

APENDICE: VOLCANES

J. Seaman, C. Hogg

De "Epidemiología de los Desastres Naturales",
J. Seaman, S. Leivesley, y C. Hogg,
Karger, Londres, 1984.

Este tópicó ha sido presentado en un apéndice debido a la rareza comparativa de una erupción volcánica como una causa de desastre y porque, hasta ahora, pocas afirmaciones útiles pueden ser hechas acerca de sus efectos en la salud. Existe una amplia variación en los efectos de los volcanes, y cualquier volcán puede cambiar su actitud con el tiempo o aun durante el curso de una erupción. La mayor parte de los esfuerzos científicos de esta area han sido dirigidos hacia el desarrollo de métodos de monitoreo y predicción de erupciones, para permitir la temprana evacuación de las poblaciones en peligro, y hacia métodos de reducción de daños, (e.g., mediante la desviación de la corriente de lava).

En comparación con otro tipo de desastres, la mortalidad por acción volcánica es baja. Está estimado que, en los últimos 500 años, solamente cerca de 200,000 personas (400/año) han muerto por esta causa (17). No obstante, debido a la fertilidad de los residuos volcánicos, las areas cercanas a muchos volcanes estan densamente pobladas, y dentro de estas areas los riesgos pueden ser substanciales. Por ejemplo, más de un millón de personas viven en el area que circunda al volcán

Merapi en Java central, y cada cierto número de décadas las erupciones cobran desde unos pocos cientos a miles de vidas (17).

La mayor parte de la actividad volcánica mundial ocurre a lo largo de los márgenes de las placas tectónicas principales, por lo tanto coincidiendo con las áreas de mayor riesgo sísmico: la vasta mayoría de los 760 (22) comúnmente volcanes activos puede ser encontrada en los países al rededor del Océano Pacífico (el 'cinturón de fuego'), hacia Indonesia (el 'arco de Sundra'), en West Indies, Islandia, la parte este del Mediterraneo, y en Africa Central y la del Este. Las excepciones a esta regla son los Himalayas y gran parte del norte del subcontinente Indio, donde los terremotos son comunes pero los cuales están libres de la acción volcánica, y Hawai, donde es el caso a la inversa. No obstante, el término 'volcán activo' puede estar mal utilizado ya que los volcanes pueden erupcionar despues de una largo periodo de quietud o cuando están a punto de extinguirse, e.g. Tristan da Cunha, el cual erupció en 1961.

Este resumen ha sido dividido en dos partes: (1) un recuento general de los tipos de actividad volcánica y sus efectos en la salud; (2) resúmenes de los pocos ejemplos donde los aspectos y efectos de la actividad volcánica en la salud han sido estudiados en detalle.

Tipos de Actividad Volcanica y sus Efectos en la Salud.

Los volcanes pueden afectar la salud de las poblaciones de dos maneras principalmente: directamente, por la explosión, el deslizamiento de lava, las cenizas, y otros efectos; e indirectamente, causando tsunamis, movimiento de la población, y efectos adversos en la agricultura. Esta sección está basada principalmente en un resumen de la UNDR0 (7).

Efectos Directos de la Actividad Volcanica.

Dos variables principales determinan las características de una erupción volcánica: la fluidez o viscosidad de la lava, y el alcance de la presión de gas. Brevemente, cuanto más viscosa se encuentre la lava y más alta esté la presión del gas, más grande será el potencial de riesgo. La actividad volcánica va desde pequeñas efusiones de lava a violentas explosiones las cuales arrojan grandes volúmenes de roca hacia la atmósfera. Esta actividad puede ser categorizada bajo seis títulos principales: (1) fluido de lava, (2) cupulas, (3) tephra, (4) avalanchas ardientes, (5) lahars, y (6) gases volcánicos. Cualquier volcán puede exhibir varios de estos efectos.

Deslizamiento de Lava.

