



**Organización
Panamericana
de la Salud**

Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud



Salud ambiental

y el riesgo volcánico

MÓDULO 4

erupciones volcánicas

efectos aspectos organización recomendaciones trabajo preparativos conceptos vigilancia crisis



**Guía de preparativos de salud
frente a erupciones volcánicas**



Placa norteamericana

Fosa de Puerto Rico

Placa caribeña

Fosa de América Central

Placa de los Cocos

Placa del Pacífico

Placa sudamericana

Placa de Nazca

Dorsal de Nazca

Dorsal del pacífico este

Placa Escocesa

- Convergencia (subducción)
- Divergencia (eje de las dorsales)
- Movimiento de placas
- Volcanes

Guía de preparativos de salud frente a erupciones volcánicas

Módulo 4

Salud ambiental y el riesgo volcánico



Quito - Ecuador, febrero de 2005

Biblioteca Sede OPS - Catalogación en la fuente

Organización Panamericana de la Salud
Guía de preparativos de salud frente a erupciones volcánicas
Módulo 4: Salud ambiental y el riesgo volcánico

Quito, ECUADOR: OPS, © 2005.

ISBN 9978-44-058-5 – Título

ISBN 9978-44-054-2 – Obra Completa

I. Título

1. ERUPCIONES VOLCÁNICAS
2. DESASTRES NATURALES
3. PLANIFICACIÓN EN DESASTRES
4. SALUD AMBIENTAL
5. RIESGOS AMBIENTALES

NLM WA754

© Organización Panamericana de la Salud, 2005

Una publicación del Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre de la Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud, realizada en el marco del desarrollo de un proyecto DIPECHO sobre preparativos de salud para erupciones volcánicas, financiado por el Departamento de Ayuda Humanitaria de la Unión Europea (ECHO).

Las opiniones expresadas, recomendaciones formuladas y denominaciones empleadas en esta publicación no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la Organización Panamericana de la Salud.

La Organización Panamericana de la Salud dará consideración favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, total o parcialmente, esta publicación, siempre que no sea con fines de lucro.

Las solicitudes pueden dirigirse al Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre de la Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud, 525, Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, EUA.

Esta publicación se produjo con el apoyo del Departamento de Ayuda Humanitaria de la Unión Europea. Su contenido no necesariamente refleja la opinión de la Unión Europea.

Coordinación general: Ricardo Pérez y Martha Rodríguez, OPS / OMS

Revisión final: Desarrollo XXI

Diseño/diagramación: Pangea Editorial

Impresión: Imprenta Nuevo Arte

Fotografías de portada: Archivo OPS / OMS. Volcán Pichincha: Elder Bravo.

Agradecemos a diario El Comercio la donación de las fotografías de las páginas 16, 26 y 54.

Índice

Agradecimientos	5
Introducción general a la Guía	7
Introducción al módulo 4	11
Objetivos del módulo 4.	13
Capítulo 1	
Impacto de la actividad volcánica en la salud ambiental	
1. Impacto en el ambiente	17
2. Impacto en los servicios públicos	22
Capítulo 2	
Medidas de protección de la salud ambiental	
1. Prioridades para los servicios de salud ambiental	27
2. Medidas de gestión en salud ambiental para las poblaciones	31
3. Medidas de gestión en salud ambiental para establecimientos de salud	50
Capítulo 3	
Contaminación atmosférica por emisiones volcánicas	
1. Emisiones volcánicas y contaminación	55
2. Efecto de las emisiones volcánicas en la salud.	59
Anexos	
1. Pasos para el análisis de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y alcantarillado .	68
2. Recomendaciones generales para la producción y uso del cloro como forma de tratamiento de agua para consumo humano.	70
3. Concentración teórica de cloro para la desinfección.	72
4. Manejo de cadáveres humanos en situaciones de desastre	73
5. Cinco claves para el manejo de alimentos (Organización Mundial de la Salud).	76

Glosario	79
Bibliografía	85

Agradecimientos

La Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) agradece y reconoce los valiosos aportes de las personas e instituciones que participaron en la elaboración de los contenidos de la **Guía de preparativos de salud frente a erupciones volcánicas**. Especialmente agradecemos a María Consuelo Guevara Díaz por su trabajo y dedicación en la elaboración de los documentos base, y en la compilación de todos los cambios y recomendaciones surgidos durante el proceso de revisión y validación de los mismos.

Resaltamos el valioso aporte del Ministerio de Salud Pública del Ecuador y del Ministerio de Protección Social de Colombia, a través de las oficinas de coordinación para desastres y de las direcciones de salud provincial, departamental y municipal. También reconocemos la contribución de la Cruz Roja Ecuatoriana y la Cruz Roja Colombiana, de la Universidad Tecnológica de Pereira y la Red Alma Mater, Facultad de Ciencias de la Salud; del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional - Ecuador y del Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS de Colombia; así como de otras instituciones nacionales, municipales y locales de Ecuador y Colombia que participaron en los talleres de revisión y validación de los documentos realizados en Ambato - Ecuador y Pereira - Colombia.

Con el riesgo de omitir a alguna persona, de manera especial agradecemos a quienes participaron directamente en la elaboración y revisión técnica de los contenidos de este módulo, **Salud ambiental y el riesgo volcánico**: Diego Silva Garnica, Amparo Cadena, Juan Felipe Valencia, Julio Castellanos, Paula Andrea Montes, Ricardo Méndez, Claudia Alfaro, Jorge Rivera y Caroline Chang.

Introducción general a la Guía

La activación o reactivación de un volcán es uno de los fenómenos naturales más temidos y respetados. Su acción transformadora de la geomorfología del paisaje y sus efectos en la salud pública, hacen de las erupciones volcánicas un proceso complejo para las poblaciones que están influenciadas por su acción.

A diferencia de otros desastres naturales, las erupciones volcánicas se presentan con diferentes episodios en un lapso indeterminado y con magnitud variable, lo cual exige prepararse y planificar la respuesta a partir de diferentes escenarios de riesgo.

En caso de desastre, el sector salud debe garantizar que los sistemas y servicios estén preparados para proporcionar una asistencia rápida y efectiva a las víctimas y facilitar así las medidas de socorro y el restablecimiento de los servicios de salud a la población.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS / OMS), a través del Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre, presenta la **Guía de preparativos de salud frente a erupciones volcánicas**, desarrollada con el financiamiento del Departamento de Ayuda Humanitaria de la Unión Europea (ECHO), en el marco de un Proyecto DIPECHO ejecutado en Colombia y Ecuador durante los meses de abril 2004 a mayo 2005. El objetivo principal de este proyecto es lograr la reducción del riesgo mediante una mejor preparación de las poblaciones vulnerables en las zonas más afectadas por erupciones volcánicas en Ecuador y Colombia.

De manera más específica, las acciones de este proyecto están dirigidas a fortalecer la capacidad técnica del sector salud para responder a erupciones volcánicas, mediante: (I) el desarrollo y la difusión de material de capacitación; (II) un programa de capacitación para la formación de formadores en el sector salud, y (III) un plan de trabajo con comités operativos de emergencia haciendo uso de una simulación multimedia, que facilita y ejercita la toma de decisiones.

El presente material de capacitación para el sector salud consta de un conjunto de cinco módulos prácticos dedicados a los siguientes temas:

- El sector salud frente al riesgo volcánico.
- Protección de los servicios de salud frente a erupciones volcánicas.
- Evaluación de daños y análisis de necesidades en salud en erupciones volcánicas.
- Salud ambiental y el riesgo volcánico.
- Planificación de la comunicación frente a erupciones volcánicas.

El propósito de estos cinco módulos es orientar y facilitar el trabajo del sector salud para enfrentar erupciones volcánicas y servir de guía y material de apoyo en la preparación de planes de emergencia y planes de contingencia del sector salud para desastres por amenaza volcánica, estimulando la coordinación intrasectorial y multisectorial para brindar una respuesta efectiva y oportuna a la población en riesgo. Aunque cada módulo puede ser utilizado de manera independiente, se recomienda un uso coordinado y complementario de la serie completa, para tener una mejor visión general de las acciones y abordar de manera integral la gestión del riesgo volcánico.

Los módulos van acompañados de un material gráfico (desarrollado en formato “Power Point”) orientado a facilitar actividades de capacitación sobre el mismo tema. Teniendo en cuenta que pueden ser necesarias adaptaciones o modificaciones para las diferentes realidades locales o nacionales, esperamos que este conjunto de materiales de capacitación ayude a fortalecer las capacidades técnicas del personal de salud en áreas sometidas a riesgo volcánico.

El primer módulo, denominado ***El sector salud frente al riesgo volcánico***, presenta el marco conceptual para toda la colección: generalidades sobre el riesgo volcánico, los efectos directos e indirectos del riesgo volcánico para la salud, los aspectos de organización del sector salud y algunas recomendaciones prácticas para el trabajo en preparativos. De forma más específica, se brindan conceptos de vigilancia epidemiológica y de salud mental frente a la contingencia de crisis volcánicas.

El segundo módulo, ***Protección de los servicios de salud frente a erupciones volcánicas***, describe la organización y funciones del sector salud en el ámbito de la red de servicios de salud local y red hospitalaria, con todos los componentes para el manejo de la emergencia y desastre volcánico. Desarrolla además un capítulo para el plan de contingencia por amenaza volcánica.

El tercer módulo, ***Evaluación de daños y análisis de necesidades en salud en erupciones volcánicas***, se centra en los aspectos de preparación, implementación y análisis de la información para la evaluación de daños en salud, en las áreas esenciales de vigilancia epidemiológica, saneamiento básico y evaluación de establecimientos de salud. El módulo presenta los formularios para la evaluación preliminar y la evaluación complementaria.

El cuarto módulo, ***Salud ambiental y el riesgo volcánico***, desarrolla los efectos de las erupciones volcánicas en el ambiente. Presenta las medidas de manejo del saneamiento en poblaciones y hospitales, y expone las características de la contaminación ambiental por emisiones volcánicas de cenizas y gases.

El quinto módulo, **La comunicación frente a erupciones volcánicas**, reúne las estrategias para la preparación del plan de comunicación del sector salud en situaciones de crisis volcánica.

Los objetivos planteados con estos módulos de capacitación son los siguientes:

- Sistematizar experiencias y conocimientos alcanzados en la región sobre los preparativos de salud para erupciones volcánicas, especialmente en Colombia y Ecuador.
- Proporcionar una herramienta práctica, en un formato ágil, sencillo y fácil de usar, que oriente y facilite el trabajo de preparativos del sector salud para enfrentar situaciones de crisis volcánica.
- Promover y facilitar la formación de formadores y el desarrollo de acciones de capacitación en las áreas de mayor riesgo volcánico en Colombia y Ecuador, con el fin de mejorar la capacidad técnica del personal de salud y de los servicios de salud para enfrentar emergencias volcánicas.

Los módulos han sido elaborados a partir de un proceso amplio de recolección y sistematización de información, con la participación de un importante grupo de expertos en salud y volcanes de la región. Una vez desarrollados los primeros borradores, se celebraron dos talleres de validación, con más de 100 expertos provenientes de las zonas con mayor riesgo volcánico en Colombia y Ecuador. Los participantes, organizados en grupos de trabajo, analizaron y discutieron los contenidos de cada módulo, e hicieron importantes recomendaciones que han mejorado su utilidad práctica, y los han acercado más a las realidades y necesidades identificadas en esas zonas de riesgo.

Introducción al módulo 4

El impacto de una erupción volcánica en el ambiente puede generar cambios en las condiciones ambientales, los ecosistemas y en la geomorfología de la región. Sus consecuencias pueden sentirse a kilómetros del volcán, e inclusive podrían provocar efectos globales como la alteración del clima. Estos cambios repercuten en los recursos naturales y alteran la salud como resultado del trastorno en los elementos que garantizan la supervivencia de las poblaciones. Los puntos más sensibles son el abastecimiento de agua potable, la contaminación ambiental, la gestión de residuos sólidos y líquidos, la manipulación y consumo de alimentos y el alojamiento, para citar algunos de los principales.

El equilibrio en la relación entre las condiciones ambientales y el estado de salud de la población no depende únicamente de las autoridades de salud ambiental, sino que es una responsabilidad compartida multisectorial e interinstitucionalmente, que requiere también de la interacción de la población, como garantía para asegurar que las medidas adoptadas sean oportunas, efectivas y adecuadas a la situación generada por el riesgo volcánico.

Este módulo, ***Salud ambiental y el riesgo volcánico*** de la ***Guía preparativos de salud frente a erupciones volcánicas***, está dirigido al personal técnico-operativo de salud y otros sectores cuya función es mejorar o mantener las condiciones de salud ambiental en caso de desastres.

El Capítulo 1 presenta un resumen del impacto que genera la actividad volcánica en el ambiente y en los principales servicios públicos relacionados con el agua potable y el saneamiento.

En el Capítulo 2 se exponen medidas de protección de la salud ambiental, tanto para las poblaciones como para los establecimientos de salud, en los siguientes componentes: abastecimiento de agua, disposición de excretas y aguas residuales, disposición de residuos sólidos, disposición de cadáveres humanos y animales, control de vectores, sanidad animal y zoonosis, manipulación y consumo de alimentos, albergues temporales.

El Capítulo 3 se refiere a la contaminación atmosférica por las emisiones volcánicas de ceniza y gases y sus efectos en la salud.

Varios anexos complementan esta información con temas específicos de análisis de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y alcantarillado, producción y uso del cloro para la desinfección del agua, manejo de cadáveres humanos y manejo de alimentos.

Objetivos del módulo 4

- a. Presentar el impacto de las erupciones volcánicas en la salud ambiental.
- b. Exponer las acciones prioritarias del sector salud en el área de salud ambiental para la preparación y respuesta ante el riesgo volcánico.
- c. Desarrollar las características básicas de la contaminación atmosférica por emisiones volcánicas y su efecto en la salud.



Capítulo 1

**Impacto de la
actividad volcánica
en la salud
ambiental**



Foto cortesía diario El Comercio

Los eventos volcánicos amenazan seriamente la salud de las poblaciones, provocando trastornos considerables en el ambiente, alterando las condiciones normales del clima, y la calidad de elementos vitales como el agua, el aire y el suelo, y afectando los sistemas productivos agropecuarios. Los impactos ambientales también afectan a los servicios públicos y perturban el desenvolvimiento eficaz de los servicios de salud. Por esto, la preservación de la salud ambiental es uno de los retos más importantes del sector salud en situaciones de desastre volcánico.

En este capítulo se presenta información sobre los principales impactos por erupción volcánica en el ambiente, y sus efectos en la salud de la población, en la agricultura, la ganadería y en los servicios públicos.

1 Impacto en el ambiente

La salud ambiental asegura las condiciones higiénico-sanitarias y ambientales de las comunidades o poblaciones afectadas por la actividad volcánica, tanto en su lugar de origen como en los sitios de refugio o desplazamiento, mediante la implementación de medidas que garantizan el manejo seguro de los siguientes componentes:

- Abastecimiento y disponibilidad de agua potable o agua segura.
- Disposición sanitaria de los residuos sólidos, excretas y aguas residuales.
- Control de vectores y de enfermedades transmisibles.
- Manipulación, almacenamiento y distribución de los alimentos.
- Sanidad animal y el fomento de los hábitos higiénicos.

Una gestión ambiental eficaz ante la amenaza volcánica obliga a adoptar, en primer lugar, medidas preventivas. Conforme se desarrolla el evento volcánico se deben implementar medidas que impidan el empeoramiento de la situación preexistente; por ejemplo, responder ante la interrupción de los servicios de saneamiento.¹ Es necesario también tomar acciones de rehabilitación-reconstrucción y mejoramiento de las condiciones

ambientales como elemento esencial de atención primaria ambiental.

El logro de estos propósitos solamente se garantiza por la coordinación interinstitucional e intersectorial con las autoridades y las entidades competentes, de manera que se elaboren y actualicen los planes de prevención y preparación para desastres, los planes de contingencia para el evento volcánico en los niveles locales, regionales y nacionales, articulándolos dentro de la política de prevención y atención de desastres de cada país.

La actividad volcánica genera beneficios de enriquecimiento y renovación de la atmósfera, la hidrósfera, la litósfera y por tanto de la biósfera.² Este es un proceso tan antiguo como el propio planeta. Hace 455 mil millones de años en la era geológica, las emisiones volcánicas fueron determinantes para la creación de la atmósfera terrestre y los océanos. En la actualidad encontramos ejemplos de la renovación del paisaje por acción de las erupciones de lava, como en el caso de los volcanes Kilauea y el Mauna Loa, en el Parque Nacional de los Volcanes en Hawai, que han arrojado lava en los últimos 200 años, añadiendo kilómetros a la superficie de las islas, en donde brota nueva vegetación.

Una gestión ambiental eficaz en situaciones de erupciones volcánicas debe implementar medidas para garantizar el adecuado abastecimiento de agua potable o agua segura, disposición de residuos sólidos, control de vectores y enfermedades transmisibles, manipulación y distribución de alimentos y sanidad animal.

1. Organización Panamericana de la Salud. *Salud ambiental con posterioridad a los desastres naturales*. Publicación científica N° 430. Washington D.C., 1982.

2. García, Fabio. *La actividad volcánica y el medio ambiente*. En: II Simposio internacional de geoquímica ambiental en países tropicales.

Sin embargo, estos episodios de la naturaleza se convierten en desastres cuando impactan a las poblaciones y generan cambios en las condiciones ambientales, los ecosistemas y la geomorfología de la región. Sus consecuencias pueden sentirse a kilómetros del volcán, e incluso tienen el poder de generar efectos globales como alteraciones del clima.

i Las investigaciones científicas confirman que las nubes de erupciones como la del Chichón en México (1982), y la del Monte Pinatubo en Filipinas (1991) produjeron abundantes aerosoles de sulfato en la estratósfera que no permitieron la penetración de luz solar, con lo que se afectó la temperatura global.³ Se afirma también que, de repetirse hoy una erupción de la magnitud del Tambora en Indonesia (1815) -considerada la más mortífera de la historia- causaría un número importante de muertes por hambre en muchas partes del mundo. Este problema sería el resultado de su impacto sobre el clima y de éste sobre los sistemas productivos agropecuarios.

Es fundamental conocer la naturaleza y características de los materiales emitidos por los volcanes para establecer su relación e influencia con

los elementos biológicos de su entorno. Son notables los impactos en el ambiente de los siguientes factores:

- a. Los fluidos volcánicos en los cuerpos de agua, tanto subterráneos como superficiales.
- b. Los gases emitidos a la atmósfera, que pueden contribuir al aumento de la temperatura media del planeta -con el llamado efecto invernadero- y a la alteración de la calidad del aire.
- c. La presencia de especies azufradas en la atmósfera durante años, con efectos de lluvia ácida por algún tiempo.
- d. La ceniza volcánica fácilmente arrastrada por el viento a grandes distancias, además del material particulado más fino que puede permanecer indefinidamente en suspensión.⁴

El aumento de la densidad poblacional en los alrededores de los volcanes hace que el riesgo por amenaza volcánica sea cada vez mayor. Los cambios en las tasas de morbilidad y mortalidad por efecto de las emisiones volcánicas han provocado la adopción de medidas apropiadas para la gestión de las condiciones del ambiente, lo cual favorece también la protección de la salud de las poblaciones ubicadas en zonas afectadas o próximas a ellas.⁵ A su vez, estas medidas

3. Organización Panamericana de la Salud. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Washington D.C., 2000. p.180.

