

Anexos

ANEXO 1

Las caídas de ceniza relacionadas con las erupciones volcánicas

(modificado de Neall, et al., 1999; y Nairn, 1991)

El impacto de la caída de ceniza en las personas, animales, plantas, estructuras y maquinarias depende en gran parte del espesor del depósito. Estos efectos pueden verse incrementados en caso de lluvias, pues el peso de la ceniza aumenta con el agua. Otros pueden disminuirse con simples medidas preventivas. Con el fin de simplificar la evaluación de los peligros volcánicos asociados con las caídas de ceniza, se han establecido cinco niveles de afectación, en función del espesor de ceniza. En la siguiente tabla se detallan algunos de los efectos de las caídas de ceniza. En esta tabla, los espesores corresponden a ceniza no compactada.

Efectos sobre las personas y los animales	Efectos sobre la propiedad y la vegetación
<p>≤ 1 mm (≤ 0.1 cm) de espesor de ceniza</p> <p>Pequeño o ninguno.</p> <ul style="list-style-type: none">• Irritación ligera de los ojos y las vías respiratorias.• Problemas de visibilidad y presencia de lodo (en caso de lluvias) en las ca-	<ul style="list-style-type: none">• Los aeropuertos pueden verse obligados a cerrar por la posible afectación a los aviones.• Posible contaminación de las fuentes y/o reservorios de agua.• Podrían presentarse daños en los vehículos u otras maquinarias, debido al alto poder abrasivo de la ceniza.

Efectos sobre las personas y los animales

reteras.

1-5 mm (0.1-0.5 cm) de espesor de ceniza

Además de los efectos causados por un espesor menor a 1 mm, se pueden tener:

- Problemas en las vías respiratorias.
- Inflamación de los ojos.
- El ganado puede ser afectado por la falta de alimentación, contaminación de las fuentes de agua o la ingestión de forrajes contaminados con ceniza.
- El suministro de agua puede ser limitado o nulo.
- Contaminación de las fuentes y reservorios de agua.
- Las tareas de limpieza de la ceniza requerirán de grandes cantidades de agua, por lo que la continuidad en el suministro se verá afectada por la gran demanda.
- Baja visibilidad.
- Los insectos pueden comenzar a morir, así como algunos animales silvestres pequeños.

5-100 mm (0.5 cm-10 cm) de espesor de ceniza

Además de los efectos causados por un espesor menor a 5 mm, se pueden tener:

- Serios problemas respiratorios.
- El ganado puede necesitar de alimento traído de otras partes.
- Los pájaros pueden ser seriamente afectados.

Efectos sobre la propiedad y la vegetación

- Cierre de los aeropuertos y del espacio aéreo sobre el volcán.
- Posible afectación a las cosechas.
- Daños menores en las casas ocasionados por la entrada de ceniza fina, daños en los acondicionadores de aire, bombas de agua, cisternas, computadoras, etc.
- Posibles cortes de la electricidad y cortocircuitos, si la ceniza fina se acumula en los aisladores eléctricos y si ésta se encuentra saturada con agua.
- Las rutas necesitarán limpieza permanente para reducir el riesgo de la pérdida de visibilidad.
- El sistema de alcantarillado puede ser bloqueado por la ceniza o afectado por los cortes en el suministro de agua y electricidad.
- Posibles daños en la maquinaria y otros equipos eléctricos.
- El transporte puede ser temporalmente afectado.
- Aplastamiento de los pastos y otros arbustos.
- El follaje de algunos árboles puede ser afectado; sin embargo, la mayoría de árboles puede sobrevivir.
- La mayoría de pastizales será destruida si el espesor de ceniza es superior a 50 mm.
- Las cosechas serán seriamente afectadas.

Efectos sobre las personas y los animales

Efectos sobre la propiedad y la vegetación

**• Pérdida temporal de la visibilidad.
100-300 mm (10-30 cm) de espesor de ceniza**

Además de los efectos causados por un espesor menor a 100 mm, se pueden tener:

- Heridos, debido al colapso de los techos de las casas.

> 300 mm (> 30 cm) de espesor de ceniza

Además de los efectos causados por un espesor menor a 300 mm, se pueden tener:

- Pérdidas humanas debido al colapso de los techos de las casas.
- El ganado puede morir o ser seriamente afectado.
- Muerte de la vida acuática en lagos y ríos.

- La mayoría de construcciones puede soportar el peso de la ceniza; sin embargo, las edificaciones con estructuras débiles pueden colapsar con espesores cercanos a 100 mm, sobre todo si la ceniza está húmeda.
- El tráfico en las carreteras puede ser seriamente afectado por la acumulación de ceniza. Los vehículos pueden sufrir problemas por la acumulación de ceniza en los filtros de aire.
- Cortes de la electricidad y peligro de incendios debidos a problemas eléctricos.

- Si no se realiza la limpieza permanente de la ceniza acumulada en los techos de las casas, éstos pueden colapsar, especialmente aquellas estructuras con techos grandes y planos, y si la ceniza está húmeda.
- Daños severos a los árboles, caída del follaje, ruptura de ramas, etc.
- Destrucción de las cosechas.
- Daños en las líneas eléctricas por la caída de ramas.

