

Capítulo 2

Descripción de Eventos Ocurridos

Introducción

El conocimiento del comportamiento pasado de un volcán (estudios geológicos y registros históricos) es fundamental para entender el funcionamiento actual y es la base para elaborar mapas de peligros volcánicos. Ésta información en conjunto con un adecuado sistema de monitoreo permite hacer inferencias sobre la actividad futura del volcán y disminuir los efectos dañinos de una erupción (Macías, 1995).

La rapidez con que se hacen las modificaciones de los mapas se deben a varios factores:

- 1) La consistente actividad sísmica y fumarólica observada.
- 2) La incertidumbre existente en cuanto al tipo, intensidad y el momento en que podría presentarse un evento eruptivo de mayor magnitud, y
- 3) El grado de alarma ocasionado en los poblados cercanos al volcán.

La evaluación del riesgo volcánico está basada en el conocimiento de la historia eruptiva del volcán, así pues se deben considerar todos los estudios que se han hecho hasta el momento con el propósito de tener una mejor idea sobre la magnitud y frecuencia de las erupciones.

En este capítulo se trata de simular conforme a la historia eruptiva de los Volcanes Popocatepetl, Citlaltépetl y Colima, los posibles escenarios que se pudieron generar en sus erupciones pasadas, tratando de hacer una comparación de los mapas publicados por algunos autores como J.L. Macías, G. Carrasco, S. R. Rodríguez-Elizarrarás, R. Saucedo y el CENAPRED con los obtenidos con un programa diseñado por el Instituto de Ingeniería llamado ERN-Volcán con el propósito de hacer notar la validez de este último para el caso de la caída de ceniza, flujos piroclásticos y flujos de lava.

2.1 Descripción del Modelo

El modelo que utiliza el programa ERN-Volcán está basado principalmente en dos artículos el primero es el titulado "Application of Computer –Assisted Mapping to Volcanic Hazard Evaluation of Surge Eruptions: Vulcao, Lipari and Vesuvius" cuyos autores son Michael F. Sheridan y Michael C. Malin, y el segundo lleva el título de "A Numerical Model for Simulation of Tephra Transport and Deposition: Applications to May 18, 1980, Mount St. Helens Eruption" escrito por P. Armienti y G. Macedonio

Este programa utiliza como parámetros de entrada para el caso de los flujos piroclásticos: la localización de la cima del volcán, la elevación del volcán, el ángulo de depresión del cono y la topografía. La computadora calcula el Δh para cada punto y despliega los resultados en el monitor. Todas las imágenes son mostradas como arreglos de imagen.

La localización de la cima del cono es crítica por que sobre el flanco del cono volcánico se puede tener el efecto aparente de "direccionalidad" resultado de una inclinación con mayor gradiente. En muchos casos la localización de esta cima del volcán es dada adecuadamente por la actividad del

cráter, en otros casos se determina con datos de límites estructurales. Para las erupciones pasadas la geometría de los depósitos puede ser usada para encontrar la localización de la cima por un reajuste en los mapas digitales de las isopacas.

El ángulo de depresión central del cono es supuesto para describir una línea de energía apropiada para la erupción en cuestión. Los límites distales del depósito dan uno o más puntos fijos para el establecimiento de la inclinación de la línea de energía.

La altura de la pluma de erupción (observada o teórica) proviene de otro punto fijo de la inclinación.

La elevación de la cima del cono de energía sobre las ventilas están en función de la energía de las oleadas piroclásticas de la erupción. Para erupciones recientes como en Monte St. Helens este valor puede ser determinado por las observaciones. Para erupciones antiguas la altura de la cima y la inclinación del cono de energía pueden ajustarse a los datos geológicos.

La información de las erupciones históricas provee de mejores datos para el establecimiento de rangos de inclinación del cono para varias clases de erupciones. los valores de estas inclinaciones son para el volcán Popocatepetl 11.3°, para el volcán Citlaltépetl de 12.50° y para el volcán de Colima de 14.57° y 22.34°.

La cantidad de datos disponibles presenta muchas limitaciones sobre el uso de este modelo. En general los límites de devastación para erupciones pasadas pueden ser algunas veces desconocidos y solo se puede trazar una línea lateral hasta donde el espesor solo llega a pocos centímetros. Otros factores que reducen la calidad de los datos geológicos incluyen el removimiento local por erosión debida al viento o al agua, alteración hidrotermal, el cubrimiento por depósitos más jóvenes o el deterioro debido a la vegetación.

Sin embargo puede generarse una aproximación por prueba y error a partir de un ajuste en la base de datos para así obtener un modelo del cono de energía para las observaciones.

La topografía para los eventos antiguos también no es fácil obtenerla. Por ejemplo para construcciones volcánicas, fallas tectónicas, o colapso de las calderas la topografía se ve drásticamente alterada. Las correcciones son necesarias para reconstruir la topografía para el tiempo en que se suscitó la erupción. Varias propiedades cinemáticas incluyendo aceleración, velocidad y distancia en varios tiempos pueden ser calculadas dada la configuración de la superficie topográfica y el cono de energía. El factor más crítico en el modelo para flujos piroclásticos es la distancia vertical (Δh) entre la superficie del suelo y el cono de energía. Este factor limita la velocidad máxima (V_{max}) de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V_{max}=(2*g*\Delta h)^{1/2}$$

El límite final de la destrucción, según las estimaciones para el espesor de los depósitos pasados es la principal preocupación de la evaluación del riesgo volcánico. El límite de destrucción en el modelo de cono de energía esta dado por la intersección del cono de energía con la superficie topográfica (es decir, donde $\Delta h=0$).

Una característica atractiva del modelo de cono de energía para la evaluación del riesgo volcánico es la implementación del tiempo real. Siempre que los datos de la topografía digital esten en la computadora, el modelo se puede generar en pocos minutos. Así en tiempo de crisis del volcán pueden generarse varios tipos de erupciones para uno o más sitios usando o cambiando los datos geológicos, geofísicos y geoquímicos. Si las zonas de peligro potencial fueron movidas se pueden generar modelos rápidos indicando el cambio en las áreas de mas peligro probable.

Para la difusión de la tefra el modelo se basa en la suposición de que el transporte local del material es proporcional al gradiente local de la concentración. El coeficiente de proporcionalidad está referido a la difusividad. El flujo de las partículas Γ , a través de una superficie fija está dada por:

$$\Gamma = -K(\delta C/\delta n)$$

Donde C es la concentración de la difusividad de la ceniza, K es la difusividad y n es la coordenada normal a la superficie. Difusividad está estrictamente relacionada a las condiciones atmosféricas y puede variar en espacio y tiempo. En general se definen tres diferentes coeficientes de difusión para tomar en cuenta la anisotropía en las tres direcciones x, y, z ocasionadas por la gravedad.

Kz es la difusividad del transporte del material en dirección vertical y Kx = Ky los coeficientes para el transporte en dirección horizontal. El coeficiente de difusión vertical es cercano a cero a alturas de 500 m. Los coeficientes horizontales dependen de la escala del fenómeno.

Para la velocidad de deposición el flujo vertical de la caída de partículas, Γ es debido a la difusión vertical y la velocidad de asentamiento Vs:

$$\Gamma = -Kz(\delta C/\delta n) + VsC$$

Así pues introduciendo una velocidad de deposición Vg el perfil de velocidad queda de la siguiente manera:

$$u = (u^*/k) \log(z/z_0)$$

donde u^* es la velocidad de fricción, k es la constante de Karman ($k=0.417$) y z_0 es la longitud rugosa del suelo.

Para una suposición practica la velocidad de deposición se puede asumir igual a la solución de velocidad cuando la velocidad de fricción es menor que 0.7 m/s. si por ejemplo z_0 se supone igual a 0.1 m la condición de correspondencia a la velocidad del viento es menos que 10 m/s a pocos metros del suelo.

2.2 Caída de Ceniza

2.2.1 Volcán Popocatépetl

De acuerdo a la Guía Básica para la Elaboración de Mapas Estatales de Peligros y Riesgos publicado por CENAPRED, los escenarios de caída de ceniza volcánica en el Popocatépetl se hicieron con las siguientes características:

1. Altura de la columna eruptiva (20 km)
2. Duración de la erupción. (3 horas)
3. Velocidad del viento (60 km/h)
4. Dirección del viento con cuatro escenarios: Este, Norte Oeste y Sur

Las figuras 2.1 a 2.4 fueron tomadas de la pagina del CENAPRED y muestran los escenarios obtenidos para el depósito de ceniza volcánica con las características anteriormente mencionadas. En estos mapas se montaron además las capas de información hidrológica, vías de comunicación y poblaciones (Imágenes tomadas de la Guía Básica para la Elaboración de Mapas Estatales de Peligros y Riesgos del CENAPRED).

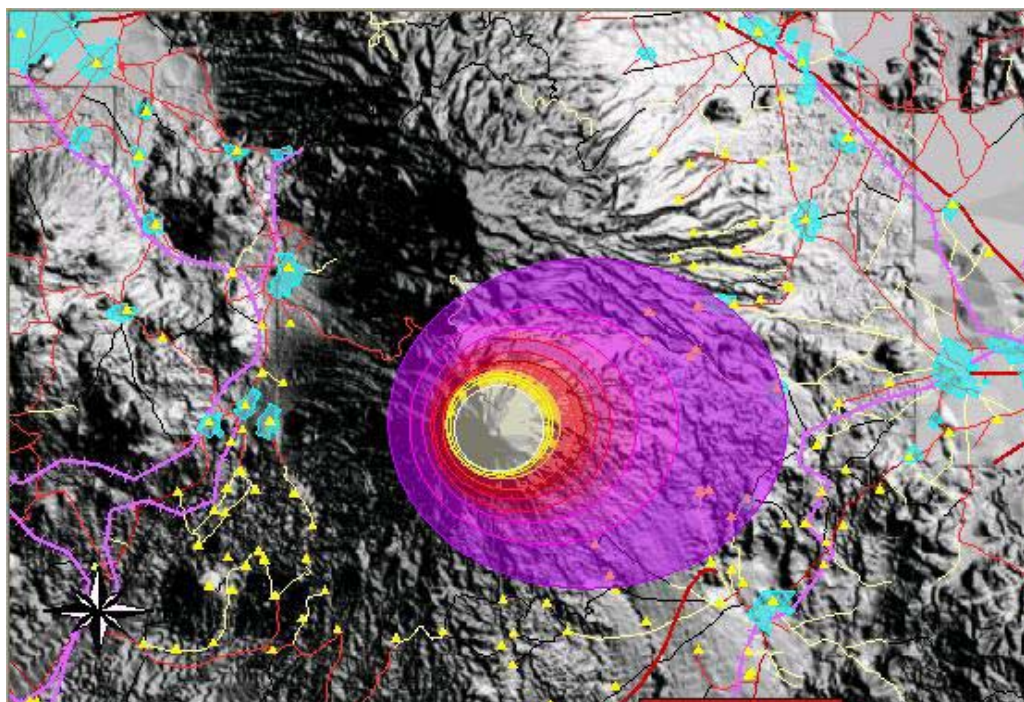


Figura 2.1 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Popocatepetl. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h con velocidad del viento 60 km/h en dirección al este (Imagen tomada del CENAPRED).

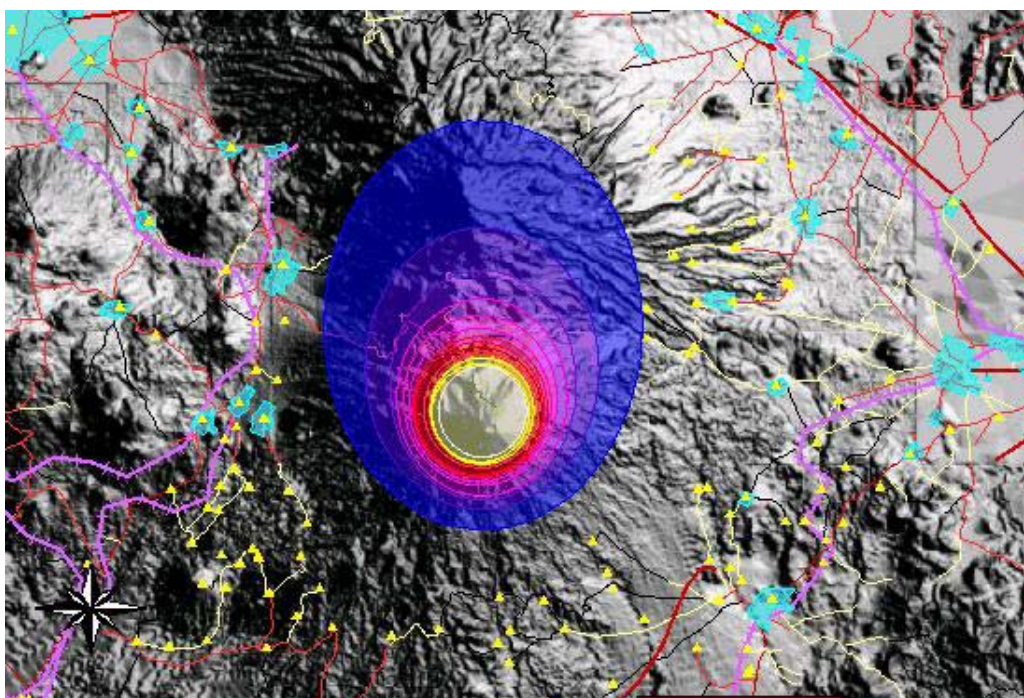


Figura 2.2 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Popocatepetl. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al norte. (Imagen tomada del CENAPRED).

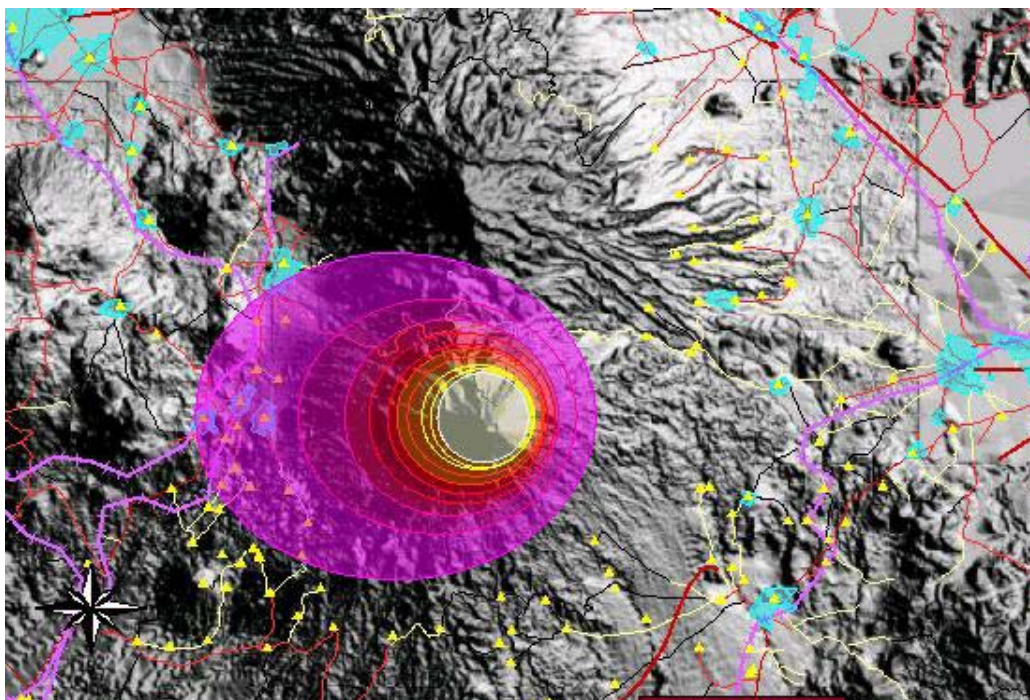


Figura 2.3 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Popocatepetl. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al oeste. (Imagen tomada del CENAPRED).