El alcance, grosor, y la velocidad del deslizamiento de lava varía con el volumen de ésta, su fluidez, y la topografía.

fía del terreno. La velocidad del deslizamiento de lava varía de unos pocos metros/día hasta encima de los 40 kph o más en pendientes pronunciadas. Sin embargo, debido a que ésta velocidad es normalmente baja, los deslizamientos son generalmente un pequeño riesgo. Pero así como pueden causar grandes daños a la propiedad, han sido tratados muchos métodos para controlar su dirección de deslizamiento y velocidad, incluyendo bombardeo aéreo, levantamiento de barreras de desviación, y enfriamiento del frente de avance de la lava mediante chorros de agua.

Cupulas.

Las lavas viscosas pueden apilarse sobre sus respiraderos para formar cúpulas; éstas crecen por expansión desde dentro, y varían en tamaño desde unos pocos metros de ancho y profundidad, hasta tanto como 2000m de ancho y 600m de profundidad. La expansión de una cúpula resulta en el rompimiento de la sólida costra exterior, el más o menos continuo desplazamiento de bloques, los cuales pueden rodar y representan un riesgo para las personas. En algunos casos, el enfriamiento de un magma viscoso forma protuberancias desde las fracturas en las costras de la cupula llamadas 'espinas', las cuales algunas veces alcanzan 100m de altura. Estas son inestables y pueden causar avalanchas.

Tephra (Material Piroclástico)

Este término incluye a todo el material arrojado por una erupción volcánica, variando su tamaño desde polvo hasta bloques de varios metros de diámetro. La mayor parte del tephra tiende a ser depositado cerca a el respiradero, por cuanto el pol-

vo y la ceniza inyectados alto en la atmósfera pueden ser llevados por miles de kilometros. La lluvia que cae sobre las nubes de ceniza puede formar bolas de lodo; la eyección de agua de un volcán, con ceniza y otros residuos, pueden producir mantos de lodo sobre vastas areas.

Para los efectos descriptivos, los efectos del tephra han sido divididos en dos partes: efectos físicos directos del tephra, y los efectos del polvo y la ceniza en la via respiratoria y los ojos.

Efectos Directos del Tephra. La caída de los bloques pueden provocar incendios o daños a las personas y los animales. Por ejemplo, durante la erupción del Arenal en 1968, en Costa Rica, los bloques cayeron sobre casas que estaban a 3km del punto de erupción. Cuando se deposita, la ceniza está lo suficientemente caliente como para producir fuego. Sin embargo, el peso de la ceniza puede traer abajo los techos de las casas. En la erupción del Fuego, Guatemala, 1971, un grosor de 30cm de ceniza fue depositado 8km al oeste del volcán y causó la destrucción de un quinto de los techos en el pueblo de Yepocapa. Durante la erupción del Vesuvio, 79 D.C., muchas personas murieron debido a la caída de los edificios que cedieron al peso de la ceniza.

Las erupciones de larga continuidad que producen ceniza pueden necesitar la evacuación de la población del área, aunque los ejemplos de este tipo son raros. Otros dos tipos de erup-

ción son la ebullición en la base del volcán y la eyección de ceniza. La ebullición de la base forma columnas en la base de algunos volcanes. Esto consiste en una nube en forma de anillo de ceniza suspendida expandiéndose a gran velocidad, erosionando la superficie cerca al respiradero. En la zona interior, los árboles pueden romperse o ser sacados de raíz, y los edificios pueden ser levantados de sus cimientos. A un mayor grado, los objetos pueden ser severamente dañados por las ráfagas de arena. En algunas erupciones, gran parte de los residuos de ceniza se suspenden en una nube y se mueven cerca al suelo, en un efecto conocido como flujo de ceniza. La fricción es eliminada por la expansión del gas dentro de la nube, la cual lleva las partículas de ceniza aparte. El flujo es movido por la gravedad, y sigue la topografía del terreno; el flujo de ceniza puede algunas veces exceder los 200kph de velocidad.

