



Foto 3. Entrada de la caverna principal. Al fondo se observa la delegación de este poblado.

Existe otra caverna al noreste de la principal, localizada en la coordenada: latitud norte 19 39' 23.9" y longitud oeste 98 47' 33.2"; está conformada también por tezontle, con una orientación de la entrada de la galería hacia el norte y una longitud aproximada de 80 metros, magnitud evidenciada por una serie de colapsos que dejan al descubierto la traza de la misma (foto 4).



Foto 4. Colapso del terreno que deja al descubierto la traza de la galería.

Asimismo, es posible observar aproximadamente a 50 metros al oriente de esta



última, la traza de una galería colapsada con un ancho aproximado de 80 metros y un posible colapso de cuatro a cinco metros, con una orientación general norte-sur y cuya ubicación se encuentra en la coordenada geográfica: latitud norte 19 39' 26.7" y longitud oeste 98 47' 28.7".

Con base en lo anterior se hacen las siguientes

Recomendaciones para la prevención del riesgo:

1. Construir un cerco de protección alrededor de la entrada de la caverna principal; asimismo, colocar un grupo de señales que adviertan del riesgo a la población y a vehículos.
2. Extraer los desechos de basura que se están arrojando en la entrada de la caverna principal, ya que esto representa un foco de infecciones para la comunidad.
3. Realizar un levantamiento topográfico de las cavernas, con el objeto de definir la extensión de las galerías y su posible continuidad por debajo de las fincas establecidas, lo que permitirá establecer un perímetro de riesgo geológico, pues este tipo de terreno es susceptible a colapsarse.
4. Evitar construir fincas con más de una planta y en el mejor de los casos, evitar construir dentro del perímetro de riesgo geológico.

Municipio de San Martín de Las Pirámides

Antecedentes

El municipio de San Martín de las Pirámides, se localiza en la parte noreste del territorio estatal, aproximadamente a 93 km de la capital del Estado de México.

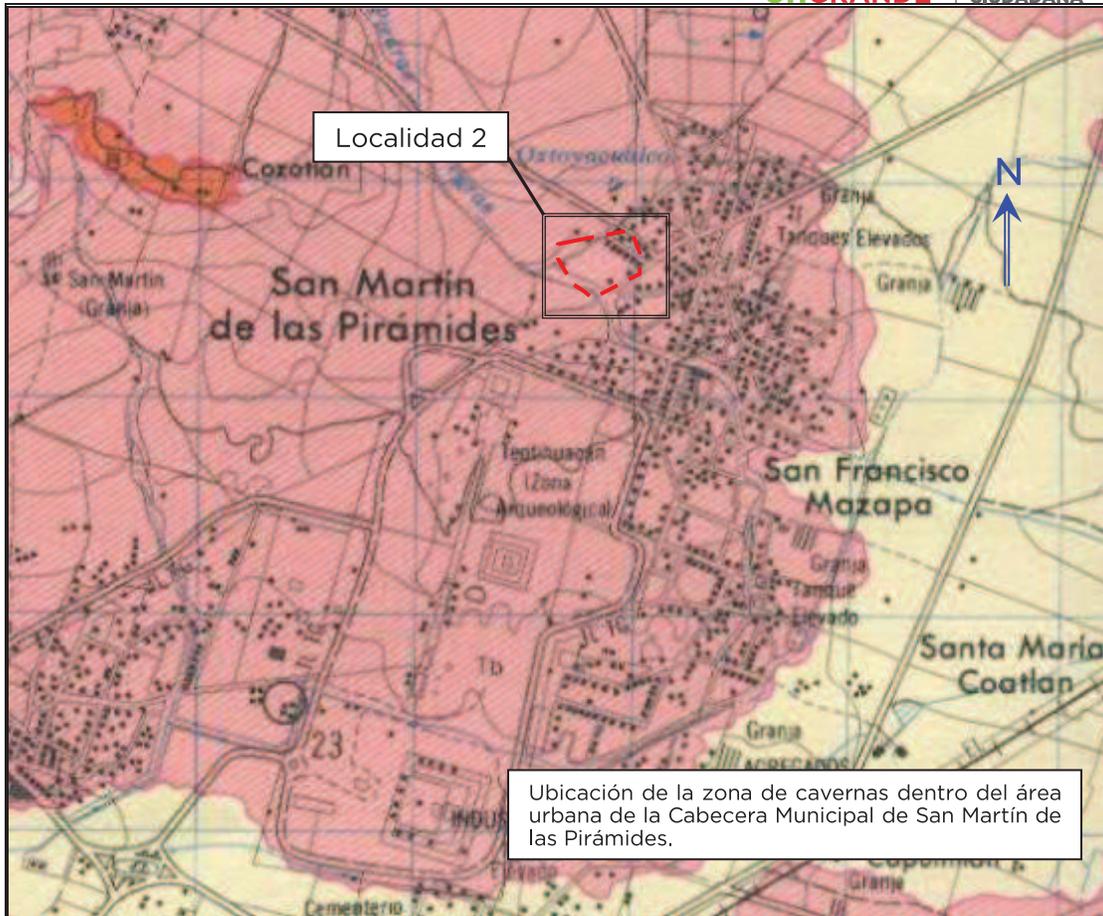
Descripción de la localidad visitada

El sitio de cavernas evaluado dentro de esta jurisdicción municipal, se ubica dentro del área urbana de la cabecera municipal (plano 2); el material lávico que dio lugar a las mismas, provino del volcán Maninal, distante 4.5 km al poniente de esta localidad.

