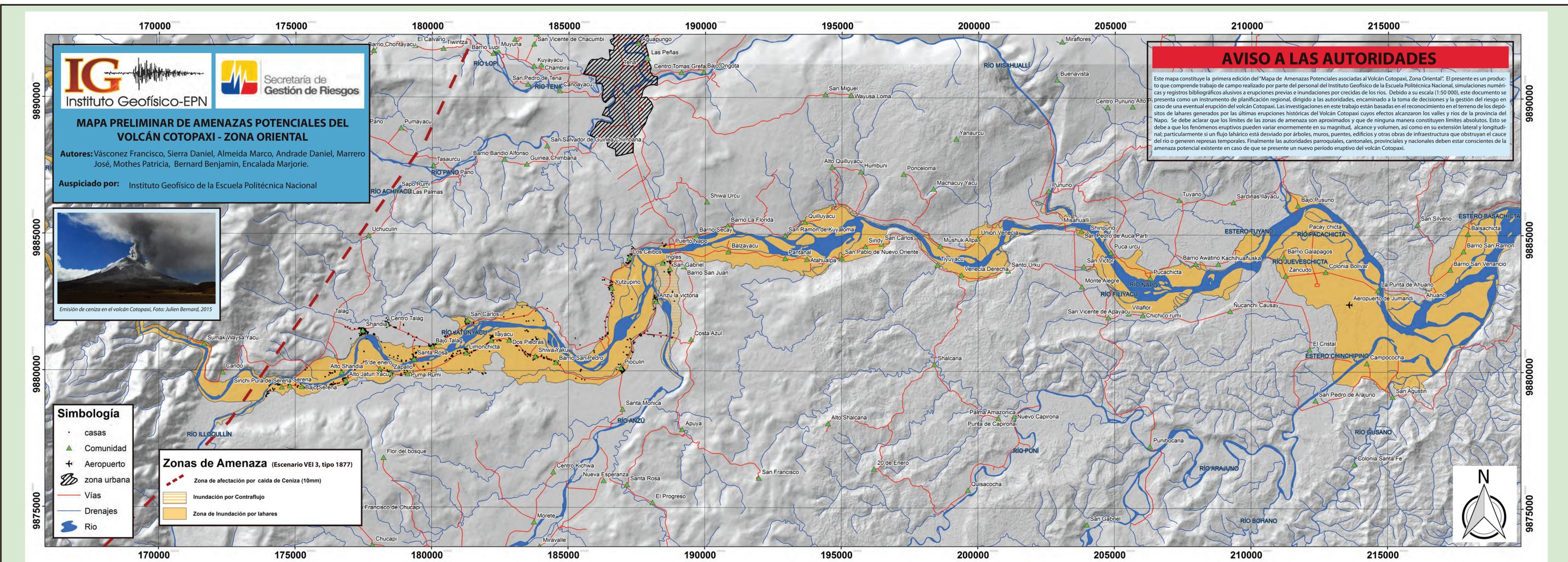


MAPA PRELIMINAR DE AMENAZAS POTENCIALES DEL VOLCÁN COTOPAXI- ZONA ORIENTAL



INFORMACION GENERAL DEL COTOPAXI

El Cotopaxi es un gran estratovolcán ubicado en la Cordillera Real de los Andes del Ecuador, a 60 km al suroeste de Quito y 70 km al nor-occidente de Tena. Durante su historia ha presentado dos dinámicas eruptivas: 1- Erupciones Andesíticas de tamaño moderado ocurridas durante los tiempos históricos. 2- Erupciones Rioliticas (de gran magnitud y extensión, ocurridas en tiempos prehistóricos). Por esto se dice que es un volcán de carácter bimodal. El edificio volcánico del Cotopaxi ocupa en su base un área de 16 por 19 km y alcanza una altura de 5 897 metros sobre el nivel del mar (mnm). Desde aproximadamente los 5000m snm, el volcán está cubierto por un importante casquete glaciar cuya área total es ~12 km² (B. Cáceres, INAMHI, Comm. Pers. 2015). Por debajo de los ~5000 m snm el cono está cubierto por enormes áreas de ceniza, arena, bloques y escorbos.