4. García, Fabio. *La actividad volcánica y el medio ambiente*. En: II Simposio internacional de geoquímica ambiental en países tropicales.

5. Organización Panamericana de la Salud. *Salud ambiental con posterioridad a los desastres naturales*. Washington D.C., 1982.

garantizan o mantienen los servicios de salud ambiental con el objetivo de “reponer las condiciones y servicios de salud ambiental en el nivel que tenían antes del desastre, independientemente del juicio que mereciera su calidad anterior”.⁶

Tipos de impacto ambiental

La naturaleza detecta la presencia de un nuevo elemento en el ecosistema y cambia las características físicas, químicas o biológicas del recurso afectado. Las cenizas y gases arrojados se dispersan en la atmósfera, generando impacto en todos los ecosistemas cercanos al volcán e incluso a kilómetros de su cono, principalmente por acción del viento. La calidad de los recursos naturales -como aire, suelo y agua- de los ecosistemas de la zona de riesgo volcánico se altera cuando se produce el contacto del material expulsado con el medio a su alrededor.

Alteración de la calidad del aire

Dependiendo de la magnitud de la actividad volcánica, la primera -y a veces la única- señal de su actividad para la población circundante es la emisión de una cortina de humo grisáceo o blanco que contiene gases y cenizas, arrojados por la onda explosiva del

volcán; esta cortina se dispersa durante mucho tiempo a grandes distancias por las condiciones meteorológicas y climáticas de la región. Estos productos, sumados a la energía térmica que los transporta, alteran la calidad del aire en la zona (consulte el Capítulo 3 de este módulo: Contaminación atmosférica por emisiones volcánicas, pág.53).

Impacto en la calidad del agua

El agua superficial de lagos, ríos y quebradas tiene mayor riesgo de contaminación porque es más fácil el contacto de los residuos arrojados por el volcán con el agua. La precipitación de ceniza es uno de los mayores impactos que altera las características organolépticas (sabor, olor y color) del agua. Esto no solo impide a los usuarios consumir el agua, sino que además afecta a las condiciones de vida de los organismos acuáticos de cada ecosistema, a causa de los agentes contaminantes inorgánicos solubles en agua y, en ocasiones, por cambios en la temperatura del agua y empobrecimiento de la calidad del oxígeno disuelto. Su repercusión en el sistema productivo acuícola puede ser devastador para la economía local.

El grado de afectación de la calidad ambiental por la actividad volcánica se puede valorar tomando en cuenta varios factores como: el área afectada por la erupción, el tiempo que persisten los efectos y residuos del material volcánico, el deterioro de los recursos naturales, la alteración de la calidad de vida y de los servicios públicos.

6. Organización Panamericana de la Salud. *Salud ambiental con posterioridad a los desastres naturales*. Publicación científica N° 430. Washington D.C., 1982.

Alteraciones en la calidad del suelo

En un primer momento, el efecto de la acumulación de ceniza y de la lluvia ácida en el suelo es contaminante por los componentes químicos que queman la vegetación e inutilizan el suelo por varios meses.

Posteriormente, el suelo puede beneficiarse de un enriquecimiento de sus nutrientes a causa de la reacción química con la ceniza. En los suelos con uso y vocación agrícola, la mezcla de ceniza volcánica con tierra aumenta la fertilidad para los cultivos y cosechas siguientes, favoreciendo así el crecimiento de las plantas y la cobertura vegetal.

A diferencia de la caída de ceniza, los lahares, los flujos piroclásticos o los flujos de lava sobre el suelo dañan su potencial agrícola, porque el suelo queda cubierto por gruesas capas de lodo y sólidos inertes, que no permiten su recuperación, ni un fácil aprovechamiento.

Efectos en la agricultura y en la ganadería

La agricultura puede afectarse cuando la ceniza se deposita sobre los árboles y las plantas, haciendo que éstas se desgajen o que sus hojas se aniquilen por los depósitos de ácido.

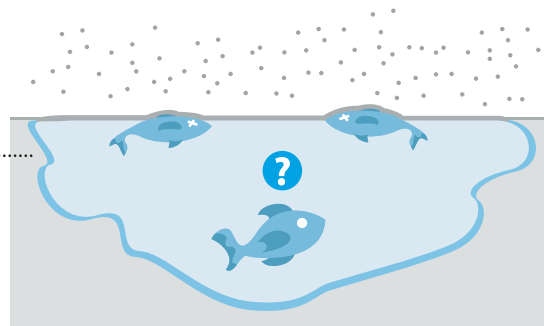
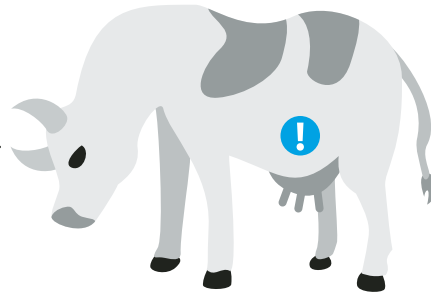
Al contaminar la cobertura vegetal, las cenizas afectan indirectamente al ganado cuando éste

ingiere junto con el pasto grandes cantidades de ceniza; en algunos casos la ceniza puede provocar la muerte de los animales de pastoreo por inanición y/o intoxicación.

i Durante la actividad eruptiva del Nevado del Ruiz en 1985 ubicado en “la franja de los 2300 metros sobre el nivel del mar de los municipios de Villahermosa, Casablanca, Herveo y el corregimiento de Murillo, los materiales volcánicos se acumularon en capas de 2 a 6 cm con cubrimiento del 75 al 100% de los pastos y provocaron daños irreversibles como la reducción de la producción lechera entre el 50 y 100% y la presentación de problemas digestivos”.⁷

En resumen, el grado de afectación de la calidad ambiental por la actividad volcánica se puede valorar tomando en cuenta varios factores como: el área afectada por la erupción, el tiempo que persisten los efectos y residuos del material volcánico, el deterioro de la calidad de los recursos naturales y sus servicios ambientales, la alteración de la calidad de vida y de los servicios públicos.

7. Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Centro de Formación Ambiental. *Ecología de un desastre*. Gonzalo Palomino Ortiz, Editor. Tolima, 1986.



Los gases emitidos a la atmósfera, la lluvia ácida, los fluidos volcánicos en contacto con el agua, y la ceniza volcánica arrastrada por el viento a grandes distancias, generan cambios en las condiciones ambientales, los ecosistemas y la geomorfología de la región.

2 Impacto en los servicios públicos

Los servicios públicos de recolección de residuos sólidos, abastecimiento de agua, alcantarillado, energía eléctrica, telefonía local y gas, son esenciales para el desarrollo normal de las poblaciones. La falta o deterioro de estos servicios públicos puede aumentar el riesgo en la salud ambiental y complicar aún más las labores de asistencia por parte de las entidades de socorro.

Los servicios de abastecimiento de agua y de alcantarillado son quizás los más vulnerables y prioritarios en la situación de emergencia. El impacto en los sistemas de abastecimiento subterráneo y superficial se presenta tanto en la cantidad como en la calidad de agua.

En los sistemas que se abastecen con fuentes superficiales (captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución de agua), la calidad del agua se altera por la presencia de ceniza (contaminándola químicamente) o por el impacto físico de los flujos piroclásticos, lahares o lava y el efecto de los sismos.

En los sistemas que utilizan fuentes de agua subterránea, la calidad del afluyente podría verse afectada mucho antes de salir a la superficie, presentando cambios en su sabor, color, olor y

temperatura,⁸ dado que estos reservorios suelen hallarse muy cerca del cono volcánico. También es probable que el acuífero desaparezca.

i Un caso de afectación del abastecimiento del agua se presentó en la comunidad de Cascales de la provincia de Sucumbíos en Ecuador, por efecto de la erupción del volcán Reventador en 2002. El sistema de abastecimiento colapsó como consecuencia de los movimientos sísmicos provocados por la erupción del volcán. Fue afectada la captación del sistema que se realizaba por medio de varias fuentes de aguas subterráneas que desaparecieron totalmente⁹.

Las plantas de tratamiento de agua potable pueden colapsar por la caída de ceniza que obstruyen las unidades de floculación, sedimentación y filtración, afectando el proceso de potabilización del agua.

De igual forma sucede con el servicio de alcantarillado y las plantas de tratamiento para aguas residuales, que al obstruirse dejan de funcionar con normalidad.

8. Esta información puede ampliarla en:

- Organización Panamericana de la Salud. *Emergencias y desastres en sistemas de agua potable: Guía para una respuesta eficaz*. Washington D.C., 2001.
- Organización Panamericana de la Salud. *Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable*. Segunda edición. Costa Rica, 2001.

9. Organización Panamericana de la Salud. *Efecto de la erupción del volcán Reventador (2002) en los sistemas de agua y alcantarillado*. Serie Salud ambiental y desastres. No.4. OPS-CEPIS. Lima, Perú, 2003.

La alteración del sistema de recolección de residuos sólidos se produce cuando se obstruyen las vías de acceso para el ruteo de recolección o hacia el sitio de disposición final; igualmente, puede producirse la destrucción de los sitios de disposición final como rellenos sanitarios o botaderos y plantas de tratamiento.

El mayor riesgo en el suministro de energía eléctrica y gas se relaciona con daños en sus redes mientras están habilitadas o en uso durante la emergencia. Una fuga de gas o un cable suelto con fluido eléctrico son un gran peligro para la población. Es posible que el abastecimiento de agua se vea interrumpido a causa de fallas eléctricas, cuando su sistema depende de generadores de corriente eléctrica.

Principales efectos sobre los servicios de agua potable y saneamiento

- Contaminación de ríos, quebradas, vertientes, pozos en zonas de deposición de lahares.
 - Destrucción de caminos de acceso a los sistemas de agua o a los sitios de disposición final de aguas servidas.
 - Falla de estructuras o edificaciones por la acumulación de cenizas.
 - Destrucción total o parcial de las áreas de disposición final de residuos sólidos, al igual que sus instalaciones.
 - Daño en los vehículos de recolección y transporte de basuras.
- Destrucción total o parcial de las instalaciones u obras hidráulicas en las áreas de influencia directa de los flujos.
 - Obstrucción a causa de las cenizas en obras de captación, aducción, tratamiento y distribución.
 - Obstrucción por residuos de mayor volumen en redes de alcantarillado o drenajes de aguas residuales.
 - Alteración de la calidad del agua potable en captaciones superficiales y en reservorios abiertos por la caída de cenizas.

Las plantas de tratamiento de agua potable pueden colapsar por la caída de ceniza, debido a la obstrucción de las unidades de floculación, sedimentación y filtración, afectando el proceso de potabilización del agua.



Capítulo 2

**Medidas de
protección de la
salud ambiental**



Foto cortesía diario El Comercio

En todas las fases del evento volcánico el sector salud tiene el desafío de proteger la salud ambiental, en coordinación con otras instituciones. Aún en momentos difíciles como los inmediatamente posteriores a una erupción volcánica, la salud ambiental de una población estará garantizada si se cuenta con medidas claras de gestión de los riesgos ambientales.

Este capítulo ofrece información sobre los criterios para definir prioridades y la planificación de las acciones de salud ambiental en las fases de preparación, respuesta y rehabilitación - reconstrucción. Señala además los factores para una acción eficaz en salud ambiental, y propone algunas recomendaciones específicas para su gestión en la población y en los establecimientos de salud.

1

Prioridades para los servicios de salud ambiental

En las horas posteriores a una erupción volcánica, la falta de medidas en la salud ambiental -tales como restablecer y mantener los servicios de saneamiento básico en la zona del desastre y asegurar las condiciones sanitarias en albergues temporales y establecimientos de salud-, incrementará el riesgo de enfermedad y muerte en la población afectada.

Estos son los criterios que le ayudarán a definir las zonas prioritarias¹⁰ para la implementación de medidas de gestión ambiental:

- Cercanía de las comunidades al área del desastre.
- Alta densidad de la población y graves interrupciones de los servicios de saneamiento.
- Alta densidad de población pero con daños en los servicios de saneamiento moderados o con población moderada pero con daños graves.

Asigne la primera prioridad a aquellos servicios esenciales que protegen y garantizan el bienestar de los residentes en las áreas de alto riesgo y, que a su vez, reducen el riesgo de enfermedades transmisibles. Tome en cuenta que estos servicios tienen las siguientes responsabilidades:

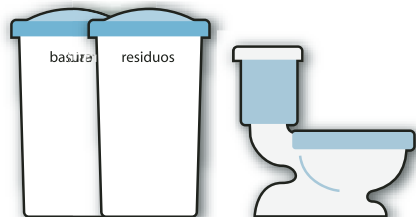
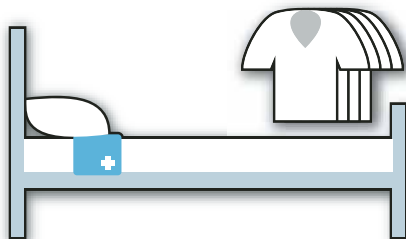
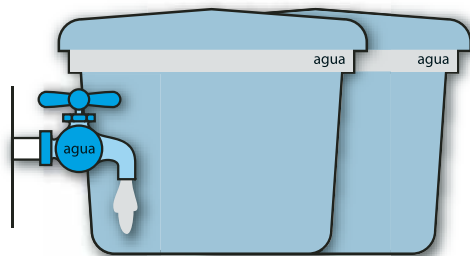
- Garantizar cantidades adecuadas de agua potable, servicios básicos de saneamiento, eliminación de aguas residuales, residuos sólidos y un refugio adecuado.
- Proporcionar medidas de protección, manipulación de alimentos y la disposición final de residuos.
- Establecer o mantener actividades necesarias para el control de los vectores, y
- Estimular la higiene personal.

Si es necesario recuperar los servicios sanitarios realice previamente las siguientes actividades:

- Recoja información sobre los movimientos de evacuación y reubicación de moradores tanto en las zonas afectadas como en la proximidad del volcán.
- Diseñe un mapa con la localización de los campamentos de albergados y personas desplazadas, de las áreas parcial o totalmente evacuadas, de los asentamientos, de los organismos que prestan ayuda y de los hospitales y otros servicios médicos. Esta información le ayudará a determinar cuáles son las localidades que necesitan mayor atención prioritaria.

Existe una relación estrecha entre las condiciones ambientales y el estado de salud de la población. El personal de salud deberá preparar un plan de salud ambiental que contenga las medidas que se implementarán en cada uno de los componentes de la gestión del riesgo por amenaza volcánica.

10. Organización Panamericana de la Salud. *Los desastres naturales y la protección de la salud*. Publicación científica 575. Washington D.C., 2000.



- Determine cuáles son las necesidades inmediatas de agua, saneamiento básico, vivienda y alimentos de la población afectada.
- Haga una evaluación rápida para determinar la magnitud de los daños de los sistemas de abastecimiento de agua, alcantarillado y de eliminación de residuos.
- Evalúe la existencia y disponibilidad local de alimentos, así como su almacenamiento y distribución.
- Realice un inventario de los recursos disponibles, incluyendo los depósitos de alimentos que no sufrieron daños, los recursos humanos, equipamiento, materiales y suministros fácilmente accesibles.
- Asegúrese de que las personas afectadas estén debidamente alojadas y que los asentamientos provisionales dispongan de los servicios básicos de saneamiento, al igual que las zonas identificadas de alto riesgo que no han sido evacuadas.

Planificación de las medidas de salud ambiental

“La eficacia de la respuesta al desastre dependerá, en gran parte, de la planificación de operaciones ambientales de emergencia”.¹¹ Dada la estrecha relación que existe entre las condicio-

11. Organización Panamericana de la Salud. *Salud ambiental con posterioridad a los desastres naturales*. Publicación científica 430. Washington D.C., 1982.

nes ambientales y el estado de salud de la población es necesario que el personal de salud involucrado prepare un plan de salud ambiental que contenga las medidas que se implementarán en cada uno de los componentes de la gestión del riesgo por amenaza volcánica.

Medidas de preparación

Los establecimientos de salud deben estar preparados con las siguientes medidas:

- Elaboración del plan de emergencia y planes de contingencia en salud ambiental.
- Capacitación al personal de salud e instituciones relacionadas en el mantenimiento y control de medidas de saneamiento ambiental.
- Educación a la población para la adopción de medidas de saneamiento ambiental, ante la posibilidad de un evento volcánico.
- Las empresas de servicios públicos deberán realizar los respectivos y oportunos análisis de la vulnerabilidad de los sistemas de saneamiento básico (para ampliar esta información, ver el Anexo No.1: Pasos para el análisis de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y alcantarillado, pág.68).
- Identificación de fuentes alternas de agua potable, provisión de alimentos, disposición de excretas y basuras.
- Coordinación interinstitucional con las empresas de servicios públicos para que se realicen las obras de mantenimiento y reforzamiento de líneas vitales (abastecimiento de agua, electricidad, comunicaciones, transportes, alcantarillado).
- Ubicación y adecuación de lugares para alojamientos temporales en caso de evacuaciones de la población.
- Verificación de materiales y equipos en bodegas estratégicas para las labores de asistencia (bidones para almacenamiento de agua, mascarillas, visores, etc.).

Medidas de respuesta

Cuando es posible alertar a la población de la inminencia de una erupción volcánica es necesario que los establecimientos de salud adopten medidas específicas de protección como almacenamiento de agua potable, provisión de alimentos, abrigo (alojamiento y ropa), así como las condiciones mínimas de higiene (personal, excretas y residuos), protección contra la ceniza en alcantarillas y sumideros, evacuación de comunidades.

Durante la fase de impacto o emisión de productos volcánicos al ambiente se mantendrán las medidas de protección y, con base en la evaluación de daños de los servicios de saneamiento, se establecerán las necesidades de

La fase de reconstrucción es una buena oportunidad para reducir la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado, tomando medidas de mitigación que reduzcan los daños en futuras emergencias y desastres.

corto y mediano plazo en salud ambiental, como las siguientes:

- Activar los planes de contingencia y convocar a la participación comunitaria.
- Verificar la disponibilidad del personal local técnico/operativo, previamente capacitado.
- Informar al público de las medidas de protección que deben mantener por la crisis volcánica, así como de los recursos y servicios de saneamiento locales disponibles.
- Priorizar la disponibilidad de agua. Vigilar y controlar la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento, en la distribución por carro tanques, en el agua almacenada, en las fuentes de captación de agua.
- Vigilar la calidad del aire en las zonas afectadas. Informar a la población sobre medidas de protección, tales como el uso de mascarillas, visores o monogafas, o si es del caso, la necesidad de evacuación.
- Considerar las alertas oficiales para el volcán en actividad. Como en las erupciones volcánicas se alternan periodos de emisión de piroclastos, gases y otros elementos volcánicos con periodos de aparente calma, muy variables en tiempo y magnitud, es necesario que las medidas de protección de la salud ambiental se mantengan o se implementen con los niveles de alerta correspondientes.