- Colapso frecuente de los techos debido a la acumulación de ceniza.
- Serios daños del suministro eléctrico y problemas en las telecomunicaciones.
- El suelo será completamente cubierto de ceniza. Pérdida del uso del suelo por mucho tiempo (años).
- Las carreteras son inutilizables hasta su limpieza.
- Destrucción severa de la vegetación.

Protección contra las caídas de ceniza

- La ceniza debe ser removida (con el mayor cuidado posible para evitar accidentes) de los techos de los edificios y de las casas, con el fin de evitar el colapso de los mismos.
- Previo a realizar la limpieza de los techos, se debe evitar que las cañerías del agua lluvia estén selladas a fin de impedir su taponamiento.
- En lo posible, se debe tratar de limpiar la ceniza sin utilizar agua, para evitar el aumento del peso de la ceniza.
- Las estructuras bajas como casetas de telecomunicaciones, hidrantes contra incendios y otras estructuras ubicadas en el suelo, deben ser protegidas para evitar que sean cubiertas por la ceniza.
- La ceniza se debe acumular, en lo posible, lejos de los sitios de recolección de basura.
- En condiciones de caídas severas de ceniza, las ventanas y puertas de los edificios deben ser selladas para evitar la entrada de ceniza al interior de las edificaciones.
- Especial cuidado deben tener las personas que ingresen en edificios, para evitar que la ceniza entre en la ropa o en los zapatos.
- Todos los tipos de motores deben ser protegidos ante las caídas de ceniza, para evitar su afectación.

ANEXO 2

Tamaño de las erupciones volcánicas estimado en base al Índice de Explosividad Volcánica

VOLCANIC EXPLOSIVITY INDEX (VEI)

El Índice de Explosividad Volcánica (*Volcanic Explosivity Index: VEI*) es una escala ampliamente utilizada para describir el tamaño de las erupciones volcánicas, basada, entre otros factores, en el volumen de material emitido. La escala VEI varía entre 0 y 8. Una erupción con un VEI de 0 denota una erupción no explosiva, sin importar el volumen de productos emitidos. Las erupciones con un VEI de 5 o más son consideradas “muy grandes” y ocurren raramente alrededor del planeta (alrededor de una erupción cada década).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
DESCRIPCIÓN GENERAL	NO EXPLOSIVA	PEQUEÑA	MODERADA	MODERADA GRANDE	GRANDE	MUY GRANDE			
VOLUMEN DE TEFRA (m ³)	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁷	1 x 10 ⁸	1 x 10 ⁹	1 x 10 ¹⁰	1 x 10 ¹¹	1 x 10 ¹²	
ALTURA DE LA COLUMNA ERUPTIVA (km)	<0.1	0.1-1	1-5	3-15	10-25	>25	→		
DESCRIPCIÓN CUALITATIVA	← Apacible, Elusiva →		← Explosiva →		← Cataclísmica, Paroxismal, Colosal →				
TIPO DE ERUPCIÓN	← Estromboliana →		← Piniiana →			← Ultra Piniiana →			
	← Hawaiana →		← Vulcaniana →						

Fuente: Modificado de Newhall & Self (1982) y Simkin & Siebert (1994)

ANEXO 3

Testimonio histórico

ERUPCIÓN DEL 5 DE ABRIL DE 1918

“Campamento de Ambabaquí (Pelileo), 3 de abril por la noche.- Acabo de presenciar una erupción del Tungurahua, sin duda alguna la más formidable y terrible de este volcán, desde las de 1886. A las 6:30 p.m. hallándose el volcán, completamente despejado y al parecer muy tranquilo, vi repentinamente elevarse del cráter una columna colosal de gases de color casi negro, precedida de millares de bombas incandescentes y cruzada por centenares de relámpagos, y momentos después, llegó hasta este lugar, el trueno de un cañonazo incomparablemente mayor a cuantos he oído de este volcán, y seguido del tan conocido ruido; semejante al que hacen muchos carros al rodar por un pavimento empedrado con cantos rodados. La columna casi instantáneamente alcanzó una altura incalculable, talvez 25.000 metros, y se inclinó hacia el oriente, ya que el viento le arrastró en esa dirección. Pero lo más extraordinario y terrible y que me tiene sumamente preocupado, ya que nunca he visto cosa semejante, es que en el momento que empezaba a salir del cráter la inmensa columna, se derramó por todo el perímetro del cono visible desde aquí, como de una inmensa caldera en ebullición, una verdadera masa de vapores rojizos y de materiales al parecer sólidos e incandescentes, la cual cubrió por completo y en pocos instantes todo el cono hasta la base, dejándole completamente invisible. Ahora mi temor es el de que tanto Baños, como los caseríos de Juivi, Cusúa, Chontapamba, etc. hayan sido invadidos por esa verdadera ola de materiales inflamados, y la cual, no me queda la menor duda que es una de esas formidables “Nubes ardientes”, semejante a una pequeña que observé desde Pondoá, en 1916. En cuanto a la columna de gases, permaneció visible, siempre cruzada de

bombas y relámpagos, hasta las 7.40 p.m. hora en la que terminó la erupción, quedando de ella únicamente el manto de vapores rojizos, que envuelve el cono, desde el cráter hasta la base”.

