



Cuaderno de Investigación

Zonas minadas, investigadas en los municipios de Atizapán de Zaragoza, Naucalpan y Huixquilucan, Estado de México.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

SSC
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
CIUDADANA





Zonas minadas, investigadas en los municipios de Atizapán de Zaragoza, Naucalpan y Huixquilucan, Estado de México.

Contenido

Agradecimientos	3
Presentación	3
Introducción	4
Definición	5
Metodología de trabajo	6
Casos de estudio y evaluación	6
Municipio de Atizapán de Zaragoza	7
Antecedentes	7
Descripción de las localidades visitadas	8
Localidad 1: Zona minada Los Olivos-Ex-Hacienda del Pedregal	8
Recomendaciones para la prevención del riesgo	10
Localidad 2: Zona minada México 86 y Primero de Septiembre	11
Recomendación para la prevención del riesgo	12
Localidad 3: Zona minada Las Águilas	12
Recomendación para la prevención del riesgo	12
Localidad 4: Zona minada El Chaparral	12
Recomendación para la prevención del riesgo	13
Localidad 5: Zona minada Lomas de Guadalupe	14
Recomendación para la prevención del riesgo	15
Localidad 6: Zona minada - Colonia Peñitas	16
Recomendaciones para la prevención del riesgo	16
Municipio de Naucalpan	18
Antecedentes	18
Descripción de las localidades visitadas	18
Localidades 1a y 1b: Zonas minadas en las calles Saturnino Herrán y Germán Gedovius	18
Recomendaciones para la prevención del riesgo	23
Municipio de Huixquilucan	23



Antecedentes	23
Descripción de la localidad visitada	24
Localidad 1: Zona minada entre cerrada de La Raza y calle Fuente de Emperatriz	24
Recomendaciones para la prevención del riesgo	26
Conclusiones	32
Bibliografía	33



Agradecimientos

Se hace el agradecimiento que para la realización del presente trabajo, se tuvo la colaboración desinteresada del personal de las unidades municipales de Protección Civil de Atizapán de Zaragoza, Naucalpan y Huixquilucan.

Presentación

El trabajo que aquí se expone forma parte de la serie Cuadernos de Investigación que publica el Gobierno del Estado de México, a través de la Dirección General de Protección Civil. El objetivo primordial de esta serie es promover y desarrollar permanentemente la investigación científica en materia de protección civil.

El contenido de este cuaderno se ha enfocado a describir los conceptos fundamentales y los riesgos que representan las zonas minadas, que fueron invadidas por algunos sectores de población, en áreas preferentemente de la estribación oriente de la sierra de Las Cruces en el Estado de México.

Aquí se resumen aquellos estudios de evaluación técnica de campo, realizados por personal técnico especializado de la Dirección General de Protección Civil, los cuales se consideraron de interés general para la población y autoridades estatales y municipales preocupadas en este tema. Dichos estudios, se han llevado a cabo en el período de 2004-2006, luego de realizar reuniones previas de trabajo con autoridades de los municipios involucrados, a partir de lo cual se tuvo conocimiento de la problemática.

Se identificaron diversos sitios susceptibles de investigación y atención por este problema, en los que se realizó una evaluación técnica de campo, a fin de que las autoridades correspondientes establezcan los criterios y disposiciones legales que permitan mitigar y regular el uso del suelo de estas zonas; ya que representan un alto riesgo para la población asentada de manera legal o irregular en las mismas.



Introducción

Desde el período novohispano, un gran sector de la estribación oriental de la sierra de Las Cruces, en lo que actualmente corresponde a las delegaciones de Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Miguel Hidalgo en el Distrito Federal y los municipios de Atizapán de Zaragoza, Naucalpan y Huixquilucan en el Estado de México, se han caracterizado por ser importantes sitios mineros, pues la explotación de minerales pétreos permitió la obtención de arena, grava y cantera, y que a la fecha, aún se extraen algunos de estos materiales en ciertas zonas.

La extracción de esos minerales permitió construir importantes templos y edificios, como la ⁽⁶⁾Catedral de la ciudad de México, el Palacio Nacional, el Santuario de Nuestra Señora de los Remedios y el acueducto conocido como Los Arcos, el cual abastece de agua al santuario y al pueblo de los Remedios desde San Francisco Chimalpa.