- Limpiar y recoger la ceniza acumulada en los techos, zonas exteriores de las viviendas y de las áreas de uso común o bienes sociales (hospitales, calles, parques, iglesias, etc.). Ésta es una tarea de saneamiento urgente, que debe ser orientada bajo estrictas medidas de seguridad y protección personal, contando con el apoyo de toda la comunidad (mingas de limpieza).
- Tome en cuenta también las necesidades de alojamiento adecuado en albergues temporales, provisión de agua potable suficiente y accesible, instalaciones de evacuación de excretas y residuos sólidos y líquidos, protección de alimentos, protección de las poblaciones contra enfermedades de transmisión vectorial, sanidad animal y zoonosis.

Medidas de rehabilitación - reconstrucción

La fase de reconstrucción es una buena oportunidad para reducir la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado, tomando medidas de mitigación que reduzcan los daños en futuras emergencias y desastres.

La evaluación de los planes de emergencia y contingencia servirán para aprovechar de la experiencia y estar preparados en caso de una nueva erupción que puede ocurrir en tiempo muy variable, incluso después de varios años.

2 Medidas de gestión en salud ambiental para las poblaciones

Los preparativos para desastres forman parte de los programas permanentes de salud pública y deben contemplar la salud integral de las poblaciones. Como ya se ha señalado, los programas de salud ambiental deben estar enfocados al abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y aguas residuales, disposición de residuos sólidos y cadáveres, control de vectores, sanidad animal y zoonosis, manipulación y consumo de alimentos.

Cuando hay desplazamiento de poblaciones como medida de prevención se dispondrán los planes para la gestión sanitaria de albergues temporales.

Abastecimiento de agua¹²

Recuerde que el abastecimiento de agua es la actividad más importante en el restablecimiento de las medidas de salud ambiental. Durante una emergencia volcánica es muy probable que los sistemas de abastecimiento de agua colapsen, bien sea por el impacto de los residuos volcánicos en las estructuras de los sistemas o por la contaminación de los cuerpos de agua de los cuales se abastecen. Esta situación impide utilizar el agua para el consumo humano y uso doméstico.

El abastecimiento de agua debe ser suministrado de acuerdo con las necesidades priorizadas en la evaluación sanitaria. Es muy importante recalcar que, luego de un evento volcánico, el uso del agua se restringe únicamente al consumo doméstico y hospitalario. Ninguna actividad (productiva, recreativa, minera, agrícola, comercial, etc.) que demande el consumo de agua se debe desarrollar en el área de influencia de la emergencia, hasta que no se garantice el normal abastecimiento de agua potable en la zona de impacto.

Por otro lado, hay que garantizar que la calidad del líquido reúna todos los parámetros organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos mínimos para su consumo, establecidos en las normas de la Organización Mundial de la Salud - OMS.¹³

Calidad del agua¹⁴

Si el agua de distribución local presenta algún cambio en su composición o aspecto, debe ser restringida para cualquier uso. Se recomienda que durante una emergencia volcánica solamente se suministre agua potable de fuentes confiables (embotelladoras, fábricas de alimentos, acueductos cercanos, cuerpos de

Entre las medidas fundamentales de gestión de salud ambiental para las poblaciones está la de velar por la permanencia, cantidad y calidad de abastecimiento de agua para el consumo humano.

12. Ampliar la información en: Organización Panamericana de la Salud. *Efecto de la erupción del volcán Reventador (2002) en los sistemas de agua y alcantarillado*. Perú, 2003.

13. Esta información puede ampliarse en: *Características y normas para el agua de consumo humano*. OMS www.who.int/water_sanitation_health/dwg/guidelines/es/

14. Organización Panamericana de la Salud. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Washington D.C., 2000.

bomberos, etc.) o de sistemas provisionales de tratamiento instalados en el área de emergencia.

La calidad del agua se determina con análisis de laboratorio y con las concentraciones permitidas para su consumo. No se debe confiar en los afluentes cercanos o conocidos antes de analizar algunas muestras representativas.

Generalmente la calidad del agua se deteriora por presentar algún tipo de contaminación microbiológica o química, principalmente.

La **contaminación microbiológica** se refiere a la presencia, tipo y cantidad de microorganismos contenidos en el cuerpo de agua. Se produce por el contacto del agua con excretas humanas y animales, con residuos animales o vegetales, o por la mezcla con aguas servidas o residuales.

La **contaminación química** es el resultado de la reacción de los elementos, compuestos y sustancias de tipo químico con el agua. Puede producirse por la precipitación de cenizas de carácter ácido. Otras fuentes de contaminación son la disposición de basuras y residuos en cuerpos de agua y los vertidos de sustancias químicas -combustibles, agroquímicos, etc.¹⁵

Condiciones para el consumo de agua

La principal condición para el consumo de agua es que sea potable, mediante tratamiento previo. Este tratamiento de potabilización debe cumplir con los parámetros organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos establecidos en las normas de agua potable. Adicionalmente, asegúrese de que:

- El almacenamiento se efectúe de forma adecuada (recipientes y pozos con sistemas de distribución libres de contaminación). Se recomienda aumentar los niveles de cloro residual (0,7 mg/l), así se dispone de una capacidad desinfectante extra para controlar la contaminación en los tanques de almacenamiento provisional;
- La manipulación del agua se haga con procedimientos higiénicos adecuados;
- La cantidad de agua supla las necesidades de toda la población asistida.

Desinfección del agua

En el caso de no poder suministrar agua potable es necesario identificar fuentes alternativas de abastecimiento con agua segura¹⁶ y utilizar procedimientos de desinfección. Para ello hay que considerar cuál va a ser el nivel de consumo.¹⁷

15. Organización Panamericana de la Salud. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Washington D.C., 2000.

16. El agua segura es la que sin cumplir algunas de las normas de potabilidad definidas, puede ser consumida sin riesgo para la salud humana.

17. El nivel de consumo se determina con el volumen de agua a tratar o desinfectar y con la población humana a abastecer.

La desinfección es un procedimiento que tiene varios métodos:

- Algunos métodos de desinfección requieren de equipos, insumos y personal técnico especializado (radiación ultravioleta, ozonificación, filtración lenta, etc.).
- Hay otros métodos que permiten hacerlo a nivel domiciliario, con equipos, insumos y capacitación que están al alcance de todos los sectores poblacionales.

Como primer paso, en cualquier método, hay que reducir los sólidos suspendidos y la turbiedad dejando reposar o sedimentar el agua, para luego filtrar y retener las partículas de menor diámetro.¹⁸

El segundo paso es la desinfección. Si se ha escogido el método domiciliario se recomienda utilizar la cloración (ver el Anexo 2: Recomendaciones generales para la producción y uso del cloro como forma de tratamiento del agua para consumo humano, pág.70). Aunque el cloro y sus derivados no son los desinfectantes perfectos, sin embargo, muestran las siguientes características que los hacen sumamente valiosos:¹⁹

- Tienen una acción germicida de amplio espectro.

- Muestran una buena persistencia en los sistemas de distribución de agua, pues presentan propiedades residuales que pueden medirse fácilmente y vigilarse en las redes después que el agua ha sido tratada o entregada a los usuarios.
- El equipo para la dosificación es sencillo, confiable y de bajo costo. Además, para las pequeñas comunidades hay dosificadores de “tecnología apropiada” que son fáciles de usar por los operadores locales.
- El cloro y sus derivados se consiguen fácilmente, es económico, eficaz, se puede elegir una amplia gama de productos de la familia del cloro disponibles en el mercado y hay variedad en los mecanismos para suministrarlo.²⁰

Para elegir el producto que se va a emplear así como el mecanismo para suministrarlo, tome en cuenta las siguientes interrogantes:

- ¿Qué cantidad de desinfectante se necesita?
- ¿Cuáles son las posibilidades de abastecimiento del producto?
- ¿Con qué capacidad técnica se cuenta para el uso, la operación y mantenimiento de los equipos?

Si no es posible suministrar agua potable por el colapso de los sistemas es necesario ubicar fuentes alternativas de abastecimiento de agua y utilizar procedimientos de desinfección.

18. Organización Panamericana de la Salud. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Washington D.C., 2000. p.70.

19. Solsona, F. *Manual de desinfección del agua*. CEPIS-OPS/OMS, Lima, Perú, 2002.

20. Esta información puede ampliarla en: Solsona, F. *Manual de desinfección del agua*. CEPIS-OPS/OMS, Lima, Perú, 2002.

- ¿Existen los recursos para evitar que los trabajadores estén expuestos a riesgos para la salud durante el almacenamiento y manipulación?
- ¿Se dispone de la capacidad económica y financiera para asumir los costos de inversión, operación y mantenimiento?

Para responder a estas preguntas será necesario diagnosticar las condiciones técnicas, económicas y sociales de la localidad.

Se considera **agua segura** cuando el cloro residual se encuentra entre 0,2 y 0,5 mg/l y, por lo menos 30 minutos de contacto, además de un pH entre 6,5 y 8,5.

Cuando se monitorea el cloro del agua también es aconsejable vigilar el pH, ya que esto dará una idea del real potencial bactericida de los desinfectantes presentes. En tal sentido, es importante mencionar que la OMS recomienda un pH < 8 para una desinfección adecuada.

Como señalamos antes, la vigilancia de la turbiedad es otro factor de peso en la desinfección, ya que una excesiva turbiedad reducirá la efectividad por absorción del cloro y protegerá a las bacterias y virus de su efecto oxidante. La OMS recomienda como tolerable una turbiedad menor de 5 UNT, siendo lo ideal menos de 1 UNT.

En poblaciones con riesgo de cólera se aconseja aumentar la dosis de cloro residual a una escala

por encima de 0.7 mg/l al cual la *vibrio cholerae* es sensible (ver el Anexo No.3: Concentración teórica de cloro para desinfección, pág.72).

Recomendaciones para el uso del cloro en la desinfección del agua²¹

Evite que la población prepare o maneje soluciones de hipoclorito de alta concentración (soluciones «stock» o madre). Al usuario debe entregársele una solución desinfectante lista para ser usada en un sistema de tipo «batch» (para la desinfección de un tanque o recipiente domiciliar).

Una solución ideal «stock» para usarse en situaciones de emergencia es la que presenta una concentración de 5.000 mg de cloro/litro, que será preparada por los agentes de salud, siguiendo la siguiente fórmula:

$$\frac{V.\text{agua} \times C.\text{stock}}{C.\text{producto} \times 10} = W.\text{producto}$$

Donde:

V.agua = Volumen de solución stock que será preparada, en litros.

C.stock = Concentración de la solución stock (si, como se ha sugerido, se pretende una concentración de 5.000 de mg de cloro/litro de agua, el valor para C.stock debe ser = 5.000).

21. Solsona, F. *Manual de desinfección del agua*. CEPIS-OPS/OMS, Lima, Perú, 2002.

C.producto = La concentración de cloro en el producto, según lo que especifica el fabricante (en la fórmula solo debe colocarse el número, por ejemplo 65 cuando la concentración de cloro en el producto es 65%).

10 = Factor para que el resultado sea dado en gramos del producto.

W.producto = Gramos de producto a disolver en V.agua.

No existe una norma fija sobre la dosis, pero una buena medida es la siguiente:

La dosis de desinfección que se sugerirá a la población debe ser de 5 mg/l en momentos de emergencia extrema y luego de 2 mg/l bajo condiciones menos demandantes.

Asegúrese de “dejar trabajar” al cloro por espacio mínimo de 30 minutos.

Preventivamente se puede hervir el agua para el consumo humano, un minuto adicional por cada 1000 metros sobre el nivel del mar.

Protección de los sistemas de abastecimiento de agua

Las medidas de protección están relacionadas con la complejidad de los sistemas, su vulnerabilidad y su cercanía al lugar de la erupción. Le recomendamos:

- Proteger las captaciones.

- Elaborar y revisar las tapas sanitarias para bocas de visita.
- Cubrir las plantas de tratamiento y tanques de almacenamiento o distribución con materiales resistentes (madera, láminas de zinc, tejas de eternit).
- Proteger las unidades de tratamiento (sedimentación, filtración, etc.) con estructuras fijas y materiales resistentes.
- Adquirir bombas portátiles succionadoras de lodo para la limpieza y evacuación de sedimentos.
- Considerar el rediseño de captaciones de agua cruda, en casos necesarios, para amortiguar la presencia de arenas y cenizas.
- Si se sospecha que la fuente del agua está contaminada con sustancias tóxicas a causa de la actividad volcánica, deben sustituirse por fuentes alternativas de abastecimiento.

Acciones de seguimiento

- Lavado frecuente y mantenimiento de los sedimentadores y filtros.
- Control y análisis del agua en las unidades para aplicar polielectrolitos o químicos dependiendo de los elementos y componentes de la ceniza.
- Análisis del agua antes y después de la intervención, control en los tanques de almacenamiento y distribución, a la salida

La cloración es un método para la desinfección del agua. El cloro tiene una acción germicida de amplio espectro; el equipo para la dosificación es sencillo, confiable y de bajo costo; presenta propiedades residuales que pueden medirse fácilmente; se puede elegir una amplia gama de productos de la familia del cloro; se consigue fácilmente y es económico.

de la planta y en el último punto de la red o circuito.

Acciones relacionadas con el suministro de agua²²

- Debe hacerse todo lo posible para restablecer el suministro normal de agua y proteger los pozos individuales y los tanques de almacenamiento. Esto puede lograrse sellando las grietas de las paredes de los pozos y los techos de los depósitos, creando drenajes adecuados alrededor de los pozos y techando los reservorios.
- Distribuir agua potable a las áreas afectadas o a los albergues temporales. Los carrotanques para el transporte del agua pueden obtenerse de empresas que venden agua, lecherías, cervecerías, plantas embotelladoras, etc. Comprobar que están limpios y desinfectados. No deben usarse camiones que han sido utilizados para transportar combustibles, productos químicos o aguas residuales.
- Tome en cuenta estos indicadores para los campamento temporales: “dotación mínima de 15 litros de agua potable por persona al día; el caudal de abastecimiento de agua debe ser de 0,125 litros por segundo como mínimo en un lugar de abastecimiento de agua para cada 250 personas; la distancia desde las viviendas hasta el lugar de abastecimiento de agua más cercano no debe exceder los 500 metros”.²³
- Brindar “atención especial a las unidades clínicas, los centros de alimentación y las áreas de higiene personal para el suministro de cantidades adecuadas de agua potable”.²⁴
- Procurar aumentar o restablecer la presión del sistema de distribución del agua para disminuir el tiempo de contacto o infiltración de agentes contaminantes en la red de tuberías, en caso de que las fuentes de agua y sistemas de captación no hayan sido afectados por depósitos de ceniza, lodo y sustancias tóxicas.
- Lavar y desinfectar interiormente las tuberías, depósitos y otras unidades que hayan sido reparadas. La acción de las empresas de servicios públicos es esencial.²⁵

22. Organización Panamericana de la Salud. *Los desastres naturales y la protección de la salud*. PC575. Washington D.C., 2000.

23. Organización Panamericana de la Salud. *Manual de evaluación de daños y necesidades en salud para situaciones de desastre*. Ecuador, 2004.

24. Organización Panamericana de la Salud. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Washington D.C., 2000. p.72.

25. Esta información puede ampliarla en:

- Organización Panamericana de la Salud. *Emergencias y desastres en sistemas de agua potable: Guía para una respuesta eficaz*. Washington D.C., 2001.

- Organización Panamericana de la Salud. *Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable*. Segunda edición. Costa Rica, 2001.

- Organización Panamericana de la Salud. *Efectos de la erupción del volcán Reventador (2002) en los sistemas de agua y alcantarillado*. Perú, 2003.

Disposición de excretas y aguas residuales

Un objetivo sanitario inmediato es el control del lugar de depósito de las excretas y desechos humanos, que deberá estar por lo menos a 30 metros a la redonda de las fuentes de agua con el fin de reducir el riesgo de contaminación de acuíferos.²⁶

Cuando la erupción volcánica no ha afectado la red sanitaria, puede disponer del alcantarillado para evacuar las aguas residuales.

En caso que este sistema se vea afectado, será necesario ubicar baterías sanitarias -ya sean unidades portátiles o fijas como letrinas²⁷ o pozos sépticos-, en las viviendas y albergues temporales.

Deben sumarse otras actividades preventivas como campañas educativas dirigidas a intensificar los hábitos higiénicos, sin dejar de considerar las costumbres culturales de la población (como mecanismos de higiene personal, necesidad de privacidad, tabúes y prácticas de evacuación propias de cada comunidad).²⁸

Recomendaciones generales para el manejo de letrinas o pozos sépticos colmatados²⁹

- La letrina utiliza una excavación en tierra con dimensiones dadas por el número de usuarios. Las letrinas, los pozos o zanjas de absorción deben estar mínimo a 30 m a la redonda de toda fuente de agua y el fondo de la letrina se debe encontrar como por lo menos 1,5 m por encima de nivel freático.
- El pozo séptico requiere la construcción de un tanque en material impermeable que almacene excretas por mayor tiempo y que el líquido pase por un vertedero a un campo de infiltración.
- Es necesario conocer el tipo de suelo, que tendrá que ser, de preferencia, permeable.
- Para controlar la generación de olores ofensivos y la presencia de vectores en las letrinas y zanjas, cubra diariamente el material depositado con una capa de cal en polvo o granulado. Si no se dispone de cal, opcionalmente se puede cubrir con capas de arena o tierra seca, sin piedras ni terrones, o con la ceniza volcánica.
- Para clausurar un pozo o letrina, deje un espacio mínimo de 50 cm entre el nivel de

Otro objetivo sanitario posterior al evento volcánico es el control de las condiciones físicas y de funcionamiento de la infraestructura destinada a la disposición de excretas y aguas residuales. En caso de que este sistema se vea afectado, será necesario ubicar letrinas y pozos sépticos en las viviendas y albergues temporales.

26. Scott R. Lillibridge. *Manejo de los aspectos de salud ambiental en los desastres: agua, excretas humanas y albergues*. En: Impacto de los desastres en la salud pública. Organización Panamericana de la Salud. 2000. p.65.

27. Ver tipos de letrinas y su construcción en: *Agua y saneamiento: opciones prácticas para vivir mejor*. Cuarta edición. Organización Panamericana de la Salud. Colombia, 2002. pp.88 a 115.

28 y 29. Organización Panamericana de la Salud. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Washington D.C., 2000.

las excretas y el borde de la superficie, cubra con cal y coloque una tapa de madera, ladrillo o cemento, para impedir que los animales la destapen.

- Además de asegurar el uso adecuado de las letrinas, coloque una fuente de iluminación para uso nocturno.
- Ajuste el tamaño del orificio de la letrina para facilitar el uso por parte de los niños.
- Las letrinas deben estar dispuestas por familia(s) y separadas por sexo, con un uso no mayor a 20 personas por letrina.
- Las letrinas no deben estar situadas a más de 50 metros de las viviendas o a más de un minuto de marcha.
- Establezca procedimientos regulares de limpieza y mantenimiento sistemático de las letrinas públicas.

Recomendaciones generales para el sistema de alcantarillado³⁰

- Mantenga permanentemente limpios los sumideros y alcantarillas, para lo cual se requiere contar con bombas hidráulicas.
- Asigne cuadrillas de mantenimiento y apoyo de la comunidad para la limpieza de basura, escombros y ceniza en las zonas cercanas a los sumideros o alcantarillas.