Ahora veamos los fenómenos que se habían producido y los daños que ocasionó esta erupción; pues, yo me traslade al siguiente día a Baños, sumamente inquieto por la suerte de ese pueblo, y en los cuatro días siguientes me ocupé en recorrer todos los lugares que habían sufrido más o menos, a consecuencias ya sea de los torrentes de lodo, de arena hirviente o con la caída de lapillis y ceniza.

Como ya se ha visto en el párrafo de mis apuntes, la inmensa nube volcánica de esta erupción fué arrastrada por los vientos hacia el oriente y por lo tanto, todo el material sólido que arrastró consigo, como lapillis más o menos gruesos, y ceniza, cayó en esa dirección. Como la fuerza de impulsión fué tan formidable, en los lugares más cercanos al volcán, cayó relativamente poco material sólido, el que fue aumentando a medida que se avanza hacia el Oriente, y parece que el máximo de cantidad le tocó a la región comprendida entre el río Topo y el Abitahua, pues en Cashaurco, situado al pie occidental de este cerro y a 40 kilómetros del volcán cayeron cerca de dos kilogramos de tierra, por metro cuadrado cantidad muy considerable si se tiene en cuenta que la erupción duró muy poco más de una hora. No me fué posible saber hasta donde llegó la nube volcánica hacia el Oriente, y lo único que me comunicaron después fué que en Zarayacu, a orillas del Bombonasa y a 120 kilómetros del Tungurahua, cayó abundancia de ceniza muy fina, y por lo tanto es de suponer que avanzó hasta mucho mayor distancia.

Respecto al tamaño de los lapillis según los lugares, he aquí lo que observé: en Baños la mayor parte tenía un diámetro de tres o cuatro centímetros, pero vi algunos que medían hasta diez, de tal modo que bien se puede decir que fué un verdadero bombardeo el que hubo en ese pueblo. En Runtún, cerro que domina al pueblo y que forma uno de los contrafuertes del Tungurahua, los potreros fueron cubiertos por lapillis también de tres a cuatro centímetros, pero

los trozos más grandes eran también más numerosos, y al fin en la hacienda de San Antonio, situada en el valle superior del Ulva, y al pie mismo del volcán hacia el nordeste, los campos se cubrieron de lapillis de más de cinco centímetros, pero entre ellos se veían muchos de diez y más de diámetro. Allí, según el testimonio del cuidador de la hacienda, los trozos más gruesos cayeron todavía candentes, tanto que aseguraba que no se les podía coger con la mano, cosa que no la creo difícil por cuanto según el mismo individuo, la caída de lapillis fue casi simultánea con el principio de la erupción, por lo tanto, no tenían tiempo para enfriarse. En Agoyán las partículas de 8 a 10 milímetros, y en Cashaurco, un milímetro en término medio.

El fenómeno más grandioso de esta erupción, fue el de las gigantes "Nubes ardientes", el cual aun cuando ya lo habíamos observado en las erupciones anteriores, en ninguna de ellas alcanzó la magnitud que tuvo en ésta; pues las "Nubes ardientes" cubrieron el cono y se derramaron por todo el perímetro del cráter, tanto por sus bordes más bajos como por los más altos, ocasionando ya sea aluviones de lodo por las quebradas que nacen en la parte en que existen bancos de hielo, o bien torrentes de arena hirviente, en las que tienen su origen en las regiones desprovistas de nieve.

Los torrentes de arena hirviente, que descendieron por las quebradas de los Juivis, Cusúa y Chontapamba, que son los que yo pude ver personalmente, se componían en su mayor parte de arena fina de color blanco grisáceo, mezclada con trozos de lava de diferentes edades y, en mayor proporción, con restos de bombas de todo tamaño. Estos torrentes de material seco y ardiente, habían corrido como si fuera un líquido, por el fondo de todas las quebradas, hasta caer en los ríos Pastaza y Chambo, en forma de cataratas de tierra incandescente. La temperatura de este material lo mismo que la de los gases que le acompañaban, ha debido ser muy alta, pues, quemó toda la vegetación del borde de las quebradas hasta considerables distancias, y también la que crece en las márgenes opuestas de los ríos nombrados, a pesar de hallarse a cosa de 200 metros de distancia. El calor era muy intenso todavía, cuatro días después de la erup-

ción, que fué cuando pude atravesar las quebradas, pues antes no fué posible, y con todo, aun entonces, se podía encender cigarrillos en algunas piedras, y al introducir un trozo de madera en la arena suelta, se lo sacaba, momentos después, completamente carbonizado. Con estos datos se puede suponer que la temperatura de las “Nubes ardientes” es altísima y que seguramente pasa de los 500 grados.