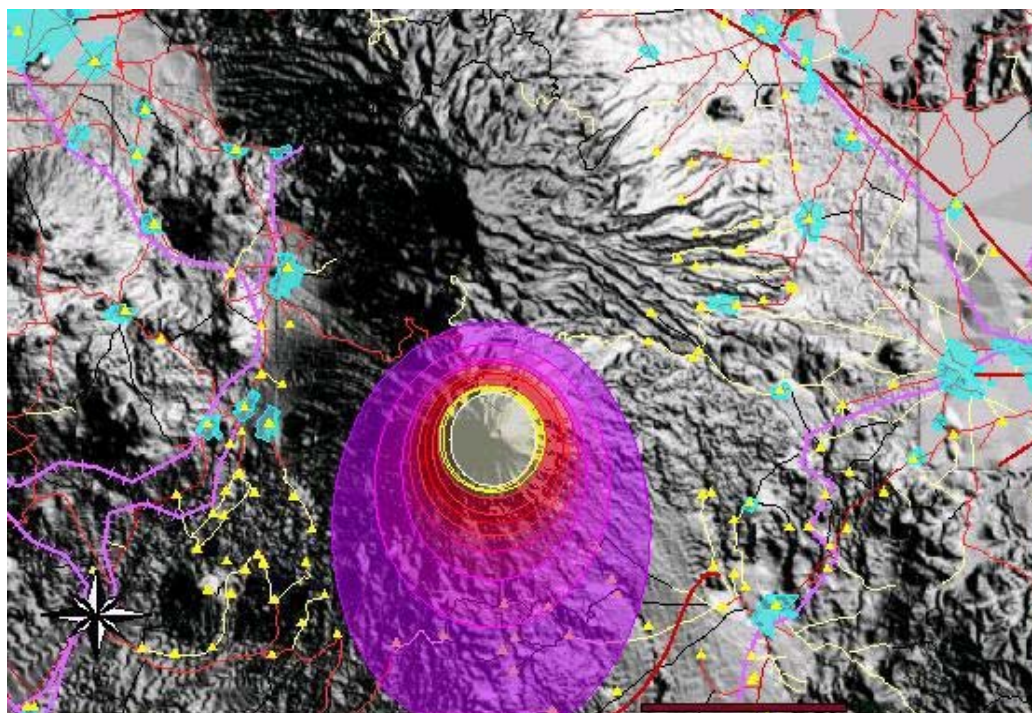


Figura 2.4 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Popocatepetl. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al sur. (Imagen tomada del CENAPRED).

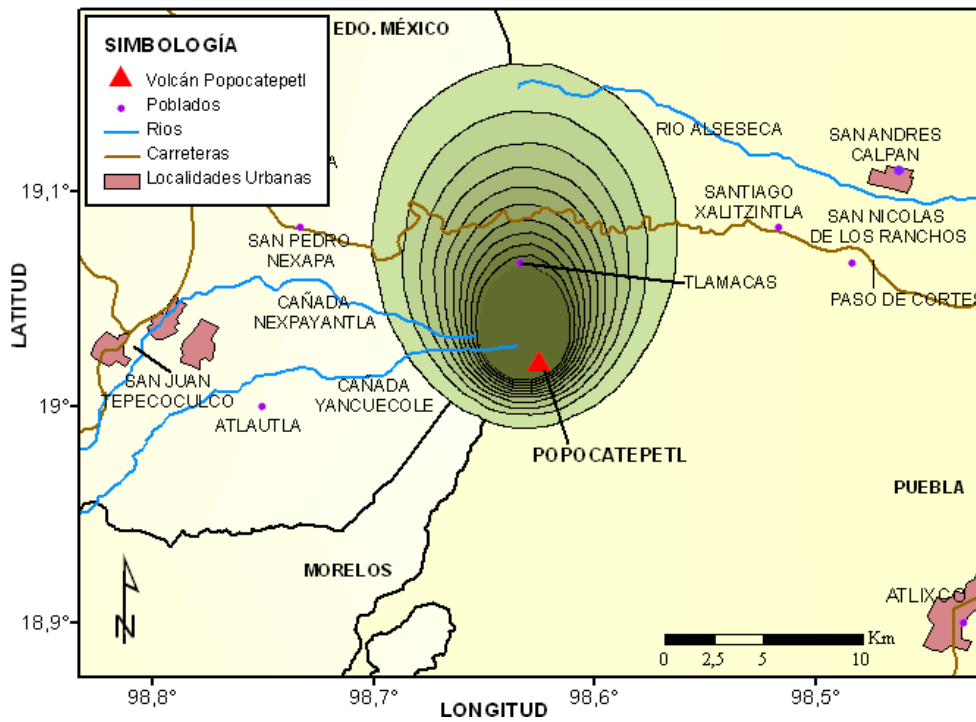


Figura.2.6 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Popocatepetl. Características del evento: altura de columna de 20 km, velocidad de caída 0.7 m/seg en dirección al norte y volumen de $10^6 m^3$.

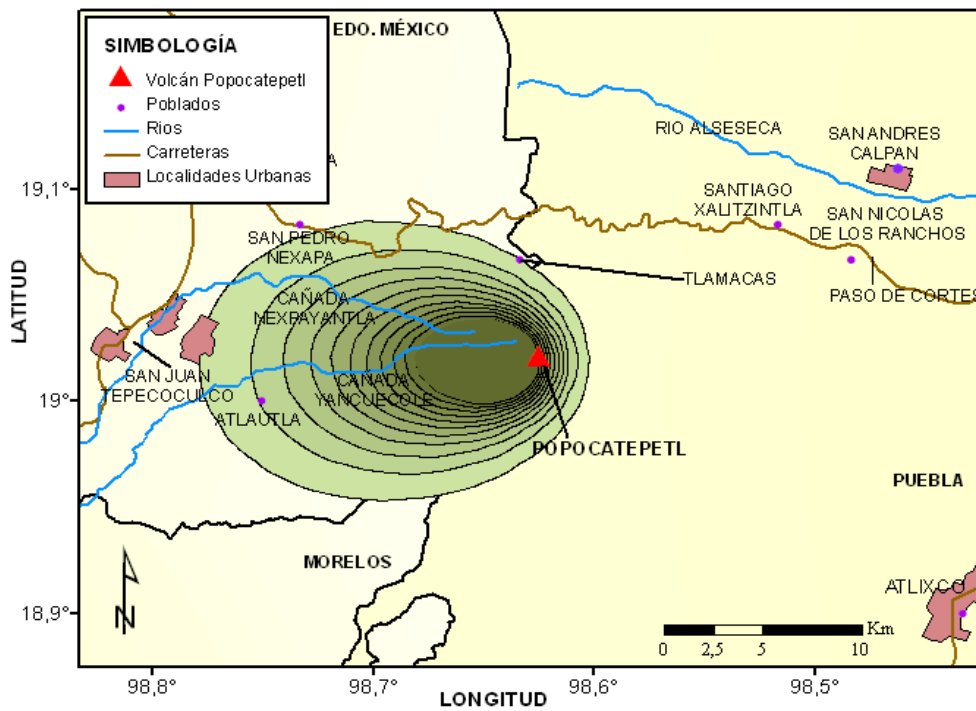


Figura 2.7 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Popocatepetl. Características del evento: altura de columna de 20 km, velocidad de caída 0.7 m/seg en dirección al oeste y volumen de $10^6 m^3$.

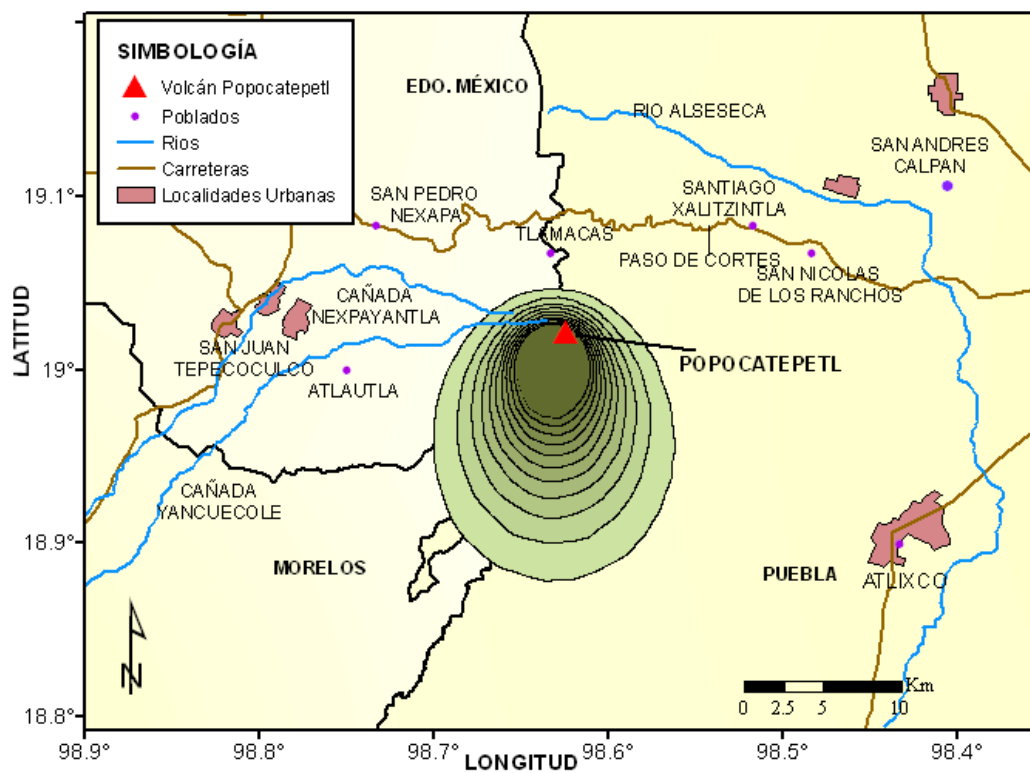


Figura 2.8 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Popocatepetl. Características del evento: altura de columna de 20 km, velocidad de caída 0.7 m/seg en dirección al sur y volumen de $10^6 m^3$.

Para obtener una mejor perspectiva de la similitud de los escenarios obtenidos se empalmaron como ejemplo las Figura 2.1 y 2.5 obteniendo lo siguiente:

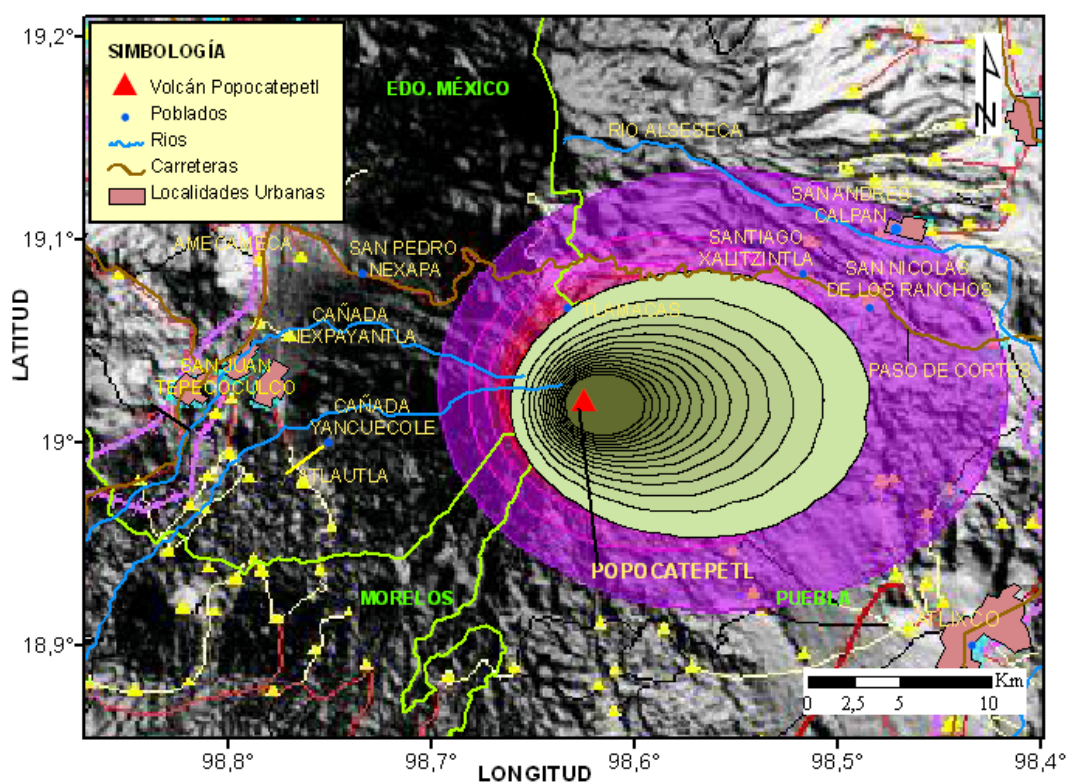


Figura 2.9 Comparación de los Escenarios de Caída de Ceniza del volcán Popocatepetl publicados por el CENAPRED con los obtenidos con el programa ERN-Volcán.

Como se puede observar en la Figura 2.9 los escenarios de caída de ceniza publicados por el CENAPRED con los obtenidos con el programa ERN-Volcán son muy similares entre ellos, presentando solo algunas variaciones en cuanto al alcance y espesor de la ceniza.

Estas variaciones podrían solucionarse utilizando un volumen de ceniza mayor o tomando en consideración el tamaño de las partículas expulsadas.

2.2.2 Volcán Citlaltépetl

Debido a que el Citlaltépetl también es un estratovolcán, los escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl se hicieron con características similares a las del volcán Popocatepetl e igualmente se tomaron las figuras generadas por el CENAPRED para su comparación (Imágenes disponibles en la página del CENAPRED):

1. Altura de la columna eruptiva (20 km)
2. Duración de la erupción. (3 horas)
3. Velocidad del viento (60 km/h)
4. Dirección del viento con cuatro escenarios: Este, Norte Oeste y Sur.

Para el volcán Citlaltépetl las figuras 2.10 a 2.13 muestran los escenarios de caída de ceniza volcánica con las características anteriormente mencionadas. En estos mapas se montaron

también las capas de información hidrológica, vías de comunicación y poblaciones (Imágenes tomadas de la página del CENAPRED).