- Evite que la población lave los desagües cubiertos con ceniza o que utilice agua para el barrido de la ceniza hacia los sistemas de alcantarillado.
- El drenaje o los derrames de los sistemas de recolección de excretas no deben escurrir hacia ninguna fuente de agua superficial ni a ningún acuífero.

Disposición de residuos sólidos (basuras y escombros)

Luego de una erupción volcánica es urgente solucionar la disposición de basuras, escombros de edificaciones, árboles y animales muertos, y de los residuos volcánicos como cenizas y lodos. Se debe contar con un sitio adecuado, clasificar los escombros señalando sus riesgos si los tienen, contar con recipientes adecuados y disponer de ellos de manera segura.

Cuando las poblaciones tienen un sitio o un sistema específico para la eliminación de los residuos (relleno sanitario o planta de tratamiento), hay que evaluar los daños ocasionados en él, así como en los vehículos recolectores y vías de acceso. Si no lo tuviera, o no es posible su uso, es indispensable adecuar un sitio alejado de la población, donde se puedan depositar los residuos.

El sitio en el que se depositarán los residuos debe reunir características ambientales mínimas

30. Organización Panamericana de la Salud. *Manual de evaluación de daños y necesidades en salud para situaciones de desastre*. Ecuador, 2004

para ser habilitado. A continuación señalamos algunas:

- En dirección predominante del viento, para que su fuerza no disperse malos olores, gases o residuos pequeños hacia las comunidades cercanas.
- Amplio y en lo posible de características onduladas, si es una zona muy plana se pueden construir zanjas para rellenar con residuos.
- Distancias prudentes de los ríos o quebradas, (500 metros aproximadamente) para evitar el riesgo de contaminación.
- Fácil acceso. Las vías de acceso deben permitir la movilización de carros pequeños así como de vehículos pesados (volquetas, camiones).
- Deben tener y asegurar una buena ventilación e iluminación.
- Debe prestar facilidades para el manejo y la limpieza.

En una situación de emergencia no se recomienda realizar la clasificación, selección o aprovechamiento de residuos con fines productivos o económicos. Lo que se busca en estos momentos es manejar los residuos de acuerdo con las normas de bioseguridad.

Otras recomendaciones que le ayudarán son:

- Entierre los desechos sólidos orgánicos, evitando su acumulación a cielo abierto.
- Los cadáveres de animales deben ser cubiertos con cal y enterrados o, en su defecto, incinerados.³¹
- Tome precauciones especiales en la eliminación de materiales peligrosos. Los residuos potencialmente peligrosos deben ser almacenados en lugares seguros de los que puedan ser retirados para su identificación, recuperación, tratamiento o eliminación.³²

Residuos volcánicos

La ceniza debe ser removida de manera periódica y su manejo requiere procedimientos adecuados, ya que puede ocasionarse molestias, daños y accidentes. Por ello, hay que tener presente las características de la ceniza volcánica: puede ser fácilmente transportada por acción del viento, afectando así a comunidades vecinas o fuentes de agua, causar inconvenientes en techos, cañerías, etc. Si entra en contacto con agua y con cemento forma una pasta que puede afectar cañerías, desagües, ocasionando daños severos.

En las poblaciones que cuentan con sistemas de recolección de basuras es aconsejable que

Luego de una erupción volcánica se debe contar con un sitio adecuado para la disposición de basuras, escombros de edificaciones, árboles y animales muertos, y los residuos volcánicos como ceniza y lodos. Los escombros se deben clasificar señalando sus riesgos, si los tienen, contar con recipientes adecuados y disponer de ellos de manera segura.

31. Puede ampliar esta información en: Organización Panamericana de la Salud. *Manejo de cadáveres en situaciones de desastre*. Washington D.C., 2004.

32. Organización Panamericana de la Salud. *Los desastres naturales y la protección de la salud*. PC575. Washington D.C., 2000.

los vehículos almacenen la ceniza en parcelas o en terrenos abiertos, tomando las medidas necesarias para que su disposición final no afecte a otras comunidades por acción del viento o contamine fuentes de agua.

Estas mismas características de la ceniza volcánica pueden usarse a favor de las comunidades que la sufren. Hay experiencias exitosas en las que, con participación comunitaria se ha utilizado la ceniza con fines agrícolas o comerciales. Por ejemplo, la ceniza volcánica mezclada con tierra, puede ser utilizada luego en las actividades agrícolas, dada la riqueza que ésta proporciona a los suelos. Otro aprovechamiento beneficioso es la mezcla de ceniza con cemento, lo que constituye una pasta que puede ser utilizada en obras sencillas de construcción o almacenada en sacos que sirven como muros de contención.

i Actualmente existen varias experiencias del uso de ceniza volcánica en plantaciones de frutas y vegetales. Por ejemplo, el caso de la finca EvyCarEli en Ambato, Ecuador. “La ceniza que cae en forma esporádica nos ayuda para la fertilización del suelo. El efecto no es inmediato, se requiere por lo menos de un año, para que se realice el efecto de fertilización”.³³

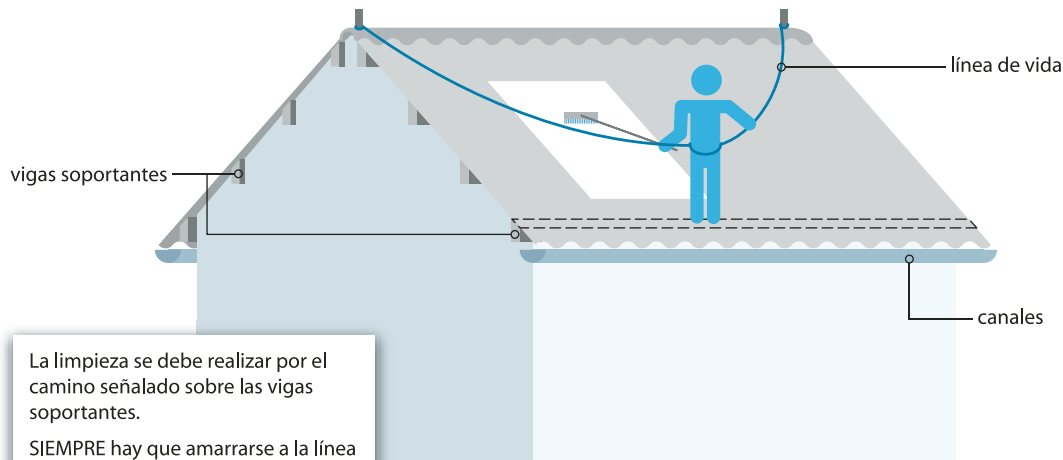
Recomendaciones para la eliminación de la ceniza volcánica

- Recordar permanentemente a la población la utilización de elementos de protección para la piel, ojos, nariz y boca.
- Disponer de bolsas o fundas plásticas reforzadas o costales de fibra y asegurarlas en su abertura para evitar el derramamiento de la ceniza al momento de hacer las labores de limpieza.
- Nunca utilice agua, por las características de cementación que tiene esta mezcla; la pasta formada obstruye los bajantes de aguas lluvias y alcantarillas, y su peso puede desplomar las cubiertas de viviendas.
- La eliminación de la ceniza debe programarse durante varios días, a fin de controlar su continua dispersión y duración en el ambiente.
- La limpieza de techos y edificios debe realizarse con estrictas normas de seguridad, como el uso de anclajes, ropa adecuada, casco y preferiblemente por personal entrenado en labores de limpieza, construcción o reparación de estructuras elevadas. Los siguientes gráficos muestran estas medidas de seguridad. Su difusión entre la población puede resultar de mucha ayuda.

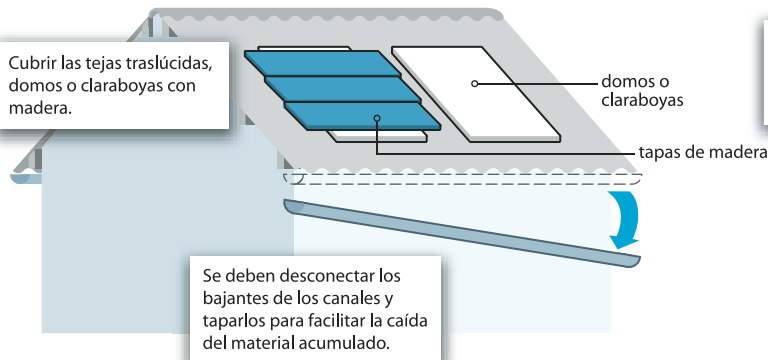
33. EvyCareli. Finca orgánica en Ambato, Ecuador. www.evycareli.com/organic_s.html

Recomendaciones para la limpieza de ceniza en los techos

Tomado de: OPS - OMS *Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre*. Washington D.C.2003. p.6.
Adaptado por Diego Silva G.



La limpieza se debe realizar por el camino señalado sobre las vigas soportantes.
SIEMPRE hay que amarrarse a la línea de vida.



Se debe abrir un canal en los antepechos de las terrazas. Los desagües se pueden cubrir con una media de nylon rellena de arena.

Las medidas de seguridad para realizar la eliminación de la ceniza y limpieza de las viviendas son sencillas, fáciles de cumplir y accesibles a toda la población. El plan de salud ambiental debe contemplar una amplia difusión de estas medidas de seguridad.

Disposición de cadáveres y gestión sanitaria-ambiental

Comúnmente se piensa -tanto entre las autoridades y el público en general- que los cadáveres humanos y animales constituyen un riesgo para la salud pública, por la supuesta diseminación de enfermedades infecciosas. La evidencia epidemiológica y científica disponible hasta el momento, indica que “la presencia de cadáveres humanos y animales representa un mínimo o nulo riesgo para la salud pública”. Para que exista un riesgo epidémico, deben coexistir un conjunto de condiciones muy específicas: “que los cadáveres sean huéspedes de una enfermedad presente en zonas endémicas; que los microorganismos puedan vivir en el cuerpo del ser humano o del animal o al ambiente después de la muerte del huésped; y, que se den las condiciones ambientales necesarias”.³⁴

Sin embargo, en todos los casos - y especialmente en los de muertes masivas por desastres- la disposición adecuada de cadáveres humanos es “una cuestión de bienestar mental colectivo, de ética y de dignidad humana”,³⁵ que requiere de agilidad en los procedimientos legales y operativos para el reconocimiento y entrega a los familiares, y para evitar la descomposición al aire libre y la generación de malos olores.

En esta tarea debe intervenir el sector salud, por lo que debe estar familiarizado con las normas y protocolos de manejo de cadáveres que rigen en cada país. Los planes de emergencias y desastres, y particularmente los planes de contingencia por riesgo volcánico, deben establecer los protocolos y acciones sanitarias para la correcta disposición final de los cuerpos en situaciones de desastre (ver el Anexo 4: Manejo de cadáveres humanos en situaciones de desastre, pág.73).

En términos generales se recomienda que dichos planes contemplen aspectos como los que señalamos a continuación:

- Seguir las normas y procedimientos de cada país para la identificación, registro y disposición final de los cuerpos.
- El personal que manipula los cadáveres deberá lavarse las manos frecuentemente con jabón y utilizar desinfectantes, y usar elementos de bioseguridad tales como guantes, mascarillas, etc.
- Evitar en lo posible que los cadáveres humanos se acumulen por más de dos días, a menos que se conserven en lugares apropiados (cámara frías, ventiladas y de acceso restringido).
- Evitar que los cuerpos sean enterrados en zonas inundables o cerca de fuentes y corrientes hídricas.

34. Organización Panamericana de la Salud. *Manejo de cadáveres en situaciones de desastre*. Washington D.C., 2004. p. 79

35. Organización Panamericana de la Salud. *Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre*. Anexo A. Washington D.C., 2003.

- En el caso de los cadáveres animales se tendrá en cuenta la presencia de agentes infecciosos específicos y la contaminación de agua por heces o por fluidos de lesiones. Mencionamos especialmente los microorganismos de *cryptosporidia*, *campylobacter* y *listeria*, siempre y cuando los cuerpos estén en el agua.
- Para los cadáveres de animales se recomienda también enterrar o quemar los animales pequeños (gatos, perros); con cadáveres más grandes se puede emplear el método combinado de incineración y enterramiento (enterrar órganos internos y quemar las carcasas con ayuda de combustible). Los cadáveres aún no enterrados es aconsejable rociarlos con kerosén o petróleo crudo y cubrirlos con tierra, para protegerlos de las aves carroñeras.

i El 28 de octubre de 1998 se produjo el deslave del volcán Casita situado en Posoltega, Nicaragua, causando la muerte de 2.500 personas. Tres días después se inició el manejo de cadáveres. El 80% fueron incinerados in situ y tres meses después los huesos fueron depositados en una pila de concreto. Únicamente se registró si se trataba de adulto o niño y el sexo. La identidad no fue establecida, no se determinó la causa y

la manera de la muerte, ni se emitieron certificados de defunción, como consecuencia las personas fallecidas allí permanecen aún como desaparecidas.

Control de vectores

Para controlar los vectores se requiere:

- Elaborar o actualizar el mapa epidemiológico de la zona.
- Actualizar el estudio de prevalencia de enfermedades transportadas por artrópodos existentes en la zona.
- Identificar y eliminar la presencia de posibles criaderos de vectores
- Disponer y manejar ambientalmente los residuos sólidos, para disminuir la propagación y reproducción de insectos y roedores.
- Hacer drenajes y rellenar las áreas anegadas.
- Eliminar botellas, latas, llantas y otros elementos que puedan retener el agua, para evitar proliferación de mosquitos.
- Proteger los tanques o recipientes de almacenamiento de agua para evitar la reproducción de mosquitos.
- Proteger los alimentos para evitar el contacto con moscas, cucarachas y roedores.
- Aplicar insecticidas, plaguicidas o veneno para reducir las poblaciones de vectores,

En situaciones de muertes masivas por desastres, la disposición adecuada de los cadáveres humanos es una cuestión de bienestar mental colectivo, de ética y dignidad humana, que requiere la agilidad en el reconocimiento y entrega a los familiares y para evitar la descomposición y la generación de malos olores.

observando las precauciones de saneamiento básico y con personal idóneo.

- Detectar la presencia de parásitos (piojos, garrapatas, etc.) y efectuar su inmediato control.
- Manejar adecuadamente los cadáveres para evitar el contacto con roedores, aves carroñeras y la proliferación de moscas.
- Informar a la comunidad de las medidas que se deben adoptar para eliminar los criaderos y protegerse de las enfermedades de transmisión vectorial.

Sanidad animal y zoonosis

Los preparativos en salud ambiental deben contemplar el control de la zoonosis (vacunación, nutrición animal, sanidad animal, etc.). Ésta es una tarea conjunta con autoridades relacionadas con el tema.

Durante la emergencia se debe movilizar los animales a sitios no afectados en los que se pueda disponer de pastos y agua, y procurarles albergues en sitios cubiertos. Para ello, es necesario coordinar con las autoridades competentes para garantizar el apoyo logístico en el traslado de los animales.

La provisión de alimentos, como forrajes, balanceados, sales minerales, melaza y concentrados, constituye otra tarea importante.

Las siguientes actividades también forman parte del plan que se organizará:

- Por ningún motivo se debe permitir la convivencia de animales y humanos.
- Sacrificar los animales heridos o atrapados en el lodo, si fuere el caso.
- Procurar tratamientos sintomáticos por la ingestión de pastos y agua contaminada con productos volcánicos.
- Inmunizar las especies de acuerdo al riesgo epidemiológico y tipo de especie. Controlar la proliferación de garrapatas, pulgas, piojos, etc.) en los animales domésticos.

Manipulación y consumo de alimentos

La erupción volcánica puede perjudicar el estado nutricional de la población debido a su impacto sobre uno o varios de los componentes de la cadena alimentaria. Los cultivos pueden quedar quemados, defoliados o enterrados bajo las cenizas. En ocasiones las reservas de alimentos pueden quedar inaccesibles debido a la interrupción de sistemas de distribución.

Los trabajadores de la salud encargados de las operaciones humanitarias deben conocer la situación alimentaria y nutricional que existía en antes del desastre³⁶ y preparar los programas de ayuda, considerando las siguientes prioridades:

36. Organización Panamericana de la Salud. *Los desastres naturales y la protección de la salud*. Washington D.C., 2000.

- Evaluar las provisiones de alimentos disponibles localmente después del evento.
- Determinar las necesidades nutricionales de la población afectada en sus respectivas comunidades, albergues o reasentamientos, así como las costumbres alimentarias propias de la zona.
- Calcular las raciones alimenticias diarias y las necesidades de la población afectada, su conservación, transporte y distribución.
- Suministrar alimentos a poblaciones aisladas
- Canalizar la ayuda humanitaria local e internacional de manera organizada y coordinada con base en las necesidades reales, grupos vulnerables y características de la población.

Recomendaciones generales

Para facilitar su manipulación es necesario clasificar los alimentos en perecederos y no perecederos, y revisar sus características (fechas de vencimiento, estado, apariencia, consistencia, olor y sabor).³⁷

Se recomienda observar las indicaciones de transportación, selección, manipulación, almacenamiento, preparación y consumo de alimentos como una medida fundamental de vigilancia de salud ambiental.

Las medidas de salud ambiental no permiten transportar alimentos crudos (carnes) o elaborados como platos de comida, desde los centros de acopio hasta el sitio del desastre. Si se trata de alimentos perecederos producidos de la zona de impacto lo más recomendable es no consumirlos, aunque su apariencia demuestre perfecto estado, puesto que han estado expuestos al contacto con la ceniza y lluvia. También se debe prohibir el consumo de los peces obtenidos de las fuentes de agua superficial ubicadas en la zona de impacto. Para el consumo de las especies animales de corral o de pastoreo que se encuentren ilesas es necesario proceder de acuerdo con las medidas estipuladas para la sanidad animal.

La mejor forma de provisión de alimentos para la población afectada es la adquisición de los productos no perecederos disponibles en la misma zona o con los alimentos suministrados por los cuerpos de socorro. Sin embargo, se debe prohibir el suministro de productos parcialmente utilizados (tarros abiertos), sin etiqueta, con envases oxidados, abombados o visiblemente deteriorados (ver el Anexo No.5: Cinco claves para el manejo de alimentos, Organización Mundial de la Salud, pág.76).

Los cultivos pueden quedar quemados, defoliados o enterrados bajo las cenizas; y las reservas de alimentos pueden quedar inaccesibles. Los trabajadores de la salud deben preparar los programas de ayuda alimentaria observando las indicaciones de transportación, manipulación, almacenamiento, preparación y consumo de los alimentos como una medida fundamental de vigilancia de salud ambiental.

37. Puede ampliar esta información en: Valencia R. Diego. "Guía para el aseguramiento de la inocuidad de alimentos en emergencias y desastres", en: *Revista Médica de Risaralda*. Mayo de 2001.

Albergues o refugios temporales

En el marco del análisis de la vulnerabilidad de la población y como parte de los planes de emergencia para amenaza volcánica se deben preparar acciones de adecuación o construcción de albergues temporales enfrente a la posibilidad de evacuación de la población en alto riesgo.

En el albergue se debe garantizar:

- Abastecimiento de agua potable suficiente para todas las necesidades.
- Adecuada disposición de las excretas, aguas residuales y residuos sólidos.
- Control y vigilancia de las enfermedades de transmisión vectorial.
- Correcta manipulación, almacenamiento y consumo de alimentos.
- Protección por la exposición al ambiente.
- Sanidad de los animales al interior de los albergues.