Pero las “Nubes ardientes” más grandes descendieron por el valle del Vadcún, a la entrada de Baños, cosa nada sorprendente desde luego, por cuanto a él convergen muchas quebradas que tienen su origen en el cráter. Yo pude recorrer todo el valle caminando sobre el depósito de las “Nubes ardientes” hasta donde fue posible, cuatro días después de producido el fenómeno y lo que observé fue lo siguiente: Allí, el material depositado, era enteramente semejante al de las quebradas que ya hablé, pero inmensamente mayor, pues en algunos lugares en los que el valle se estrecha, pasó de 30 metros de espesor, según pude comprobarlo después, y niveló todo el fondo, el cual presentaba el aspecto de una carretera. El calor era todavía insoportable en los sitios más estrechos y en algunos puntos, el suelo verdaderamente quemaba, tanto que no se podía estar inmóvil muchos segundos; por otra parte, los manantiales que forman el arroyo, el cual desde luego, se hallaba absolutamente seco, al abrirse paso por medio de esa masa ardiente, levantaban torbellinos de vapor dando lugar a la formación de volcancitos en miniatura que explosionaban lanzando arena y piedras menudas hasta alguna distancia. De tal manera, que se caminaba por una especie de horno, cubierto de vapores calientes y sumamente hediondos. La vegetación, en los lugares escarpados de las márgenes, había sido quemada hasta alturas que pasaban de 100 metros, así como también fueron abrazadas algunas sementeras y pequeñas casas de los campesinos.

Felizmente para Baños, la erupción duró poco tiempo, y por lo tanto las “Nubes ardientes” no llegaron hasta la depresión del valle por la que se entra al pueblo, pues se detuvieron a cosa de 100 metros de ese lugar, porque si avanzaban más era seguro que hubieran penetrado a la población, y entonces de Baños no nos habría quedado sino el recuerdo, convirtiéndose en una nueva Pompeya o en un

Saint Pierre de La Martinica, ciudades que fueron destruidas por este terrible fenómeno.

El valle del Vadcún siguió durante muchos días, envuelto en una nube de vapor de agua, producido por los manantiales que se abrían paso; pero al fin, el agua triunfó de su enemigo el fuego y empezó a correr por su antiguo cauce, pero durante algunos años, arrastró grandes cantidades de arena y de ceniza hasta que al fin pudo dejarlo limpio.

El desastre ocasionado por las “Nubes ardientes” en el valle del Ulva fue mucho mayor; pues, al derramarse por los campos de hielo que cubren la cumbre oriental del Tungurahua, los fundió instantáneamente en gran parte, dando lugar a un aluvión formidable de lodo, que cubrió o arrebató casas, animales y sementeras, sin causar, felizmente, ni una víctima humana. Al llegar este aluvión al Pastaza, con el ímpetu que traía, le atravesó, lanzándose sobre el barranco del frente, ocasionándole un gran derrumbe; con el material de éste y con el acarreado por el torrente, se formó una gran represa que contuvo las aguas del río, y dió origen a la formación de un hermoso lago, de más de un kilómetro de longitud, el que subsistió durante algunos meses. Pero el excedente del aluvión al correr hacia el oriente, arrebató el puente de hierro, con grandes bastiones de mampostería, colocado en Agoyán, y después de arrasar muchas playas cultivadas, arrebató también un cable de acero de la tarabita de “La Palmera”, y al fin desapareció en el ancho cause del Pastaza, en la Región Oriental.

Al recorrer el valle del Ulva inmediatamente después del aluvión, me sorprendió el modo como había corrido, pues parece que no duró sino pocos instantes, y que el avance lo hizo, se puede decir, a saltos, trepando a los lugares altos, y dejando casi en seco otros muy bajos, como pude comprobar en un potrero de la hacienda Punzán, el cual había sido totalmente cubierto de lodo, a pesar de hallarse a más de 50 metros sobre el río, mientras que en el margen contrario, no llegó a subir ni 20 metros. Otro fenómeno digno de atención, fue el de una casa situada al pie de un cono de rocas, la cual

quedó indemne sin embargo de que el aluvión subió hasta la cumbre del picacho, y sin embargo también de que otra casa construida en un lugar más elevado, fue con todo arrebatada sin dejar la menor señal en el lugar donde estuvo.

El torrente de lodo ha debido tener una consistencia muy espesa, por los bancos de tierra que dejó en los lugares algo planos y horizontales, y así en el valle superior del Ulva, pude ver después, depósitos de mas de diez metros de espesor, y ya cerca de la desembocadura en el Pastaza, fué cubierta por el lodo, una piedra muy conocida por mí, que medía más de 4 metros de alto. Me parece inútil decir que desapareció en lo absoluto toda la vegetación que crecía a lo largo del valle, hasta considerable altura.

Nicolás Martines, 1932*

* N del E. Se ha respetado la grafía original del texto.

Este texto de Nicolás Martínez es particularmente instructivo sobre los efectos y la magnitud de una erupción grande del Tungurahua (probablemente VEI = 3). Sin embargo, creemos que con los modernos métodos científicos utilizados para el monitoreo volcánico por parte del IG-EPN, y si la población se encuentra debidamente capacitada, se podrían minimizar los efectos de una futura erupción de esta magnitud.