Luego de ser abandonadas dichas minas alrededor de los años 1930-1940, algunas a cielo abierto y otras con desarrollos de túneles, socavones y galerías, fueron invadidas paulatinamente en su parte superior por asentamientos irregulares y por desarrollos habitacionales bien constituidos, sin haber realizado una investigación previa de las condiciones del subsuelo, a sabiendas de que habían existido explotaciones mineras varios siglos atrás.

⁽⁵⁾Los trabajos mineros para obtener cantera, arena y grava ligera (minerales pétreos) se desarrollaron básicamente en los municipios de Atizapán de Zaragoza, Naucalpan y Huixquilucan, Estado de México; donde posteriormente se constituyeron grandes desarrollos urbanos y colonias conurbadas que, actualmente se conocen como ciudad Satélite, Lomas Verdes, San Mateo, El Molinito, San Juan Totoltepec, Lomas de Sotelo, La Herradura, Bosques de Chapultepec, Lomas de Tarango, Lomas de Santa Fe, Las Águilas y otros que más adelante se ejemplifican, en los que han aparecido serios problemas como derrumbes, colapsos de casas-habitación y hundimientos del terreno en casas y calles.

Las causas de la ⁽⁵⁾degradación ambiental que aquí se tratan además de las sociales, fueron: 1) La necesidad de un suministro constante de materiales de construcción, a una de las urbes de mayor crecimiento demográfico y extensión en el mundo; 2) Numerosas e incontrolables pequeñas explotaciones, realizadas sin adecuadas técnicas mineras por ejidatarios, o particulares; 3) Ausencia de una reglamentación para el uso del suelo en áreas rurales; 4) Carencia de un proyecto o programa de restauración ecológica y de reuso del suelo; 5) Numerosos organismos y autoridades agrarias, que medraron a costa de los materiales pétreos y solaparon la degradación; 6) Nula aplicación de los reglamentos y leyes vigentes para la explotación de minas y canteras, y poderosos intereses económicos y políticos involucrados en la explotación y comercialización de los materiales para construcción.



Definición

Es muy común encontrar en la literatura que una zona minada se refiere a terrenos “sembrados” de minas o artefactos explosivos, que fueron colocados durante un conflicto bélico, esto con la finalidad de evitar el paso o filtración del bando opuesto. Al término de dicho conflicto resulta un problema serio para la población civil que vive y frecuenta dichas zonas.

Por el contrario, en México, una zona minada se refiere a un predio o terreno donde se construyen obras mineras a cielo abierto o bajo la superficie (subsuelo) con apoyo de túneles, socavones y galerías (foto 1).



Foto 1. Esta imagen ejemplifica perfectamente una zona minada, donde se pueden ver varios túneles, galerías, socavones y construcciones en alto riesgo, debido a posibles colapsos de los techos de dichas obras mineras (tomada de Jerjes P. A. y Lugo H. J.).

Estas obras mineras, implican la posibilidad de hundimientos y cuarteaduras en la parte superior del terreno con el paso del tiempo, situación que se agrava por las filtraciones de agua meteórica, ya que reblandecen el material de soporte de los techos de las cavidades; aunque, también un sismo puede acelerar este proceso de deterioro e inclusive su colapso.

El material pétreo explotable puede ser de roca volcánica, sedimentaria o metamórfica; aunque el caso que nos ocupa en la sierra de Las Cruces, corresponde al primer tipo, ya que es producto de la actividad volcánica que dio lugar a dicha sierra (fines del Mioceno) y que corresponde principalmente a material piroclástico de caída (del Pleistoceno), como es la ceniza (arena fina), el lapilli o arena de diversos tamaños con un rico contenido de pómez (arena y grava); también hay grandes bancos de toba volcánica que fueron explotados para extraer la cantera que se utilizó en la construcción de grandes edificaciones y templos.



Metodología de trabajo

Para la realización de los trabajos de investigación que se consideran en el presente documento, se tomaron diferentes aspectos, tales como la utilización de equipo de medición in situ; esto es, brújula, cinta, un sistema de posicionamiento global portátil (GPS), mapas topográficos y geológicos a escala 1:50 000 y una cámara digital para la toma de fotografías en campo; aunque también se puede hacer uso de fotografías aéreas digitales e imágenes satelitales con una resolución apropiada en caso de contar con este recurso.

