viven y trabajan en estas áreas deben mantenerse vigilantes y estar de guardia todo el día o noche durante la crisis volcánica. Se debe evitar los fondos del valle, debiendo alojarse hacia las zonas altas. Será importante instalar un sistema de alarmas para avisar a los moradores aguas abajo en caso de existir un peligro inminente. En la zona de menor peligro están representadas las áreas que serían afectadas por lahares en el caso de una erupción grande.

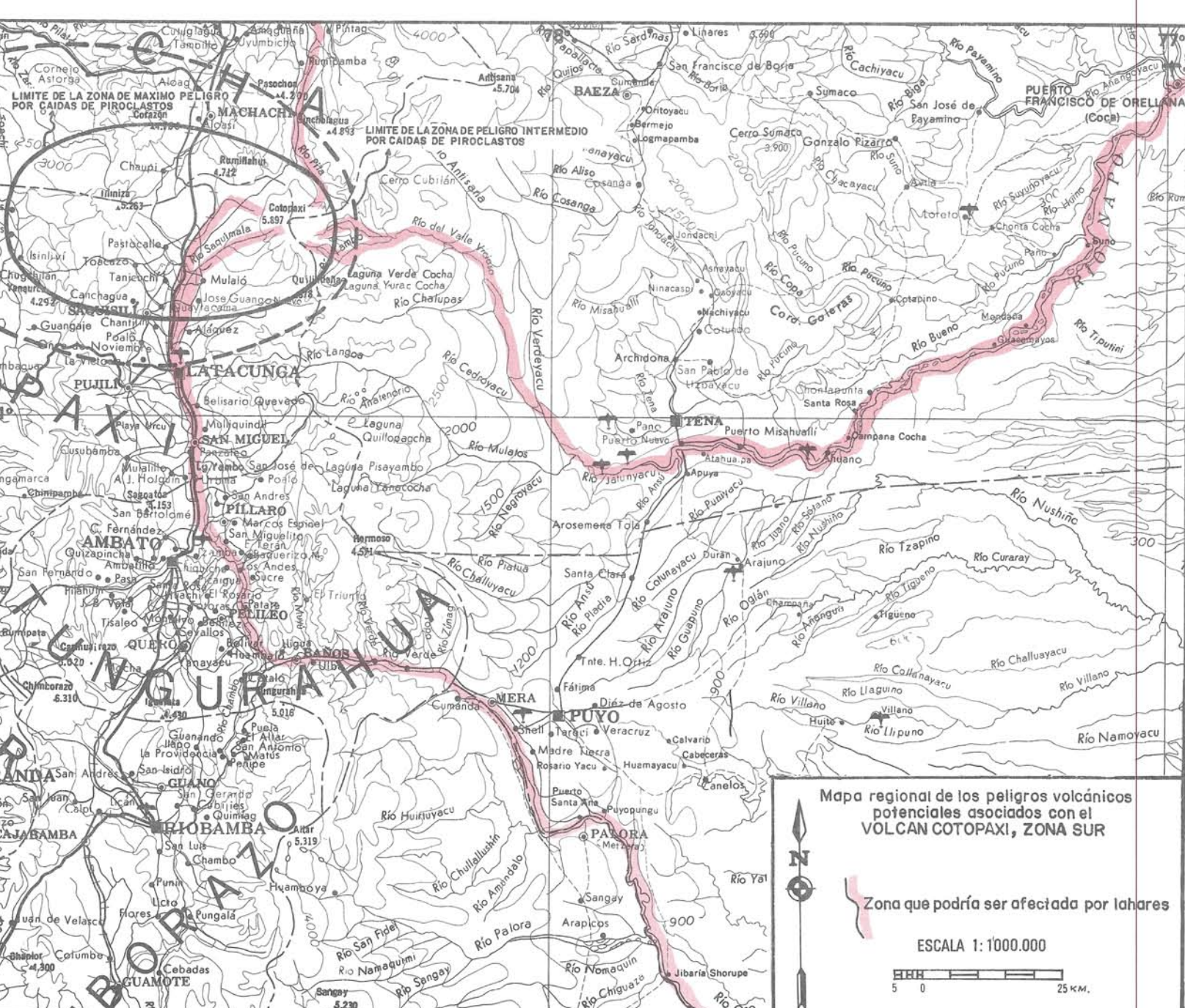
**Menor Peligro**  
 Si ocurriera una erupción estas zonas podrían ser afectadas por caídas de rocas, cenizas y polvo, conocidos como piroclastos. Las personas deberán buscar refugio en una casa o edificación cercana. Si pertenecen a la liturgia, deberán usar la ropa adecuada y, para evitar problemas respiratorios, se recomendará el uso de un pañuelo húmedo para taparse la boca y nariz. Se podría acumular suficiente ceniza (15 a 25 cm) como para causar el colapso de los techos de las casas. Muchos techos sólo podrían soportar unos 15 cm de piroclastos y mucho menos si el material está mojado. Para evitarlo será necesario remover constantemente el material que se acumule con una pala o escoba. En caso que sea imposible removerlo y evitar un peligro de colapso del techo, las personas deben buscar refugio en el sitio más seguro, dentro o fuera de la casa. Los animales pueden ser perjudicados si comen la ceniza y por lo tanto, si es posible, deben ser juntos en algún refugio o evacuados. Los espesores de piroclastos que se podrían esperar son más de 25, de 5 a 25 y menos de 5 para las zonas de mayor, intermedio y poco peligro, respectivamente.