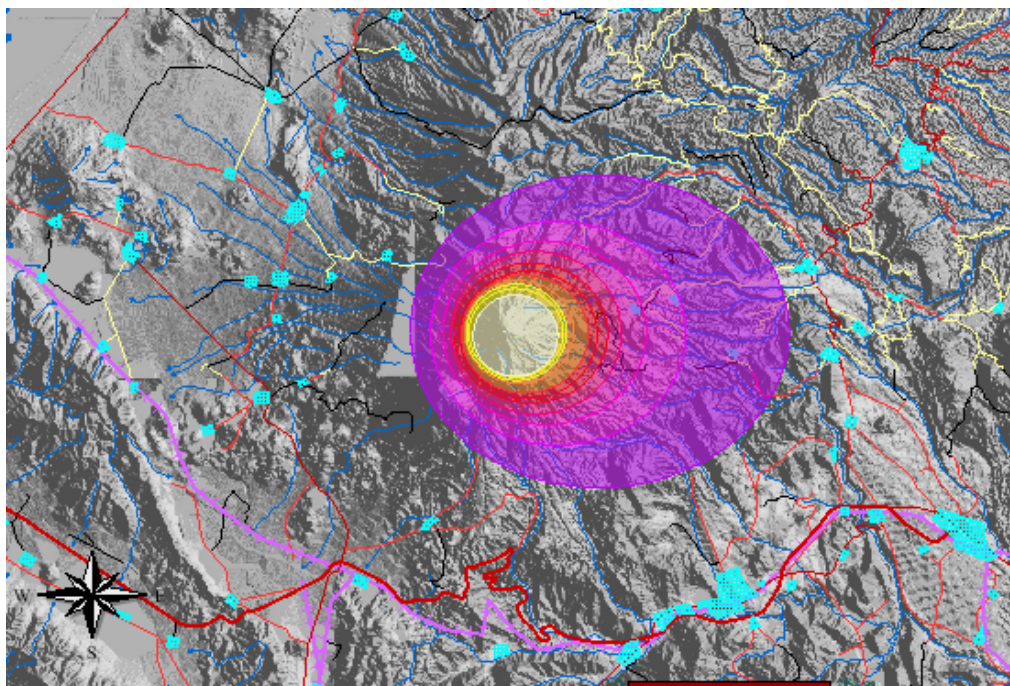


Figura 2.10 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al este. (Imagen tomada del CENAPRED)

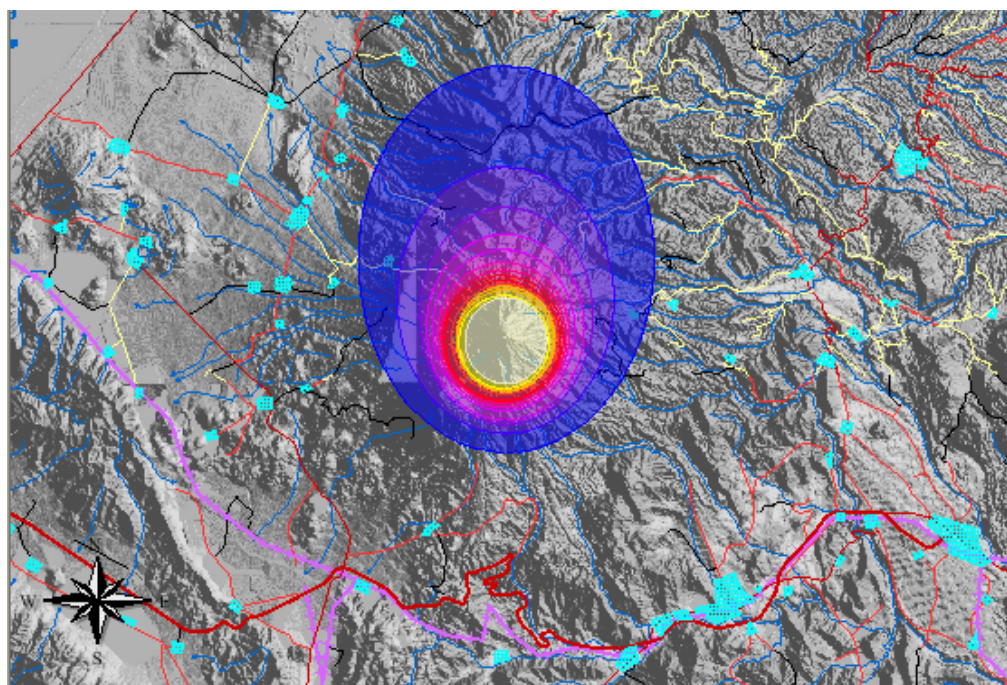


Figura 2.11 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al norte. (Imagen tomada del CENAPRED)

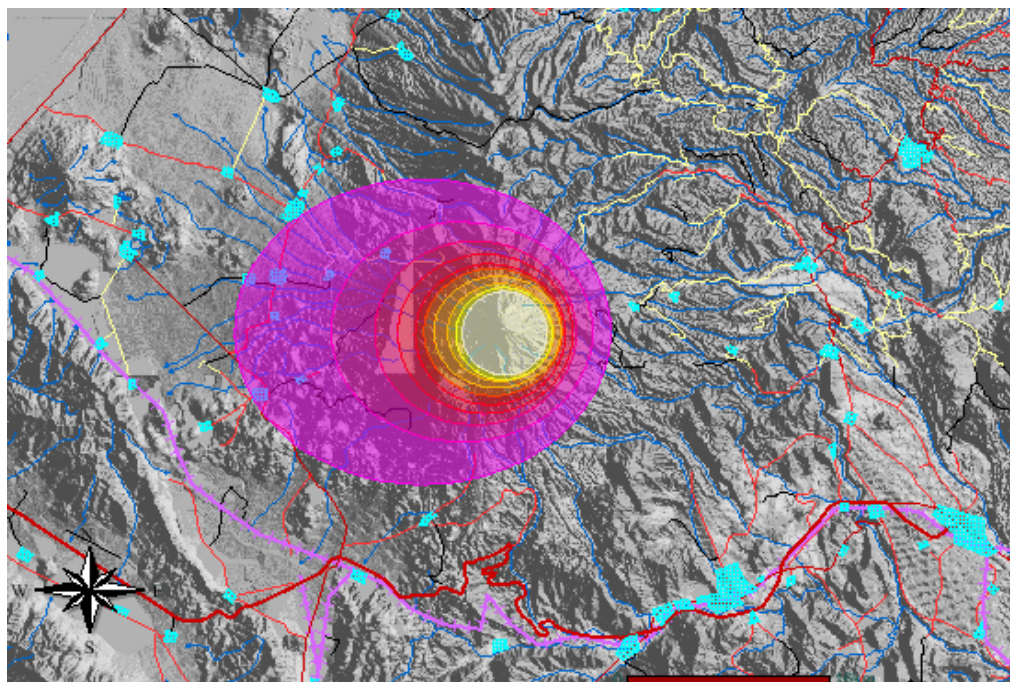


Figura 2.12 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al oeste. (Imagen tomada del CENAPRED)

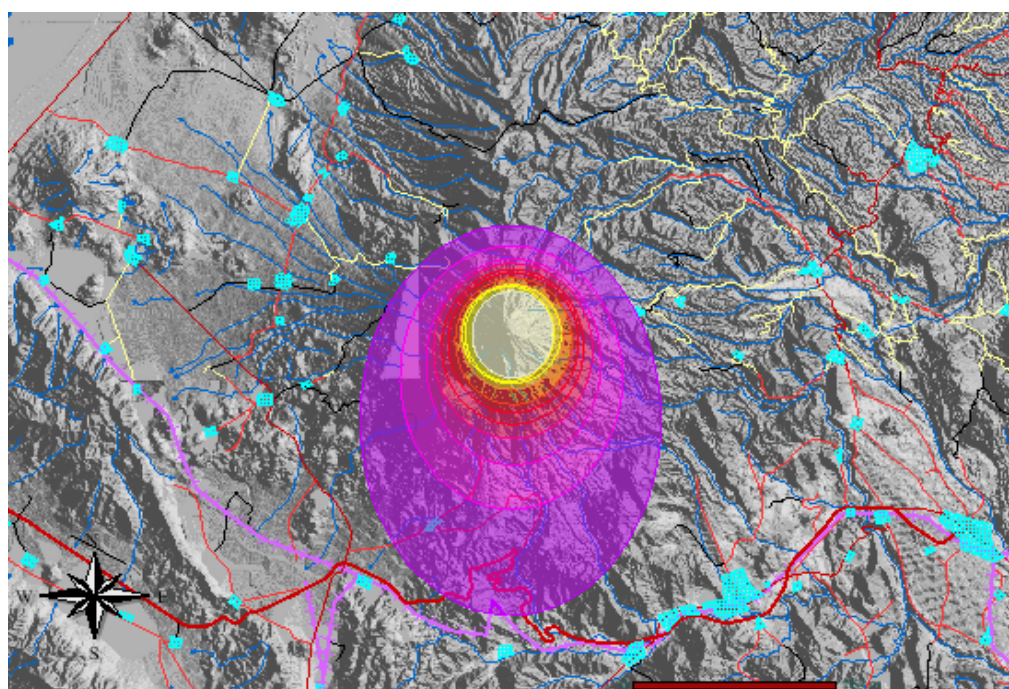


Figura 2.13 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al sur. (Imagen tomada del CENAPRED)

Así pues los parámetros que se toman en cuenta en nuestro programa y con los cuales se hará la comparación de los escenarios de caída de ceniza para este volcán son:

1. Altura de la columna eruptiva (20 km)
2. Velocidad de caída (1 m/seg)
3. Dirección del viento con cuatro escenarios: Este, Norte, Oeste y Sur (0, 90, 180 y 270 grados respectivamente)
4. Volumen de ceniza (10^6m^3)

En las Figuras 2.14 a 2.17 se muestran los escenarios obtenidos con las características anteriores. En estos mapas se ubicaron las poblaciones más cercanas al volcán.

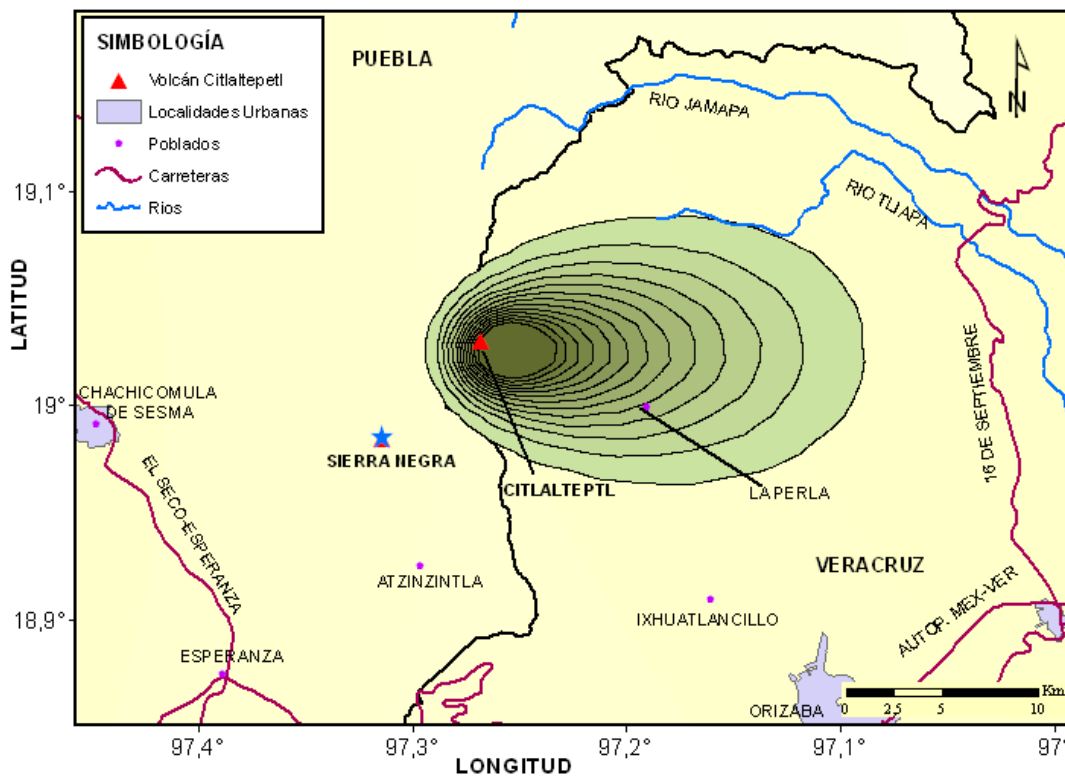


Figura 2.14 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl. Características del evento: altura de columna de 20 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al este.

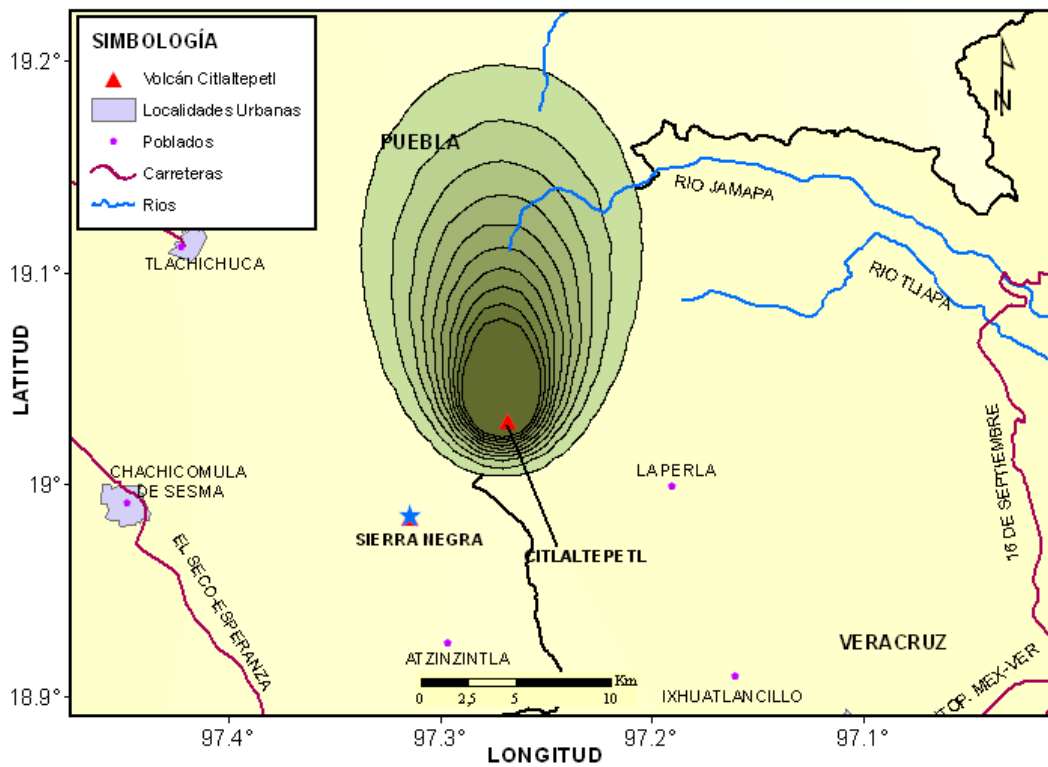


Figura 2.15 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl. Características del evento: altura de columna de 20 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al norte.