Por otro lado y ya en el trabajo de campo, se procede a identificar cada uno de los sitios en el mapa respectivo, a qué jurisdicción municipal corresponden (paraje, barrio, colonia, delegación, etc.); tomar nota de su entorno, de la infraestructura y casas-habitación asentadas y cualquier otro rasgo presente en la zona de investigación. Adicionalmente, se inquiere a los residentes locales, para obtener mayor información respecto de la problemática específica en por lo menos 50 años atrás, con la finalidad de conocer su pasado; ya que es relevante en el presente y hacia el futuro.

Una vez conjuntada toda la información de campo, se procede a integrarla, ordenarla, procesarla y plasmarla en un documento técnico, que incluye desde un mapa de localización de la zona trabajada: fotografías con los detalles más significativos del área motivo del problema, descripción e interpretación de la misma y una serie de recomendaciones para la prevención del riesgo, que es lo que finalmente solucionará o mitigará en lo posible el efecto del fenómeno particular trabajado.

Las recomendaciones de prevención del riesgo, están dirigidas tanto a entidades municipales como estatales y federales, pues solo ellas podrán actuar, puesto que son las encargadas de llevar a cabo funciones específicas con equipo y personal especializado.

Casos de estudio y evaluación

A continuación se presentan los trabajos de evaluación técnica de campo en zonas minadas que la Subdirección de Investigación, Asesoría y Promoción, dependiente de la Dirección General de Protección Civil del Estado de México, ha realizado en diversas localidades del territorio estatal.

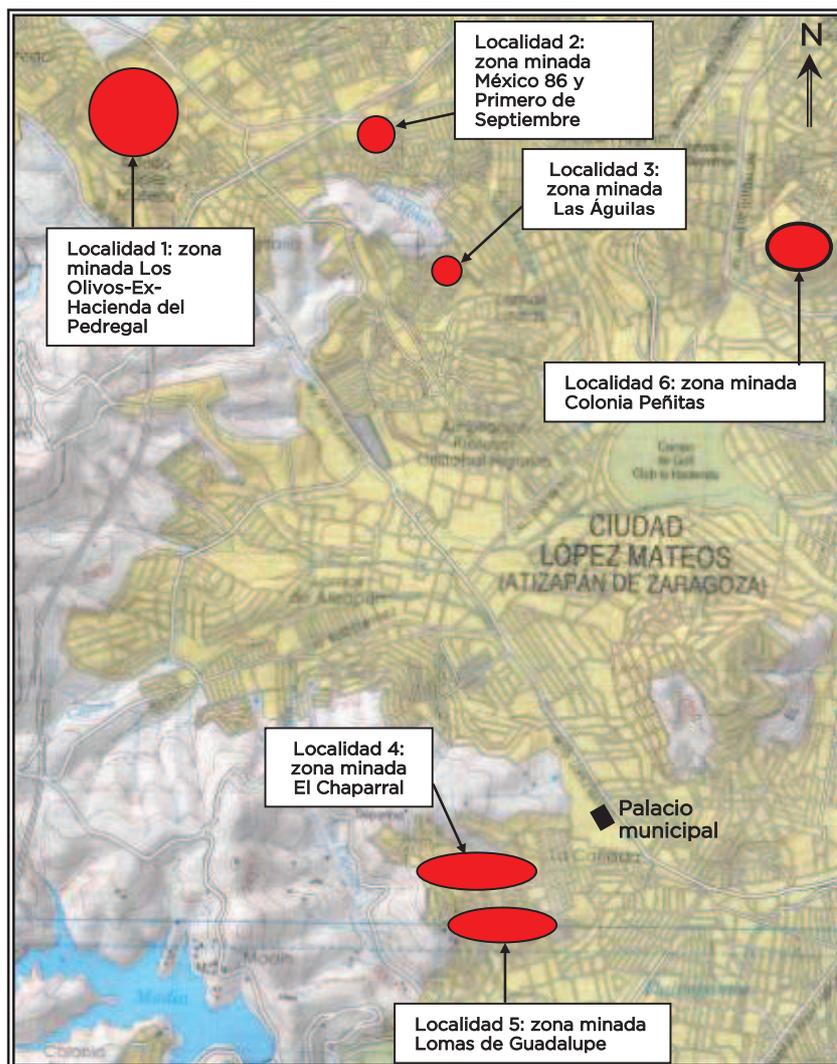
Debido a que en cada una de estas zonas minadas afectadas, por la invasión legal o irregular de asentamientos humanos representa un alto riesgo para la seguridad de las personas, sus bienes y el entorno, se propusieron una serie de recomendaciones para la solución y mitigación de cada problema específico.