Para desempeñar la gran variedad de procesos requeridos en los refugios temporales es conveniente establecer comisiones con la participación de la población albergada y la supervisión directa del personal de salud. Por ejemplo: comisiones de agua, alimentos, disposición de residuos sólidos y vertimientos, higiene, control de vectores, vigilancia epidemiológica y cuidado de los animales domésticos.

Selección del lugar para el albergue

Debe estar ubicado en zona de bajo riesgo; contar en lo posible con buen drenaje; no ser propenso a las inundaciones estacionales o a los derrumbes, maremotos ni marejadas; y encontrarse lo más cerca posible de una carretera principal para facilitar los suministros; debe contar además con acceso a servicios públicos. El COE tiene la responsabilidad de hacer la valoración de todas estas condiciones.

Diseño del campamento

Los campamentos deben diseñarse de tal manera que agrupen pequeños núcleos familiares alrededor de los servicios comunales. Muchas de las tareas administrativas, como el mantenimiento de las letrinas o la vigilancia de las enfermedades, pueden delegarse parcialmente a estos grupos. Habrá necesidad de crear áreas para la administración, recepción y distribución de los residentes del campamento; para servicios de almacenamiento; para distribución de suministros, y áreas recreativas. El sector salud debe vigilar el cumplimiento de estas normas y recomendaciones.

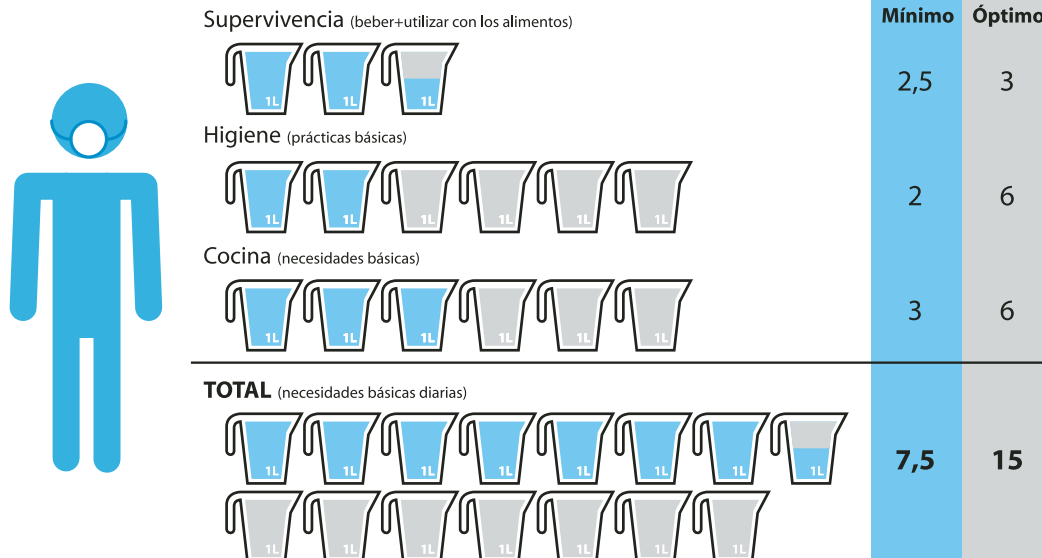
Servicios sanitarios

De acuerdo con los indicadores clave del Proyecto Esfera,³⁸ tenemos:

38. Proyecto Esfera: Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre. <http://www.sphereproject.org>

Suministro de agua

Necesidades para asegurar la supervivencia (para beber y utilizar con los alimentos)	2.5 a 3 litros al día por persona	Depende del clima y la fisiología individual
Prácticas básicas de higiene	2 a 6 litros al día por persona	Depende de normas sociales y culturales.
Necesidades básicas para cocinar	3 a 6 litros al día por persona	Depende del tipo de alimentos, y normas sociales.
Necesidades básicas: cantidad total de agua	7.5 a 15 litros por persona. Cada familia debe disponer mínimo de 2 recipientes limpios para acarrear agua de 10 a 20 litros cada uno	
250 personas por cada grifo de abastecimiento de agua	Sobre la base de una corriente de agua de 7.5 litros por minuto	
500 personas por cada bomba manual	Sobre la base de una corriente de agua de 16.6 litros por minuto	
400 personas por cada pozo abierto de un solo usuario	Sobre la base de una corriente de agua de 12.5 litros por minuto	



Los planes de emergencia deben contemplar la adecuación o construcción de albergues temporales para hacer frente a la posibilidad de evacuación de la población en alto riesgo.

Eliminación de excretas

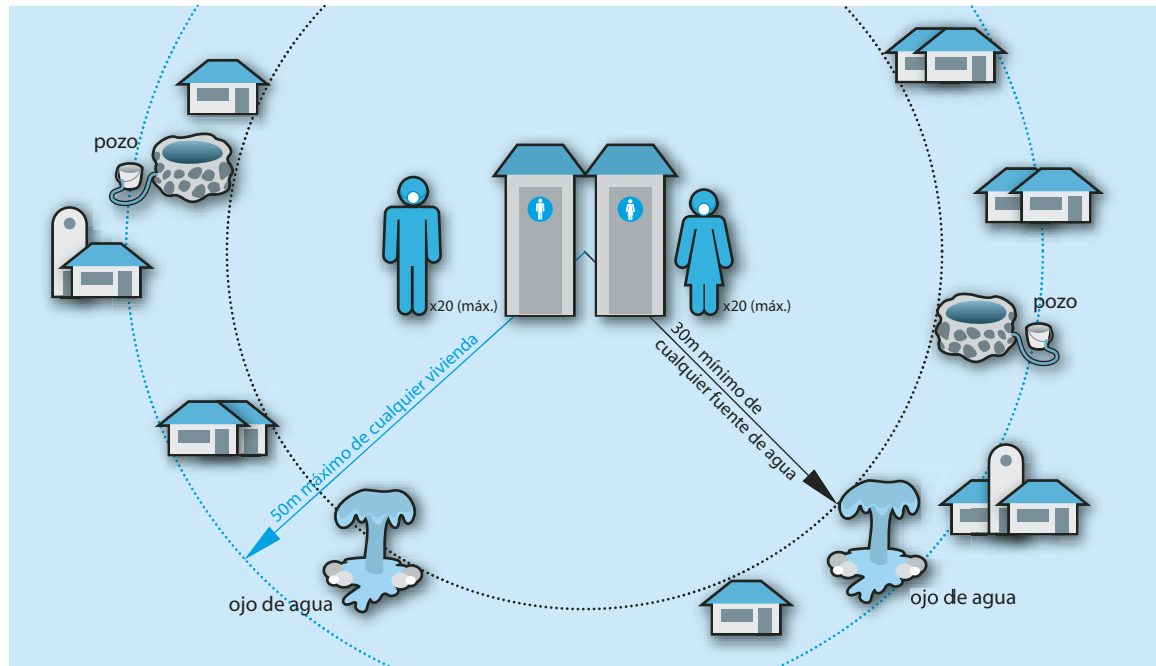
- Un máximo de 20 personas por cada letrina / inodoro.
- Uso de letrinas separadas por sexo y con adaptación para uso infantil.
- Distancia máxima de la vivienda a la letrina de 20 metros.
- Las letrinas de zanjas y los pozos de absorción están por lo menos a 30 metros a la redonda de las fuentes de agua.

Gestión de desechos sólidos (basuras)

Cuando la basura no es enterrada in situ se debe disponer por lo menos de un contenedor de basuras con 1000 litros de capacidad por cada 10 familias. El acceso al contenedor o al relleno colectivo de basuras debe encontrarse a una distancia de no más de 100 metros.

Manipulación de alimentos y nutrición³⁹

- En los albergues o refugios provisionales, el sector salud debe vigilar y controlar el estado



39. Organización Panamericana de la Salud. *Los desastres naturales y la protección de la salud*. Washington D.C., 2000.

de los alimentos, que su preparación y manipulación se efectúe con todas las normas y condiciones higiénicas, tanto en el almacenamiento como en el sitio de preparación y consumo final.

- Fomentar la higiene de los alimentos.
- Limpieza de las cocinas e higiene del personal que prepara los alimentos.
- Almacenamiento de alimentos en lugares cubiertos, aireados y protegidos de animales y vectores.
- El oficial de nutrición debe calcular estimados de alimentos basados en la unidad familiar (en general se considera que consta de cinco personas) para una semana y un mes. Tendrá en cuenta que el aporte calórico por persona por día es de 1.500 a 2.000 Kcal. Y también calcular los bienes necesarios para grandes grupos de población; por ejemplo, para 1.000 personas y períodos de un mes. Hay dos reglas simples y útiles:
 - a. 16 toneladas de alimento mantienen a 1.000 personas durante 1 mes.
 - b. Para almacenar una tonelada de alimentos se necesita un espacio de alrededor de 2 m³.

Servicios de salud

Si el campamento está bien organizado y dispone de saneamiento, agua y alimentos sufi-

cientes, las condiciones de salud serán similares a las del resto de la población; por lo tanto, el cuidado de salud debe ser equitativo para la población general y los albergados.

Los servicios de salud deben centrarse, sobre todo, en la prevención de enfermedades transmisibles específicas y mantener el sistema de notificación de salud.

i Un caso excepcional de enfermedades transmisibles en desastres producidos por erupciones volcánicas fue la ocurrida durante los tres meses siguientes a la erupción volcánica del Monte Pinatubo en Filipinas en 1991; más de 100.000 residentes fueron desplazados de sus hogares y ubicados en más de 100 campamentos de evacuación; se reportaron 18.000 casos de sarampión, con un 25% de toda la morbilidad registrada en las clínicas.

El albergue debe estar ubicado en una zona de bajo riesgo; contar en lo posible con drenaje; no ser propenso a las inundaciones estacionales o a los derrumbes, maremotos ni marejadas; encontrarse lo más cerca posible de una carretera principal y debe contar con acceso a servicios públicos.

El saneamiento ambiental en hospitales debe ser permanente, no solo en momentos de riesgo, sino en su planificación regular. Estas medidas incluyen: la gestión de los residuos hospitalarios, sobre todo los de carácter peligroso, así como la disponibilidad de agua potable, la evacuación de excretas o aguas residuales, el control de vectores, la administración de medicinas, la manipulación de alimentos, el control de la ventilación e iluminación.

Los hospitales y establecimientos de salud deben contar con planes hospitalarios actualizados para emergencias y sus respectivas medidas de contingencia.⁴⁰

Gestión de residuos sólidos⁴¹

En los establecimientos de salud permanentes (hospitales y centros de salud existentes) o temporales (hospitales de campaña), la gestión de los residuos sólidos será similar al que se realiza en condiciones normales.

“Todas las clases de residuos que se generan en los servicios de salud, crean diferentes clases y niveles de dificultades y de riesgos durante las distintas etapas de su funcionamiento. Estos riesgos involucran al personal que debe manipular los residuos, tanto dentro como fuera de los ser-

vicios de salud. Este personal debe poseer suficiente capacitación, entrenamiento, equipo, herramientas de trabajo y elementos de protección personal adecuados. En caso contrario, quedarán expuestos al contacto directo con residuos de características peligrosas y a la acción de objetos cortopunzantes”.⁴²

Los residuos hospitalarios se clasifican en peligrosos y no peligrosos.

El establecimiento de salud debe elaborar e implementar su plan para la disposición interna de residuos, siguiendo los parámetros establecidos en su país para dicha labor.

En la etapa de clasificación de víctimas (triage), se generan residuos peligrosos por su potencial infeccioso (material biocontaminado). Todos los residuos generados en esta etapa de atención y en los primeros auxilios, sin excepción, deben ser almacenados en recipientes identificados como “residuos biocontaminados” y en bolsas de color rojo.

Sistema de abastecimiento de agua

Las empresas de acueducto deben realizar todas las labores necesarias y prioritarias para garantizar el abastecimiento de agua en cantidad y calidad suficientes para el uso del hospital. Sin

40. Puede ampliar la información sobre planes hospitalarios de emergencia, en el Módulo 2 de esta Guía: *Protección de los servicios de salud frente a erupciones volcánicas*.

41. Organización Panamericana de la Salud. *Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre*. Washington D.C., 2003. pp. 37-38.

42. Cruz Roja Colombiana. *Programa de preparativos hospitalarios para desastres*. Bogotá, Colombia, 2003.

embargo, el hospital debe estar preparado con sus planes de contingencia para disponer de agua con la instalación de tanques de almacenamiento, uso de carrotanques, instalación de plantas portátiles de purificación, medidas internas de ahorro de agua tales como bloqueo de baños para el uso público, control de cantidad de agua para labores de aseo.

Consecuentemente es importante “identificar las áreas donde el suministro de agua es vital para su funcionamiento, a fin de establecer los mecanismos de racionamiento necesarios”.⁴³

Siguiendo las normas del Proyecto Esfera, “los centros de salud y hospitales dispondrán de 5 litros de agua por paciente externo; 40 a 60 litros por paciente interno por día”.⁴⁴

Sistema de alcantarillado

Verificar el funcionamiento del sistema de alcantarillado del hospital y prevenir el taponamiento de las alcantarillas y colectores, realizando las labores de limpieza y disposición de la ceniza volcánica, para que no obstruyan las rejillas externas de los drenajes de alcantarillado. Será necesario protegerlas con plástico, estructuras de aluminio o madera.

Recomendamos seguir las normas del Proyecto Esfera⁴⁵ para la evacuación de excretas: a corto plazo se tendrá en cuenta un inodoro por cada 20 camas o 50 pacientes no ingresados; y, a largo plazo, un inodoro por cada 10 camas o 20 pacientes no ingresados.

Medicamentos

Los medicamentos que llegan por donaciones y que muchas veces no son apropiados para el tratamiento de las víctimas del evento, o que por sus características de rotulación, envase, fecha de expiración, dosificación incompleta, etc., no reúnen los requisitos para su utilización, deben ser eliminados, bajo estricta fiscalización de las autoridades.

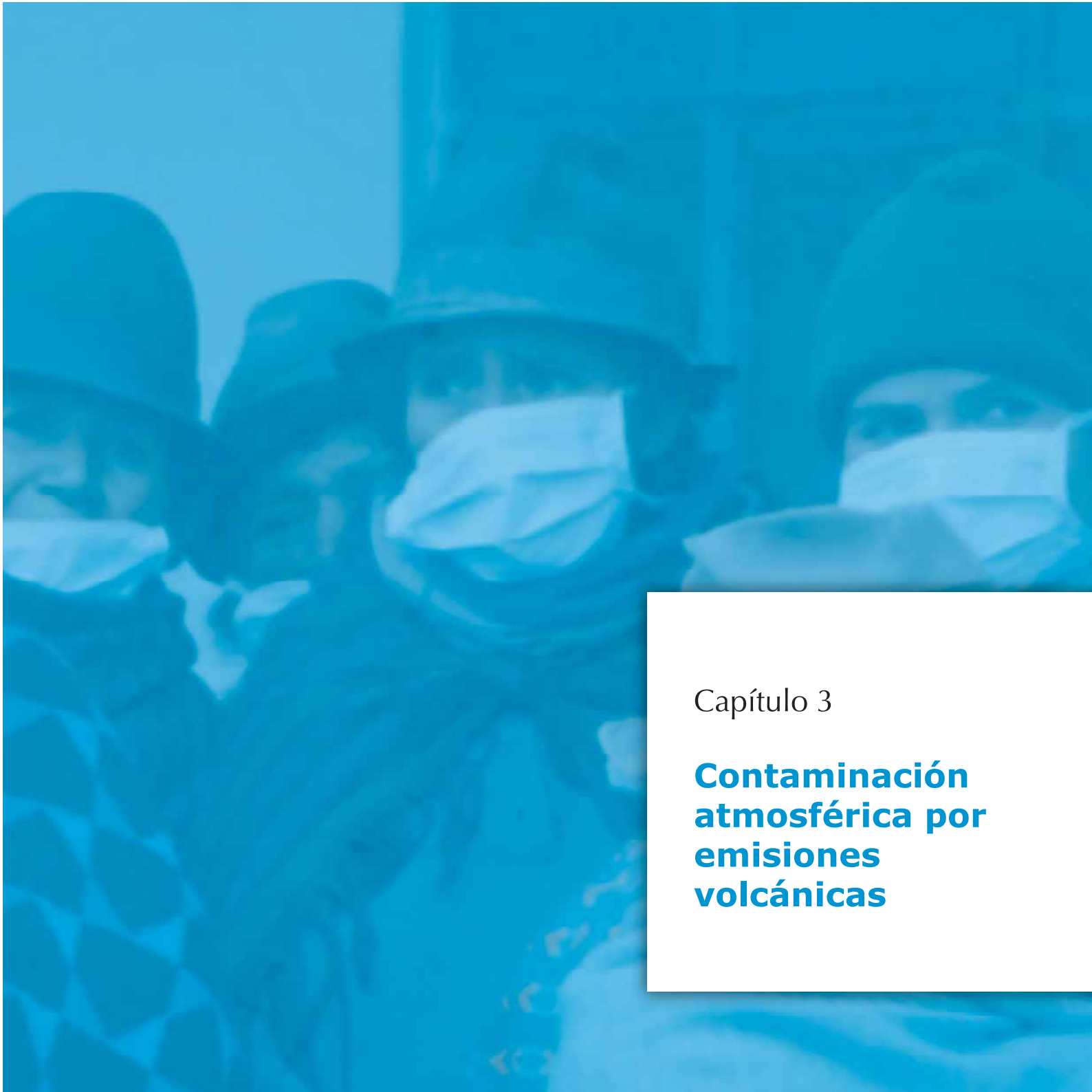
Otras recomendaciones

- Almacenar los materiales peligrosos en sitios retirados y seguros .
- Disponer de medidas básicas para el manejo de derrames, dispersión de desechos o contaminación de las áreas hospitalarias con gérmenes o productos tóxicos-químicos.

Los hospitales y establecimientos de salud deben contar con planes hospitalarios para emergencias actualizados y sus respectivas medidas de contingencia. Las principales medidas de saneamiento ambiental que se deben incluir son: gestión de residuos hospitalarios, sobre todo los de carácter peligroso, disponibilidad de agua potable, evacuación de excretas, control de vectores, entre otros.

43. Cruz Roja Colombiana. *Programa de preparativos hospitalarios para desastres*. Bogotá, 2003. p.44.

44 y 45. Proyecto Esfera, carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre. <http://www.sphereproject.org>



Capítulo 3

**Contaminación
atmosférica por
emisiones
volcánicas**



Foto cortesía diario El Comercio

Los volcanes son fuentes naturales de contaminación. Una consecuencia de la actividad volcánica es alterar la calidad no solo del aire, sino del suelo y del agua simultáneamente. La presencia de sustancias y elementos tóxicos que se producen en la reacción química de las emisiones volcánicas con los factores ambientales, generan de forma natural la contaminación atmosférica en la zona de impacto.

Este capítulo señala los principales factores de contaminación ambiental causada por las emisiones volcánicas de gases y cenizas, su impacto en la calidad del aire y sus efectos en la salud.

1 Emisiones volcánicas y contaminación

En los lugares expuestos a la amenaza volcánica se debe prestar especial atención a los pronósticos de afectación de la población por alteración de la calidad del aire, con valores altamente tóxicos emitidos por el volcán (gas, ceniza y calor), que dependerán de su concentración, volumen y tiempo en el ambiente.