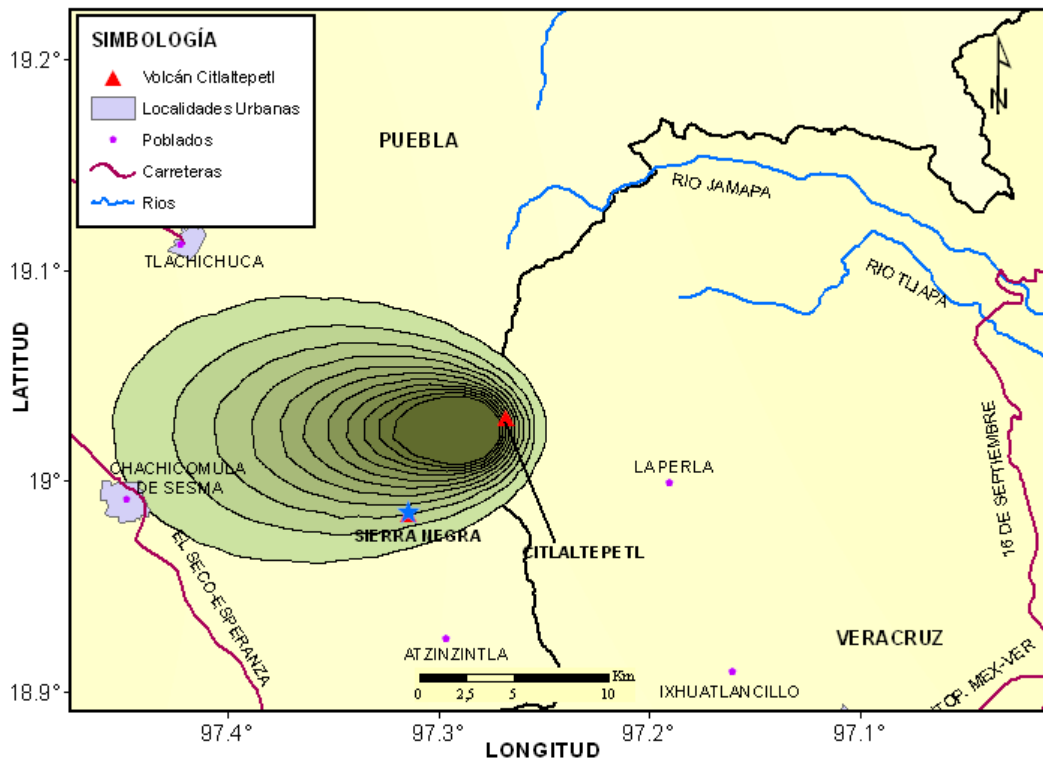


Figura 2.16 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl. Características del evento: altura de columna de 20 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al oeste.

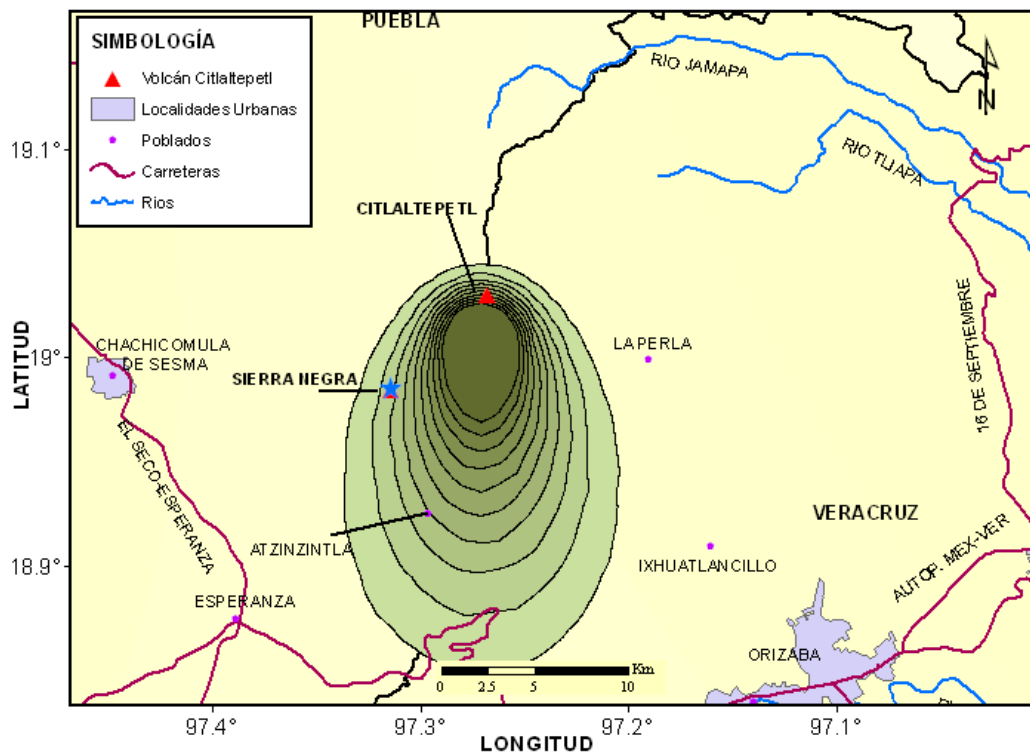


Figura 2.17 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl. Características del evento: altura de columna de 20 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al sur.

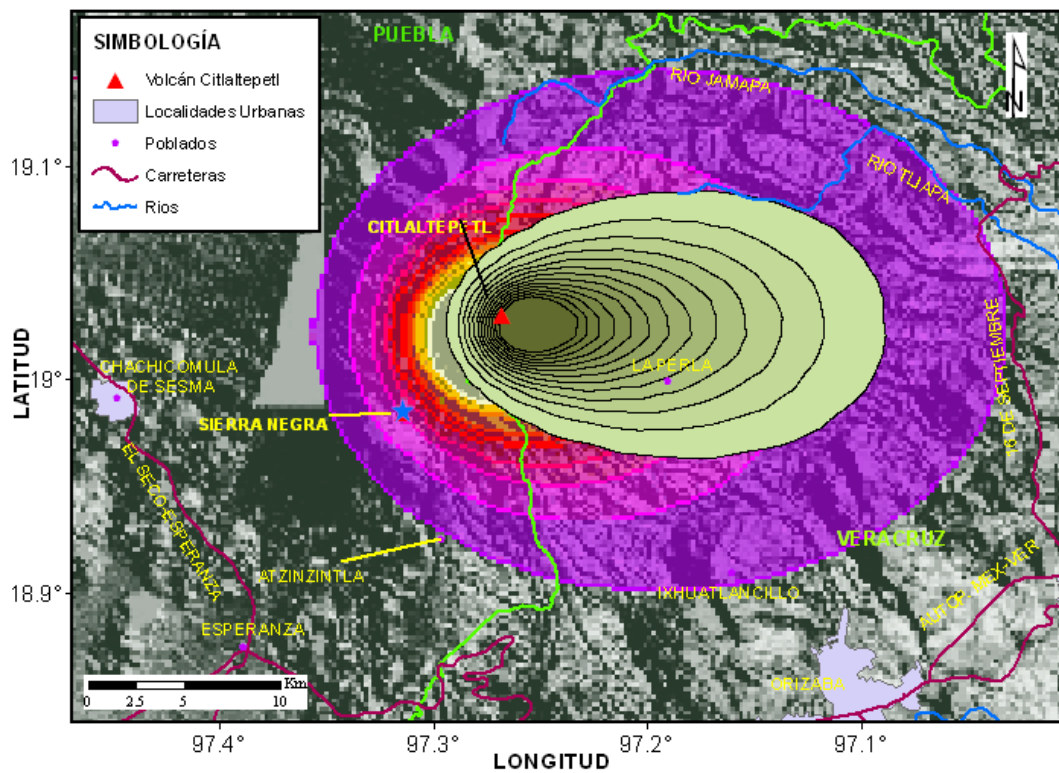


Figura 2.18 Comparación de los escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl.

En la Figura 2.18 se puede observar la variación que existe entre los escenarios de depósito, esto se debe al volumen de ceniza utilizado en cada uno de los escenarios y al tamaño de las partículas que se están considerando.

2.2.3 Volcán Colima

Para los escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima se tomaron características un poco diferentes que en los dos volcanes anteriores debido a que en este se tiene un mejor registro de los eventos pasados, de acuerdo a la erupción de 1913 se pueden dividir los escenarios en tres fases y los resultados obtenidos de igual manera se compararon con los publicados en la pagina del CENAPRED (Imágenes disponibles en la página del CENAPRED).

Parámetros utilizados por el CENAPRED:

1. Altura de la columna eruptiva (20 km)
2. Duración de la erupción. (3 horas)
3. Velocidad del viento (60 km/h)
4. Dirección del viento con cuatro escenarios: Este, Norte Oeste y Sur.

Para el volcán Colima las Figuras 2.19 a 2.22 muestran los escenarios de caída de ceniza volcánica con las características mencionadas. Además se montaron las capas de información hidrológica, vías de comunicación, poblaciones y ciudades (Imágenes tomadas de la página del CENAPRED).

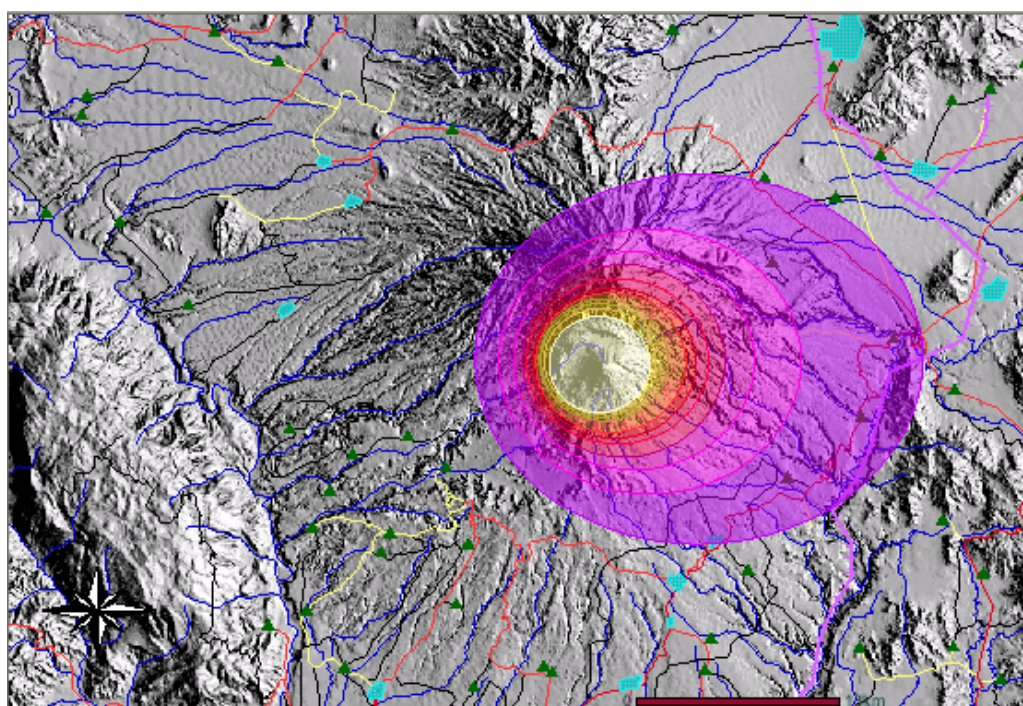


Figura 2.19 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al este. (Imagen tomada del CENAPRED).

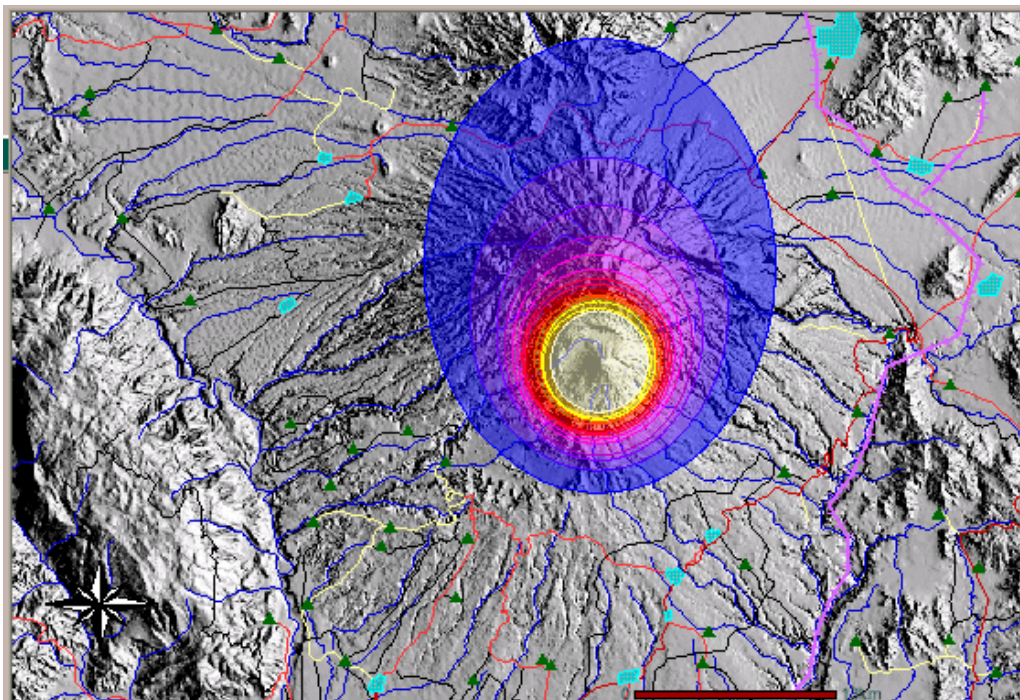


Figura 2.20 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al norte. (Imagen tomada del CENAPRED).

