

# Volcán Popocatépetl: riesgo a la salud por ceniza volcánica

García-Campos Elsa Esther.

Licenciada en Nutrición, Maestra en Ciencia Ambientales y Analista Especializado de la Dirección de Proyectos de Salud Pública, CEVECE.

El nombre de Popocatépetl viene del náhuatl popocha que significa humear, y tépetl que significa cerro<sup>1</sup>.

Ubicado entre los Estados de Morelos y Puebla a 45 kilómetros y el Estado de México a 55 kilómetros. Al sur de la Sierra Volcánica Transversal que constituye la espina dorsal del Altiplano Mexicano. En el Estado de México colinda con los municipios: Tlamanalco, Amecameca, Atlautla y Ecatzingo. Con el Estado de Morelos colinda específicamente con el Municipio de Tetela del Volcán. Por la parte de Puebla colinda con Huejotzingo, San Salvador el Verde, Domingo Arenas, San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco<sup>2</sup>.

## Características del Popocatépetl:

**Altura:** 5 500 msnm<sup>3</sup>

**Localización:** 19.02° N, 98.62° W

**Tipo:** Estratovolcán Andesítico-Dacítico

**Diámetro mayor del cráter:** 900m

**Profundidad del cráter:** 150m (desde labio inferior)

**Área del edificio volcánico:** 500 km<sup>2</sup> Estados de Puebla, México y Morelos<sup>4</sup>.

**Imagen 1.** CENAPRED. Disponible en:

<http://www.cenapred.gob.mx/cgi-bin/popo/album/ult16.cgi>



La actividad del volcán Popocatépetl se monitorea y sus registros de actividad son desde diciembre de 1994 por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y la UNAM, se ha distinguido por tener actividad volcánica

desde hace más de 17 años con emanaciones de vapores, avalanchas de roca caliente y detonaciones, acompañadas por emisiones de ceniza, ocasionando un riesgo para la salud de los municipios que colindan o poblados que se encuentran alrededor de esta majestuosa estructura geológica.

Aunque los registros por CENAPRED y la UNAM se encuentran desde 1994, esta actividad volcánica se ha presentado desde la prehistoria, en base a un análisis morfológico de este volcán, realizado en 2006 y que ahora forma parte del libro "Historia de la Actividad del volcán Popocatépetl, 17 años de erupciones", el cual relata fechas significativas desde sus principios, después de Cristo y en la actualidad<sup>5</sup>.

**Imagen 2.** Erupción del Popocatépetl en 1509, Códice Telleriano Remensis Tomado del Libro "Historia de la Actividad del volcán Popocatépetl", 2012. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/publicaciones/2012/publicacionesVolcan/historiaActividadPopocatepetl.pdf>



Hablar de riesgos en la salud por ceniza volcánica, es recordar primero las características y los compuestos químicos de estas, como es bien sabido, la ceniza volcánica se forma a partir de detonaciones o explosiones y son finas partículas de fragmentos de roca caliente, tipo arenilla, polvo o talco, ya sea de color gris o negro que exhala el volcán cuando hay actividad.

Una ceniza es abrasiva y corrosiva<sup>6</sup>, en estudios que han realizado en México, Estados Unidos y Argentina, se concreta que una ceniza mide menos de 2mm y su composición química corresponde al tipo de magma de cada volcán, por lo que varían de un volcán a otro, se han analizado y registrado elementos químicos como: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (óxido de aluminio), FeO (óxido ferroso), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (óxido férrico), CaO (óxido de calcio), Na<sub>2</sub>O (óxido de sodio), MgO (óxido de magnesio), K<sub>2</sub>O (óxido de potasio), TiO<sub>2</sub> (dióxido de titanio), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (pentóxido de fósforo), H<sub>2</sub>O (agua), CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), Hf (hafnio), HCl (ácido clorhídrico), H<sub>2</sub> (hidrógeno), S<sub>2</sub>



Inteligencia Epidemiológica 2012;1:37-40.

(sulfuro),  $H_2S$  (sulfuro de hidrógeno),  $CO$  (monóxido de carbono),  $SiO_2$  (óxido de silicio) y  $SiF_4$  (tetra fluoruro de silicio), además de que la variación temporal de  $CO_2/SO_2$  y  $HC_4/SO_2$ , además de Sílice, son los que pueden deducir los cambios del sistema magmático de los volcanes<sup>7,8,9</sup>. El Instituto de Geofísica de la UNAM ha analizado las cenizas provenientes del volcán Popocatepetl donde se encontró una fracción cristalina compuesta por piroxeno, óxido de sílice, cuarzo y roca midiendo las partículas menos de 38mm de diámetro<sup>10</sup>.