Efectos de la Ceniza en la Via Respiratoria y

los Ojos. Existen cinco factores importantes en la evaluación de los riesgos de salud causados por la lluvia de ceniza: la concentración en el aire de partículas totalmente suspendidas; el tamaño de las partículas; la frecuencia y duración de la exposición; factores preexistentes tales como enfermedades del aparato respiratorio; y presencia de cristales de Dioxido de Silicio (SiO_2) en la ceniza.

Las personas pueden ser asfixiadas por la ceniza volcánica. En Pompeya, (enterrada en la erupción del Vesuvio en el

año 79 D.C.) fueron encontradas víctimas con los rostros cubiertos por sus manos, o por ropas, presumiblemente asfixiadas por la ceniza. Mas recientemente, muchas muertes fueron ocasionadas de esta forma durante la erupción del Monte St. Helens, Washington State, USA. Este ejemplo es discutido detalladamente mas adelante.

La exposición a los cristales suspendidos de Dioxido de Silicio de un tamaño respirable, i.e., menos de 10um de diámetro por partícula, los cuales pueden entrar en los alveolos pulmonares, pueden conducir a la irritación de las vías respiratorias o a la obstrucción de las mismas. Si la exposición es a una concentración suficientemente alta o por un periodo de tiempo suficientemente largo, puede resultar una silicosis, una incapacitadora y muchas veces fatal fibrosis pulmonar, comunmente vista como una enfermedad industrial. Como la ceniza volcánica puede contener Dioxido de Silicio en tamaño respirable, este es un problema de algun interes como tambien agudo y de larga duracion para las poblaciones expuestas: los pocos estudios publicados que se relacionan con este problema han sido resumidos mas adelante en este reporte.

Las particulas de ceniza pueden entrar a los ojos como 'cuerpos extraños' y causar laceraciones de las corneas o conjuntivitis.

Avalanchas Incandescentes (Nubes ardientes, Desliza-

mientos Piroclásticos)

Están reconocidos tres tipos principales, llamados por los nombres de los volcanes en los cuales cada efecto fue primeramente observado (Soufriere, Merapi, y Pelee). Sin embargo existen diferentes mecanismos por los cuales cada uno de éstos es formado, sus efectos son similares: una masa turbulenta de gas a altísima temperatura, con polvo, ceniza caliente, y fragmentos de lava, viajando a velocidades de más de 160kph y matando todo lo que se interponga en su camino. La avalancha incandescente que azotó el pueblo de St. Pierre, Martinica en 1902, matando a todos menos 2 de los 28,000 habitantes del pueblo.

Lahars

Este término cubre varios tipos de eyección de lodo volcánico. Estos varían en temperatura desde frío a hirviendo. Empujados por la gravedad pueden alcanzar velocidades de 100kph viajando a distancias considerables y cubrir áreas de unos cientos de kilómetros cuadrados. Los Lahars son comunes y son la causa más importante de destrucción volcánica y de pérdida de vidas. Los Lahars pueden surgir de la eyección de agua de un cráter, de nieve derretida, por el desplazamiento de agua impregnada de ceniza o suciedad de la pendiente de un volcan, y en muchas otras formas en que la actividad volcánica interactúa con el agua. Como los Lahars pueden viajar a una considerable velocidad, una gran mortalidad puede resultar. Por ejemplo, en Kelud, Java, en 1919 5,000 personas murieron por un Lahar y varios cientos kilómetros cuadrados de tierras se perdieron.

Raramente un Lahar puede contener una concentración de ácido sulfúrico o hidrociorhídrico como para causar quemaduras en la piel expuesta. Una sola vez ocurrió esto en la explosión del crater del lago de Kawah Idjen, Java en 1917.

Gases Volcanicos.