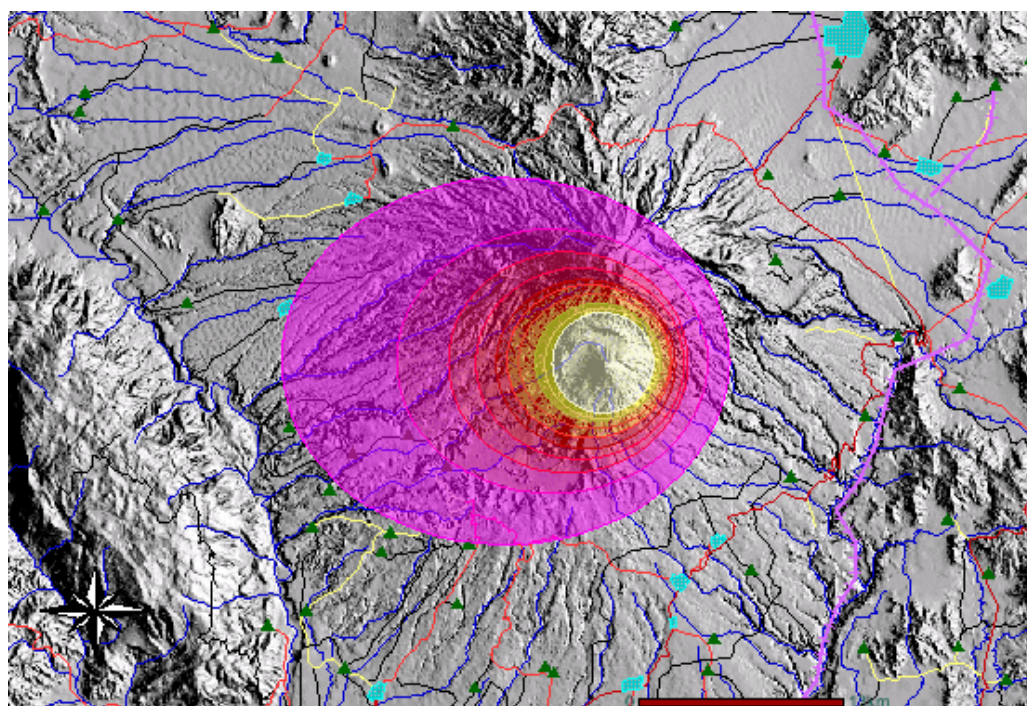


Figura 2.21 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al oeste. (Imagen tomada del CENAPRED)

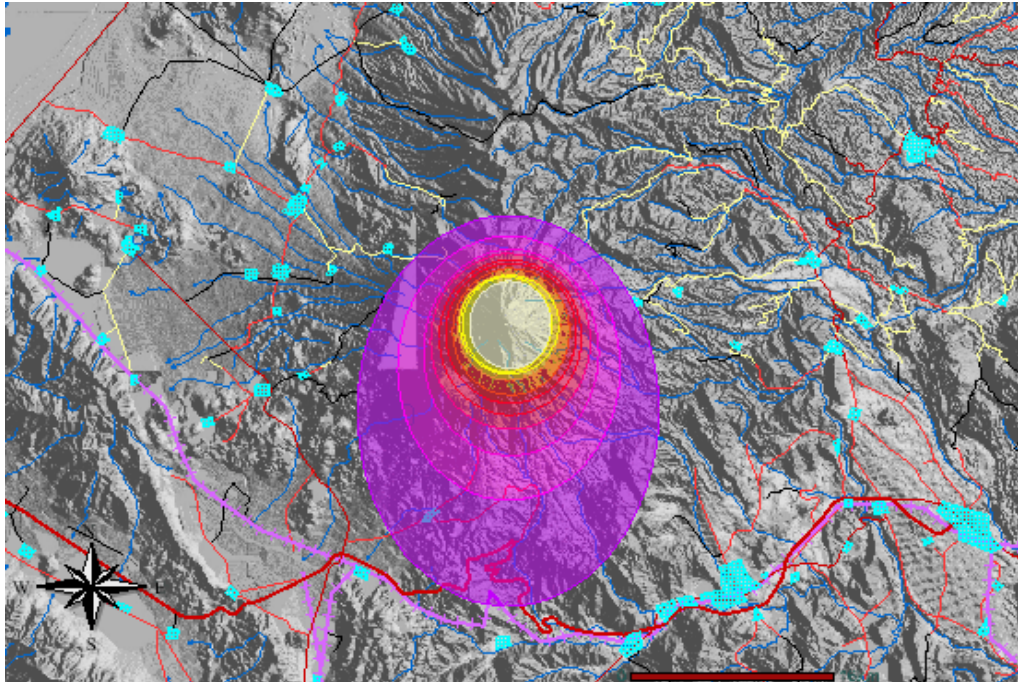


Figura 2.22 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 20 km y duración de 3 h. Con velocidad del viento 60 km/h en dirección al sur. (Imagen tomada del CENAPRED)

En nuestro caso como ya se mencionó basándonos en el registro de la erupción de 1913 los escenarios se dividieron en tres fases:

Fase I y II

1. Altura de la columna eruptiva (15 km)
2. Velocidad de caída (1 m/seg)
3. Dirección del viento con cuatro escenarios: Este, Norte, Oeste y Sur (0, 90, 180 y 270 grados respectivamente)
4. Volumen de ceniza ($10^6 m^3$)

En los escenarios de caída de ceniza para las Fases I y II se utilizaron los mismos valores de los parámetros por lo que solo se presenta un solo escenario para los dos (Figuras 2.23 a la 2.26).

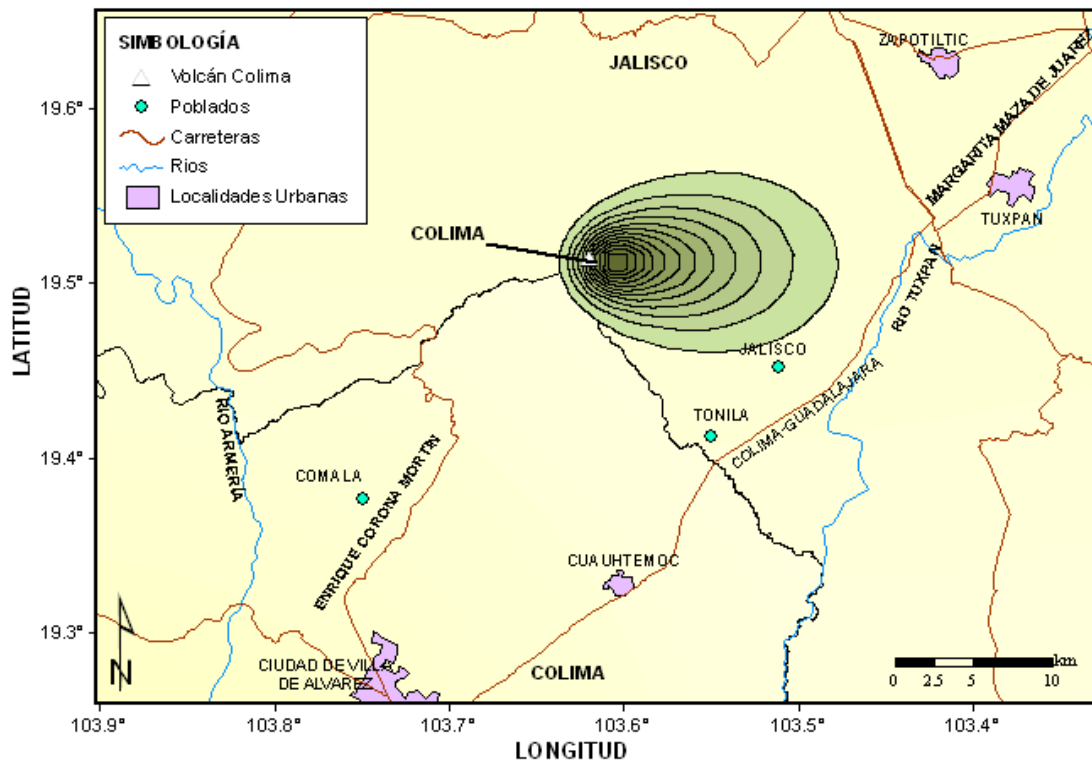


Figura 2.23 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 15 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al este.

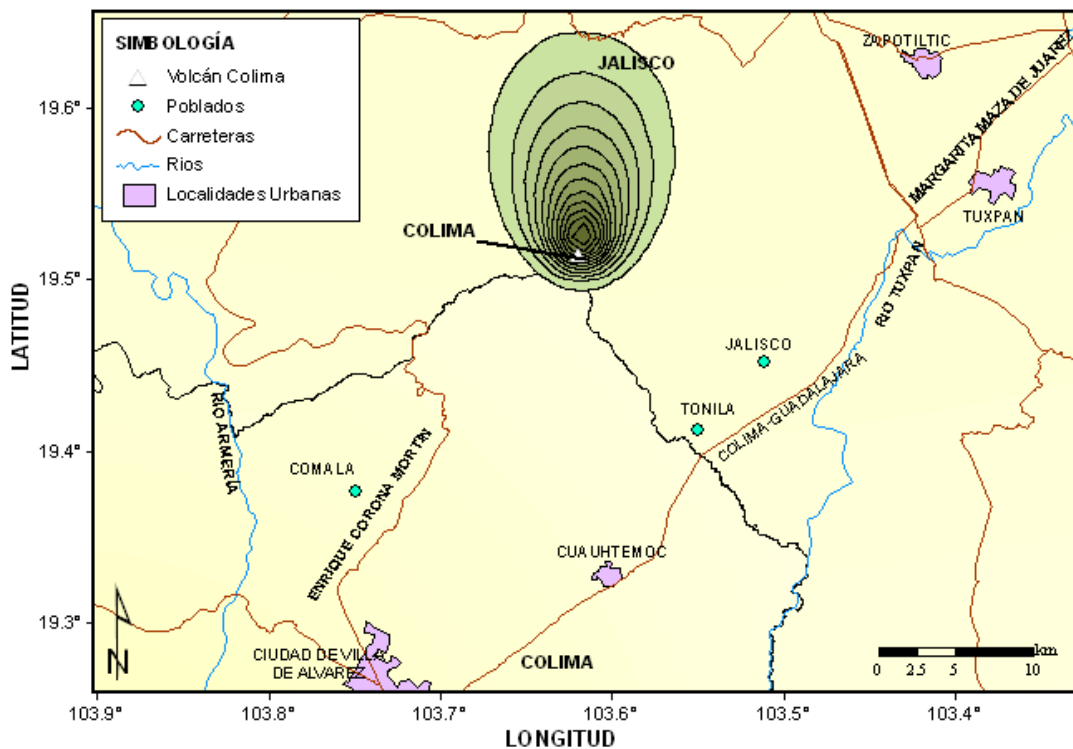


Figura 2.24 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 15 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al norte.

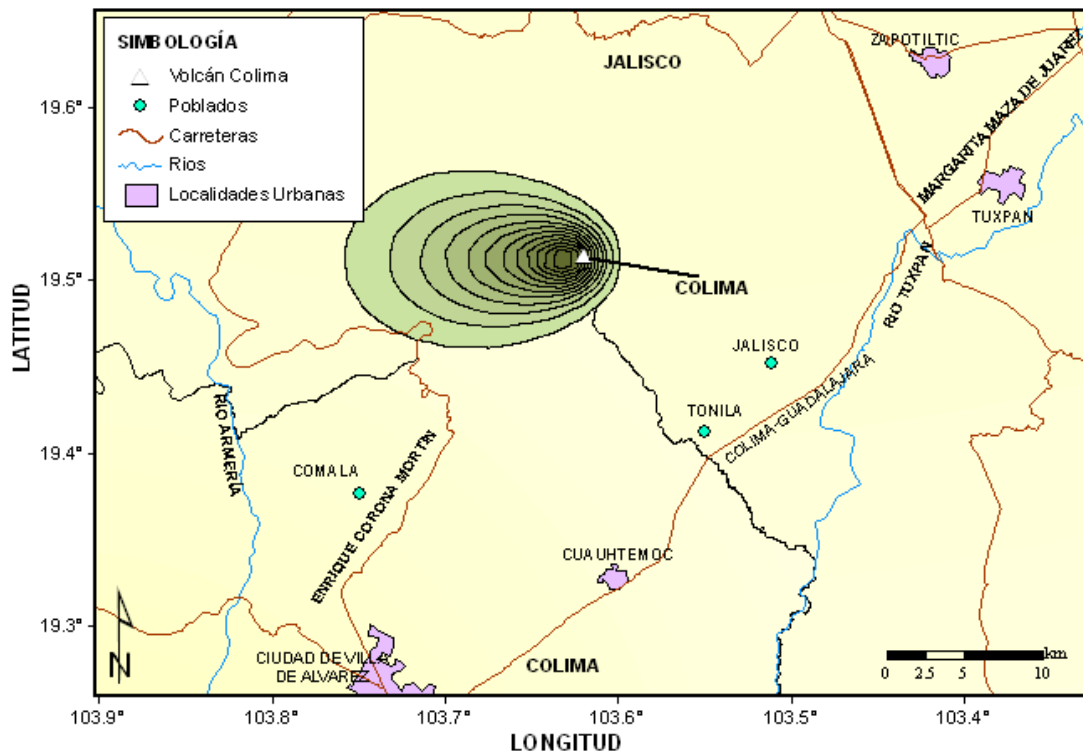


Figura 2.25 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 15 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al oeste.

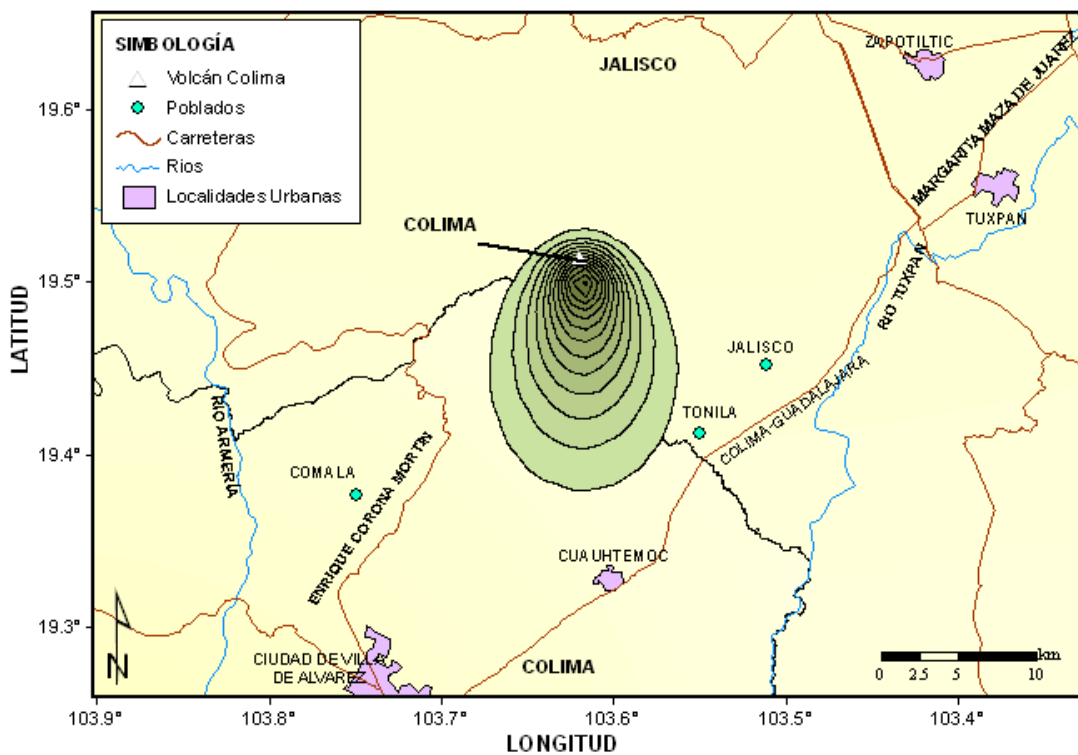


Figura 2.26 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 15 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al sur.