BREVE HISTORIA ERUPTIVA

Desde 1532 el Cotopaxi ha presentado 13 erupciones importantes, debiendo destacarse las ocurridas en: 1534, 1742, 1744, 1766 y 1877, durante las cuales se generaron caídas de ceniza de pómez y escoria, flujos piroclásticos y flujos de lodo y escorbos (lahares). Estas erupciones afectan severamente las áreas adyacentes al volcán, causando importantes daños a propiedades, pérdidas de vidas humanas y de animales, así como crisis económicas regionales (Sáiz, 1877). El volcán Cotopaxi experimentó una nueva fase eruptiva desde el 14 de agosto del 2015, la que produjo caídas de ceniza leve, cuyos volúmenes la califican como una erupción VEI (Índice de Explosividad Volcánica) = 1 (<1 millón m³) (Bernar et al., 2016).

Uno de los mayores peligros relacionados con una futura reactivación del volcán Cotopaxi es la posibilidad de que se formen grandes y destructivos lahares. Los lahares primarios de mayor alcance estarían generados por flujos piroclásticos o flujos de lava que provoquen la fusión súbita de importantes porciones del casquete glaciar del volcán. Los lahares pueden alcanzar grandes volúmenes y cubrir extensas áreas (Mothes et al., 2004), afectando importantes obras de infraestructura y zonas densamente pobladas, incluso si éstas se encuentran ubicadas a decenas de kilómetros aguas abajo del volcán. Este es el caso del Valle de los Chillos al norte, la ciudad de Latacunga y Salcedo al sur, así como los asentamientos humanos ubicados en las riberas de los ríos Jatunyacu y Napo en la zona oriental del Cotopaxi.

Los flujos piroclásticos de las erupciones generalmente han recorrido distancias cortas (<15km), por lo que no representan una amenaza directa para las poblaciones de la provincia del Napo.

Edad	Erupción	Tipología	Principales productos	Lahares	Flujos de lodo y escorbos	VEI
1880 DC	1	SI	2	4	2,3	
1877 DC	1	SI	1	2	1, 3	
1854 DC	2	SI	1	1	3	
1853 DC	1	SI	1	1	3	
1768 DC	1	SI	1	1	4	
1766 DC	1	SI	1	1	4	
1744 DC	1	SI	1	2	4	
1742 DC	4	2	SI	4	4	
1742/43 DC	2	1	SI	2	1, 3	
1532-34 DC	2	1	SI	2	1, 3	
+1150 DC	4	2	SI	2	4	
+1000 DC	1	1	SI	2	+3	
850 DC	1	1	SI	1	3,4	
790 DC	1	1	SI	2	Varios	4
+1500 DC	1	1	SI	2	1	
+150 DC	1	1	SI	2	+3	
-100 DC	1	1	SI	2	Varios	4
50 DC	1	1	SI	1	4	
TOTAL	27	18	Muchos	>24	>6	

Tabla que muestra los principales ciclos eruptivos de los últimos 2000 años en que se destacan sus edades, los fenómenos producidos y sus respectivas magnitudes. Se ha resultado en color amarillo aquellos eventos que se ha confirmado han producido afectación por lahares en la zona Oriental (VEI= Índice de Explosividad Volcánica DC= después de Cristo; AC= antes de Cristo).

Prohibida la reproducción e impresión de este Mapa sin la Autorización del IIG-EPN.

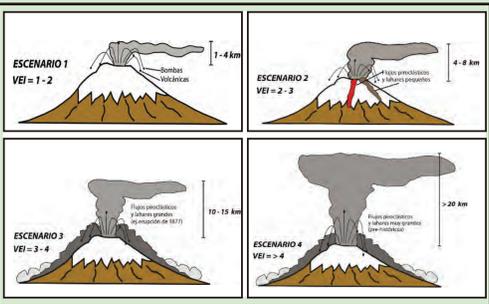
Modelo Digital de Terreno proporcionado por Instituto Geográfico Militar a través del Modelo SRTM30 PLUS (resolución 1m).
El levantamiento de redes viales y zonas pobladas fue realizado a través de ortofotos y proporcionado por el GAD Municipal de Tena para la elaboración de este Mapa.

ERUPCIONES LEVES (VEI 1-2), de tipo "estromboliano", cuyas columnas de ceniza debieron ascender unos pocos kilómetros (1-4) sobre el nivel del cráter. Estas erupciones forman fuentes de lava, semi-isoladas o sostenidas, expulsando bloques y proyectiles balísticos. Además, se pudieron producir explosiones más fuertes tipo "volcanianas", cuyas columnas de ceniza pudieron alcanzar entre 2-8 km por encima del cráter. En los dos casos, los volúmenes de magma expulsados deben haber sido pequeños. Existe la posibilidad de que se formaran pequeños lahares por un descongelamiento limitado del glaciar o por la remoción de las cenizas por el arrastre de agua lluvia (lahares secundarios).