Por lo tanto, “todos los volcanes liberadores de gases deben ser activamente monitorizados, dado que los incrementos súbitos en el flujo de gas pueden ser un aviso de una nueva y violenta actividad eruptiva. Además, si las concentraciones en el aire en áreas habitadas exceden rápidamente los estándares de calidad del aire para el dióxido de sulfuro (SO₂) establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), las comunidades afectadas pueden necesitar informes sobre las medidas de protección respiratoria o sobre la conveniencia de la evacuación”.⁴⁶

Emisiones volcánicas

Durante una erupción volcánica se emiten a la atmósfera cantidades indeterminadas de gases y ceniza, que son impulsadas a grandes distancias por la onda de energía térmica (calor) y la presión confinada en el magma. Estos productos son depositados temporalmente en la estratósfera y tropósfera, mientras son dispersados por la acción del viento y la lluvia.

Los contaminantes primarios presentes en la emisión volcánica son, entre otros: óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas.

Gases volcánicos

El gas emitido por un volcán se compone en su mayoría (75% aprox.) por vapor de agua (H₂O), la fracción restante es conformada por dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), ácido clorhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF); estos elementos son los productos principales y se caracterizan por ser emisiones ácidas.

En menor proporción, también se puede encontrar metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), nitrógeno (N₂), argón (Ar), helio (He), hidrógeno (H₂) y radón (Rn), los cuales son productos secundarios y su concentración se dispersa fácilmente en la naturaleza. Un riesgo tóxico se presenta con las emisiones inorgánicas de mercurio, que depende del tipo de volcán.

Ceniza volcánica

La ceniza se produce del desmoronamiento de las rocas líticas por la descarga de presión sobre el magma. Su estructura porosa y húmeda le permite absorber gases volátiles solubles

Una erupción volcánica emite a la atmósfera gases y ceniza que son impulsados a grandes distancias. Los contaminantes primarios son: óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas.

46. Noji, Eric. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Organización Panamericana de la Salud. Bogotá, 2000. p.192.

en el agua, presentando mayor riesgo tóxico con el ácido fluorhídrico (HF) al reaccionar el flúor. A su diámetro (10 μm) le favorece estar en suspensión constantemente en la atmósfera y viajar con la dirección del viento. “La ceniza volcánica está compuesta por óxidos, principalmente de sílice, aluminio y hierro (80%), magnesio, calcio, sodio, potasio, plomo; metales pesados como vanadio, cromo, cobalto, níquel y zinc. Se presenta en forma de polvo fino, con alturas de precipitación de 1 a 3 cm (en zona mediana de riesgo) y de 5 a 10 cm (en zona de alto riesgo)”.⁴⁷

Otro elemento significativo de las erupciones volcánicas es la energía térmica (calor) que se emite acompañando el flujo de gases y ceniza. Su mayor impacto se presenta en el aumento de la temperatura en la zona del desastre.

Efectos principales en el ambiente

Se pueden considerar a los siguientes como los impactos con mayor incidencia sobre las zonas afectadas:

- La lluvia ácida;
- El efecto de invernadero;
- El vog (volcanic smog) o humo volcánico;
- El escudo solar.

El vapor de agua aumenta la humedad en la zona afectada y contribuye a la formación de la lluvia

ácida y del vog. El CO_2 es el principal gas de invernadero y ayuda a mantener la temperatura cálida del planeta. Las emisiones de HCl y HF se pueden disolver directamente en el agua contenida en las nubes o con el mismo vapor de agua suministrado, lo cual hace que se precipite en forma de lluvia ácida.

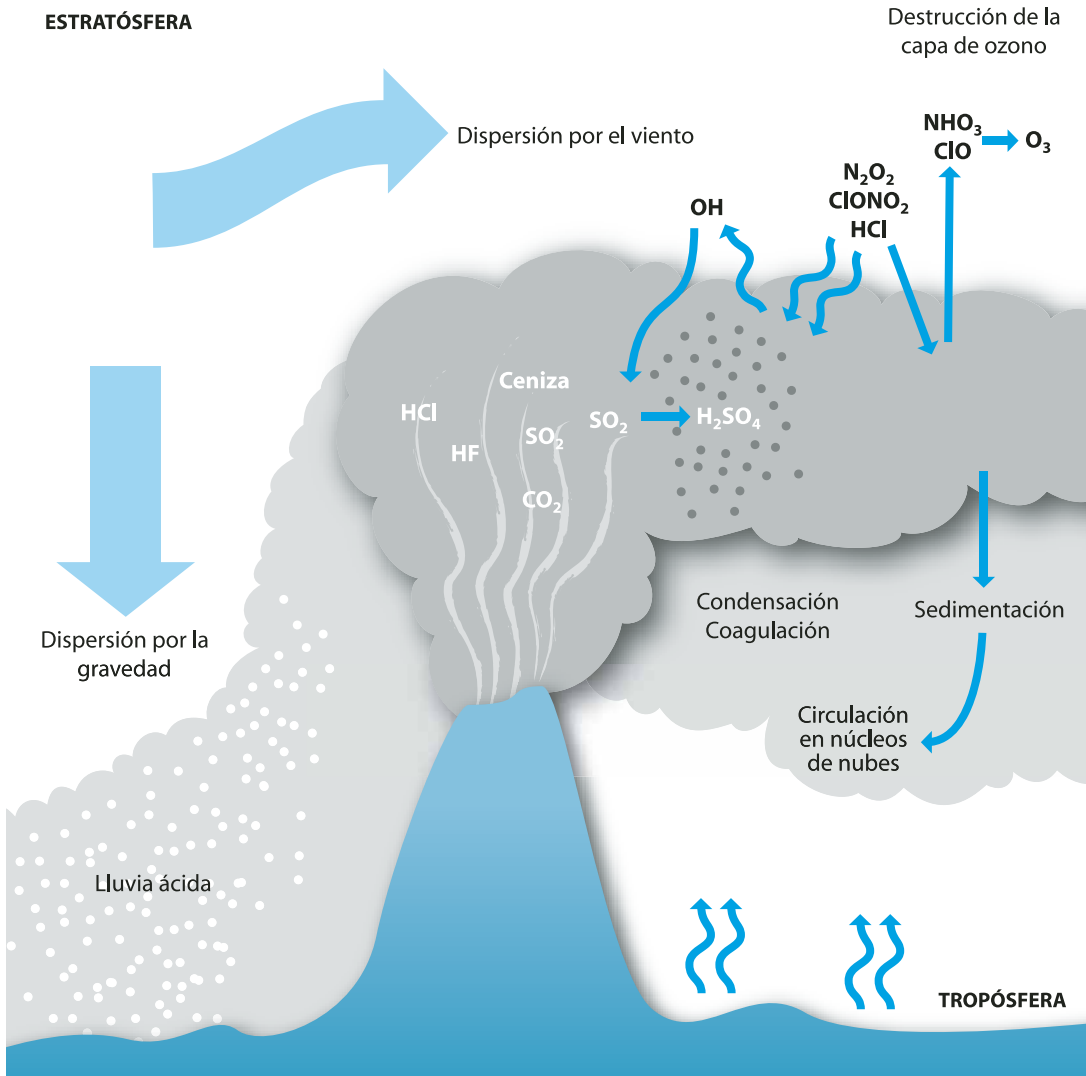
El SO_2 emitido se convierte lentamente en ácido sulfúrico (H_2SO_4), que se condensa en la atmósfera y se precipita en forma de lluvia con partículas muy finas. La concentración de estas partículas origina el llamado aerosol. Cuando éste se forma a partir del azufre se conoce como aerosol de sulfato. Combinado con material particulado (polvo y ceniza), luz solar, oxígeno (O_2) y humedad reacciona recíprocamente formando el humo volcánico también conocido como vog (volcanic smog). La presencia del vog en altas concentraciones forma una densa capa gaseosa conocida como el escudo solar, cuya presencia impide la penetración total de la luz solar sobre la superficie. Este fenómeno genera variaciones climáticas locales y regionales.

Otra consecuencia es la ocurrencia de tormentas eléctricas y fuertes aguaceros, dado que los gases que se emiten durante la crisis volcánica cargan al aire con la valencia de los elementos suspendidos, dejando conducir la electricidad producida en las nubes.

47. Organización Panamericana de la Salud. *Erupciones volcánicas y protección de la salud*. Quito. 2000. pp.24-25.

Alteración atmosférica por emisiones volcánicas

Tomado del informe especial: Volcanismo y cambio climático. Richard Turco. 1992. Adaptado por Diego Silva Garnica.



Los principales efectos de las erupciones volcánicas son: la lluvia ácida, el efecto invernadero, el vog (volcanic smog) o humo volcánico y el escudo solar. El monitoreo de los índices que presenta la calidad del aire, antes y después de la erupción volcánica, servirá para orientar a la población y evitar problemas en la salud.

Índice de la calidad del aire

Se define como un valor representativo de los niveles de contaminación atmosférica y sus efectos en la salud dentro de una región determinada.

El seguimiento y monitoreo del índice de la calidad del aire se deben realizar de manera continua antes, durante y después de la erupción volcánica, mediante la ubicación de puntos estratégicos identificados para la región, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y meteorológicas. En consecuencia, en las áreas de riesgo es recomendable instalar equipos de lectura directa para medir las concentraciones ambientales de dióxido de azufre (SO_2) y equipos gravimétricos para determinar las concentraciones del material particulado en suspensión.

2 Efecto de las emisiones volcánicas en la salud

Gases volcánicos

Desde el punto de vista de los efectos en la salud, los gases volcánicos pueden ser clasificados en irritantes y no irritantes.

Irritantes: pueden ejercer sus efectos a mucha menor concentración y a muchos kilómetros del volcán. Su acción irritante la efectúan a nivel del árbol respiratorio y sobre el resto de mucosas con las que entra en contacto, provocando de esta manera ojo rojo, lagrimeo, odinofagia, estornudos, etc.

La afección del tracto aéreo depende del tiempo de exposición, de la concentración del gas en el aire y de la solubilidad acuosa. Así los gases poco solubles penetran con facilidad hasta los alvéolos, provocando tos, bronco espasmo, dolor torácico y fundamentalmente insuficiencia respiratoria por afectación del intercambio gaseoso, es decir, hipoxemia. Estas afecciones son provocadas por la inhalación de las siguientes sustancias:

- “La inhalación de bióxido de azufre (SO_2) provoca constricción del tracto respiratorio y aumenta las resistencias al flujo del aire, por lo que se observan cambios en los patrones normales de la función pulmonar. Se requiere de una dosis pequeña de bióxi-

do de azufre para producir una respuesta biológica, como la irritación e inflamación de las vías respiratorias, las conjuntivas y la piel, además de la exacerbación de enfermedades respiratorias crónicas, que ocurre durante o algún tiempo después de la manifestación”.⁴⁸

- “Sulfuro de hidrógeno (H_2S) en bajas concentraciones puede irritar los ojos y ocasionar depresión. En altas concentraciones irrita el tracto respiratorio superior y, en exposiciones prolongadas, produce edema pulmonar. En una exposición de 30 minutos a 500 partes por millón (ppm) produce dolor de cabeza, excitación, inestabilidad al caminar y diarrea. En algunas ocasiones se puede presentar bronquitis o bronconeumonía.
- Cloruro de hidrógeno (HCl) irrita las membranas mucosas de los ojos y el tracto respiratorio. Para concentraciones por encima de 35 ppm se irrita la garganta después de una exposición corta. Por encima de 100 ppm se produce edema pulmonar y a menudo espasmo laríngeo.
- Fluoruro de hidrógeno (HF), irritante muy fuerte que causa conjuntivitis, irritación en el tracto respiratorio, degeneración de huesos y dientes. En los animales, al ser consu-

Los gases emitidos en una erupción volcánica pueden tener efectos diversos sobre la salud humana y de los animales. Hay gases irritantes que operan sobre el aparato respiratorio y el resto de las mucosas que entran en contacto. Los gases no irritantes están presentes en zonas muy cercanas al volcán, se absorben directamente hacia la sangre y provocan hipoxia tisular por lo que se denominan gases asfixiantes.

48. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de México. Revista *Efecto sobre la función pulmonar en personas expuestas a cenizas del volcán Popocatepetl*. Volumen 8, número 2. Abril - junio de 1995. pp.112-118.

mido en el pasto en concentraciones mayores a 250 ppm y con menos de 1 cm de espesor de ceniza, ocasiona su muerte por flúorisis que destruye los huesos”.⁴⁹

No irritantes: la acumulación de los gases asfixiantes o no irritantes en concentraciones letales es más probable en las pendientes de un volcán, dentro de un cráter o cerca de una fisura. Actúan sin provocar lesiones a nivel local, se absorben hacia la sangre y ejercen su efecto a nivel sistémico, interfiriendo fundamentalmente la cadena respiratoria tisular. De esta manera provocan hipoxia tisular, por lo que se denominan gases asfixiantes. Los representantes más importantes de este grupo son los cianuros y el monóxido de carbono. Otro grupo de gases son aquellos cuyo efecto lo ejercen desplazando al oxígeno del aire inspirado: dióxido de carbono, nitrógeno.

El dióxido de carbono (CO₂) es más pesado que el aire y puede acumularse en las áreas bajas, alcanzando eventualmente altas concentraciones que pueden terminar con la vida de personas, animales y plantas. Adicionalmente el CO₂ puede acumularse en las aguas de los lagos crátericos hasta alcanzar grandes concentraciones y ser expulsado violentamente a la atmósfera.

i Desde 1986 el volcán Poas en Costa Rica ha liberado gases a través de un lago-cráter. “Los principales gases en la nube son: dióxido de carbono, dióxido de azufre, ácido sulfhídrico, ácido clorhídrico y ácido fluorhídrico; pero las epidemias de compromisos respiratorios en las comunidades sobre las faldas del volcán y el daño a los cultivos han sido debidas probablemente a los aerosoles ácidos concentrados que se generan cuando cae el nivel del lago”.⁵⁰

A continuación se presentan las características y fisiopatología de los principales gases emitidos por erupciones volcánicas, tales como ácido sulfhídrico, derivados del flúor y monóxido de carbono, basado en estudios de contaminación industrial.⁵¹

49. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Menlo Park, California. <http://volcanoes.usgs.gov/hazards/what/VolGas/volgas.html>

50. Noji, Eric. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Organización Panamericana de la Salud. Bogotá, 2000. p.192.

51. www.united.edu/tratado/c100802.html

Gas: ácido sulfhídrico	
Características	<p>El ácido sulfhídrico (SH₂) es un gas muy tóxico que en concentraciones elevadas en el aire inspirado provoca parálisis del nervio olfativo.</p> <p>Es incoloro, muy irritante, inflamable y con un peso mayor que el aire, por lo que tiende a ocupar las zonas más bajas del lugar donde es liberado. Es mal oliente con un característico olor a huevos podridos. El fuerte olor no ayuda a que las personas sean conscientes de la presencia de este gas.</p>
Fisiopatología	<p>A dosis bajas posee un efecto local irritante sobre la mucosa.</p> <p>Se ha descrito su acción directa sobre el cuerpo carotideo lo cual conduce a una intensa taquipnea, pero también es capaz de actuar sobre el tronco del encéfalo inhibiendo el centro respiratorio lo cual se traduciría en apnea.</p>
Toxicocinética	<p>El SH₂ se absorbe de forma muy rápida por vía inhalatoria casi de forma exclusiva, efectuando a este nivel su efecto irritante, incluso a concentraciones tan bajas como 50 ppm.</p>

Gas: monóxido de carbono	
Características	<p>Es un gas que se caracteriza por ser menos denso que el aire, incoloro, inodoro y sin sabor, que no tiene características irritantes, pues su mecanismo de acción es asfixiante. Ingresa al organismo por vía respiratoria. Se combina con la hemoglobina para formar carboxihemoglobina lo que interfiere en la capacidad del transporte de oxígeno por la sangre y provoca hipoxia tisular presentando mareos, somnolencia, vómito, colapso y muerte.</p>
Fisiopatología	<p>El monóxido de carbono es rápidamente absorbido por los alvéolos, pasando a la sangre donde se une a la hemoglobina. La absorción pulmonar es directamente proporcional a la concentración de CO en el ambiente, al tiempo de exposición, así como a la velocidad de ventilación alveolar que a su vez depende del ejercicio realizado durante el tiempo de exposición.</p> <p>Una vez en la sangre el CO se une con la hemoglobina con una afinidad de 210-270 veces superior a la del oxígeno, formando un compuesto denominado carboxi-hemoglobina. De forma resumida, una vez en contacto con el CO, éste es absorbido hacia la sangre y se une con la hemoglobina desplazando al oxígeno, y, además, el escaso oxígeno transportado es difícilmente cedido a los tejidos para su utilización, provocando todo ello hipoxia.</p>

En las áreas de riesgo es recomendable instalar equipos de lectura directa para medir las concentraciones ambientales de dióxido de azufre y equipos gravimétricos para determinar las concentraciones del material particulado en suspensión.

Gas: derivados del flúor

Características	El ácido fluorhídrico es un gas incoloro, cuya característica principal es la de ser altamente corrosivo en cualquiera de sus formas de presentación.
Fisiopatología	El componente ácido tiene un gran efecto corrosivo, provocando necrosis de tejidos orgánicos con los que entra en contacto. El grado de quemadura que produce está determinado por la concentración, el tiempo de exposición, el grosor del tejido expuesto. La vida media plasmática es de 1,4 horas ya que el HF una vez absorbido rápidamente se deposita en el hueso o es eliminado vía renal, por lo que solo encontramos niveles significativos de flúor en la sangre en las primeras horas de la intoxicación.

Ceniza volcánica

Las partículas de ceniza producidas en erupciones explosivas son a menudo lo suficientemente pequeñas para ser rápidamente inhaladas en lo profundo de los pulmones y las partículas más gruesas pueden alojarse en la nariz o en los ojos e irritar la piel. Según los estudios de la OMS las partículas de diámetro de 15 micras se depositan en la nariz, las de 10 micras alcanzan a llegar al árbol traqueo-bronquial y las menores de 5 micras son capaces de llegar a los alvéolos.