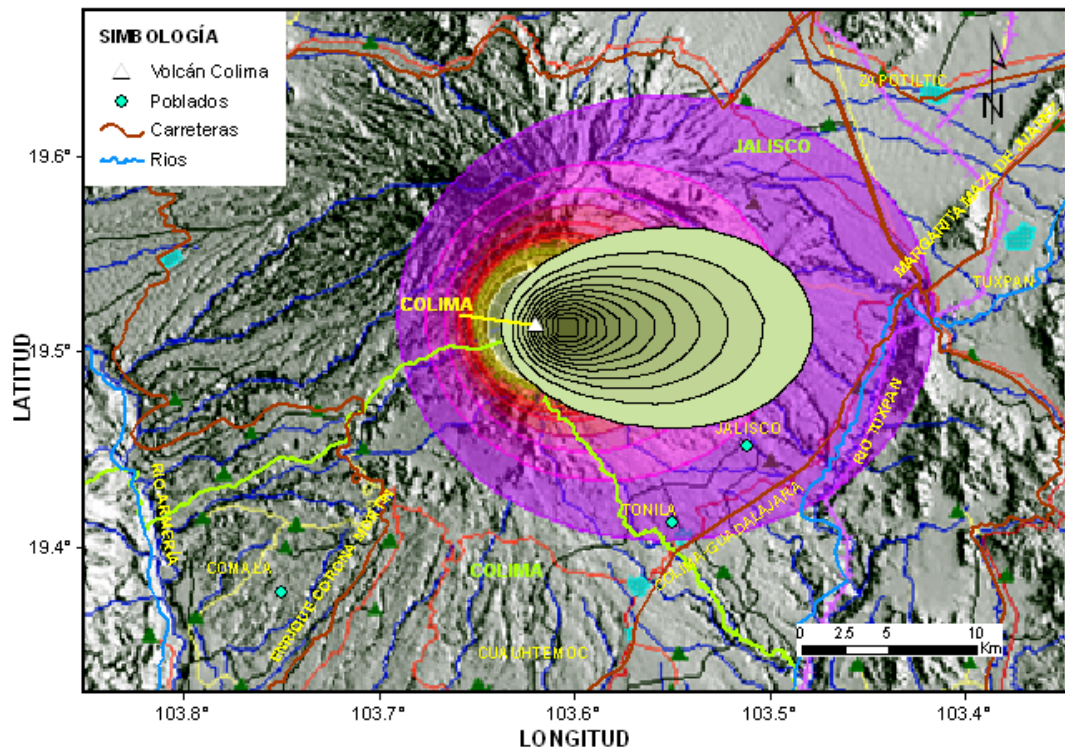


Figura 2.27 Comparación de los escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Citlaltépetl.

Para el caso de la Fase III y debido a que esta la consideran como una explosión más violenta los parámetros que se utilizan son los siguientes:

Fase III

1. Altura de la columna eruptiva (21 km)
2. Velocidad de caída (1 m/seg)
3. Dirección del viento con cuatro escenarios: Este, Norte, Oeste y Sur (0, 90, 180 y 270 grados respectivamente)
4. Volumen de ceniza ($(9 \times 10^8 \text{m}^3)$)

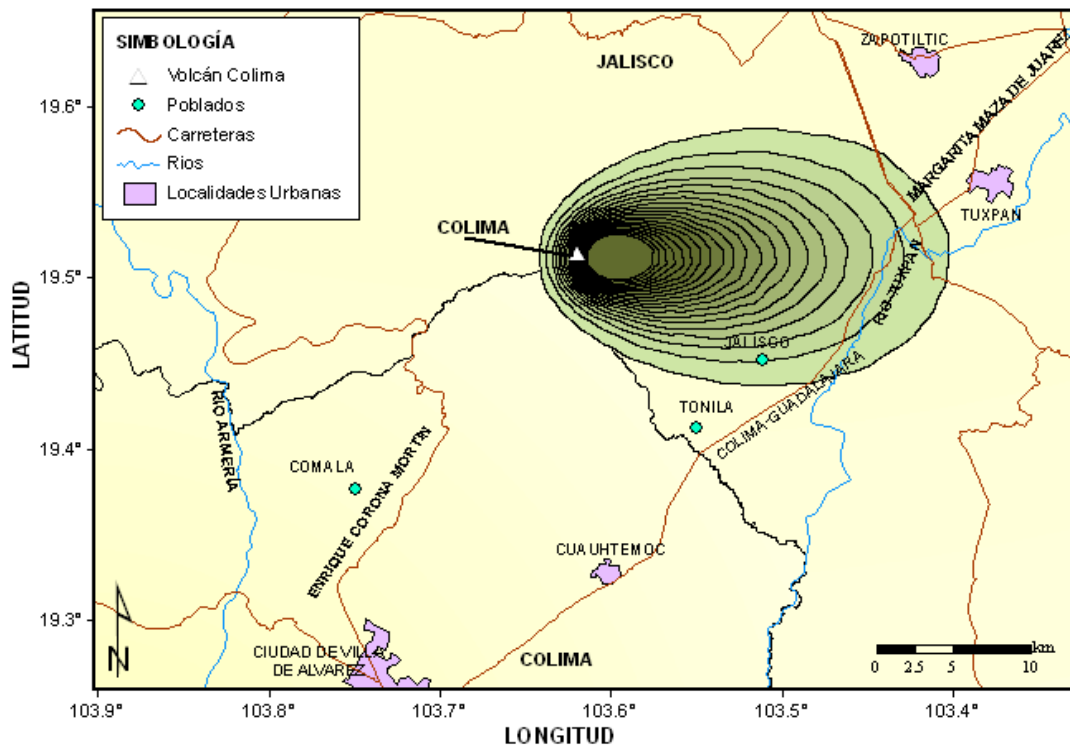


Figura 2.28 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 15 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al este.

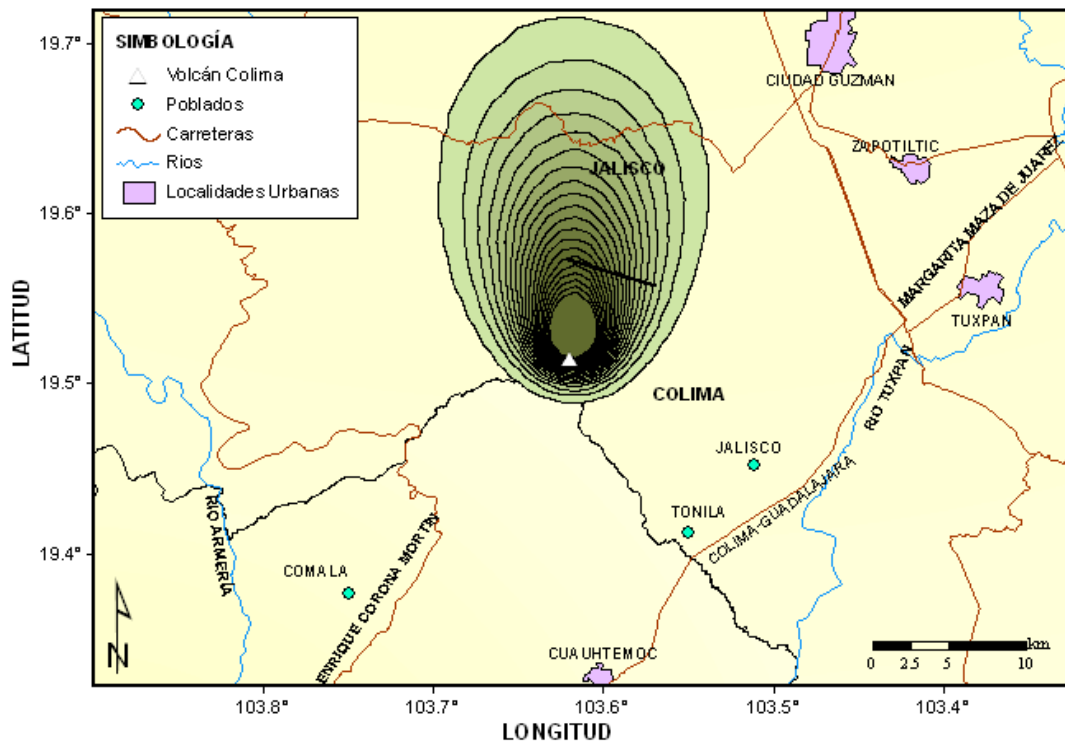


Figura 2.29 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 15 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al norte.

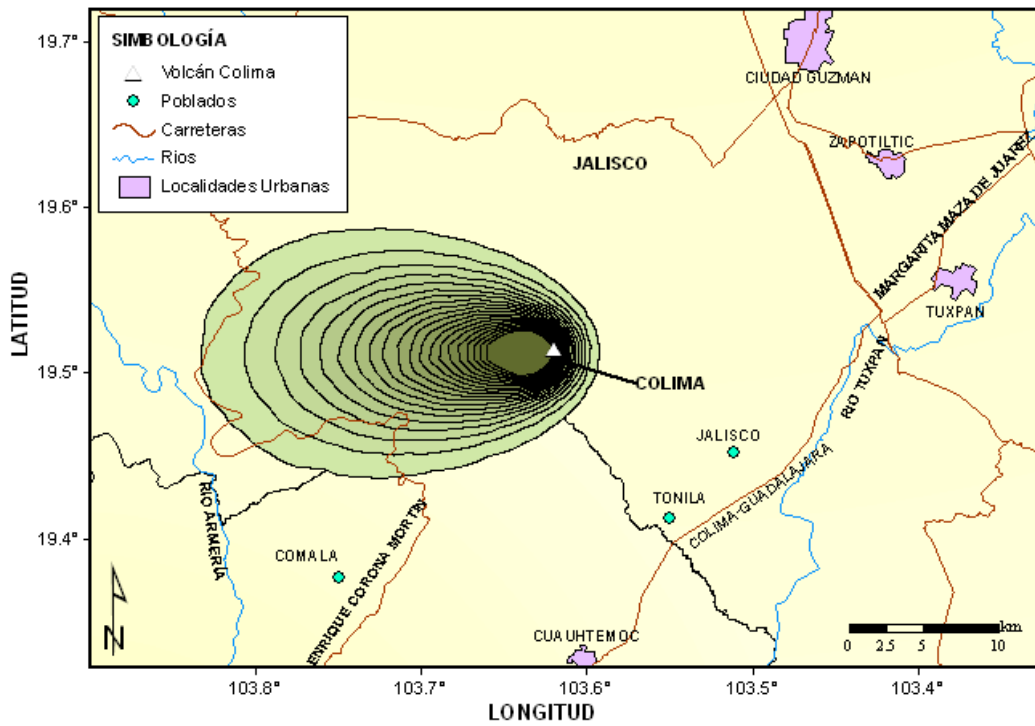


Figura 2.30 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 15 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al oeste.

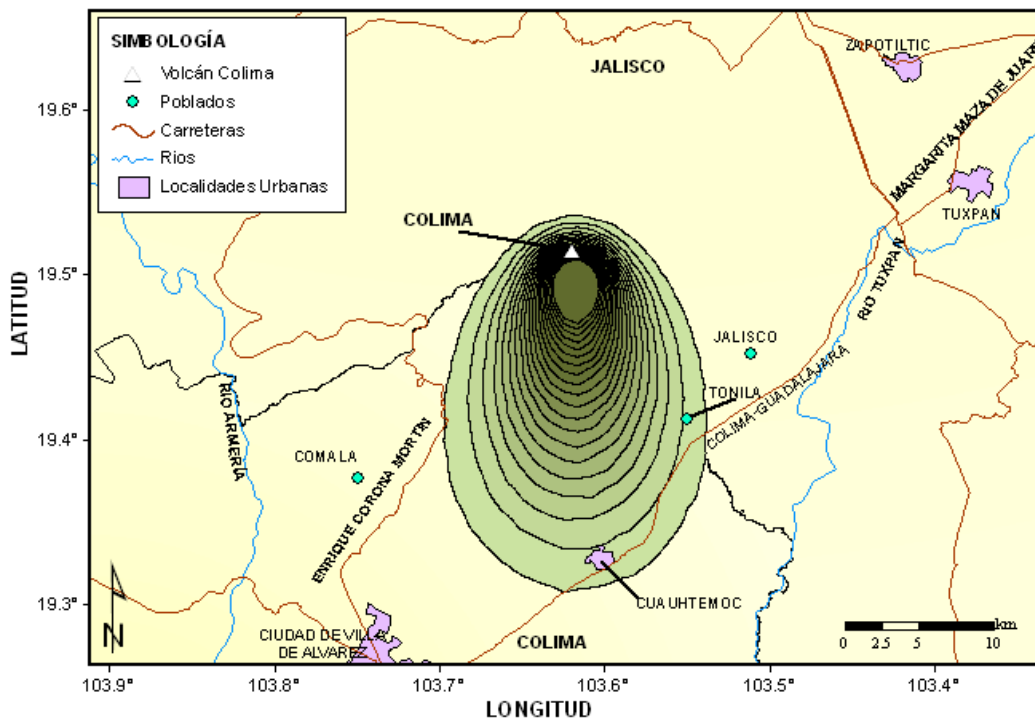


Figura 2.31 Escenarios de caída de ceniza volcánica en el volcán Colima. Características del evento: altura de columna de 15 km, con velocidad de depósito de 1 m/s en dirección al sur.

2.3 Flujos Piroclásticos

2.3.1 Volcán Popocatepetl

Para los escenarios de flujos piroclásticos en el Popocatepetl se consideraron los siguientes parámetros:

1. El ángulo del cono de energía o conocido también como el ángulo tangente del coeficiente de fricción:

$$\text{atan} \frac{H}{L}$$

(1)

Donde H es la altura del volcán y L el alcance horizontal.

- a. Evento 1 (H/L=0.20)
- b. Evento 2 (H/L=0.116)

Estos parámetros se obtuvieron considerando un alcance horizontal de 17.5 km y 30 km (Robin y Boudal, 1987), y sabiendo que la altura del volcán respecto al entorno es 3.5 km (CENAPRED, 2005).

2. Altura de la columna eruptiva de 2 km

El mapa obtenido con estos valores es comparado con el Mapa de Peligros del volcán Popocatepetl elaborado por J. L. Macías (1995), Instituto de Geofísica, UNAM.

