

## EFFECTOS DE LA CENIZA VOLCÁNICA SOBRE ESTRUCTURAS

Mario Esquivel Monge

Asistente de Ingeniería

Programa de Ingeniería Estructural

Ing. Rolando Castillo Barahona. PhD

Coordinador, Programa de Ingeniería Estructural

Correo electrónico: [rolando.castillo@ucr.ac.cr](mailto:rolando.castillo@ucr.ac.cr)

A propósito de las recientes erupciones del volcán Turrialba ocurridas entre marzo y mayo del 2015, (Ver figura 1), el Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR desea dar a conocer cuáles son los posibles efectos que la ceniza volcánica puede tener sobre edificaciones como casas de habitación, locales comerciales y naves industriales, entre otras. Adicionalmente se brindan algunas recomendaciones sobre la correcta manipulación y disposición de la ceniza depositada.

Cuando un volcán hace erupción, este lanza una variada gama de materiales al aire. Los fragmentos más grandes de material (entre 0.1 a 10 m de diámetro), raramente alcanzarán más de 2 km de distancia desde el cráter. Sin embargo, el material fino conocido como ceniza (menor a 2 mm de diámetro) puede ser arrastrado por corrientes de aire localizadas justo encima de la columna de erupción del volcán y luego se deposita sobre la superficie terrestre por corrientes de aire descendientes. (GNS Science, 2012).

La ceniza consta de partículas de orden milimétrico y microscópico, derivadas del vidrio, roca y cristal volcánico. Dichas partículas generalmente tienen bordes afilados, lo cual torna a la ceniza en un material abrasivo. (GNS Science, 2012). La ceniza volcánica seca tiene una densidad de 400-700 kg/m<sup>3</sup>, al humedecerse con agua de lluvia, su densidad se puede incrementar entre un 50% a un 100%. (USGS, 2010).

### DAÑOS PROVOCADOS POR LA CENIZA EXPULSADA POR UN VOLCÁN EN ERUPCIÓN

Los daños que provoca la ceniza sobre estructuras varían en función de sus propiedades fisicoquímicas y las características



Figura 1. El OVSICORI observa la erupción del volcán Turrialba

Fuente: [www.ovsicori.una.ac.cr](http://www.ovsicori.una.ac.cr), 2015

de los elementos sobre los cuales se acumula, como se explica a continuación.

Por ejemplo, las partículas de ceniza son un material abrasivo debido a su alta densidad [hasta 3.2 g/cm<sup>3</sup>, (USGS, 2009)], su gran dureza [alrededor de 5 en la escala de Mohs (USGS, 2009)] y debido al alto grado de angulosidad que presenta (USGS, 2010). Además, la condensación de gases ácidos y sales disueltas sobre las partículas de ceniza (USGS, 2009) le confieren capacidad para conducir corriente eléctrica y la convierten en una sustancia ácida. La ceniza con estas características y en contacto con elementos metálicos tales como láminas, canoas y accesorios de techo, columnas y vigas, entre otros, puede inducir la corrosión.

La acumulación de ceniza sobre techos genera una sobrecarga que podría producir el colapso del mismo (ver figura 2), resultando en daños económicos y muertes. (USGS, 2010). Por ejemplo, una capa de ceniza seca de 10 cm de espesor representará una carga extra de 40-70 kg/m<sup>2</sup> (CIGERCC, 2012), pero si la ceniza está húmeda los 10 cm de espesor representarán una carga de 100-125 kg/m<sup>2</sup>. (CIGERCC, 2012).

La geometría de techos, aleros u otros elementos similares también predispone en mayor o menor grado a colapsos de tales estructuras. Techos con luces largas, como almacenes y naves industriales, son más propensos al colapso, que techos con luces cortos, como son las casas pequeñas (ver figura 3) (USGS, 2010). Así mismo, elementos ubicados en techos con una geometría particular (por ejemplo: un tanque de agua) podrían facilitar la acumulación de ceniza induciendo con ello cargas puntuales que potencian la falla del techo (USGS, 2010).

La ceniza también puede provocar obstrucción, inhabilitación y daño de sistemas sanitarios, potables, tuberías, canoas, esto debido a que la ceniza mojada puede endurecerse y formar con ello un conglomerado difícil de eliminar. (GNS Science, 2012), Además si la ceniza penetra al interior del edificio, puede hacer fallar los sistemas de aire acondicionado y ventilación.

Otra serie de riesgos importantes de mencionar son los efectos indirectos que provoca la caída de ceniza.

Por ejemplo, la ceniza volcánica depositada en calles y caminos puede tornarse resbalosa (CIGERCC, 2012). Adicionalmente la ceniza reduce la visibilidad (ver figura 4). Ambas situaciones facilitarían los accidentes de tránsito, por ejemplo, choque entre vehículos, choques de vehículos contra barandas, muros, alcantarillas y más. La ceniza también puede penetrar los motores y otros sistemas internos de vehículos causando con ello su falla gradual o repentina. (GNS Science, 2012).

Debido a las propiedades químicas de la ceniza mencionadas anteriormente, ésta puede provocar incendios por corto circuito en el sistemas eléctricos producto de la naturaleza conductiva de la ceniza húmeda. (GNS Science, 2012).



Figura 2. El colapso de techos por el peso de la ceniza durante la erupción del volcán Pinatubo, Filipinas, 1991, provocando la muerte de 300 personas  
Fuente: (USGS, 2010)

También puede provocar la caída de árboles cargados de ceniza sobre casas, bodegas, locales comerciales, edificios públicos y cualquier otro tipo de estructura. (GNS Science, 2012).