Localidad 2: ⁽³⁾zona de cavernas

Ubicación: aproximadamente a 0.4 km al noroeste de la Presidencia Municipal de San Martín de las Pirámides

Localización: latitud: 19 42' 29.6" N
 longitud: 98 50' 17.1" W
 altitud: 2 326 msnm



Plano 2. Localización del área estudiada en el municipio de San Martín de las Pirámides, México.

Esta zona está caracterizada por una serie de cavernas conformadas principalmente por rocas volcánicas de tipo escoriáceo (tezontle), la cual se delimita mediante manifestaciones en superficie y a través de comentarios del coordinador de protección civil municipal, de la siguiente manera (figura 1):

- Al norte hasta las inmediaciones de la calle Oztoyohualco.
- Al sur hasta las inmediaciones de la calle Tuxpan.
- Al oriente hasta las inmediaciones de la calle Justo Sierra.
- Al poniente hasta las inmediaciones de la calle La Paz.

La caverna principal (foto 5) se localiza aproximadamente a 300 metros al noroeste de la presidencia municipal y a unos cinco metros del límite norte de una construcción en obra negra (foto 6). Se ubica en el traspatio de la misma obra en proceso, la cual se localiza en la esquina de las calles Adolfo López Mateos y 11 de Noviembre. Dicha caverna se encuentra conformada en una brecha de escoria volcánica (tezontle) con una orientación de la galería N20°E, una longitud aproximada de 100 metros y un espesor del cielo, de la caverna hasta la superficie, de 0.5 a 1.5 metros.