**AVALANCHAS Y/O EXPLOSIONES LATERALES**  
 Si ocurre un colapso de cualquiera de los flancos del volcán, esta zona podría ser afectada por avalanchas y/o explosiones laterales. Estos fenómenos se caracterizan por desplazarse a velocidades grandes, destruyendo todo lo que encuentran a su paso. La probabilidad de sobrevivir a un impacto muy reducida. En el caso muy improbable que se detecte un notable hinchamiento del volcán será necesaria la evacuación de todas las personas de la zona.

REPUBLICA DEL ECUADOR  
 MAPA DE LOS PELIGROS VOLCÁNICOS POTENCIALES ASOCIADOS CON  
 EL VOLCÁN COTOPAXI, ZONA SUR

Dr. Mervin L. Hall y Cristian G. von Hillebrandt M.  
 1988  
 Escala: 1:50,000

Publicado por el Instituto Geográfico de la Escuela Politécnica Nacional como parte del Proyecto UNDRU-USAD-EPN. Colaboración técnica: Dr. G.P.L. Walker. Base topográfica, separación de colores e impresión: Instituto Geográfico Militar.



**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS PELIGROS VOLCÁNICOS POTENCIALES ASOCIADOS CON FUTURAS ERUPCIONES DEL VOLCÁN COTOPAXI, ZONA SUR**

El Volcán Cotopaxi, uno de los volcanes más activos del Ecuador, está ubicado a 50 km al Sur de Quito y 30 km al Noroeste de Latacunga. Es un estratovolcán joven con una forma cónica simétrica, cuyo cráter se sitúa en la cima. Los flancos del cono son muy inclinados y bajan en línea recta desde la cumbre (3957 m) hasta la base (3500 - 4000 m). Desde la cima descienden glaciares por todos los flancos cuyo volumen se estima en 1 km<sup>3</sup>. Actividad fumarólica en el cráter y en los flancos superiores del volcán, así como las erupciones recientes, justifican el estado activo del Cotopaxi.

En cuanto a su historia, el Cotopaxi ha tenido unas 35 erupciones o fases eruptivas de variable magnitud desde 1534 de las cuales aquellas de los años 1742 y 1877 son las más importantes.

Debido a las grandes extensiones que cubren los depósitos del Volcán Cotopaxi, especialmente los lahares, se han elaborado dos mapas de peligros volcánicos potenciales los cuales abarcan las zonas Norte y Sur, respectivamente. A continuación se describen los peligros volcánicos que podrían afectar la zona meridional que están representados en el mapa adjunto: lahares, caídas de piroclastos, flujos piroclásticos y de lava, colapso volcánico y/o explosiones laterales o verticales y gases volcánicos.