ANEXO 4

Resumen de la actividad histórica del volcán Tungurahua

Fecha	Hora	Descripción
		1640 (1641)
¿?		Primera erupción comprobada. Solo se conocen versiones someras sobre daños.
		1773
Febrero		Explosión de poca magnitud. Posible actividad premonitora de la erupción del mes de abril.
23 abril	16-17h00	Se sienten algunos temblores previos a la erupción.
	17h00	Luego de un fuerte bramido, comenzó a emitirse desde el cráter un gran flujo de lava, que descendió hasta el sector de Juive Chico y represó el río Pastaza. Frecuentes temblores.
	Noche	Durante toda la noche se escucharon importantes bramidos.
24 abril	Mañana	Se intensifican los bramidos, generación de un flujo de lodo y de materiales incandescentes. Continúan temblores y ruidos subterráneos.
	Tarde	Se rompe el dique en el río Pastaza. Inundaciones. Importante caída de ceniza en toda la zona, especialmente hacia el Oriente. Durante esta erupción es afectado el primer asentamiento en el sector de Baños, denominado Fundación Santo Domingo.
Mayo		Los materiales más finos cubrieron muchas leguas, especialmente hacia el occidente. En lugares cercanos al volcán, la capa de piroclásticos alcanzó <i>un palmo</i> (20 cm, aproximadamente).
Junio		La actividad fumarólica, las emisiones y las explosiones duraron más de un mes. El volcán estuvo en actividad hasta 1782, con esporádicas explosiones.

Fecha	Hora	Descripción
		1776
3 enero		Columna de ceniza y gases.
22 octubre		Explosión con formación de una columna de ceniza y gases.
		1777
17 julio		Posible erupción. Algunos autores la catalogan de gran magnitud.
		1782
¿?		Con frecuencia se observa una columna de gases saliendo del cráter del Tungurahua.
		1857
10 nov.	05-06h00	Columna de gases.
		1859
Oct.-nov.		Se observa incandescencia en la cumbre del volcán.
		1873
8 febrero		Intensa actividad fumarólica en el cráter.
		1883
Diciembre		Actividad fumarólica mayor a la de 1873. Emisiones importantes de vapor.
		1885
Enero		Posible actividad premonitora, emisiones de vapor y gases.
16 octubre	12h00	Columna de gases y ceniza, seguida de otra de menor magnitud. Actividad premonitora de la siguiente erupción.
		1886
10 enero	Noche	Desde Riobamba se puede observar incandescencia en el Tungurahua y columnas de gases y ceniza.
11 enero	Madrugada 08h00	La actividad va en aumento. Se vio descender por la montaña <i>una nube espesa, blanca y brillante</i> . Probablemente se trató de material incandes-

Fecha	Hora	Descripción
		cente que descendió por los flancos del volcán en forma de un flujo piroclástico (nubes ardientes).
	08h10	La columna eruptiva pasó sobre Guanundo, el páramo de Sabañag, Guano, San Andrés, Chuquipogyo y San Juan. Abundante lluvia de ceniza en toda esta zona y en Riobamba. En los lugares de mayor concentración el espesor fue de hasta 15 cm. En Riobamba, la atmósfera era oscura. Represamiento del río Penipe por una <i>avalancha</i> en el sector de Yuibug.
	10h00	Bramidos del volcán oídos en Penipe y Pelileo. Desde Pelileo se observa actividad del volcán, sin ninguna manifestación previa. El volcán comienza a emitir una columna de gases y otros materiales incandescentes (¿nubes ardientes?).
	10h30	Intensa caída de ceniza que produce una densa oscuridad en Ambato. Se inicia la emisión de un flujo de lava que se dirige hacia el sector de Cusúa. La emisión del flujo de lava no fue continua, sino en emisiones con intervalos más o menos largos, hasta los días subsiguientes.
	Tarde	La atmósfera en los alrededores del volcán es turbia. Represamiento del río Chambo por <i>avalancha</i> en Yuibug.
	21h00	El flujo de lava detuvo las aguas del río Chambo en el sector de Cusúa, frente a Chacauco. Se produjeron flujos de lodo por los ríos Vazcún y Ulba.
	Noche	Represamiento del río Chambo en el sector de Cusúa, frente a Chacauco. Toda la noche se vio actividad con emisión de material incandescente. Fusión del casquete glaciar y generación de importantes flujos de lodo en el río Ulba, en Juive y por el sector de Tocchapaccha, hacia el río Puela. En Riobamba se sienten leves pero frecuentes temblores desde el comienzo de la erupción.
12 enero	09h00	La erupción alcanza su máxima magnitud. Se generan numerosos flujos piroclásticos (<i>en los textos de la época se habla de lava fragmentaria</i>). Represamiento del río Chambo.

Fecha	Hora	Descripción
		Junto con los flujos piroclásticos se generaron numerosos flujos de lodo, especialmente por las quebradas de Vazcún y Ulba de los flancos N y NE y por el río Puela del SSW del volcán.
	10h00	Generación de nubes ardientes que descendieron por varios flancos del volcán. Se reportan algunos incendios en los bosques de la base del volcán.
	15h30	Caídas de ceniza importantes en Guano y Puela que producen extrema oscuridad en estos sectores.
	21h00	Caída de ceniza en Ambato y oscuridad casi completa hasta las 07h00 del día siguiente. En Cotaló se reporta cerca de un metro de ceniza y otros materiales más gruesos. Baños incomunicado.
	Noche	Continúa el represamiento del río Chambo.
13 enero	07h00	En Mocha se escuchan ruidos provenientes del volcán y se sienten temblores. Oscuridad completa. Hasta esta hora la capa de ceniza es de aproximadamente 15 cm. Por la quebrada Quillayacu y Juive Grande descienden dos grandes lahares (la crónica habla de <i>torrentes de lava</i>).
	Mañana	Caída de ceniza continua en Pelileo. El flujo de lodo por deshielo toma el curso de los ríos Ulba y Vazcún.
14 enero	09h00	Comienza a despejarse la atmósfera, hasta aclararse por completo.
	Día	Caída de lapilli en Baños
15 enero	09h00	Cesan los temblores que se sentían en Riobamba. Cotaló es el pueblo que más ha sufrido por la caída de material piroclástico. Destrucción de casas y sembríos. Se reportan dos muertos en el sector de Puela.
16 enero	Día	Se reporta la destrucción de los puentes de Lligua, Río Verde Chico y Agoyán. Continúa la actividad del volcán. Los sectores de Juivi Grande, Juive Chico y Chontapamba quedaron cubiertos por material incandescente: bombas, arena, ceniza, etc.; con un espesor aproximado de 3 a 4 metros.