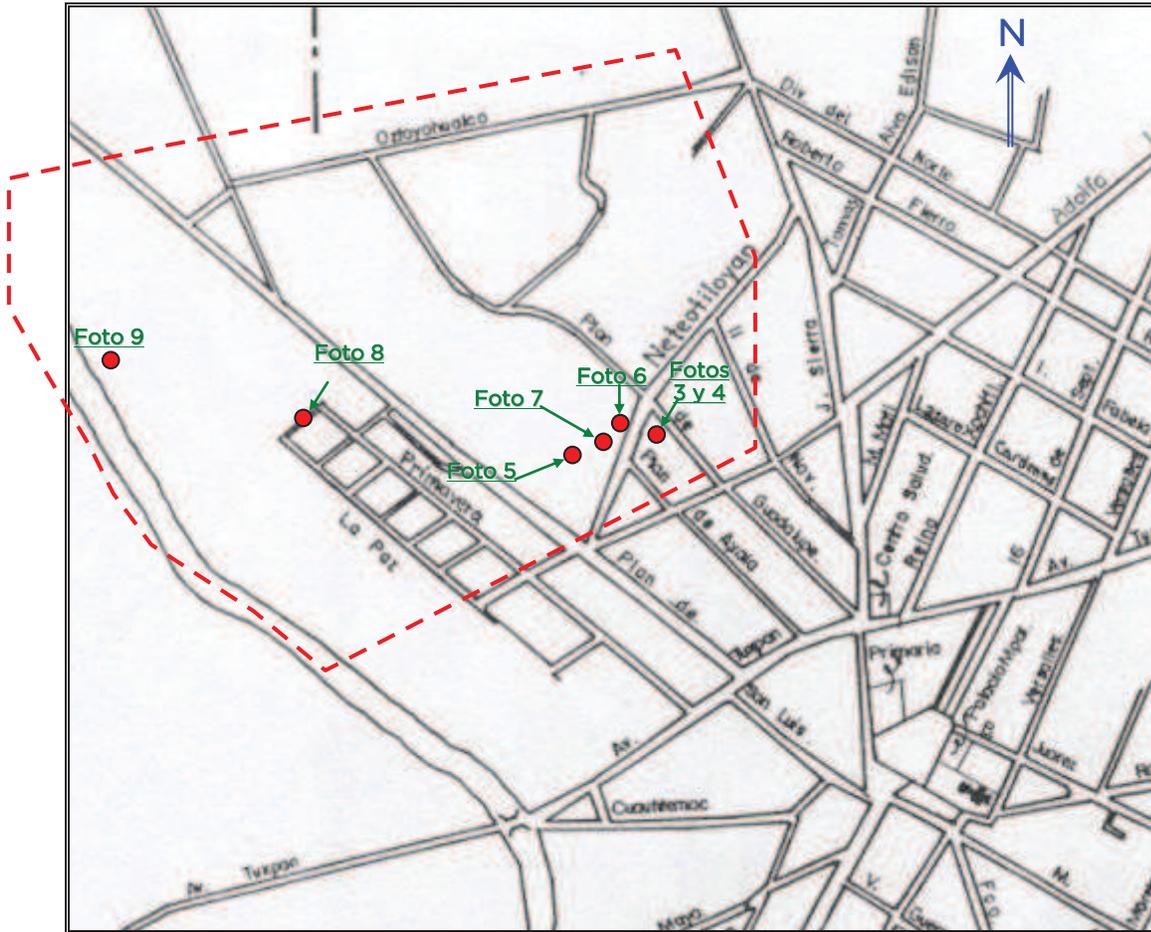


Figura 1. Ubicación de la zona de cavernas (línea roja segmentada), presente en el área urbana de la cabecera municipal de San Martín de las Pirámides. Los puntos en rojo simbolizan los sitios más representativos de riesgo.



Fotos 5 y 6. Estas imágenes muestran un panorama general de la entrada de la caverna principal.

Partiendo de esta caverna en dirección $S60^{\circ}W$, aproximadamente a 150 metros, se encuentra el punto donde personal de Protección Civil del municipio de

Atizapán de Zaragoza realizó el año pasado un sondeo con geo-radar; determinando la existencia de otra caverna bajo la calle Plan de Guadalupe casi esquina Adolfo López Mateos, lugar que actualmente se encuentra cubierto por el trazo de la misma calle y algunas fincas bien establecidas (foto 7).



Foto 7. Ubicación del sitio donde personal de Protección Civil del municipio de Atizapán de Zaragoza, realizó sondeos.

Cabe mencionar que algunas de estas cavernas presentan colapsos de entre dos a cinco metros de longitud (foto 8), afectando superficies de entre 20 a 100 m² y sobre las cuales se encuentran edificadas una serie de viviendas (foto 9).



Foto 8. Obsérvese el desnivel que presenta este punto del terreno en particular, el cual es producto del colapso del cielo de una caverna de la zona.



Foto 9. Entrada de una caverna, donde sobre el cielo de la misma, se edificó la vivienda.

Asimismo, se menciona que cerca del límite oeste de esta zona de cavernas, específicamente sobre la calle Primavera, se encuentran las instalaciones de la clínica del ISSEMyM que fue inaugurada en 1995 (foto 10). A un costado de la misma se encuentra la tienda de LICONSA, por lo que existe la posibilidad de que estas dos construcciones estén edificadas sobre la traza de alguna de estas cavernas. Lo anterior se deduce porque a unos 100 metros al noroeste de estas

construcciones se observó la traza de una caverna colapsada (foto 11), la cual afectó una superficie de unos 30 metros de diámetro con un desnivel del terreno de aproximadamente un metro.



La primera imagen muestra las instalaciones de la clínica del ISSEMyM, ubicada sobre la calle Primavera, en tanto que la segunda muestra la relativa proximidad de la traza de una de estas cavernas respecto a las construcciones.

Bajo estas premisas se hacen las siguientes

Recomendaciones para la prevención del riesgo:

1. Será necesario que el ayuntamiento realice un levantamiento topográfico de las cavernas con el objeto de definir la extensión de las galerías y su posible continuidad por debajo de las fincas establecidas. Esto con el fin de elaborar un censo de construcciones y habitantes, así como para establecer un perímetro de riesgo geológico; ya que este tipo de terreno es altamente susceptible a colapsarse.
2. Que el personal de Protección Civil municipal realice un censo cuidadoso de todas las casas-habitación existentes en la zona definida en el croquis de la figura 1, además de realizar el censo total de las personas que habitan en ellas.
3. Una vez realizados los censos, será necesario que Protección Civil municipal, notifique por escrito a los habitantes de este perímetro que se encuentran establecidos en una zona de alto riesgo geológico, ya que existe la posibilidad de colapso de la superficie del terreno.
4. Que Obras Públicas del municipio evite dar permisos para la construcción de fincas con más de una planta, pues a medida que se incremente peso a la superficie del suelo, éste comenzará a desestabilizarse hasta dar origen a nuevos colapsos del terreno.
5. El terreno de las cavernas colapsadas representa una superficie aparentemente estable, pero a medida que sean ocupadas por construcciones nuevas, comenzarán a presentar asentamiento diferencial del terreno, debido a que los materiales que las conforman se encuentran mal consolidados.



6. Asimismo, existe la posibilidad de que estas superficies colapsadas se encuentren sobre alguna otra caverna, pues el proceso volcánico que conformó la zona pudo tener una actividad intermitente, y con el paso de los miles de años estas galerías fueron sobrepuestas unas sobre otras.

7. Por lo que respecta a las construcciones de la Clínica Regional del ISSEMyM y tienda LICONSA, será necesario que sus representantes legales soliciten a la dependencia gubernamental correspondiente, que personal especializado realice un análisis de la memoria de construcción, pues existe la posibilidad de que se omitiera la realización de un estudio geológico del terreno y que ambos edificios se construyeran sobre la traza de alguna de estas cavernas. Esto es necesario debido a que a unos 100 metros al noroeste de estas construcciones se observó la traza de una caverna colapsada.