Figura 3. Techos de luz corta son menos propensos al fallo por acumulación de ceniza. Se muestra una casa de habitación, que no colapsó, por acumulaciones de ceniza por la explosión del volcán Pinatubo, Filipinas, 1991  
Fuente: (USGS, 2010)



Figura 4. La erupción del volcán Turrialba llenó de ceniza varios puntos del Valle Central, provocando una disminución de la visibilidad  
Fuente: Melissa Fernández para www.teletica.com, 2015

## RECOMENDACIONES PARA REMOVER LA CENIZA DEPOSITADA SOBRE ESTRUCTURAS (USGS, 2010)

En la medida de lo posible se deben tomar acciones preventivas para minimizar los posibles daños ocasionados por la caída de ceniza. Si se esperan precipitaciones de ceniza, selle/cierre los sistemas mecánicos, como ductos de aire y AC. (USGS, 2010).

Coloque paños húmedos en marcos de puertas y ventanas con el fin de minimizar la entrada de ceniza al interior de su edificio o casa. (CNE, 2013). Además cubra las superficies metálicas como vigas, techos, columnas, cerramientos, puertas, antenas, pararrayos y receptores. Para este fin se puede usar bolsas y envoltura plástica. (USGS, 2010).

Para realizar labores de remoción de la ceniza, se recomienda usar máscara o tela humedecida cubriendo la boca y la nariz, arnés de vida, ropa reflectiva, guantes, lentes, escalera, y atiende prácticas correctas de salud ocupacional y seguridad (MARN, 2014). Idealmente, remueva la ceniza antes de que llueva, y en primer lugar limpie y selle las canoas, tapas de pozos, cajas de registro, máquinas, y cualquier otro elemento eléctrico y mecánico. Incluso meses después de la caída de ceniza, tuberías, ductos de aire, filtros y otros, requerirán una revisión periódica. (FEMA, 1980, citado por USGS, 2010).

Para evitar levantar nubes de polvo al remover la ceniza, humedézcala ligeramente (no use grandes cantidades de agua). Puede usar detergente suave y esponja para remover ceniza en áreas de losas, columnas y otros elementos estructurales. No use cantidades excesivas de líquido. Remueva la ceniza manualmente con escoba, una pala pequeña o las manos, además prevenga daños innecesarios a las cubiertas de techos usando técnicas acordes como acostarse, colocar y caminar sobre láminas de material ligero, usar calzado no abrasivo, no acumular ceniza en ningún punto del techo. Una vez que haya removido la mayoría de ceniza del techo y otras estructuras, puede usar agua a baja presión para eliminar residuos finales de ceniza de techos y otras estructuras, similar al método mostrado en figura 5.

En interiores de casas y edificios, use aspiradores para remover ceniza. No usar bombas de aire para soplar la ceniza, ni escobas, lo cual solo mueve la ceniza de un lado a otro. (FEMA, 1980, citado por USGS, 2010).

## DISPOSICIÓN DE LA CENIZA VOLCÁNICA

La ceniza volcánica no debe ser mezclada con los desechos tradicionales caseros, ya que puede causar daños a los vehículos de recolección y daños ambientales imprevistos en los botaderos comunales. (USGS, 2010). Tampoco deposite la ceniza en los sistemas de desecho de agua (inodoros, cloacas, canoas, alcantarillas) a menos que esto sea indicado por las autoridades responsable, esto con el fin de evitar que las tuberías se obstruyan. Sólo pequeñas cantidades de ceniza recolectada pueden ser depositadas en jardines o cultivos (la ceniza contiene nutrientes para el suelo). (CIGERCC, 2012).

La limpieza rápida y restablecer el funcionamiento normal de los edificios, ya sean públicos, casas, comerciales, pueden



Figura 5. En exteriores, es recomendable remover los residuos finales de ceniza usando agua a presión controlada

Fuente: [www.chimneysaver.com](http://www.chimneysaver.com), 2015

mejorar significativamente la moral pública y la confianza después de una lluvia de cenizas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CIGERCC. (2012). Centro de Monitoreo Vulcanológico y Sismológico. Recuperado el 17 de marzo de 2015, de <http://www.cmv.s.chiapas.gob.mx/cenizas>. CNE. (2013). Gestión Preventiva. Recuperado el 5 de 5 de 2015, de <http://www.cne.go.cr/index.php/gestireventiva-la-instituci40/36-educacion-y-asesoria/83-erupcion>
2. docsetools.com. (s.f.). [www.docsetools.com](http://www.docsetools.com). Recuperado el 20 de marzo de 2015, de [http://docsetools.com/articulos-utiles/article\\_105784.html](http://docsetools.com/articulos-utiles/article_105784.html)
3. GNS Science. (2012). <http://www.gns.cri.nz/>. Recuperado el 19 de marzo de 2015, de <http://www.gns.cri.nz/Home/Learning/Science-Topics/Volcanoes/Volcanic-Hazards/Ash-fall>
4. MARN. (2014). Recomendaciones para realizar limpieza de ceniza en viviendas, centros escolares, unidades de salud u otra infraestructura afectada por la erupción del Volcán Chaparrastique, San Miguel. Recuperado el 12 de 5 de 2015, de <http://www.marn.gob.sv/phocadownload/GUIA-institucional-limpieza-cenizas.pdf>
5. USGS. (2009). Ash properties & dispersal by wind. Recuperado el 5 de 5 de 2015, de <http://volcanoes.usgs.gov/ash/properties.html>
6. USGS. (2010). USGS Volcano Hazards Program Site. Recuperado el 17 de marzo de 2015, de <http://volcanoes.usgs.gov/ash/build/>