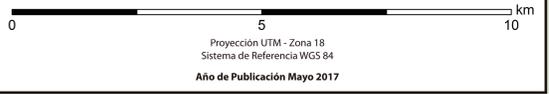
2- ERUPCIONES QUE RESULTAN EN LA EMISIÓN GRADUAL DE UN FLUJO DE LAVAS (erupción de 1853-54) y una caída de ceniza limitada. En este caso se trató de un magma mayormente desgasificado y por lo tanto, menos explosivo. También puede producir pequeños flujos piroclásticos. En futuras erupciones la ubicación del centro de emisión de magma (pudiendo tratarse del cráter o de una grieta en los flancos), determinará la formación de lahares por fusión parcial del glaciar.

3- ERUPCIONES DE MAGNITUD MODERADA (VEI 3) A GRANDE (VEI 4), en las cuales un gran volumen de magma fue expulsado en forma de flujos piroclásticos, enormes columnas de ceniza y eventualmente flujos de lava (depositando 0.1 - 1.0 km³ de teña). Los flujos piroclásticos se produjeron mayormente por procesos de "desbordamiento" de piroclastos desde el cráter (caso de la erupción del 26 de junio de 1877, reportado por Wolf en 1878) o por el colapso de la columna eruptiva. En los dos casos, los flujos piroclásticos se desplazaron por los flancos del volcán, fundiendo varios metros de espesor de la superficie del glaciar y generando grandes lahares primarios. Estas erupciones estuvieron acompañadas por caídas regionales de ceniza y fragmentos gruesos de escoria o pómez, con acumulaciones centimétricas. Los cerros del cono fueron particularmente afectados; los depósitos alcanzaron más de 1m de potencia.

4- ERUPCIONES DE MAGNITUD MUY GRANDE (VEI >4) en las cuales un gran volumen de magma fue expulsado (depositando >1.0 km³ de teña) en forma de flujos piroclásticos, enormes columnas de ceniza y eventualmente flujos de lava. Los flujos piroclásticos se produjeron mayormente por procesos de colapso de la columna eruptiva, cuya altura alcanzó >20 km por encima del cráter. En este caso los flujos piroclásticos se desplazaron por los flancos del volcán fundiendo varios metros de espesor de la superficie del glaciar y generando grandes lahares. Estas erupciones estuvieron acompañadas por caídas regionales de ceniza y fragmentos gruesos de escoria o pómez, con acumulaciones decimétricas de espesor. Particularmente, en las cercanías del cono alcanzaron más de 2 metros, en el sector de El Chacuy y Romerillos el depósito de pómez blanca sobrepasó 1 metro de espesor. Este es el caso específico del evento eruptivo de hace aproximadamente 1000 años, que fue excepcionalmente grande.



ESCALA 1 : 50 000



PELIGROS VOLCÁNICOS ASOCIADOS

FLUJOS DE LODO Y ESCORBOS (LAHARES): Los lahares son mezclas de materiales volcánicos (rocas, piedra pómez, cascay y ceniza) con agua proveniente de fuertes lluvias o fusión parcial del casquete glaciar. Estos flujos se mueven ladera abajo por la fuerza de gravedad a grandes velocidades (20-70 km/h) siguiendo los drenajes naturales. Son los fenómenos más peligrosos de suceder una erupción del Cotopaxi, debido a su alta velocidad pueden mover y arrastrar objetos de gran tamaño y peso tales como: puentes, vehículos, árboles, etc. Los lahares pueden clasificarse de acuerdo a su origen como: primarios o sineruptivos y secundarios o posteruptivos, de acuerdo a si están directamente relacionados o no a una erupción.

Lahares primarios: están relacionados a erupciones volcánicas explosivas de magnitud importante y se producen principalmente por el derretimiento de grandes volúmenes de nieve y hielo de los glaciares en un tiempo relativamente corto (algunos minutos) generando una mezcla de rocas, material fino y agua; estos materiales fluyen largas distancias a grandes velocidades (50-70 km/h). No se tiene un adecuado recuento histórico de la afección de lahares primarios en la Zona Oriental, pero algunos relatos escritos y la evidencia de campo confirma la ocurrencia de al menos tres lahares primarios que afectaron las riberas del Jatunyacu y Napo.