Fecha	Hora	Descripción
17 enero	Día	Generación de flujos de lodo.
	Noche	Represamiento del río Chambo en el sector de Cusúa.
18 enero	Día	El volcán sigue con actividad, pero sin explosiones. Se desborda el dique de Cusúa y las aguas alimentan la represa del río Patate.
18 enero	21h00	Explosión importante con emisión de ceniza y material piroclástico.
11 febrero	Día	El lago producido por el represamiento del río Chambo alcanza los 6 km de largo, 300 m de ancho y 30 m de profundidad. Se estima que los daños cubren 25 leguas en los alrededores del volcán.
	15h00	Emisiones de vapor de color rojizo.
	16h30	Columna eruptiva de color gris oscuro. Fuertes bramidos. Inicio de la emisión de un flujo de lava.
	18h45	Continúa la emisión del flujo de lava con varios ramales, siendo el más importante el que desciende hacia Chontapamba.
	Noche	El flujo de lava comienza a formar un dique en el sector de Cusúa.
12 febrero	Amanecer	Las emisiones de vapor son permanentes.
	14h00	Emisión importante de material incandescente. Se pierde la visibilidad del volcán.
	16h50	Continúa la emisión del flujo de lava. Las columnas de emisión alcanzan varios kilómetros de altura.
	17h30	Nueva emisión de material piroclástico. Durante la tarde de este día se juntaron los dos principales flujos de lava en la confluencia de la quebrada Cusúa con el río Chambo, formando el dique antes mencionado.
	19h20	Se puede observar claramente la incandescencia producida por el flujo de lava que desciende desde la cumbre hasta las faldas del volcán. Frecuentes explosiones.
13 febrero	Mañana	No se puede observar el cráter del volcán, pero éste permanece muy activo, con continuas emisiones.

Fecha	Hora	Descripción
	17h00	Por momentos se puede observar el borde del cráter. Continúa la emisión del flujo de lava.
	18h00	Se aprecia que la cantidad de material emitido desde el cráter es variable. La emisión del flujo de lava no es continua.
	19h10	Se observan numerosos relámpagos.
14 febrero	05h00	Desde esta hora no cesan los bramidos provenientes del volcán.
	07h00	Se intensifican los ruidos provenientes del volcán. Vibración de los vidrios de las casas.
	09h00	Emisión de lava visto desde La Chonta.
	Tarde	Continúa intensa actividad del volcán.
15 febrero	Día	La intensidad de la erupción comienza a disminuir.
16 febrero	Mañana	El volcán entra en una relativa calma hasta el día 25 de febrero.
17 febrero	Día	El volcán continúa con actividad, pero sin la intensidad de los días anteriores. Esporádicas explosiones y emisión de material incandescente.
25 febrero	Día	El Tungurahua entra en un período de actividad mucho mayor que las anteriores. La emisión del flujo de lava no es intermitente sino más bien de forma continua. El flujo de lava sigue bajando por el sector de Cusúa.
	Noche	Desde la noche del 25 hasta el día 26, intensa caída de ceniza en Riobamba.
26 febrero	Día	Continúa de manera ininterrumpida la emisión del flujo de lava.
27 febrero	Día	Actividad igual al día anterior.
28 febrero	Mañana	La emisión del flujo de lava continúa hasta el 3 de marzo.
	17h00	La actividad del volcán se mantiene en niveles muy importantes; se escuchan fuertes ruidos provenientes del volcán; las emisiones de vapor y ceniza son permanentes.
	21h00	Continúa la actividad del volcán, se observan numerosas

Fecha	Hora	Descripción
	Noche	explosiones que lanzan bloques y bombas sobre los flancos del volcán. La emisión del flujo de lava continúa. El flujo de lava fluye sin interrupción. Numerosas explosiones con emisión de ceniza y bombas. Columnas de erupción que se elevan varios kilómetros sobre el cráter.
3 marzo	Noche	Continúa fluyendo el flujo de lava, pero a partir de esta fecha comenzó a disminuir la actividad.
Julio		El volcán mantuvo una actividad intermitente hasta este mes.
		1888
Diciembre		Fuertes detonaciones del Tungurahua.
		1900
¿?		La actividad del Tungurahua continuó hasta esta época. Frecuentes explosiones, pero decreciendo paulatinamente en intensidad.
		1903
Septiembre		Emisiones importantes de gases y vapor que llenan el cráter.
		1911
Marzo		Desde el inicio del mes hasta el día 11 se observaron emisiones de ceniza y gases.
		1915
Octubre		El Tungurahua comienza a dar muestras de actividad con emisiones de gases y vapor.
Noviembre		Columna de gases de color blanco visible desde Riobamba. A partir de entonces, día a día la cantidad de material emitido fue en aumento y el casquete de nieve se iba cubriendo de ceniza y bloques.
		1916
Febrero		Se comienzan a escuchar frecuentemente en Baños y en los pueblos cercanos ruidos provenientes del volcán, así como algunos sismos sentidos solo en los alrededores del mismo.