“La severidad e intensidad de los efectos respiratorios adversos de una explosión volcánica, dependen de varios factores: las características físico-químicas y cantidad del material expulsado; factores relacionados con el ambiente, como el estado del tiempo, la dirección de los vientos, la intensidad de las lluvias; la densidad de la población afectada; el suministro de agua y la disponibilidad de sistemas de atención médica

apropiados. Y de factores relacionados con el huésped, como son la intensidad de la exposición inmediata, la posibilidad de exposición crónica, la exposición a vegetación cubierta de polvo, que puede aumentar la susceptibilidad a la ceniza volcánica. Desde luego, factores indirectos como lesiones traumáticas provocadas por el calor y el flujo de lava, lodo y piedra y el impacto psicológico, social y económico que produce la catástrofe, pueden ser factores determinantes de la intensidad de la lesión respiratoria. El tamaño de las partículas y su composición mineral varía entre volcanes y aún entre erupciones de un mismo volcán”.⁵²

La ceniza volcánica produce un efecto irritante en las vías respiratorias, los ojos y la piel. “Para valorar los riesgos que tiene la lluvia de cenizas en la salud de personas son importantes 5 factores: el tamaño de las partículas; la frecuencia y duración de la exposición; factores adicionales

52. Noji, Eric. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Organización Panamericana de la Salud. Bogotá, 2000. p.186.

como enfermedades preexistentes de las vías respiratorias, y la presencia de sílice cristalino (SiO_2) en las cenizas".⁵³

A nivel del aparato respiratorio superior produce irritación determinando rinitis, faringitis, amigdalitis, laringitis y empeoramiento de las sinusitis. Sobre las vías aéreas inferiores sus efectos están determinados por el tamaño de las partículas respirables (diámetro menor de 10 micrómetros). Los pacientes que sufren de hiperreactividad bronquial, bronquíticos crónicos, pacientes asmáticos y los que padecen enfermedad pulmonar obstructiva crónica pueden complicarse.⁵⁴ Las partículas de ceniza volcánica con concentraciones de azufre producen estados de hiperreactividad bronquial y puede lesionar la mucosa de las vías aéreas inferiores e incluso generar alteraciones obstructivas crónicas.

El compromiso respiratorio se encuentra relacionado con la falta de difusión y acatamiento de medidas de prevención, el tipo de vivienda del área cercana al volcán y el nivel de lluvias que ayudan a precipitar las cenizas.⁵⁵ A largo plazo en comunidades persistentemente afectadas por la caída de ceniza se pueden desarrollar silicosis, la cual se asocia con altas tasas de tuberculosis tal como lo

registran las estadísticas del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, respecto a poblaciones que viven alrededor del volcán Tungurahua.

Los datos históricos de muerte por concentraciones altas de ceniza son escasos, sin embargo cuando la ceniza se mezcla con los gases, puede ocasionar la muerte, principalmente por consumo de agua contaminada con flúor. También se reportan casos de muertes relacionadas con la presencia de quemaduras extensas, necrosis de los tejidos, sepsis y bronconeumonía, como consecuencia de la aspiración de cenizas calientes.

i Los estudios de vigilancia epidemiológica con relación a las erupciones del monte Santa Helena en 1980 demostraron que de las autopsias de los 25 cuerpos recuperados, 17 ocurrieron por asfixia al inhalar cenizas y 5 por lesiones térmicas. Tres de los muertos eran leñadores en un paraje a 19 km del cráter; dos sobrevivieron al flujo pero sufrieron quemaduras de 2 y 3 grados que afectaron al 33 y 47% de la superficie corporal respectivamente. Los dos leñadores murieron después de un síndrome de

Las partículas de ceniza afectan de diferente manera al organismo: las partículas mayores se quedan en la parte externa del cuerpo, afectando a los ojos y las fosas nasales; las más pequeñas pueden llegar hasta los pulmones y provocar o activar enfermedades respiratorias.

53. Seaman, John; Leivesley, Sally; y Hogg, C. *Epidemiología de desastres naturales*. Editorial Harla. 1989. pp.144.

54. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. *Efectos en la salud por las erupciones del Tungurahua*. Boletín No.1. Febrero de 2000.

55. Valencia, Juan Felipe. Entrevista. Manizales, julio de 2004.

dificultad respiratoria del adulto inducido por la inhalación de partículas de ceniza caliente.⁵⁶

A continuación resumimos las características, el impacto y las acciones preventivas:⁵⁷

Evento eruptivo: emisión y caída de ceniza			
Tipo de afectación	Consecuencias	Impacto a la comunidad	Acciones preventivas
Respiratoria	Inhalación de ceniza fina. <10 micras de diámetro.	Asma, recrudecimiento de enfermedades pulmonares previas.	Pruebas de laboratorio para medición de partículas. Uso de mascarilla de alto rendimiento. Protección de casas y oficinas de la infiltración de ceniza.
	Inhalación de polvo de sílice (presencia de sílice, cuarzo).	Silicosis si existe una exposición fuerte y continua (años).	Análisis de laboratorio para identificar sílice. Equipo protector respiratorio.
Tóxicas	Ingestión de agua contaminada con flúor, metales pesados (aluminio, cobre, arsénico).	Malestar gastrointestinal. Puede llevar a la muerte en personas vulnerables (enfermos crónicos).	Pruebas de laboratorio que identifiquen elementos tóxicos. Evitar las aguas superficiales para beber.
	Ingestión de alimentos contaminados (como en el caso anterior), incluida la leche.		Pruebas de laboratorio que determinen si existen elementos tóxicos. Observar la salud de los animales. Análisis de laboratorio de la leche.
Oculares	Cuerpos extraños en ojos.	Conjuntivitis; desgaste de las córneas.	Gafas protectoras para exposiciones fuertes (trabajadores al aire libre).

56. Noji, Eric. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Organización Panamericana de la Salud. Bogotá, 2000.

57. Puede ampliar la información en: Organización Panamericana de la Salud. *¿Cómo prepararse y qué hacer durante la caída de ceniza volcánica?* www.paho.org/spanish/dd/ped/te_volc.htm

Evento eruptivo: emisión y caída de ceniza (continuación)			
Tipo de afectación	Consecuencias	Impacto a la comunidad	Acciones preventivas
Mecánica	Colapso y caída de techos.	Traumas.	Prevenir la acumulación de cenizas. Eliminar la ceniza con precaución.
	Accidentes de tránsito por caminos resbalosos y poca visibilidad.	Traumas, suspensión del transporte de emergencia, viajeros desamparados	Control de tránsito y asignación de refugios de emergencia.
	Interferencias en radio y televisión.	No se reciben las alertas, no funciona la transmisión por satélite.	Campañas de información pública antes de la erupción.
	Interrupción de la electricidad.	Averías en servicios públicos, sistemas de calefacción, etc.	Cubrir aisladores u organizar cuadrillas de reparación.
<p>Protección de las vías respiratorias y de los ojos: Actualmente hay mascarillas baratas, desechables y de alto rendimiento, capaces de retener partículas de tamaño micrométrico; se pueden almacenar localmente para su distribución inmediata en las comunidades después de una caída de ceniza. Se debe disponer de respiraderos de media mascarilla o de cascos de corriente de aire (respiraderos con visera y motor) y lentes de seguridad para el personal de urgencias y otras personas que trabajen al aire libre y brigadas de limpieza.</p>			

Evento eruptivo: emisión de gas			
Tipo de afectación	Consecuencias	Impacto a la comunidad	Acciones preventivas
Ambiental	Lluvia ácida	Irritación de ojos y piel; posible contaminación tóxica. El olor ácido del depósito proviene de la superficie de las partículas de cenizas y no representa un riesgo respiratorio por gases tóxicos.	Protección durante la lluvia; evitar almacenar agua pluvial para beberla, especialmente de techos metálicos, etc.



Anexos
Glosario
Bibliografía

Anexo 1

Pasos para el análisis de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y alcantarillado⁵⁸

En el análisis de la vulnerabilidad se estudia el riesgo de daño físico, operativo o administrativo que pueden tener los componentes del sistema de agua potable y saneamiento frente a una amenaza potencial. Los resultados nos permitirán contar con la información necesaria para generar acciones concretas a través de los programas de prevención y mitigación para reducir los posibles daños en los sistemas.

A continuación se resumen los pasos para llevar adelante el análisis de vulnerabilidad:

- Identificación de la organización nacional y regional, así como de la normativa legal vigente sobre emergencias y desastres.
- Descripción de la zona en estudio: ubicación, clima, estructura urbana.
- Salud pública y saneamiento, datos geológicos, geomorfológicos y topográficos.
- Desarrollo socioeconómico.
- Identificación y descripción de los elementos de cada componente del sistema.
- Identificación y descripción funcional del sistema (caudales, niveles, presiones y calidad del servicio).
- Identificación de los aspectos operativos del sistema (capacidad de los componentes, demanda, déficit o superávit).
- Identificación y descripción de los aspectos administrativos y capacidad de respuesta de la empresa en el sistema en estudio.
- Determinación de parámetros y evaluación de las amenazas, considerando su impacto sobre el sistema.
- Estimación de la vulnerabilidad a partir de la identificación y determinación de los posibles efectos del impacto de la amenaza sobre los componentes del sistema.
- Cuantificación de la capacidad útil remanente de cada componente y subsistema para operar en determinada condición, considerando cantidad, calidad y continuidad (vulnerabilidad operativa).

58. Organización Panamericana de la Salud. *Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: Guía para una respuesta eficaz*. Segunda edición. Washington D.C., 2004.

- Identificación de los componentes críticos y vulnerables del sistema, responsables de que éste no tenga capacidad para atender la demanda mínima y los lugares de abastecimiento considerados prioritarios (vulnerabilidad física).
- Estimación de la capacidad organizativa de respuesta (vulnerabilidad organizativa).
- Determinación de medidas de mitigación, preparación y emergencia para revertir el impacto de la amenaza sobre los componentes del sistema; tanto en aspectos administrativos y operativos como físicos.
- Determinación de la demanda mínima de la población de los lugares considerados prioritarios para el abastecimiento, durante y después del impacto de la amenaza.
- Preparación del informe final y los planos de vulnerabilidad. El primero se puede hacer de forma conjunta para las diferentes amenazas que se considere tengan impacto sobre el área del sistema.
- Elaboración del plan de emergencia y de los programas de prevención y mitigación.

Anexo 2

Recomendaciones generales para la producción y uso del cloro como forma de tratamiento de agua para consumo humano

El hipoclorito de sodio NaOCl es la solución más fácil de dosificar y más cómoda de utilizar en el ámbito domiciliario para desinfección del agua de consumo humano. Es un líquido que se puede obtener en concentraciones desde 0.5% hasta un 10%. En concentraciones mayores al 10% es muy inestable. La dosis recomendada para la desinfección es entre 1 y 5 mg/l. La dosis dependerá de la claridad o turbiedad del agua.

Se utilizan dosis mayores de 4mg/l para aguas turbias y muy contaminadas; sin embargo a esas concentraciones el agua tendría un sabor muy fuerte y desagradable, por lo que se recomienda que el agua turbia primero se filtre -puede utilizarse una tela- hasta conseguir una disminución suficiente de la turbiedad y luego se utilicen las dosis normales sugeridas.

Se recomienda que el nivel de cloro libre se mantenga entre 0.5 y 1mg/l para evitar un sabor desagradable del agua.

Para dosificar diversos volúmenes de recipientes empleados en los hogares utilizando concentraciones diferentes del hipoclorito podemos basarnos en la siguiente fórmula:

$$v = \frac{V \times D}{C \times 10}$$

- v: volumen de solución de hipoclorito requerido en mililitros
- V: volumen de agua a desinfectar en litros
- D: dosis a lograrse en mg/litro
- C: concentración % de cloro disponible en la solución de hipoclorito
- 10: valor constante

Ejemplo: para desinfectar 20 litros de agua (bidón) con hipoclorito de sodio al 1.2% a una dosis de 4mg/l:

$$v = \frac{20 \times 4}{1.2 \times 10} = \frac{80}{12} = 6.6 = 7\text{cc (1 tapa rosca de gaseosa)}$$

Después de la aplicación del hipoclorito, el agua debe mezclarse bien y dejarse reposar unos 30 minutos para dar tiempo suficiente para que el cloro entre en contacto con los microorganismos.

Para fines prácticos, el hipoclorito de sodio (NaOCl) líquido se lo encuentra comercialmente como blanqueador de ropa, utilizado para desinfección de agua, en concentraciones del 5.25%. Algunos productos comerciales de hipoclorito de sodio pueden contener otras sustancias no aptas para el consumo humano. Antes de su uso deberá observarse las indicaciones del fabricante en cuanto a desinfección de agua para consumo humano.

Para cloración con hipoclorito de sodio en concentración de 5.25% se utiliza una gota de NaOCl por cada litro de agua a tratar y se espera 30 minutos antes de ser utilizada para el consumo humano.

Una alternativa para la obtención de cloro in situ es mediante la electrólisis de agua y sal con equipos productores de cloro, que en su mayoría producen hipoclorito de sodio entre 0.6% al 1.2%. Para estas concentraciones se utiliza como medida práctica y de fácil uso de la comunidad una tapa rosca de cola (gaseosa) (7cc) por cada 20 litros de agua a desinfectar.

Anexo 3

Concentración teórica de cloro para desinfección

Destrucción total de bacterias y reducción en un 99,9% de virus. Ph 7 a 7,5 temperatura media de 20°C a 28°C.

Microorganismos	Tiempo de contacto (minutos)	Cloro libre disponible (ppm)	Microorganismos	Tiempo de contacto (minutos)	Cloro libre disponible (ppm)
Bacterias grampositivas			Hongos		
1. Streptococcus fecalis	2	0,5	29. Rhizopus nigracama	10	2,0
2. Staphilococcus aureus	10	0,02	30. Aspergillus oryzae	10	6,0
3. Staphilococcus saprophyticos	10	0,05	31. Aspergillus niger	10	6,0
4. Sarcina subílava	10	0,02	32. Aspergillus flavus	10	5,8
5. Sarcina aureus	10	0,05	33. Aspergillus fischeri	10	2,0
6. Bacillus subtilus	10	0,2	34. Aspergillus clavatus	10	1,4
7. Bacillus cereus var. mycoide	10	0,5	35. Penicillium citricum	10	2,0
8. Bacterium agile	10	0,5	36. Penicillium italicum	10	2,0
Bacterias gramnegativas			37. Penicillium chrysogenum	10	2,0
9. Escherichia coli	10	0,02-0,05	38. Penicillium notatum	10	2,0
10. Proteus morganii	10	0,2	39. Paecilomyces varioti	10	2,0
11. Proteus vulgaris	10	0,2	40. Fusarium Solani	10	6,0
12. Salmonella typhosa	10	0,06	41. Fusarium Oxysporum	10	6,0
13. Salmonella paratyphy	10	0,05	42. Stemphylium Botryosum	10	5,5
14. Salmonella schottmuelleri	10	0,05	Virus		
15. Salmonella typhimuriun	10	0,05	43. Polio I	30	0,21-0,30
16. Salmonella pullorum	10	0,05	44. Polio II	10	0,50-1,0
17. Salmonella choleraesuis	10	0,05	45. Polio III	2	0,11-0,20
18. Shigella dysenteriae	3	0,04-0,05	46. Coxsackie A2	3	0,44-0,58
19. Shigella paradysenteriae	3	0,04-0,05	47. Coxsackie B1	1	0,31-0,40
20. Shigella flexneri	3	0,04-0,05	48. Coxsackie B5	1	0,21-0,30
21. Vibrio cholerae	10	0,5	49. Adenovirus	1	0,20
22. Vibrio comma	10	0,5	50. Baculovirus	30	2,0-5,0
23. Vibrio anguillarun	10	0,5	Quistes		
24. Vibrio parahaemolyticus	10	0,5		10	20,0-50,0
25. Pseudomonas aeruginosas	10	1,6			
26. Pseudomonas fluorescens	10	1,6			
27. Pseudomonas sinuosa	10	1,6			
28. Pseudomonas líquida	10	1,0			

Anexo 4

Manejo de cadáveres humanos en situaciones de desastre ⁵⁹

El manejo de los fallecidos en situaciones de desastre comprende una serie de actividades como la búsqueda de los cuerpos, su localización, identificación, traslado al centro escogido como morgue, entrega a sus familiares y su disposición final siguiendo los ritos y costumbres de cada comunidad y las medidas legales o epidemiológicas que las autoridades definan.

Al ser una actividad multisectorial requiere del concurso de un equipo humano de la más diversa índole: personal de rescate, médicos legistas, fiscales, agentes del orden, personal administrativo, psicólogos, equipos de apoyo para el personal que está a cargo del manejo directo de los cuerpos, organizaciones independientes y hasta voluntarios de la comunidad.

El Estado tiene la obligación de establecer una reglamentación para el manejo del tema, cubriendo todos los aspectos mencionados y previendo la apropiación de los recursos que se consideren necesarios. El sector salud debe liderar la ‘preocupación sanitaria’ respecto al supuesto riesgo epidemiológico de los cuerpos y el apoyo emocional a los familiares de las víctimas.

Preparación de un plan para manejo masivo de cadáveres en desastres

En general, los planes para enfrentar el manejo masivo de cadáveres en situaciones de desastres deben tomar en cuenta las siguientes directrices:

1. Antes del desastre:

- a. Procesos normativos e identificación de líneas presupuestarias para el manejo del tema.
- b. Previsión de necesidades. Tener como referencia los datos básicos proporcionados por el Centro de Operaciones de Emergencia -COE- del país, que incluyan datos demográficos básicos y epidemiológicos y los datos de centros de referencia sobre catástrofes de todo tipo ocurridas en el país, o del mismo tipo en otros países.
- c. Planeación. Inclusión del tema en los planes de emergencia y contingencia, con asignación de responsables, lugares, procedimientos y dotación.

59. Puede ampliar esta información en: Organización Panamericana de la Salud. *Manejo de cadáveres en situaciones de desastre*. Washington. D.C., 2004.

- d. Subdividir los planes en unidades autosuficientes. La respuesta adecuada no suele requerir que todo el personal especializado esté familiarizado con todos los aspectos del plan.
- e. Difundir ampliamente el plan. Todos los involucrados en el manejo de los cadáveres deben conocer la existencia de este plan y estar familiarizados con él.
- f. Realizar ejercicios periódicos para poner a prueba el plan. La ausencia de una prueba real anula en gran medida la validez del mejor de los planes abstractos.
- g. Preparación. Identificación del recurso humano de las instituciones o grupos responsables. Capacitación de los grupos y dotación de los elementos e insumos básicos necesarios.
- h. Elaboración de listas de chequeo para verificación en la fase de alerta o alarma por fenómenos vulcanológicos.

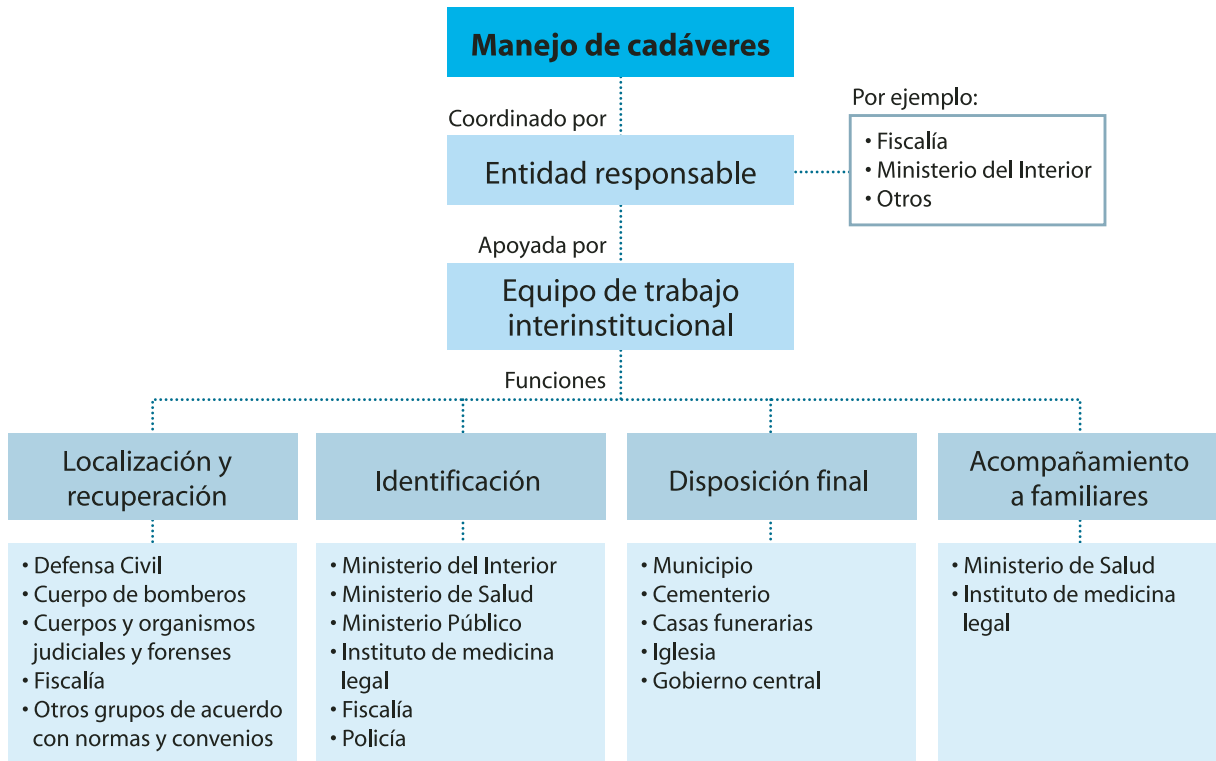
2. Durante el desastre.