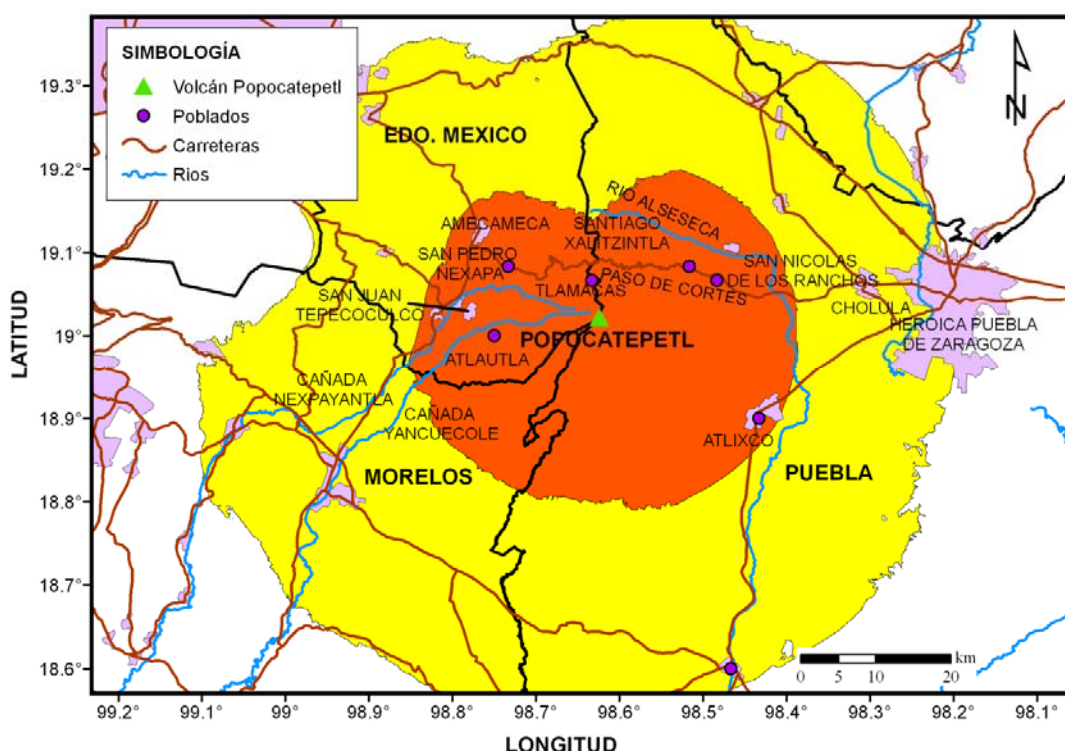


Figura 2.32 Mapa que delimita las áreas afectadas por los flujos piroclásticos para un alcance horizontal de 17.5 km y 30 km.

El mapa obtenido con estos valores es comparado con el Mapa de Peligros del volcán Citlaltépetl elaborado por Sheridan et al. (2001), UNAM.



Figura 2.34 Mapa de Peligros del volcán Citlaltépetl (Pico de Orizaba). (Elaborado por: Sheridan et al., UNAM)

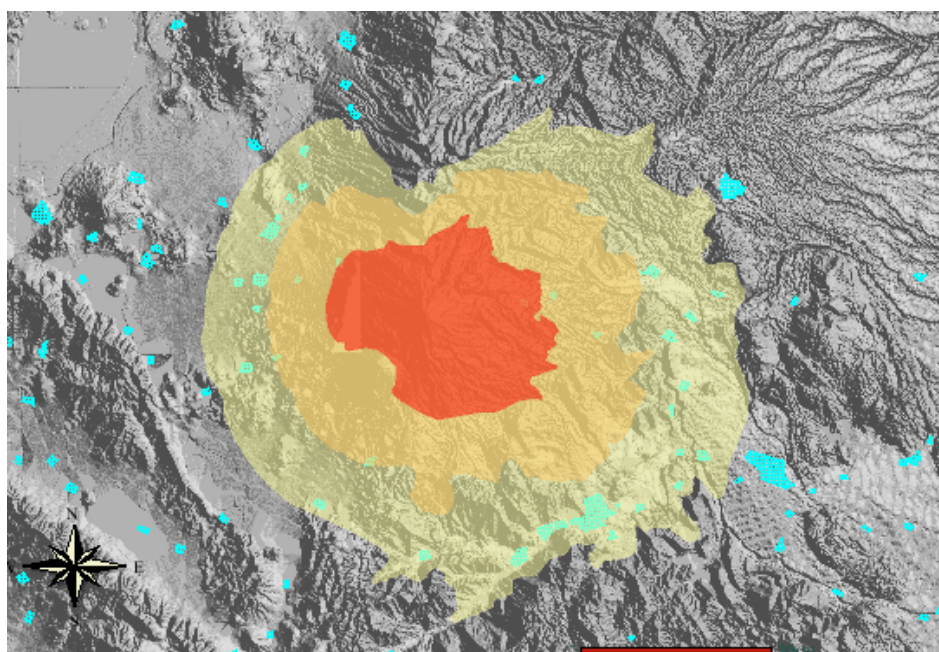


Figura 2.35 Mapa de peligros del volcán Citlaltépetl. (Elaborado por: CENAPRED).

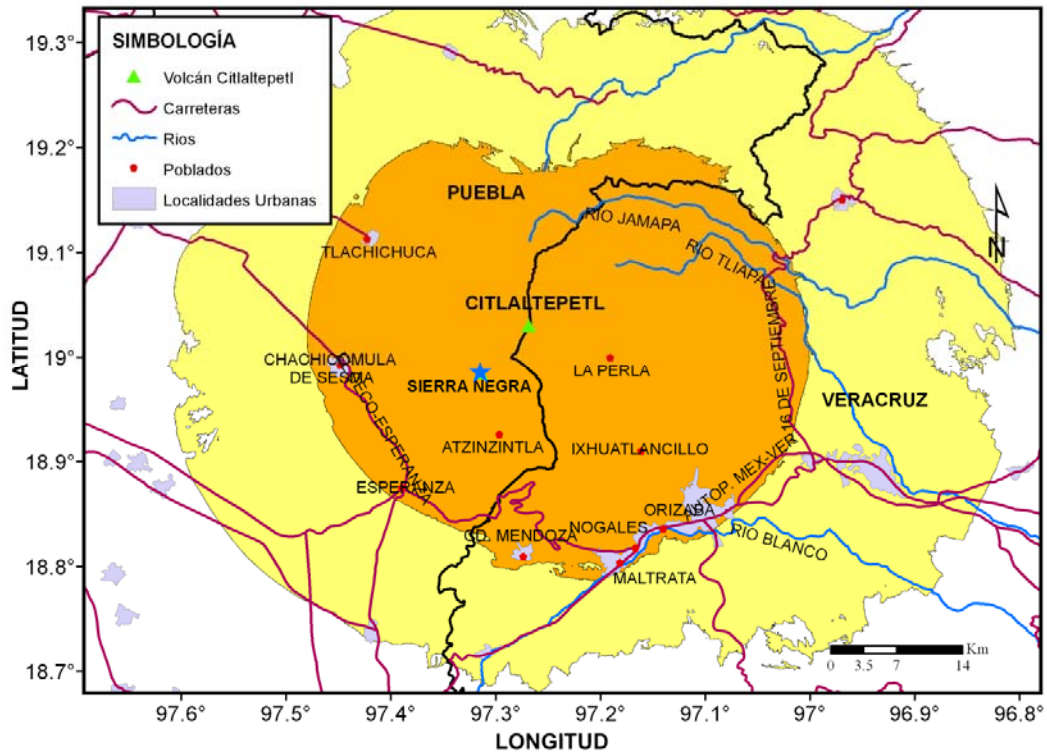


Figura 2.36 Mapa de flujos piroclásticos que delimita las áreas afectadas para un alcance horizontal de 20 km y 31 km aprox.

Podemos apreciar en estos mapas que las zonas de peligro potencial coinciden en forma y en algunos de los alcances que tendría el material dependiendo de la explosividad de la erupción que se presente.

2.3.3 Volcán Colima

Para los flujos piroclásticos en el volcán Colima se consideraron los siguientes parámetros:

1. El ángulo del cono de energía
 - a. Evento 1 ($H/L=0.41$) ---- Fase I
 - b. Evento 2 ($H/L=0.26$) ---- Fase II
 - c. Evento 3 ($H/L=0.17$) ---- Fase III

Estos parámetros se obtuvieron considerando un alcance horizontal de 9.39 km, 14.81 km y 22.65 km aproximadamente, y con una altura del volcán respecto al entorno es 3.85 km. Estos valores de los coeficientes de fricción se obtuvieron considerando el promedio de los valores estimados que se registraron históricamente.

2. Altura de la columna eruptiva de 1.4 km para la fase I y II, y 2.6 km para la fase III.

El mapa obtenido con estos valores es comparado con los Mapas de Peligros del volcán Colima elaborado por el CENAPRED y Saucedo et al. (2005).

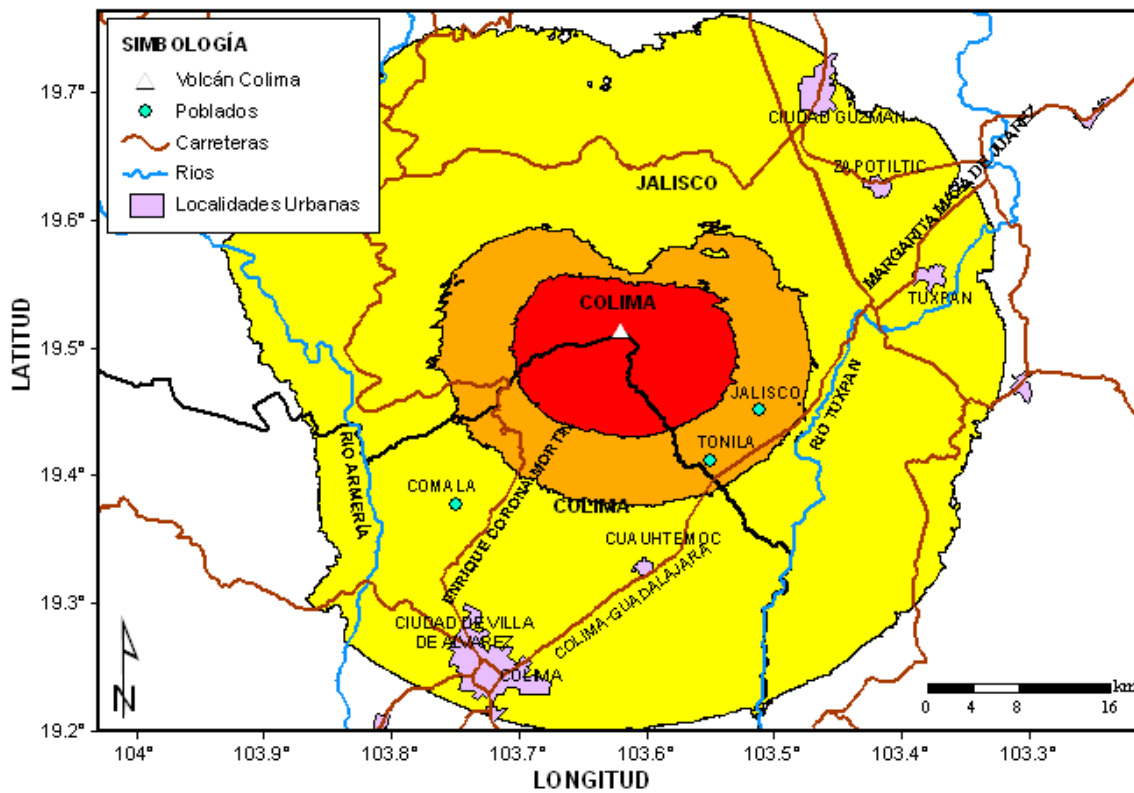


Figura 2.38 Mapa de flujos piroclásticos para el Volcán Colima, muestra los escenarios para los depósitos de cada una de las fases (fase I color rojo, fase II color anaranjado y fase III color amarillo).

2. 3 Flujos de Lava

2.3.1 Volcán Popocatépetl

Para el flujo de lava en el Popocatépetl solo se consideró un solo escenario con los siguientes parámetros:

1. Espesor del flujo de 1.5 metros.
2. Distancia máxima del flujo de 20,000 metros (aproximación obtenida de los escenarios del CENAPRED).

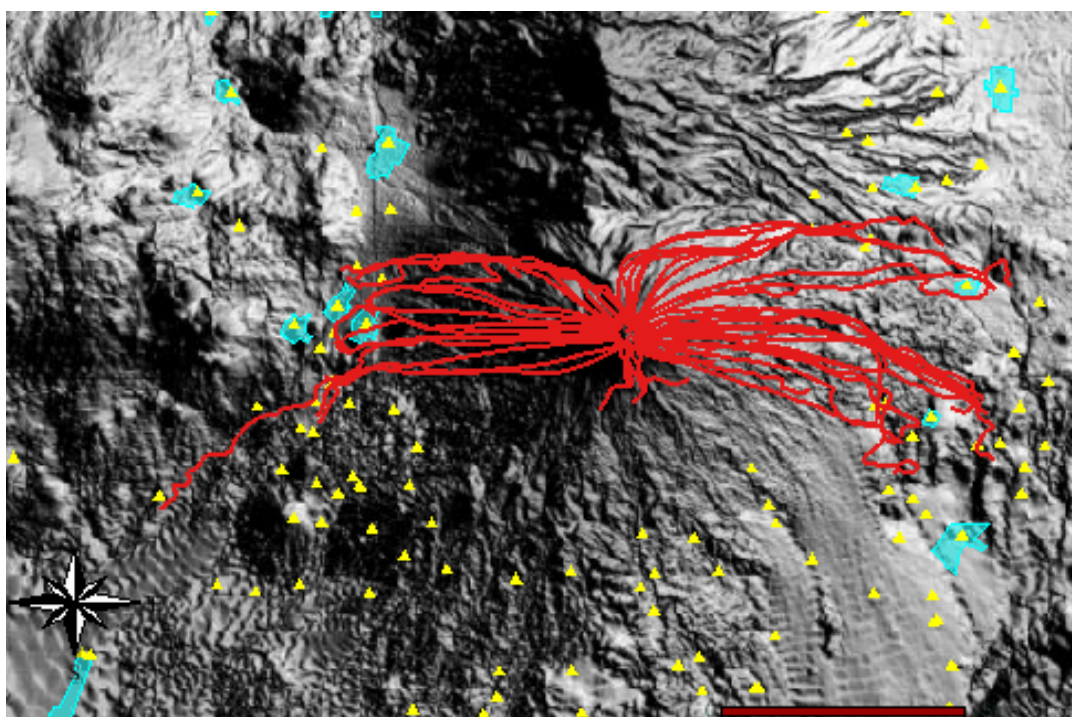


Figura 2.39 Escenario de lava con alta viscosidad (Imagen tomada del CENAPRED)