En otro estudio realizado en el Ecuador al analizar las características físico-químicas de cenizas de volcán, encontraron lo siguiente<sup>11</sup>:

Dureza	Varía entre 2 a 7 en escala de Mohs. Pero el polvo se puede tomar como 5.5 de dureza, correspondiente al vidrio volcánico.	<table border="1"> <tr><td>Dureza Mineral</td></tr> <tr><td>1. Talco</td></tr> <tr><td>2. Yeso</td></tr> <tr><td>3. Calcita</td></tr> <tr><td>4. Fluorita</td></tr> <tr><td>5. Apatita</td></tr> <tr><td>6. Plagioclasa</td></tr> <tr><td>7. Cuarzo</td></tr> <tr><td>8. Topacio</td></tr> <tr><td>9. Corindón</td></tr> <tr><td>10. Diamante</td></tr> </table>	Dureza Mineral	1. Talco	2. Yeso	3. Calcita	4. Fluorita	5. Apatita	6. Plagioclasa	7. Cuarzo	8. Topacio	9. Corindón	10. Diamante
Dureza Mineral													
1. Talco													
2. Yeso													
3. Calcita													
4. Fluorita													
5. Apatita													
6. Plagioclasa													
7. Cuarzo													
8. Topacio													
9. Corindón													
10. Diamante													
Densidad	Puede variar entre 0.5 y 6 g/m <sup>3</sup> dependiendo de la compactación y de la cantidad de agua, una capa de polvo de un cm de espesor, puede ejercer un peso de 20kg/m <sup>3</sup>												
Características Físicas	Áspero, ácido, arenoso, vidrioso y de mal olor.												
Características Químicas	<p>61.5% <math>SiO_2</math> 18.22% <math>Al_2O_3</math> 6.59% <math>Fe_2O_3</math> 5.38% <math>CaO</math> 4.08% <math>Na_2O</math> 2.28% <math>MgO</math> 2.21% <math>K_2O</math></p>												

**Fuente:** OPS/OMS efectos del volcán reventador 2002. Características del polvo volcánico. Disponible en: <http://helid.digicollection.org/en/d/Js8247s/11.html#Js8247s.11>

Como ya se había comentado, el compuesto de cada ceniza depende del lugar de origen expulsada por el volcán dentro del cráter, la zona geográfica, el magma que lo compone, la época del año, el tiempo de caída, la potencia de la expulsión, la temperatura, la humedad de la zona y sobretodo la cantidad de agua con la que se encuentre en el momento de impactar (enfriamiento).

Estos elementos químicos en su mayoría son tóxicos para el organismo humano, ya que la exposición prolongada baja o moderada puede ocasionar riesgos de salud principalmente en las vías respiratorias, sistema pulmonar, piel, ojos, garganta o tracto gastrointestinal.

En el siguiente cuadro se resumen los efectos a la salud por elemento químico, según registros en hojas de seguridad elaboradas a nivel Internacional por Department of Health and Senior Services. 2007, 2011, Instituto de Seguridad e Higiene en el trabajo 1994, 1997 y Reglamento de la Comisión Europea (CE) de productos tóxicos 2010.

ELEMENTO QUIMICO	IDENTIFICACIÓN DE RIESGO A LA SALUD	VIA DE ENTRADA	LIMITE DE EXPOSICIÓN (Horas)
$Al_2O_3$ (óxido de aluminio)	Tos, puede irritar la nariz, garganta y ojos, causando tos, respiración silbante o falta de aire. La exposición repetida puede llevar a daño pulmonar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhalación</li> <li>Ojos</li> <li>Piel</li> </ul>	5 Mg/m <sup>3</sup> (como polvo respirable) 8 horas
FeO (óxido ferroso) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (óxido férrico)	Puede ocasionar eliminación de la grasa de la piel causando dermatitis no alérgica, irritación en los ojos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhalación</li> <li>Ojos</li> <li>Piel</li> <li>Ingestión</li> </ul>	No se tienen datos de exposición para su toxicidad humana