Lahares secundarios: se originan generalmente por lluvias torrenciales y/o continuas que ocurren sobre los flancos del volcán saturando los depósitos piroclásticos depositados previamente sobre los mismos. Son de menor magnitud y mayor frecuencia que los primarios y afectan solamente las zonas proximales al volcán.

Advertencia: Por la rapidez con la que puede formarse, así como su velocidad y fuerza, un lahar primario grande es un fenómeno muy peligroso y la probabilidad de sobrevivir a su impacto directo es mínima. Durante una crisis volcánica, se debe evitar el tránsito en el fondo de las quebradas y las riberas de los ríos, que se nacen del volcán Cotopaxi (R. Verdoyaku, R. Jatunyaku, R. Napo).

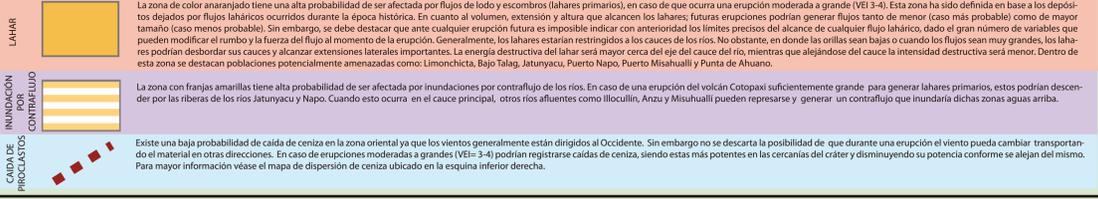
CAÍDA DE PIROCLASTOS (CENIZA) :

Durante una erupción los gases y materiales piroclásticos (ceniza, fragmentos de roca y piedra pómez) son expulsados desde el cráter y forman una columna eruptiva que puede alcanzar varios kilómetros de altura y mantenerse entre varios minutos a horas de duración. Los fragmentos más grandes siguen trayectorias balísticas y caen cerca del cono volcánico, mientras que las partículas más pequeñas son llevadas por el viento y caen a mayores distancias, cubriendo grandes áreas cercanas al volcán con un manto cuyo espesor es variable pudiendo medir desde pocos milímetros hasta más de 1 metro.

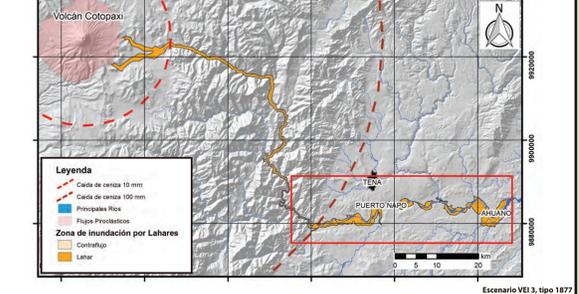
La peligrosidad de este fenómeno es función del volumen de material emitido, la distancia al centro de emisión, la intensidad y duración de la erupción sumadas a la dirección y velocidad del viento. Las caídas de material piroclástico siempre han sido importantes durante las erupciones del Cotopaxi, a veces alcanzando varios centímetros de acumulación en zonas habitadas, especialmente en el Callejón Interandino. La dirección predominante del viento apunta al oeste, noroeste y suroeste del cono, sin embargo no se descartará la posibilidad de caídas de ceniza hacia la zona oriental dependiendo de la dirección que tomen los vientos durante una erupción.

Advertencia: Las personas que se encuentran en las áreas afectadas por una fuente calida del material piroclástico, deben buscar refugio en sus casas u otras edificaciones cercanas. Se recomienda el uso de ropa adecuada y de mascarillas (o de un pañuelo húmedo) para proteger la boca y nariz. Además se debe evitar que el ganado consuma hierba contaminada por ceniza. Los animales deberían ser alimentados con hierba limpia traída de otras regiones y ser acostumbrados de manera gradual al cambio de su alimentación habitual. Si la situación lo amerita se debería proceder a su evacuación. Se debe proteger las fuentes de agua potable, para evitar que sea contaminada por la ceniza. Con mucho cuidado será necesario limpiar continuamente los techos para evitar una gran acumulación de ceniza y el posible colapso de los mismos.