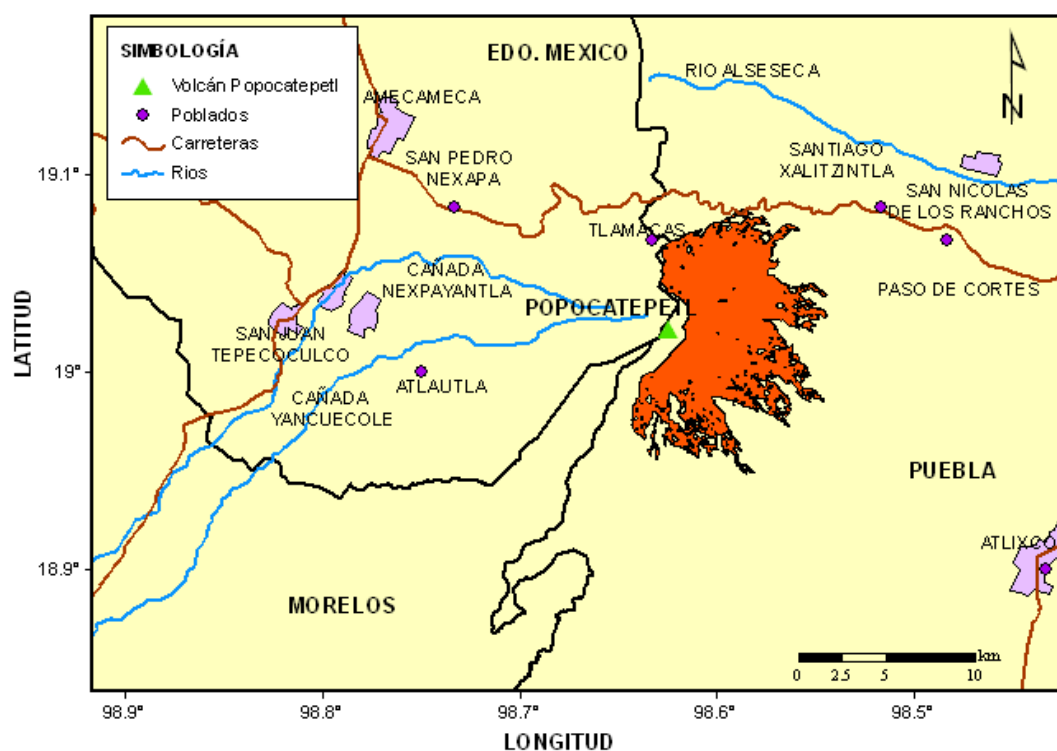


Figura 2.40 Áreas afectadas por el Flujo de Lavas

Las Figuras 2.39 y 2.40 se generaron además de los parámetros anteriormente mencionados, tomando en consideración una alta viscosidad de la lava, teniendo así resultados parecidos en la dirección del flujo de lava.

2.3.2 Volcán Citlaltépetl

Para el flujo de lava en el Citlaltépetl se hizo un solo escenario con los mismos parámetros que para el Popocatepetl:

1. Espesor del flujo de 1.5 metros.
2. Distancia máxima del flujo de 20,000 metros.(aproximadamente)

La Figura 2.41 es una imagen tomada de la página del CENAPRED la cual nos muestra el flujo de lava de alta viscosidad, así como los poblados cercanos que se verían afectados.

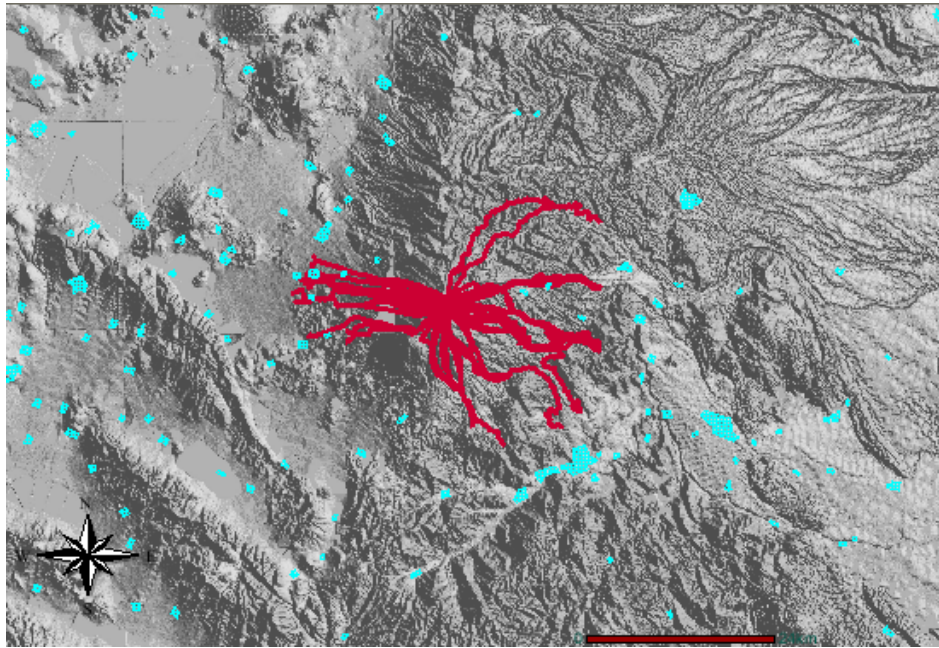


Figura 2.41 Escenario de lava con alta viscosidad (Imagen tomada del CENAPRED)

Por último en la Figura 2.42 se generó el mapa de flujos de lava considerando un tipo de lava con alta viscosidad y con alcance horizontal de 2 km, los cuales coinciden con los parámetros utilizados por el CENAPRED y los cuales nos permiten observar la dirección del flujo y las áreas afectadas.

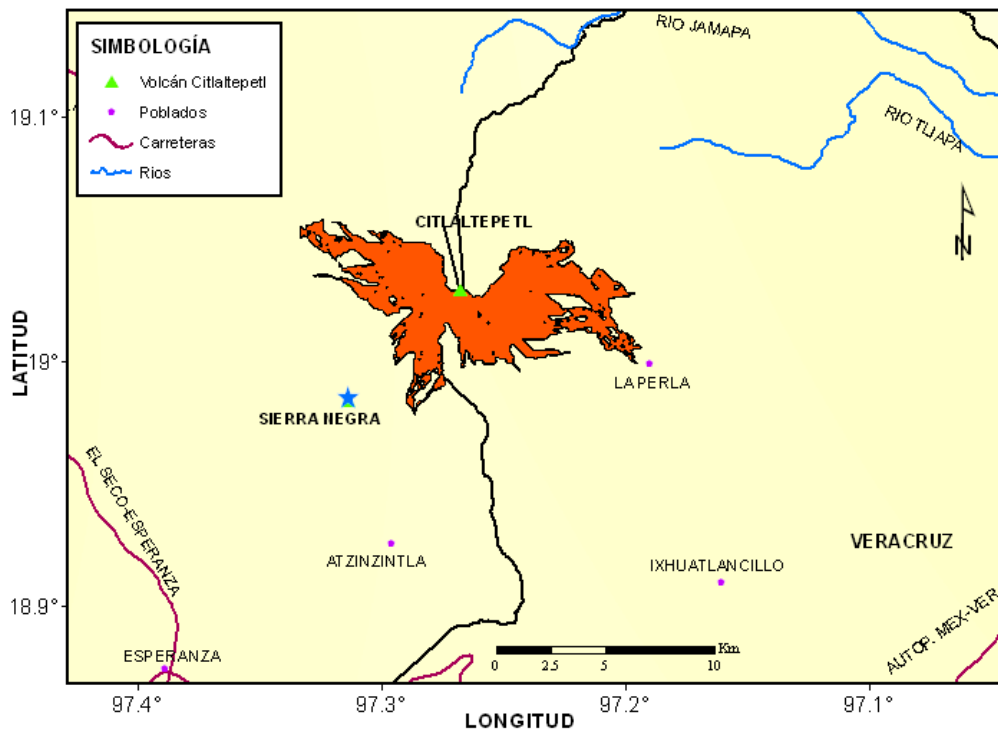


Figura 2.42 Áreas afectadas por el flujo de lavas

2.3.3 Volcán Colima

Para los flujos de lava en el volcán Colima de igual manera se hicieron en 3 Fases:

Fase I

1. Espesor del flujo de 0.19 metros.
2. Distancia máxima del flujo de 3,500 metros.(aproximadamente)

Fase II

1. Espesor del flujo de 4.35 metros.
2. Distancia máxima del flujo de 9,500 metros.(aproximadamente)

Fase III

1. Espesor del flujo de 15 metros.
2. Distancia máxima del flujo de 15,000 metros.(aproximadamente)

La Figura 2.43 es una imagen tomada de la página del CENAPRED la cual nos muestra el flujo de lava de alta viscosidad, así como los poblados cercanos que se verían afectados.

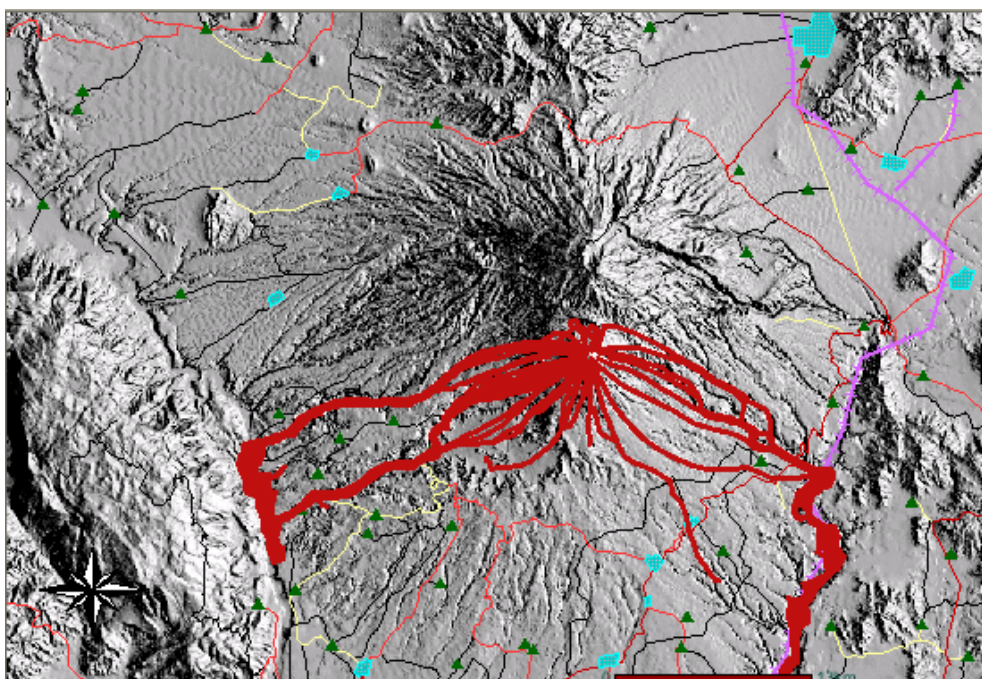


Figura 2.43 Escenario de Lava con alta viscosidad (Imagen tomada del CENAPRED).

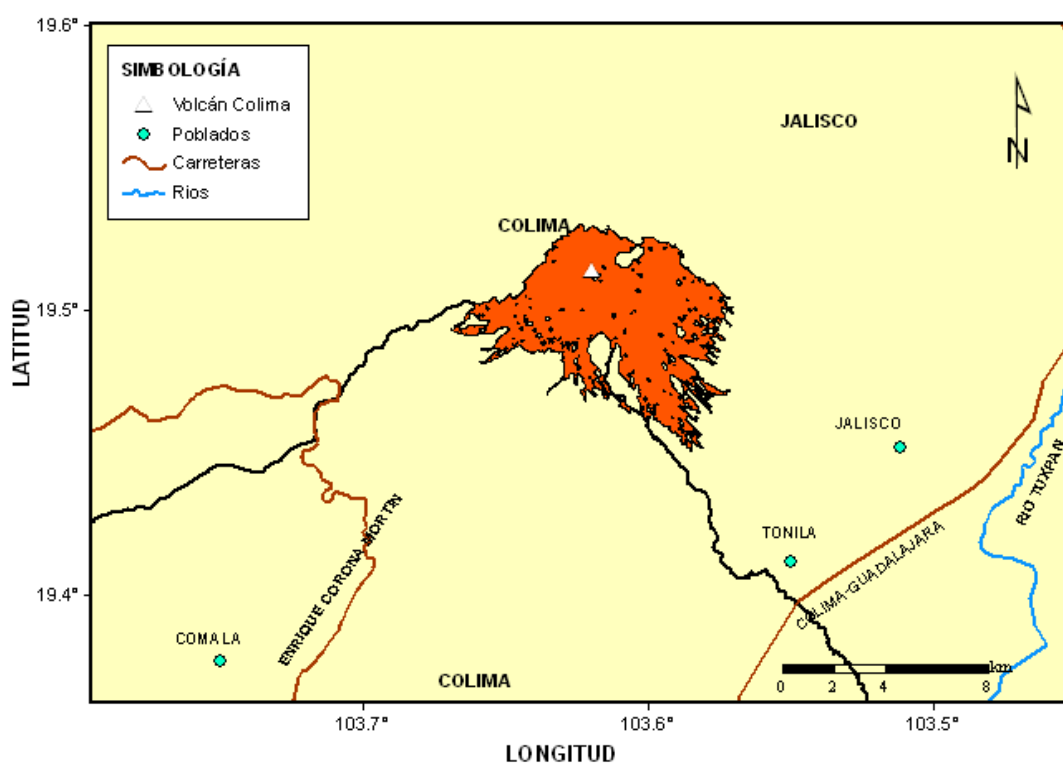


Figura 2.44 Áreas afectadas por el Flujo de Lavas

Los parámetros considerados para el caso del volcán Colima se propusieron tomando en cuenta la columna litoestratigráfica que presenta en su publicación Saucedo et. al. (2005), en la cual apreciamos que el mayor espesor en cuanto a los flujos piroclásticos es de 15 metros, además de esta columna se decidió relacionar estos datos con los que nos proporciona en la Tabla 2 de este mismo artículo, obteniendo así los tres distintos escenarios para cada una de las fases.

Como se puede observar en las imágenes obtenidas por el programa diseñado por el Instituto de Ingeniería (Figuras 2.40, 2.42 y 2.44) los escenarios para los flujos de lava están estrechamente ligados a la forma que tiene la topografía del lugar pues ya que dependiendo del ángulo de la pendiente puede la lava alcanzar una mayor o menor longitud horizontal, es decir, por ejemplo si tenemos una topografía que esté casi plana entonces el espesor de la lava puede ser mucho mas grande sin la necesidad de abarcar un área mayor, y por el contrario si la pendiente es muy pronunciada entonces el flujo será mas intenso hasta que choque con alguna estructura elevada la cual le impidiera el paso, pero esto puede ser a unos pocos metros de longitud o puede no presentarse dicha estructura elevada.

También se debe considerar que el programa utiliza puntos que considera los mas probables por los cuales puede fluir la lava es por esto que la forma del área que alcanzan los flujos no es simétrica y no varía la dirección hacia la cual se moverán estos flujos.

Así pues la modelación de los escenarios para cada una de las respectivas fases es el mismo pues además de los parámetros empleados habría que tomar en cuenta lo anteriormente explicado, así como la viscosidad de la lava, el volumen etc. Cabe recalcar que esto es válido no solo para el volcán Colima sino también para los volcanes Popocatepetl y Citlaltépetl.