Municipio de Atizapán de Zaragoza

Antecedentes

El municipio de Atizapán de Zaragoza, se localiza aproximadamente a 52.5 km al noreste de la capital del Estado de México.



Plano 1. Zonas minadas dentro del municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México.

El reconocimiento de campo, surgió ante la preocupación de las autoridades municipales respecto de las zonas minadas que fueron identificadas en su jurisdicción por la Dirección de Protección Civil, Ecología y Bomberos (plano 1), las cuales se listan a continuación:

1. Los Olivos- Ex-Hacienda del Pedregal
2. México 86 y Primero de Septiembre



3. Las Águilas
4. El Chaparral
5. Lomas de Guadalupe
6. Colonia Peñitas

El director de Protección Civil, Ecología y Bomberos del municipio, informó que de acuerdo con el coordinador del proyecto de minas, sería necesario realizar estudios geofísicos de resistividad eléctrica de barrido a 40 metros de profundidad, para determinar las condiciones de continuidad del subsuelo de dichas zonas, considerando los siguientes metros lineales de estudio para cada una de estas zonas:

Zona minada	Metros lineales para estudio geofísico
Los Olivos-Ex-Hacienda del Pedregal	3 391
México 86 y Primero de Septiembre	360
Las Águilas	210
El Chaparral	540
Lomas de Guadalupe	1 080
Colonia Peñitas	no definida

Descripción de las localidades visitadas

Localidad 1: ⁽¹⁾zona minada Los Olivos-Ex-Hacienda del Pedregal
Ubicación: aproximadamente a 6.7 km al noroeste del Palacio Municipal de Atizapán de Zaragoza.

Localización: latitud: 19 35' 27.1" N
 longitud: 99 16' 19.4" W
 altitud: 2 350 msnm

De las observaciones de campo, se determinó que las localidades Los Olivos y Ex-Hacienda del Pedregal (plano 1), corresponden a una sola zona minada, la cual se denominó en el presente trabajo como zona minada Los Olivos-Ex-Hacienda del Pedregal. Lo anterior se deduce a partir de que las obras mineras de Los Olivos se ubican a escasos 200 metros de las identificadas en la zona de la Ex-Hacienda del Pedregal.

La obra minera de Los Olivos se localiza a los 19° 35' 27.1" (latitud norte) y 99° 16' 19.4" (longitud oeste) a una altitud de 2 350 msnm. Dicha obra presenta un cielo aproximado de cuatro metros, tiene un rumbo aproximado N75°E y según las observaciones de campo corresponde posiblemente al nivel inferior explotable del banco de pómez (foto 2).

A partir de esta obra y hacia el norte en dirección a la zona de la Ex-Hacienda del Pedregal (foto 3), se observaron tres obras mineras más. La primera de ellas tiene un rumbo aproximado N80°W y se localiza a los 19° 35' 31.9" (latitud norte) y 99° 16' 24.2" (longitud oeste) a una altitud de 2 380 msnm, la cual presenta un cielo de aproximadamente cuatro metros y se observó en el área de estacionamiento del condominio Carruaje, perteneciente a la unidad habitacional Ex-Hacienda del Pedregal.



Foto 2. Obra minera Los Olivos donde se pudo observar un cielo abierto de unos cuatro metros y que posiblemente corresponde al nivel inferior explotable del banco de pómez.



Foto 3. Unidad habitacional Ex Hacienda del Pedregal, donde fueron detectadas tres obras mineras: una en el área de estacionamiento del condominio Carruaje, otra sobre la avenida Jalisco y una más en el lugar conocido como El Cárcamo.

La segunda obra minera tiene un rumbo aproximado E-W y se localiza a los 19° 35' 32.8" (latitud norte) y 99° 16' 17.7" (longitud oeste) a una altitud de 2 370 msnm, que presenta un cielo de aproximadamente 10 metros y se observó sobre la Avenida Jalisco, sector perteneciente a la unidad habitacional Ex-Hacienda del Pedregal (foto 4).



La tercer obra minera se localiza a los 19° 35' 38.0" (latitud norte) y 99° 16' 16.4" (longitud oeste) a una altitud de 2 370 msnm, la cual presenta un cielo de aproximadamente 1.5 metros y se observó en el lugar conocido como El Cárcamo, perteneciente a la unidad habitacional Ex-Hacienda del Pedregal.