Los gases provenientes de la acción volcánica contienen, en varias proporciones, vapor de agua, dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido sulfuroso, trióxido de sulfuro, sulfito de hidrogeno, hidrogeno clorado, hidrogeno fluorado, metano, y mas complejos hidrocarbonados asi como nitrogeno, argon, y otros gases inertes. Todos pueden afectar a la gente en distintas formas. El dióxido de carbono y el dióxido de azufre puede causar asfixia: el primero por su acumulacion en "piscinas", en areas bajas, el segundo por su efecto directo en el tracto respiratorio. Ovejas, animales salvajes y pajaros se han asfixiado despues de erupciones volcanicas con dióxido de carbono, e.g. despues del Hekla, Islandia en 1947, aunque muertes de seres humanos son raras. Durante la erupcion de Eldafell, Islandia en el año 1973, la única muerte humana ocurrida fue causada a un hombre que buscó refugio en un sótano lleno de dióxido de carbono y se asfixio. Antes de la destruccion de St. Pierre, Martinica en 1902, las concentraciones de dióxido de sulfuro en la ciudad fueron suficientes para causar la muerte de un caballo (22).

Efectos Secundarios de las Erupciones Volcánicas

Las consecuencias mas serias de las erupciones volcáni-

cas pueden ocurrir de los efectos secundarios principalmente de los tsunamis, de los movimientos de la poblacion, e indirectamente de los efectos en la agriultura.

Tsunami

En 1883 la isla inhabitada de Krakatoa en el Oceano Indio exploto y causo un tsunami que mato alrededor de 30,000 personas a lo largo de la costa de Java y Sumatra. En historia mas antigua se pueden encontrar otros ejemplos incluyendo el destructor tsunami causado por la erupcion que condujo a la formacion de la isla de Santorini en el este del Mediterraneo al rededor del 1500 A.C.

Movimientos Poblacionales

Una erupcion volcanica, o la amenaza de erupcion, puede causar el desplazamiento de poblaciones o su evacuacion por medio de las autoridades gubernamentales. Como con cualquier poblacion refugiada, esto puede causar problema con los suministros de agua y comida, sanidad, y un aumento de los riesgos de transmision de enfermedades de contagio. Despues de la erupcion del volcan el Chinchonal, Mejico en mayo de 1982, se informo que 140,000 personas fueron evacuadas por el gobierno (21). Gueri et al. (13) describen el manejo de suministros de comida en los centros de evacuacion despues de la erupcion del volcan Le Sufriere en St, Vincent, W.I. en 1979.

Efectos en Agricultura, Ganadería, y Producción de Alimentos

La actividad volcanica puede conducir a tener efectos adversos en la agricultura y ganadería, o bien a distancias cortas o bien a mayores distancias. En raras ocasiones produjo, hambrunas.

La ceniza puede afectar a la ganaderia en distintas formas. Puede destruir el pasto a traves de la acción física directa, animales de pastoreo pueden morir por la ingestion de grandes cantidades de ceniza e.g. en Kodiak, Alaska en 1912, o, pueden ser envenenados por los constituyentes tóxicos de la ceniza. Durante las erupciones de Hekla, Islandia en 1947 y 1970, el envenenamiento por fluor causó la muerte de miles de ovejas. El experimento demostró que el cespced con una concentración de fluor tan pequeña como 250 ppm fué suficiente para matar a las ovejas. Un caso de envenenamiento por cobalto, en ovejas en N. Zelanda se encontró en una capa de ceniza de edad prehistorica.

Dano directo a cosechas puede ocurrir por acumulación de ceniza que puede romper las ramas de los arboles, o depositos acidos que pueden destruir las hojas. Siguiendo la erupción de Laki en Islandia en 1783, los campos fueron cubiertos por emanaciones sulfurosas en cientos de millas cuadradas al rededor. Este hecho llegó a ser lo que se denominó como 'neblina de hambruna' en la cual el 20% de la población se dice que murió (22).