CaO (óxido de calcio)	La sustancia es corrosiva a los ojos, piel y tracto respiratorio, sensación de quemazón en nariz y garganta, tos, respiración con dificultad, enrojecimiento de piel, quemaduras cutáneas, sensación de quemazón en la piel, en contacto prolongado o repetido de la piel, puede producir, dermatitis, ulceración o perforación del tabique nasal, visión borrosa, dolor y enrojecimiento de ojos, dolor abdominal, sensación de quemazón en la boca, garganta y esófago, diarrea, vómitos y colapso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> <li>•Ojos</li> <li>•Piel</li> <li>•Ingestión</li> </ul>	2ml/m <sup>3</sup> en fracción inhalable en 8 horas
MgO (óxido de magnesio)	Irritación y en exposición prolongada los pulmones son afectados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> <li>•Ojos</li> </ul>	10Mg/m <sup>3</sup> en fracción inhalable en 8 horas
TiO <sub>2</sub> (dióxido de titanio)	Es de extrema precaución como riesgo a la salud porque puede se considera carcinógeno humano, la exposición puede irritar ojos, nariz y garganta, irritar pulmón y en exposición repetida puede ocasionar bronquitis con tos, flema o falta de aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> </ul>	2.4 Mg/m <sup>3</sup> porción de dióxido de titanio fino y de 0.3Mg/m <sup>3</sup> porción de titanio ultra fino en 8 horas
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (pentóxido de fósforo)	Dolor de garganta, tos, sensación de quemazón, dificultad para respirar, dolor en piel, ampollas, quemaduras cutáneas, dolor en ojos, enrojecimiento, calambres abdominales, sensación de quemazón, diarreas, vómitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> <li>•Ojos</li> <li>•Piel</li> <li>•Ingestión</li> </ul>	2 Mg/m <sup>3</sup> fracción inhalable en 8 horas
CO <sub>2</sub> (dióxido de carbono)	En grandes cantidades: es vasodilatador cerebral, provoca insuficiencia respiratoria rápida y asfixia (síntomas inmediatos), en bajas concentraciones ocasiona respiración acelerada y dolor de cabeza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> </ul>	9,689 Mg/m <sup>3</sup> o 5000ppm en 8 horas por inhalación
CO (monóxido de carbono)	Extremadamente inflamable, en la mezcla con gas o aire produce explosión, puede ocasionar, dolor de cabeza, confusión mental, vértigo, náuseas, debilidad, pérdida del conocimiento,	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> </ul>	30 Ppm o 35mg/m <sup>3</sup> en 8 horas de exposición
SO <sub>2</sub> (dióxido de azufre)	Tos, dificultad para respirar, dolor de garganta (síntomas inmediatos), enrojecimiento de ojos, dolor, la repetición inhalada y prolongada puede ocasionar asma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> </ul>	5.2Mg/m <sup>3</sup> o 2ppm en 8 horas por inhalación
Hf (hafnio)	Las particulas se mezclan con el aire y explotan (inflamable), ocasionan enrojecimiento en los ojos, en exposición prolongada los pulmones pueden resultar afectados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ojos</li> </ul>	0.5Mg/m <sup>3</sup> en 8 horas de exposición
HCl (ácido clorhídrico)	Es corrosivo, sensación de quemazón al inhalarlo, tos, dificultad respiratoria, problemas de respiración, dolor de garganta (síntomas no inmediatos), en líquido quemaduras cutáneas graves, por la corrosividad hay dolor en ojos, visión borrosa y puede ocasionar quemaduras graves en ojos. La evaporación de este líquido ocasiona congelamiento, en altas concentraciones ocasiona neumonitis, edema pulmonar y síndrome de disfunción de las vías aéreas, en exposición prolongada afecta pulmón, dando lugar a una bronquitis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> <li>•Ojos</li> <li>•Piel</li> </ul>	2 Ppm, 3 mg/m <sup>3</sup> en 8 horas de exposición
H <sub>2</sub> (hidrógeno)	Extremadamente inflamable, la mezcla con gas o aire ocasiona explosión, alcanza rapidamente una concentración nosiva en el aire, es un asfixiante simple.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> <li>•Ojos</li> </ul>	Asfixiante simple



H <sub>2</sub> S (sulfuro de hidrógeno)	Irritar los ojos, nariz, garganta, irritar pulmón causando tos o falta de aire, puede ocasionar, mareo, náusea, confusión, dolor de cabeza, dificultad para dormir, los efectos a largo plazo y en bajas concentraciones, puede ocasionar dolor y enrojecimiento de ojos, visión borrosa, lacrimación, disminución del sentido del olfato, irritar pulmón ocasionando bronquitis, tos, flema o falta de aire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> <li>•Ojos</li> <li>•Piel</li> </ul>	5Ppm o 7,503mg/m <sup>3</sup> en 8 horas de exposición
SiO <sub>2</sub> (óxido de silicio)	Tos, cuando es dispersado, alcanza rápidamente concentración nosiva en el aire, los pulmones pueden ser afectados por la exposición prolongada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> </ul>	0.05Mg/m <sup>3</sup> en 8 horas de exposición
SiF <sub>4</sub> (tetra fluoruro de silicio)	Es corrosivo, lacrimógeno, sensación de quemazón en el pecho, tos, dificultad respiratoria, dificultad de respirar, dolor de garganta, enrojecimiento de la piel, quemaduras cutáneas, ampollas, dolor, enrojecimiento y dolor de ojos, pérdida de visión, quemaduras profundas y graves en ojo. En altas concentraciones puede ocasionar edema pulmonar y muerte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inhalación</li> <li>•Ojos</li> <li>•Piel</li> </ul>	No establecido