Todas estas obras se ubican en la falda sur-suroeste de una loma, cuyo punto más alto se ubica a los 2 420 msnm. Por otra parte, según comentarios del coordinador del proyecto de minas, la mayoría de estas obras tienen entre dos a cinco metros de ancho por seis metros de alto.



Foto 4. Sector de la unidad habitacional Ex Hacienda del Pedregal, donde existe una obra minera con rumbo aproximado E-W.

Con base en lo anterior, se hacen las siguientes:

Recomendaciones para la prevención del riesgo:

1. Es importante la realización de los estudios geofísicos de resistividad eléctrica de barrido a 40 metros de profundidad, para determinar las condiciones de continuidad del subsuelo de dicha zona, manifestada por el ayuntamiento de Atizapán de Zaragoza.
2. Para la zona minada Los Olivos-Ex-Hacienda del Pedregal, se recomienda que dicho estudio se realice a los 40 y 70 metros de profundidad. Esto último se deduce del desnivel que existe entre el nivel explotable más bajo que se ubica a los 2 350 msnm y el nivel explotable más alto que se ubica a los 2 420 msnm, el cual corresponde a la cima de la loma.

Para los estudios anteriores, se deberá considerar que la mayoría de las calles de la zona se encuentran cubiertas por asfalto y concreto hidráulico. Así mismo, se



menciona que las líneas de drenaje y agua potable son subterráneas, mientras que las instalaciones de energía eléctrica y teléfono son aéreas.

Localidad 2: ⁽¹⁾zona minada México 86 y Primero de Septiembre (plano 1)
Ubicación: aproximadamente a 5.6 km al noroeste del Palacio Municipal de Atizapán de Zaragoza.

Localización: latitud: 19 35' 28.1" N
 longitud: 99 15' 10.9" W
 altitud: 2 390 msnm

Durante el recorrido de la zona no se observaron obras mineras en forma, sin embargo y de acuerdo con información proporcionada por vecinos del lugar, se infiere que en dicha área pudieran existir en el subsuelo túneles que fueron utilizados para explorar un posible horizonte de pómez, ya que únicamente se observaron evidencias de su existencia en el interior de dos casas.

La primera de estas evidencias se ubica sobre la calle Hungría no. 17, a una altitud de 2 390 msnm, donde se observó que en el piso de la casa hay un agrietamiento, que define un círculo de aproximadamente cuatro metros de diámetro, el cual ha llegado a hundirse unos 30 cm, según comentarios de los habitantes.

La segunda evidencia, se apreció en la finca ubicada en la calle Emiliano Zapata no. 12, a una altitud de 2 390 msnm, su propietario mencionó que hace unos cuatro años se presentó en el extremo norte de su propiedad un hundimiento del terreno en forma casi circular de aproximadamente cinco metros de diámetro y 1.5 metros de profundidad.

Si bien en dicha zona únicamente se observaron evidencias de subsidencia en el terreno, debe considerarse la posibilidad de que pudieran existir una serie de túneles subterráneos que sirvieron como obras de exploración para la posible explotación de un nuevo horizonte de pómez. Lo anterior se deduce a partir de que esta zona se ubica a unos 1 650 metros al oriente de la zona minada Los Olivos-Ex-Hacienda del Pedregal, la cual correspondería a la mina principal.

Por tanto, aquí se hace la siguiente:



Recomendación para la prevención del riesgo:

1. Realizar un estudio geofísico hasta los 40 metros de profundidad y de acuerdo con los resultados obtenidos realizar un segundo sondeo a 70 metros de profundidad.

Aquí también se deberá considerar que la mayoría de las calles de la zona se encuentran cubiertas por concreto hidráulico y asfalto. Así mismo, se menciona que las líneas de drenaje y agua potable son subterráneas, mientras que las instalaciones de energía eléctrica y teléfono son aéreas.

Localidad 3: ⁽¹⁾zona minada Las Águilas

Ubicación: proximadamente a 4.5 km al noroeste del Palacio Municipal de Atizapán de Zaragoza.

Localización: latitud: 19 34' 56.3" N
 longitud: 99 14' 53.1" W
 altitud: 2 370 msnm

La zona minada Las Águilas (plano 1) corresponde a un asentamiento urbano de carácter irregular, donde únicamente se apreció una manifestación de subsidencia del terreno, que define una oquedad de aproximadamente cinco metros de diámetro y dos metros de profundidad. Esta oquedad se ubica en el cruce de las calles Pelícanos y Colorines, a una altitud de 2 370 msnm.