Fecha	Hora	Descripción
1 marzo		Se observa una columna bastante densa de gases que se mantiene estable hasta el anochecer del siguiente día.
2 marzo	04h00	Los pobladores de las faldas del volcán comienzan a emigrar por el incremento de las emisiones de gases.
3 marzo	06h00	Fuertes y prolongados ruidos provenientes del volcán. Incandescencia en el cráter.
	07h30	Importante caída de ceniza en pueblos del occidente del volcán.
	08h00	Cesan los ruidos. Se inicia abundante lluvia de ceniza en Baños.
	Noche	Gran columna de gases y ceniza con dirección al Chimborazo.
4 marzo	Mañana	Se escuchan nuevamente ruidos provenientes del volcán. Explosiones y emisiones de ceniza.
	Tarde	Grandes columnas de gases y ceniza.
	Noche	En toda la provincia se observa la presencia de un “velo azulino” característico de los gases de azufre.
5 marzo	09h00	Caída de ceniza en Penipe.
	Mañana	El sector de Puela se encuentra cubierto de ceniza.
	Noche	Incremento considerable de la erupción. Las explosiones se suceden cada 2 a 3 minutos. Las columnas de emisión son mucho más oscuras y con mayor cantidad de material piroclástico.
	24h00	En Baños, Agoyán y otros pueblos se escuchan ruidos provenientes del volcán y se sienten temblores.
6 marzo	Mañana	Ocurre una fuerte explosión.
	14h00	No se tiene visibilidad del volcán, pero se presume que la actividad se ha incrementado.
	17h30	Comienza a oscurecerse el ambiente en Riobamba.
	Noche	Gran explosión acompañada de un cañonazo muy fuerte. Por los ríos Vazcún y Ulba descendieron flujos de lodo importantes que remobilizaron el material emitido por la

Fecha	Hora	Descripción
		erupción. La ceniza de esta erupción llegó hasta el mar, (sector de Bahía de Caráquez).
7 marzo	08h00	Desde las primeras horas del día y hasta el siguiente día, se reportó una caída permanente de ceniza en Riobamba.
	Mañana	Se escuchan bramidos provenientes del volcán. No hay visibilidad.
	12h00	La nube de erupción cubre todos los alrededores del volcán.
	15h00	Caída de ceniza en Ambato. A las 16h00 se tenía oscuridad completa en esta ciudad.
	17h00	Comienza a aclararse la atmósfera. Todo el campo se encuentra cubierto por un material muy fino.
8 marzo	Mañana	En el trayecto entre Ambato y Baños se aprecia un “grosso manto” de material. Continúa la caída de ceniza en Pelileo, que alcanzó un espesor de más de 2 cm. Mucha oscuridad hasta la confluencia del Patate y el Chambo. El Tungurahua continúa arrojando grandes columnas de gases y ceniza. Se advierte que ha bajado material por todas las quebradas visibles. Entre Las Juntas y Baños cayó gran cantidad de lapilli de tamaño de 3 a 4 mm. El pueblo de Baños y sus habitantes se encontraban tranquilos.
	Tarde	Represamiento parcial del río Pastaza por los materiales que descendieron por el río Vazcún.
9 marzo	16h00	Pequeñas explosiones.
	Noche	El volcán se muestra muy tranquilo.
10 marzo	02h30	Formidable explosión acompañada de un fuerte cañonazo. Se observa una columna de gases y ceniza, así como incandescencia. La columna se observaba cruzada por relámpagos. Lluvia de lapilli con diámetro promedio de 10 mm.
	16h30	Formidable erupción precedida de un cañonazo muy fuerte. Probablemente se generaron nubes ardientes que descendieron por los flancos del volcán.

Fecha	Hora	Descripción
	Noche	Continúa la actividad, aunque sin explosiones importantes. Permanente columna de gases y ceniza.
11 marzo	Mañana	En los flancos superiores del volcán (sitio el Mirador) la cantidad de material piroclástico alcanzó 20 cm de espesor.
	08h30	Sin signos premonitores el volcán presentó una columna de gases y ceniza de aproximadamente 15 km de altura. La actividad duró solamente 15 min., pasados los cuales retornó la calma. Importante caída de ceniza en Baños.
	Día	Durante todo el día se tuvo caída de ceniza en Riobamba. Por la noche el Tungurahua se observó sin emisiones ni incandescencia.
16 marzo	09h30	Pequeña caída de lapilli (tamaño promedio 1 mm) en Ambato.
13 abril		Durante el resto del año continuó la actividad moderada, sin explosiones notables.
		1917
Enero-oct.		Durante este año ocurrieron erupciones, en algunas temporadas casi diarias y algunas algo fuertes, pero en general de menor importancia que las de la época anterior. Uno que otro cañonazo. A veces caída de ceniza en poca cantidad, en los lugares cercanos al volcán.
18 noviembre		Considerables columnas de gases.
Noviembre		Aumento notable de la actividad. Cañonazos más frecuentes. Algunas veces los flancos del volcán son cubiertos por bloques incandescentes.
20 diciembre		El volcán estuvo expulsando material piroclástico durante 36 horas consecutivas (hasta el día 22). Colosales explosiones.
21 diciembre		Fuertes explosiones que se sintieron en Baños y otros pueblos de los alrededores. Crecidas en el río Ulba.
30 diciembre	Día	Fuerte explosión. La actividad del volcán se observa desde Riobamba.