**Fuente:** Department of Health and Senior Services. Abril 2007, 2011, Instituto De Seguridad e Higiene en el Trabajo 1994, 1997 y Reglamento de la Comisión Europea (Ce) de Productos Tóxico 2010.

Un diagnóstico referente a los efectos sobre la función pulmonar en personas expuestas a cenizas del volcán Popocatepetl, durante el periodo de diciembre de 1994 a enero de 1995, indujo la presencia de alteraciones en la función pulmonar en una proporción mayor a la que se esperaría en una población con baja prevalencia de tabaquismo<sup>12</sup>.

Ante la actividad prolongada del volcán Popocatepetl, la posible exposición a estos elementos químicos es de riesgo en salud constante, principalmente para municipios como: Ecatingo, Atlautla, Ozumba y Amecameca Ixtapaluca, Chalco y Nezahualcóyotl, ya que en estos últimos días ha habido presencia de ceniza por mas de siete días seguidos, aunque la presencia sea parcial o total en lado norte, sur, este u oeste, se tiene el riesgo de empezar con síntomas tales como: irritación y secreción nasal, así como irritación y dolor de garganta acompañados de tos seca, irritación en los ojos y en la piel.

## Referencias bibliográficas

1. Historia de Volcanes, Consultado [2012 23 mayo] disponible en : [http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi\\_volcanes/popocatepetl.htm](http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_volcanes/popocatepetl.htm)
2. Internet, El Clima, Consultado [2012 24 mayo] [http://www.elclima.com.mx/volcan\\_popocatepetl.htm](http://www.elclima.com.mx/volcan_popocatepetl.htm)
3. Relieve, INEGI Estado de México, Consultado [2012 24 mayo] disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mex/territorio/relieve.aspx?tema=me&e=15>
4. CENAPRED. Consultado [2012 23 mayo] disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Instrumentacion/InstVolcanica/MVolcan/HistoriaVolcan/>
5. CENAPRED. Consultado [2012 23 mayo] disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/publicaciones/2012/publicacionesVolcan/historiaActividadPopocatepetl.pdf>
6. Secretaria de Gobernación, CENAPRED. Cartel Ceniza volcánica 2007. Consultado [2012 25 mayo] disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/consultas/consulta2.html>
7. <http://www.flap152.com/2011/06/composicion-de-las-cenizas-volcanicas-y.html>
8. Redalyc, Emisión de cenizas y sus efectos 2005. [http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/540/54014313/54014313\\_1.html](http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/540/54014313/54014313_1.html)
9. The International Volcanic Health Hazard Network, Base de datos para análisis de cenizas volcánicas por lixiviación [http://www.ivhnn.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=101](http://www.ivhnn.org/index.php?option=com_content&view=article&id=101)
10. Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Cenizas Volcánicas. Consultado [2012 25 mayo] disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-75852004000300009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-75852004000300009&script=sci_arttext)
11. OPS/OMS efectos del volcán reventador 2002. Características del polvo volcánico. Consultado [2012 25 mayo] disponible en: <http://helid.digicollection.org/en/d/Js8247s/11.html#Js8247s.11>
12. A. Rivera-Tapia y cols. Emisión de Ceniza Volcánica y sus efectos. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente, 2005. Consultado [2012 25 mayo] disponible en: [http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=emision%20de%20cenizas%20volcanicas&source=web&cd=1&ved=OCE0QFjAA&url=http%3A%2F%2Frua.ua.es%2Fspace%2Fbitstream%2F10045%2F7903%2F1%2FECO\\_14\(3\)\\_13.pdf&ei=nqXDT57UGbSK2QX1yJhf&usg=AFQjCNEN1ousA29w1lz0uKoD8rxvtgjnUA](http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=emision%20de%20cenizas%20volcanicas&source=web&cd=1&ved=OCE0QFjAA&url=http%3A%2F%2Frua.ua.es%2Fspace%2Fbitstream%2F10045%2F7903%2F1%2FECO_14(3)_13.pdf&ei=nqXDT57UGbSK2QX1yJhf&usg=AFQjCNEN1ousA29w1lz0uKoD8rxvtgjnUA)