Para esta zona, se hace la siguiente:

Recomendación para la prevención del riesgo:

1. Realizar un estudio geofísico hasta los 40 metros de profundidad como un primer sondeo de exploración, considerando que la mayoría de las calles de la zona se encuentran cubiertas por concreto hidráulico y asfalto. Así mismo, se menciona que las líneas de drenaje y agua potable son subterráneas, mientras que las instalaciones de energía eléctrica y teléfono son aéreas.

Localidad 4: ⁽¹⁾zona minada El Chaparral

Ubicación: Aproximadamente a 1.2 km al suroeste del Palacio Municipal de Atizapán de Zaragoza.

Localización: latitud: 19 32' 24.2" N
 longitud: 99 14' 35.3" W
 altitud: 2 300 msnm

La zona minada El Chaparral (plano 1) se ubica en la falda norte de una loma, cuyo punto más alto se encuentra a los 2 380 msnm, que se interpreta como el nivel más bajo de explotación. Ésta se localiza a los 19° 32' 24.2" (latitud norte) y 99° 14' 35.3" (longitud oeste) a una altitud de 2 300 msnm; presenta un cielo aproximado



de cuatro metros, tiene un rumbo aproximado N75°E y según las observaciones de campo se encuentra justo debajo de las casas de la calle Ruiseñor (foto 5).

Cabe señalar que actualmente el ayuntamiento de Atizapán de Zaragoza, está realizando trabajos de inyección de arcilla en algunas obras mineras; sin embargo, se menciona que estos trabajos no solucionan el problema de toda la zona, ya que únicamente se están rellenando algunos túneles identificados.

Con base en lo anterior, se emite la siguiente:

Recomendación para la prevención del riesgo:

1. Realizar un estudio geofísico a los 40 y 80 metros de profundidad, debido al desnivel que existe entre el nivel explotable más bajo que se encuentra a los 2 300 msnm y el nivel explotable más alto que se ubica a los 2 380 msnm y que corresponde a la cima de la loma (foto 6).



Foto 5. Entrada de túnel en la obra minera de El Chaparral, que se interpretó como el nivel más bajo de explotación. En su parte superior se encuentran viviendas correspondientes a la calle Ruiseñor.

De manera similar, y como en las localidades anteriores, se deberá considerar que la mayoría de las calles de la zona se encuentran cubiertas por concreto hidráulico y asfalto. También se menciona que las líneas de drenaje y agua potable son subterráneas, mientras que las instalaciones de energía eléctrica y teléfono son aéreas. También deberá considerarse que en la zona existen una serie de pozos para extracción de agua potable.



Foto 6

Con base en esta imagen y en la anterior (foto 5), se hace la recomendación de realizar un estudio geofísico a 40 y 80 metros de profundidad, debido a su diferencia de cotas (2 300 y 2 380 metros), lo que implica una diferencia de 80 metros.

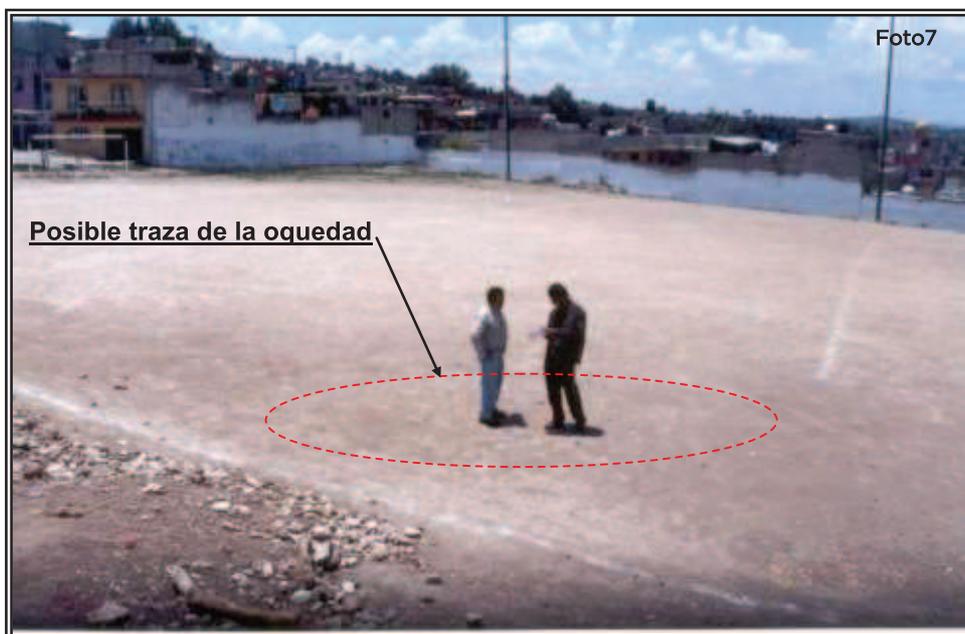
Localidad 5: ⁽¹⁾zona minada Lomas de Guadalupe (plano 1)
Ubicación: Aproximadamente a 1.7 km al suroeste del Palacio Municipal de Atizapán de Zaragoza.