**LAHARES (FLUJOS DE LODO)**

Los lahares o flujos de lodo comprenden una mezcla de material volcánico (rocas, cenizas, pólvora) y agua en proporciones variables, la cual una vez combinada viaja rápidamente pendiente abajo siguiendo el curso de las quebradas. Son fenómenos comunes cuando abunda el agua, ya sea por la presencia de un casquete de hielo y nieve en la cumbre, de un lago en el cráter, de lluvias fuertes o cuando un flujo piroclástico entra en contacto con un río. La peligrosidad asociada a este fenómeno está determinada por el volumen y la extensión del lahar generado, el cual a su vez depende del volumen de agua disponible y del material suelto disponible sobre el cono, de la pendiente y del empujamiento de los drenajes, de la fluidez del flujo y de la cantidad de material suelto en las quebradas del volcán. Se han observado velocidades de 40 a 100 km/h en lahares históricos de otros volcanes cuando ellos extendieron no sólo decenas sino cientos de kilómetros, arrastrando con ellos todo lo que encuentran a su paso y orillas de los drenajes afectados. Típicamente dejan a su paso un depósito de escombros de varios metros de espesor. El principal peligro por estos flujos para la vida humana es el entorpecimiento o el impacto de bloques y otros escombros. Los edificios o enterramientos que estén en el camino del flujo son destruidos, enterrados o arrasados. Debido a su alta velocidad, los flujos pueden mover y aún arrastrar objetos de gran tamaño y peso, tales como puentes, vehículos, árboles, etc.

Los lahares e inundaciones asociadas serán los peligros de máxima importancia en futuras erupciones del volcán. Se generarán por la fusión de la nieve y del hielo y de la nieve por flujos piroclásticos, lava o caídas de piroclastos y/o por aguaceros. Debido al gran volumen de hielo existente, todas las erupciones históricas, sin excepción, han estado acompañadas por lahares que han afectado a todas las quebradas que se originan en el volcán. Dichos flujos se han caracterizado por las quebradas que descienden por el cono y pendientes adyacentes representando los ríos y/o han continuado viajando aguas abajo por muchas decenas de kilómetros causando amplia destrucción a lo largo de los cauces y orillas, especialmente de los Ríos Cutachi, Siquima y Alajquez al Sur y Río Tumbura al Sureste.

Existen peligros por lahares en la zona roja del mapa y a lo largo de los ríos que se originan en los flancos inclinados en gris. En la zona de mayor peligro por lahares, en gris oscuro, el lahar podría alcanzar hasta 80 m de altura en los ríos bien encañonados y unos cuantos sobre las planicies del Valle del Río Cutachi. Los límites están basados en lo que ocurrió en la erupción de 1877, una erupción cuya magnitud se considera como típica. La franja de menor peligro, indicada en gris claro, abarca toda el área que fue afectada por un lahar de hace unos 2400 años, sin embargo, es poco probable que un lahar de esa magnitud volviera a ocurrir. El resultado es el poco peligro que se le atribuye a las zonas abedutas a los Ríos Pastaza y Napo también podrían ser afectadas, especialmente en el Oriente cuando de ellas una mezcla. Durante una erupción, los moradores deben abandonar las partes bajas de los valles y buscar refugio en las partes altas. Un sistema de alarmas deberá ser instalado para alertar sobre el avance de un lahar.

El riesgo asociado con este fenómeno es enorme debido al gran número de personas que viven en o cerca de las áreas de máximo peligro. Se ha calculado que en la zona de máximo peligro en el Valle de Latacunga viven 20345 personas, mientras que en la zona de menor peligro habitan 45929 personas. Al estar las poblaciones de Puerto Napo, Mishuallí y Alajuzo en las áreas de máximo y menor peligro, se estima que unos 2200 personas viven entre las zonas de máximo y menor peligro, a la fecha de publicación de este mapa.

**CAÍDAS DE PIROCLASTOS**

Durante una erupción, gas, ceniza y fragmentos de piedra pómez y roca, conocidos como piroclastos, son lanzados al aire; los fragmentos más grandes caen cerca del volcán mientras que los particulares más finos son llevados por el viento y caen a mayor distancia, cubriendo la superficie de la región con una capa de material medida en milímetros y centímetros de espesor. La peligrosidad asociada con una caída es función del volumen de material arrojado, de la intensidad y duración de la erupción, del rumbo y velocidad del viento, de la distancia hasta el punto de emisión, del tamaño y densidad del material que cae y de su temperatura.