Fecha	Hora	Descripción
		1918
5 enero	05h00	Formidable explosión que hace vibrar puertas y ventanas en los alrededores del volcán. En Puñapí se rompen los vidrios. Las explosiones se repiten con intervalos de 5 a 8 minutos. La montaña se encuentra cubierta por la niebla. Posible descenso de nubes ardientes.
	07h00	El volcán se encuentra completamente cubierto de niebla y no es posible observarlo. En un momento que se despeja se puede observar vegetación quemándose, por lo que se supone que han bajado nubes ardientes.
	08h30	Cesan los cañonazos (explosiones). Pequeña erupción sin consecuencias. Colosales nubes de humo negro y regular cantidad de ceniza.
21 enero		Nubes de gases y ceniza, no se escuchan ruidos provenientes del volcán. A partir de este día el volcán no presenta nada anormal.
10 febrero		Pequeña erupción sin consecuencias.
28 febrero		Desde esta fecha el volcán entra en un período de relativa calma.
15 marzo		Pequeña erupción sin consecuencias.
5 abril	16h00	Se escuchan fuertes ruidos subterráneos en Penipe y se observa una columna de gases de color oscuro. Desde Riobamba se observan emisiones de piroclastos, por el lado occidental del volcán. A continuación se elevan columnas de ceniza.
	18h30	Se inicia, según se dice, la mayor erupción desde 1886. Columna de gases y ceniza de color muy oscuro, casi negro. Millares de bombas incandescentes y centenares de relámpagos. Momentos después se escuchó el mayor estruendo que se haya producido, seguido de ruido subterráneo permanente. La columna de gases y ceniza llega aproximadamente a 25 km de altura. Masa de vapores rojizos, de materiales al parecer sólidos, se desliza por todo el contorno de la montaña, cubriendo todo el cono (indudablemente se trata de flujos piroclásticos o nubes ardientes).

Fecha	Hora	Descripción
	19h40	Desde Pelileo se observa que termina la erupción, quedando únicamente el manto de vapores rojizos que envuelve el cono desde el cráter hasta la base.
	23h00	Según observadores de Penipe, la erupción comenzó a disminuir en intensidad a las 20h30 y terminó a las 23h00. Luego ocurrió una nueva explosión con nubes ardientes.
1 mayo		Pequeña erupción. Lluvia de ceniza en Baños.
18 mayo	Noche	Considerable columna de gases cargada de ceniza. Bombas y relámpagos. Notable nube ardiente que desciende por Juive Grande hasta el río Pastaza, el cual se represó por algunas horas. Probablemente pequeño flujo de lava.
6 junio	11h00	Fuerte bramido y columnas de gases y ceniza de color oscuro negro. Caída de ceniza por 5 horas en Riobamba. Nubes ardientes.
14 junio		Explosión de poca importancia.
25 junio	Mañana	Explosión de regular magnitud.
16 noviembre		Considerable columna de gases cargada de cenizas. Nube ardiente de gran tamaño. La nube volcánica llega hasta Quito, donde cae ceniza muy fina.
		1919-1925
		La erupción de noviembre de 1918 fue la última importante del Tungurahua; sin embargo, durante todo este período el volcán siguió dando pequeñas muestras de actividad.
		1944
¿?		Pequeña explosión, probablemente de origen freático.
		1993
6 mayo		Pequeña explosión freática.

Fuente: Extracto de *Historia de la actividad del volcán Tungurahua*, por J. Egred (2003), Informe no publicado, IG-EPN.

■ Referencia de este folleto:

Pablo Samaniego, Jean-Philippe Eissen, Jean-Luc Le Pennec, Minard L. Hall, Michel Monzier, Patricia Mothes, Patricio Ramón, Claude Robin, José Egred, Indira Molina, Hugo Yepes

2003

Serie: *Los peligros volcánicos en el Ecuador*. No. 1

Los peligros volcánicos asociados con el Tungurahua

Corporación Editora Nacional, IG-EPN, IRD

Este folleto es el primero de una nueva serie que trata sobre los peligros volcánicos asociados con los principales volcanes, activos del Ecuador. Es preparada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de Quito y la Unidad de Investigación "Procesos y riesgos volcánicos" del IRD (*Institut de Recherche pour le Développement*: Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo) dentro de un convenio de cooperación existente entre estas entidades.

Folleto en preparación:

No. 2: Los peligros volcánicos asociados con el volcán Cayambe.

No. 3: Los peligros volcánicos asociados con el volcán Cotopaxi.