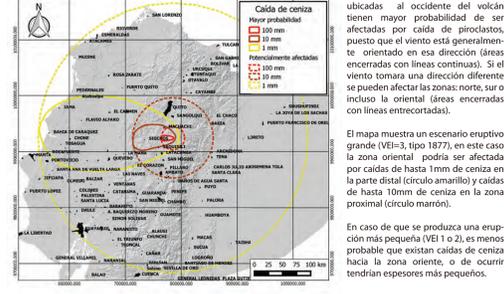
LEYENDA DE PELIGROS VOLCÁNICOS



MAPA REGIONAL DE AMENAZAS



DISPERSIÓN DE CENIZA



DEPÓSITOS DE LAHAR

Depósitos de lahar correspondientes a las erupciones históricas del Cotopaxi afloran en las riberas de los ríos Jatunyacu y Napo. No siempre son fáciles de identificar debido a la espesa cobertura vegetal y a que han sufrido fuerte erosión por las crecidas de los ríos y las adversas condiciones climáticas características de la Amazonia ecuatoriana. El techo de los depósitos está a un máximo de 8 metros de altura sobre el lecho del río y tiene espesores de hasta 2 metros en el sector de Jatunyacu. A medida que se aleja de la desembocadura, los espesores van disminuyendo. En los depósitos de lahar hallados en las proximidades del volcán así como en los drenajes Moray y Sur, se encuentran fácilmente bloques de tamaños métricos y decimétricos, por otra parte la granulometría de los depósitos del oriente corresponde a fracciones más finas. El largo transporte que han sufrido durante su viaje a través de la Cordillera Real dejó como resultado depósitos de tamaños tipo arena y grava. Litológicamente el depósito se compone de cenizas negras, andesitas, cuarzo y material metamórfico.

Referencias Bibliográficas

Andrade, D. (2005). Los Peligros Volcánicos Asociados con el Cotopaxi. Peligros Volcánicos en el Ecuador. 3. Escuela Politécnica Nacional and Institut de recherche pour le développement. Corporation Editora Nacional. Quito Ecuador.
Barriga F. (2015). Historia de los desastres naturales en el Ecuador. Academia Nacional de Historia en el Ecuador. Primera edición, p. 244.
Blanchard, C., Colwell, R., Frutiger, A., Roca, M., and Almeida, E. (1991). Chronology and diagenetic characteristics of recently (last 5000 years) eroded tephra of Cotopaxi (Ecuador): Implications for long-term eruptive forecasting. Journal of Volcanology and Geothermal Research 46, p. 217-239.
Blanchard, C., Frutiger, A., Pineda, A., Hidalgo, S., Valero, E., Hernández, S., Ruiz, M., 2016. Relationship between volcanic ash fallout and seismic tremor: quantitative assessment of the 2015 eruption period at Cotopaxi volcano, Ecuador. Bulletin of Volcanology 78, doi:10.1007/s00445-016-1073-5.
Cáceres, S., Morales, R., Peña, S., Schilling, S., 2007. The 1877 lahar deposited on the eastern flank of Cotopaxi volcano. Geomorphology, relief, processes, environment, 13, 271-282.
Hall, M., Mothes P. (2006). The Phlytic-andesite, eruptive history of Cotopaxi volcano, Ecuador. Bulletin of Volcanology 68, 70, 686-717.
Mothes, P., Hall, M., Andrade, D., Samaniego, P., Pierson, T., Hall, G., Viques, H., (2004). Character, stratigraphy and magnitude of historical lahars of Cotopaxi volcano, Ecuador. Acta Vulcanologica 16, 161-188.
Mothes, P., Espín, R., Hall, M., Valero, E., Sierra, D., Andrade, D., Córdova, C., Sarmiento, S., Marmón, J., Cuervo, R. (2016). Actualización Mapa de Amenazas del Volcán Cotopaxi, Zona Sur.
Mothes, P., Hall, M., Valero, E., Sierra, D., Andrade, D., Marmón, J., Cuervo, R. (2016). Actualización Mapa de Amenazas del Volcán Cotopaxi, Zona Norte.
Sáiz, R. (1877). Relación sobre la erupción del Cotopaxi acaecida el 26 de junio de 1877. Imprenta Nacional. Quito Ecuador.
Valero, E., Sierra, D., Andrade, M., Andrade, D., Marmón, J.M., Mothes, P., Barrera, B., Urquiza, M., 2016. First hand report of Cotopaxi Volcano's Eastern Zone. Presented at the 10th International Workshop on Volcanic Hazards, Quito Ecuador.
Wolff, T. (1878). Memoria sobre el Cotopaxi y su última Erupción Acaecida el 26 de Junio de 1877. Imprenta del Comercio, Guayaquil, P. 49 p.