- a. Acceso a recursos en el momento de la emergencia: personal para la recuperación de los muertos, contenedores refrigerados para que sirvan como morgues provisionales, espacio donde se podrían enterrar los cuerpos, fuentes de recursos extra presupuestarias.
- b. Activación del sistema de búsqueda identificación y recuperación de cadáveres.
- c. Activación de los sistemas de información y soporte emocional a los familiares.
- d. Activación de los sistemas de transporte conservación y disposición final de los cadáveres.
- e. Procesos de registro estadístico, consolidación de informes y evaluación de procesos.

3. Después del desastre.

- a. Revisión y evaluación de informes y procesos.
- b. Retroalimentación de la fase de antes del desastres con los resultados de las evaluaciones.

Organigrama administrativo para el manejo de cadáveres



Anexo 5

Cinco claves para el manejo de alimentos (Organización Mundial de la Salud)

Elija alimentos elaborados y comercializados higiénicamente

- a. Lávese las manos antes de preparar alimentos y a menudo durante la preparación.
- b. Lávese las manos después de ir al baño.
- c. Lave y desinfecte todas las superficies y equipos usados en la preparación de alimentos. Proteja los alimentos y las áreas de cocina de insectos, mascotas y de otros animales; guarde los alimentos en recipientes cerrados.

¿Por qué? En la tierra, el agua, los animales y la gente se encuentran microorganismos peligrosos que causan enfermedades originadas en los alimentos. Ellos son llevados de una parte a otra por las manos, los utensilios, ropa, trapos de limpieza, esponjas y cualquier otro elemento que no ha sido adecuadamente lavado y un contacto leve puede contaminar los alimentos.

Separe alimentos crudos y cocinados

- a. Separe siempre los alimentos crudos de los cocinados y de los listos para comer.
- b. Use equipos y utensilios diferentes, como cuchillas o tablas de cortar, para manipular carne, pollo y pescado y otros alimentos crudos.
- c. Conserve los alimentos en recipientes separados para evitar el contacto entre crudos y cocidos.

¿Por qué? Los alimentos crudos, especialmente carne, pollo y pescado y sus jugos, pueden estar contaminados con microorganismos peligrosos que pueden transferirse a otros alimentos, tales como comidas cocinadas o listas para comer, durante la preparación de los alimentos o mientras se conserven.

Cocine completamente

- a. Cocine completamente los alimentos, especialmente carne, pollo, huevos y pescado.

- b. Hierva los alimentos como sopas y guisos para asegurarse que ellos alcanzaron 70°C. Para carnes rojas y pollos cuide que los jugos sean claros y no rosados.
- c. Recaliente completamente la comida cocinada

¿Por qué? La correcta cocción mata casi todos los microorganismos peligrosos. Los estudios enseñan que cocinar el alimento de tal manera que todas las partes alcancen 70°C garantiza la inocuidad de estos alimentos para el consumo. Existen alimentos, como trozos grandes de carne, pollos enteros o carne molida, que requieren especial control de la cocción. El recalentamiento adecuado mata los microorganismos que puedan haberse desarrollado durante la conservación de los alimentos.

Mantenga los alimentos a temperaturas seguras.

- a. No deje alimentos cocidos a temperatura ambiente por más de 2 horas.
- b. Refrigere lo más pronto posible los alimentos cocinados y los perecibles (preferiblemente bajo los 5°C).
- c. Mantenga la comida caliente (arriba de los 60°C).
- d. No guarde comida por mucho tiempo, aunque sea en la nevera. Los alimentos listos para comer destinados a los niños no deben guardarse.
- e. No descongele los alimentos a temperatura ambiente.

¿Por qué? Algunos microorganismos pueden multiplicarse muy rápidamente si el alimento es conservado a temperatura ambiente, pues necesitan alimento, humedad, temperatura y tiempo para reproducirse. Bajo los 5°C o arriba de los 60°C el crecimiento microbiano se hace más lento o se detiene. Algunos microorganismos patogénicos pueden todavía crecer en temperaturas bajo los 5°C.

Use agua y materias primas seguras.

- a. Use agua tratada para que sea segura.
- b. Seleccione alimentos sanos y frescos.

- c. Para su inocuidad elija alimentos ya procesados, tales como leche pasteurizada.
- d. Lave las frutas y las hortalizas, especialmente si se comen crudas.
- e. No utilice alimentos después de la fecha de vencimiento.

¿Por qué? Las materias primas, incluyendo el agua, pueden contener no solo microorganismos sino también químicos dañinos. Es necesario tener cuidado en la selección de los productos crudos y tomar medidas de prevención que reducen el peligro como lavarlos y pelarlos.

Glosario

Acuífero, manto: formación o estructura geológica de rocas, grava y arena, situada encima de una capa impermeable que posee la capacidad de almacenar agua que fluye en su interior.

Agua potable: apta para el consumo humano, incolora e inodora, oxigenada, libre de bacterias patógenas y de compuestos de nitrógeno y de un grado de dureza inferior a 30. Los límites bacteriológicos que determinan la potabilidad del agua son los siguientes: dos organismos coliformes por cada cien mil, no contener partículas fecales en suspensión. Las características organolépticas deberán ser: PH de 6.9 a 8.5; turbiedad: hasta 10 unidades en la escala de sílice, o su equivalente en otro método.

Alarma: sistema sonoro o visual que permite notificar a la comunidad la presencia de un riesgo que pone en grave peligro sus vidas. Al activarse la alarma, las personas involucradas toman las medidas preventivas necesarias de acuerdo a una preparación preestablecida.

Albergue: vivienda o alojamiento temporal para las víctimas de un desastre.

Alerta: es el estado generado por la declaración formal de la presentación cercana o inminente de un evento. No solo se divulga la proximidad del desastre, sino que se determinan las acciones que deben realizar, tanto las instituciones como la población.

Amenaza: peligro latente asociado con un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente. La amenaza se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un periodo de tiempo determinado.

Atención prehospitalaria (APH): comprende todas las acciones de rescate, salvamento y atención médica que se brinda a una persona o grupo de personas, en el sitio de la emergencia y durante su transporte hacia el centro asistencial de recepción, o cuando es remitido de un centro asistencial a otro.

Contaminante: toda materia, sustancia, o sus combinaciones, compuestos o derivados químicos y biológicos, (humos, gases, polvos, cenizas, bacterias, residuos, desperdicios y cualquier otro elemento), así como toda forma de energía (calor, radiactividad, ruido), que al entrar en contacto con el aire,

el agua, el suelo o los alimentos, altera o modifica su composición y condiciona el equilibrio de su estado normal.

Contingencia: evento que puede suceder o no suceder para el cual debemos estar preparados.

Damnificado: persona afectada que ha sufrido pérdidas de sus propiedades o bienes, incluso su vivienda; requiere asistencia social, económica y trabajo temporal para garantizar su bienestar y subsistencia.

Desastre: alteración intensa en las personas, el medio ambiente que las rodea o sus bienes, generado por causas naturales, tecnológicas o por el hombre y que ocasiona un incremento en la demanda de atención médica de emergencia, excediendo su capacidad de respuesta.

Los desastres son la materialización de unas condiciones de riesgo existentes, las cuales dependen no solo de la posibilidad de que se presenten eventos o fenómenos intensos, sino también de que existan condiciones de vulnerabilidad que son los agentes que favorecen o facilitan la manifestación del desastre ante la presencia de los fenómenos.

Ecosistema: unidad espacial definida por un complejo de componentes y procesos físicos y bióticos que interactúan en forma interdependiente y que han creado flujos de energía característicos y ciclos o movilización de materiales.

Emergencia: toda situación generada por la ocurrencia real o inminente de un evento adverso, que requiere de una movilización de recursos, sin exceder la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

Evacuación: es el conjunto integral de acciones tendientes a desplazar personas de una zona de mayor amenaza a otra de menor peligro.

Gestión ambiental: administración integrada del ambiente con criterio de equidad para lograr el bienestar y desarrollo armónico del ser humano, de forma tal que se mejore la calidad de vida y se mantenga la disponibilidad de los recursos, sin agotar o deteriorar los renovables ni dilapidar los no renovables, en beneficio de las presentes y futuras generaciones.

Impacto ambiental: modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. El impacto ambiental puede ser provocado por un evento adverso que imposibilita el uso, deteriora o destruye bienes y servicios necesarios para la calidad de vida del ser humano.

Líneas vitales: infraestructura básica o esencial. Energía: presas, subestaciones, líneas de fluido eléctrico, plantas de almacenamiento de combustibles, oleoductos, gasoductos. Transporte: redes viales, puentes, terminales de transporte, aeropuertos, puertos fluviales y marítimos. Agua: plantas de tratamiento, acueductos, alcantarillados, canales de irrigación y conducción. Comunicaciones: redes y plantas telefónicas, estaciones de radio y televisión, oficinas de correo e información pública.

Logística: actividades operacionales relacionadas con provisiones, manejo, transporte y la distribución de materiales; también aplicable al transporte de personas.

Mapa de amenaza: descripción topográfica de escala variable, al cual se le agrega la señalización de un tipo específico de peligro, diferenciando las probabilidades alta, media y baja de ocurrencia de un desastre.

Mitigación: es el conjunto de acciones dirigidas a reducir los efectos generados por la presentación de un evento. Busca implementar acciones que disminuyan la magnitud del evento y, por ende, disminuir al máximo los daños.

Monitoreo: sistema que permite la observación, medición y evaluación continua del progreso de un proceso o fenómeno a la vista, para tomar medidas correctivas. El monitoreo puede ser sismológico, vulcanológico, hidrometeorológico, radiológico, etc.

Niveles de atención: clasificación de las instituciones de salud en virtud de la complejidad de la institución (tipo de servicios prestados).

Partes por millón (ppm): unidad de medida comúnmente usada para expresar el rango de contaminación, como en los máximos de contaminantes permisibles establecidos para el agua, suelo y aire.

Plan de contingencia: componente del plan hospitalario de desastres que contiene los procedimientos para la pronta respuesta en caso de presentarse un evento específico.

Plan de emergencia: definición de políticas, organización y métodos, que indican la manera de enfrentar una situación de emergencia o desastre, en lo general y en lo particular, en sus distintas fases.

Plan hospitalario de desastres (PHD): conjunto de políticas, estrategias, métodos e instrumentos, que orientan la preparación de una institución prestadora de servicios de salud para enfrentar una situación de emergencia o desastre en sus distintas etapas.

Preparación: es el conjunto de medidas y acciones encaminadas a reducir al mínimo la pérdida de vidas humanas y otros daños. Comprende actividades tales como la elaboración de planes para la búsqueda, el rescate, el socorro y la asistencia de las víctimas, así como el desarrollo de planes de contingencia o de procedimientos según la naturaleza del riesgo y su grado de afectación.

Prevención: comprende las acciones dirigidas a eliminar el riesgo, ya sea evitando la presentación del evento o impidiendo los daños.

Reconstrucción: es el proceso mediante el cual se repara la infraestructura, se restaura el sistema de producción y se recupera el patrón de vida de los pobladores.

Recuperación: proceso de restablecimiento de las condiciones de vida normales de una comunidad afectada por un desastre.

Red hospitalaria: sistema compuesto por centros asistenciales de diferente nivel de complejidad de atención, con mecanismos de interacción definidos, donde el principio de complementariedad regula las relaciones.

Reducción del riesgo: actividades dirigidas a eliminar el riesgo o a disminuirlo, en un esfuerzo claro y explícito por evitar la presentación de desastres.

Rehabilitación: comprende el período de transición que se inicia al final de la respuesta, en el que se restablecen, a corto plazo, los servicios básicos indispensables.

Relleno sanitario: método de ingeniería sanitaria para la disposición final de desechos sólidos en terrenos propios para el efecto, protegiendo el medio de la contaminación por malos olores, arras-

tre por vientos, plagas de moscas y ratas. Consiste en depositar los desechos sólidos en capas delgadas, compactarlos al menor volumen posible y cubrirlos con una capa de tierra.

Residuos peligrosos: todo tipo de residuo que por sus características o composición son infecciosos, combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radiactivos, volátiles, corrosivos y/o tóxicos; así mismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Residuos no peligrosos: productos inertes que no representan ningún riesgo para la salud y/o para el ambiente.

Respuesta: comprende las acciones llevadas a cabo ante un evento adverso y que tienen por objeto salvar vidas, reducir el sufrimiento humano y disminuir las pérdidas en la propiedad.

Riesgo: es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Salud pública: ciencia y arte de prevenir, prolongar la vida, fomentar la salud y la eficiencia física y mental, mediante esfuerzos organizados de la comunidad para sanear el medio ambiente, controlar las enfermedades, las lesiones, educar al individuo, organizar los servicios para el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, así como desarrollar la maquinaria social que le asegura a cada miembro de la comunidad un nivel de vida adecuado para el mantenimiento de la salud.

Sistemas de referencia y contrarreferencia: conjunto de normas, protocolos y procedimientos ordenados a fin de orientar la atención y remisión de pacientes entre los diferentes niveles de atención. Este aspecto pretende racionalizar al máximo los recursos disponibles bajo parámetros de eficiencia, efectividad y oportuna atención de la salud

Víctima: persona afectada que ha sufrido daño en su salud e integridad física o mental ante los efectos directos e indirectos del evento.

Vulnerabilidad: es la susceptibilidad o la predisposición intrínseca de un elemento o de un sistema de ser afectado gravemente. Es el factor interno del riesgo, debido a que esta situación depende de

la actividad humana. La vulnerabilidad no es general, sino que debe entenderse en función de cada tipo de amenaza.

Las condiciones de vulnerabilidad son los agentes que favorecen o facilitan la manifestación del desastre ante la presencia de los fenómenos.

Zoonosis: denominación genérica de las enfermedades infecciosas de los animales que pueden ser transmisibles al ser humano.

Bibliografía

Capítulo 1

Impacto de la actividad volcánica en la salud ambiental

- García, Fabio. *La actividad volcánica y el medio ambiente*. En: II Simposio Internacional de Geoquímica Ambiental en Países Tropicales.
- Organización Panamericana de la Salud. *Efecto de la erupción del volcán Reventador (2002) en los sistemas de agua y alcantarillado*. Serie Salud ambiental y desastres, No.4. OPS-CEPIS. Lima, Perú, 2003.
- Organización Panamericana de la Salud. *Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: guía para una respuesta eficaz*. Washington D.C., 2001.
- Organización Panamericana de la Salud. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Washington D.C., 2000.
- Organización Panamericana de la Salud. *Salud ambiental con posterioridad a los desastres naturales*. Publicación científica N° 430. Washington D.C., 1982.
- Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Centro de Formación Ambiental. *Ecología de un desastre*. Gonzalo Palomino Ortiz, Editor. Regional Tolima. 1986.

Capítulo 2

Medidas de protección de la salud ambiental

- Cruz Roja Colombiana. *Programa de preparativos hospitalarios para desastres*. Bogotá, Colombia, 2003.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador / Organización Panamericana de la Salud. *Manual de producción de hipoclorito de sodio para desinfección de agua a nivel domiciliario*. II edición. Ecuador, 2002.
- Organización Panamericana de la Salud. *Manual de evaluación de daños y necesidades en salud para situaciones de desastre*. Ecuador, agosto de 2004.
- Organización Panamericana de la Salud. *Manejo de cadáveres en situaciones de desastre*. Washington D.C., 2004.
- Organización Panamericana de la Salud. *Efecto de la erupción del volcán Reventador en los sistemas de agua y alcantarillado*. Perú, 2003.
- Organización Panamericana de la Salud. *Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre*. Washington D.C., 2003.

- Organización Panamericana de la Salud. *Agua y saneamiento: opciones prácticas para vivir mejor*. Cuarta edición. Colombia, 2002.
- Organización Panamericana de la Salud. *Los desastres naturales y la protección de la salud*. Washington D.C., 2000.
- Organización Panamericana de la Salud. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Washington D.C., 2000.
- Organización Panamericana de la Salud. *Salud ambiental con posterioridad a los desastres naturales*. Publicación científica N° 430. Washington D.C., 1982.
- Scott R., Lillibridge. Manejo de los aspectos de salud ambiental en los desastres: agua, excretas humana y albergues. En: *Impacto de los desastres en la salud pública*. OPS. 2000.
- Solsona, F. *Manual de desinfección del agua*. CEPIS-OPS/OMS. Lima, 2002.
- Valencia R., Diego. Guía para el aseguramiento de la inocuidad de alimentos en emergencias y desastres. En: *Revista Médica de Risaralda*. Mayo de 2001.
- El Proyecto Esfera, carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre. <http://www.sphereproject.org>
- EvyCareli. Finca orgánica en Ambato, Ecuador. www.evycareli.com/organic_s.html

Capítulo 3

Contaminación atmosférica por emisiones volcánicas

- Efecto sobre la función pulmonar en personas expuestas a cenizas del volcán Popocatépetl. En: *Revista Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de México*. Volumen 8, Número 2. Abril-junio de 1995.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. *Efectos en la salud por las erupciones del Tungurahua*. Boletín No.1. Febrero de 2000.
- Noji, Eric K. *Impacto de los desastres en la salud pública*. Organización Panamericana de la Salud. Bogotá. 2000.
- Organización Panamericana de la Salud. *Erupciones volcánicas y protección de la salud*. Quito, Ecuador, 2000.
- Organización Panamericana de la Salud. *¿Cómo prepararse y qué hacer durante la caída de ceniza volcánica?* www.paho.org/spanish/dd/ped/te_volc.htm

- Seaman, John; Leivesly, Sally; y Hogg, C. *Epidemiología de desastres naturales*. Editorial Harla. 1989.
 - Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Menlo Park, California, U.S.
<http://volcanoes.usgs.gov/hazards/what/VolGas/volgas.html>
 - www.united.edu/tratado/c100802.html
-
- Valencia, Juan Felipe. Entrevista. Manizales. Julio de 2004.