La distancia hasta el punto de emisión es crítica, mientras más pequeña sea ésta, mayor será el tamaño del material que caiga. Los fragmentos mayores son los más peligrosos al poder causar heridas y hasta la muerte de personas y daños a estructuras por impacto. Los fragmentos más grandes también retienen mejor el calor y podrían generar incendios. El peligro que se corre al caer el techo de cualquier estructura de la zona delimitada por la acumulación de piroclastos aumenta grandemente al estar el material está mojado; pues, al contener agua, se duplica o hasta triplica su peso. Al adherirse a líneas telefónicas y eléctricas puede causar daños a estos servicios. Además de los peligros mencionados, las caídas piroclásticas podrían ocasionar dificultades para respirar; la ceniza ligera por el ganado en su alimentación podría ocasionar hasta su muerte; visibilidad se podría reducir a cero y, con unos pocos centímetros acumulados en las carreteras se paralizaría el transporte. Las cenizas también pueden contaminar el agua, matar sembríos y dañar máquinas. Uno de los impactos graves a mediano plazo es la pérdida de los terrenos agrícolas y de pastizales, lo cual disminuye la producción del ganado y la alimentación a los ganaderos. Sin embargo, aunque los daños causados por caídas piroclásticas acarrearán graves molestias y perjuicios económicos, no han sido la causa de grandes pérdidas de vida en tiempos históricos.

Los límites de las zonas que podrían ser afectadas por estas caídas están basados en la distribución mapeada de determinados depósitos de caídas en el Volcán Cotopaxi y en otros volcanes del Ecuador, así como de datos sobre direcciones y velocidades de viento proporcionados por la Dirección de Aviación Civil. Como se puede apreciar en el mapa, las zonas más próximas al volcán y al Oeste de él están en mayor peligro de ser afectadas. En erupciones históricas las parroquias de Malalí, Lasso y Pastacachi han sido las más afectadas por caídas.

En el mapa, están indicadas dos zonas principales de peligro por caída. Dada una erupción de magnitud intermedia, la zona de mayor peligro tendría la mayor probabilidad de recibir más de 25 cm de piroclastos, mientras que, la de peligro intermedio de 5 a 25 cm.

En caso de que durante una erupción se produzcan caídas de material volcánico, las personas en las áreas en peligro deberán buscar refugio dentro de casas o cualquier otra edificación cercana y el premonido al aire libre, deberán utilizar ropa adecuada y un pañuelo húmedo para taparse la nariz y boca. Para prevenir el colapso de techos será necesario limpiarlos continuamente, no permitiendo que se acumule la ceniza.

**FLUJOS PIROCLÁSTICOS**

Flujos piroclásticos comprenden masas nubosas calientes de gas, ceniza y fragmentos de roca y piedra pómez que se desplazan lateralmente a grandes velocidades algunas veces. Se pueden originar por colapso de la columna eruptiva, por desborde del material piroclástico desde el filo del cráter o por explosiones dirigidas lateralmente. La peligrosidad de este fenómeno se atribuye a sus altas temperaturas, a las grandes velocidades que alcanza y a las grandes extensiones que cubre. Comúnmente las temperaturas varían de 250 a 1000°C, las velocidades alcanzan de 50 a 250 km/h y las áreas que quedan afectadas varían de 10 a 600 km<sup>2</sup>. Esta combinación de factores hace que los flujos piroclásticos destruyan todo lo que encuentran a su paso. Cualquier forma de vida muere por impacto de material, asfixiación y/o quemaduras; mientras tanto, los edificios y estructuras resultan enterrados, quemados, y/o arrasados por los vientos huracanados asociados. Debido a esta capacidad devastadora, los flujos piroclásticos son considerados como el fenómeno volcánico más letal, siendo las posibilidades de sobrevivir a su paso casi nulas.

En base a estudios detallados de erupciones pasadas, así como a las descripciones de testigos de la erupción de 1877, se sabe que tales flujos son comunes. Pero, en la mayoría de los casos avanzan sólo hasta el pie del cono. En el mapa se han delimitado en rojo las zonas donde existe el máximo peligro por la ocurrencia de un flujo piroclástico. Se determinaron estas zonas combinando los límites de los depósitos mapeados con el concepto de línea de energía, para el cual se asumió un colapso de la columna eruptiva de los 500 m y una línea de energía de 15°. Para las zonas de menor peligro, indicadas en amarillo, se asumió que el colapso de la columna ocurriera a los 1000 m y una línea de energía de 12°. La probabilidad que ocurra una erupción que dé lugar a este último caso es extremadamente pequeña.

El tiempo asociado con este fenómeno es pequeño debido a que las zonas que potencialmente podrían ser afectadas se encuentran casi totalmente deshabitadas.

**FLUJOS DE LAVA**

Flujos de lava son corrientes de roca fundida, relativamente fluidas, que comúnmente salen del cráter o de grietas en los flancos del cono. Tienen normalmente una forma de lengua, se restringen a los drenajes principales y viajan lateralmente hasta por decenas de kilómetros. Se mueven generalmente a bajas velocidades, medidas en decenas y raramente en centenas de metros por hora. La distancia que pueden alcanzar es función de la viscosidad y volumen de la lava emitida, de la pendiente de su camino y de los obstáculos encontrados. A pesar que los flujos que avanzan y destruyen todo lo que encuentran a su paso, debido a su baja velocidad se pueden evitar el rumbo y avanzar para salvar a la población en peligro.

En el pasado reciente, los flujos de lava del Cotopaxi han estado continuados por lavas de composición andesítica, empujadas desde el cráter o de los flancos superiores, alcanzando el pie del cono en pocas horas. La zona que podría ser afectada por este fenómeno está indicada en rojo en el mapa. Afortunadamente esta zona es deshabitada. Más allá de la zona roja no se espera la llegada de flujos de lava.

**AVALANCHAS Y/O EXPLOSIONES LATERALES O VERTICALES**

En los últimos años se han reconocido en distintas partes del mundo, colapsos de flancos de volcanes que causan grandes avalanchas y, a veces, están acompañados por explosiones laterales o verticales. Este fenómeno se atribuye a la inestabilidad de los grandes conos volcánicos cuyos flancos tienen pendientes muy elevadas y que están conformados por materiales sueltos y no consolidados. De tal manera cualquier flanco se podría derrumbar bajo la fuerza de gravedad debido a la intrusión de un cuerpo magnético y/o por la ocurrencia de un fuerte sismo. El resultado es el colapso parcial del edificio volcánico formando una caldera o anfiteatro de tamaño variable y un gran volumen de escombros que se extienden a través de áreas enormes. Estos flujos tienen mucha fuerza y arrasan con todo lo que encuentran por su camino.

En algunos casos el colapso está acompañado por actividad volcánica. Al producirse el derrumbe, se abre el sistema magnético produciéndose una gran explosión lateral o vertical, en la cual se generan flujos piroclásticos. Los flujos piroclásticos asociados con explosiones laterales son mucho más peligrosos que aquellos originados por el colapso de la columna, pues alcanzan mayores velocidades y distancias y cubren áreas más grandes que los que encuentran por su camino.

En el Cotopaxi este fenómeno no ha ocurrido en tiempos recientes; pero, dado que los pendientes del volcán son muy elevados, existe la posibilidad, aunque bastante remota, que éste podría ocurrir de nuevo. Las áreas que serían afectadas sólo se podrán precisar mejor una vez que el volcán sea reactivo y se detecte un notable hinchamiento en cualquiera de sus flancos.

**GASES ERUPTIVOS**

Antes, durante y después de la erupción de un volcán, es común detectar un notable aumento en la cantidad y tipo de gases que el emite. Tales gases consisten principalmente de vapor de agua, sin embargo, así siempre existen también pequeñas cantidades de gases peligrosos. En zonas altas, sopeladas continuamente por vientos, se disponen rápidamente dichos gases; no obstante, en depresiones y partes bajas, estos gases se pueden acumular y alcanzar concentraciones letales. En el Volcán Cotopaxi este peligro es mínimo, debido a que el cráter, donde el peligro es mayor, es casi inaccesible.