Localización: latitud: 19 32' 09.1" N
 longitud: 99 14' 40.7" W
 altitud: 2 340 msnm

Durante la evaluación de la zona no se observaron obras mineras formales, sin embargo y de acuerdo con información proporcionada por el coordinador del proyecto de minas de este municipio y por vecinos del lugar, se infiere que pudieran existir en el subsuelo túneles que fueron utilizados para la explotación de un posible horizonte de pómez.

La primera evidencia de estos posibles túneles se ubica sobre la calle Joaquín de La Peña no. 12, a una altitud de 2 340 msnm, donde se observó un agrietamiento en el piso, el cual define un círculo de aproximadamente cuatro metros de diámetro, que ha llegado a hundirse unos 30 cm, según comentarios del coordinador del proyecto de minas.

La segunda evidencia se apreció en el campo de fútbol que se ubica sobre la Avenida Sagitario casi esquina con la calle Comonfort, la cual corresponde a una oquedad de aproximadamente cinco metros de diámetro con 16 metros de profundidad, según información proporcionada por el coordinador del proyecto de minas. Dicha oquedad se localiza a los 19° 32' 10.5" (latitud Norte) y 99° 14' 32.4" (longitud oeste) a una altitud de 2 320 msnm (foto 7).



Zona de hundimiento que corresponde a la posible oquedad de aproximadamente cinco metros de diámetro y 16 de profundidad, de acuerdo con información de la Unidad de Protección Civil de Atizapán de Zaragoza. Se ubica en el campo de fútbol, en la Avenida Sagitario, casi esquina con Comonfort.

Si bien en esta zona se observaron evidencias de subsidencia en el terreno, es necesario considerar la posibilidad que existan una serie de túneles subterráneos que sirvieron como obras de explotación de un horizonte de pómez.

Recomendación para la prevención del riesgo:

1. Efectuar un estudio geofísico hasta los 20 metros de profundidad y de acuerdo con los resultados obtenidos realizar un segundo sondeo a 40 metros de profundidad. Esto último se deduce del desnivel que existe entre el nivel explotable más bajo localizado a los 2 320 msnm, mismo que corresponde al campo de fútbol; el nivel explotable más alto se ubica a los 2 340 msnm y corresponde a la cima de la loma.

Finalmente y como en las localidades anteriores, debe considerarse que la mayoría de las calles de la zona se encuentran cubiertas por concreto hidráulico y asfalto; además las líneas de drenaje y agua potable son subterráneas, en tanto que las instalaciones de energía eléctrica y teléfono son aéreas.



Localidad 6: ⁽²⁾ zona minada - Colonia Peñitas (Plano No. 1)
Ubicación: aproximadamente a 4.6 km al noreste del Palacio Municipal de Atizapán de Zaragoza.
Localización: latitud: 19 34' 59.7" N
 longitud: 99 13' 25.7" W
 altitud: 2 208 msnm

Durante el recorrido de la zona no se apreciaron obras mineras en forma; sin embargo y de acuerdo con información proporcionada por vecinos del lugar, se intuye que en dicha área pudieran existir, en el subsuelo, túneles que fueron utilizados para explorar y explotar un posible horizonte de arena de origen volcánico, ya que únicamente se observaron dos evidencias de la existencia de estas obras.

La primera de estas evidencias se detectó en la casa no. 11 de la calle Prolongación Olímpica, donde se determinó que en el piso del traspatio hay un ligero agrietamiento y hundimiento, que define un círculo de aproximadamente dos metros de diámetro. Adicionalmente se observó la traza de un túnel que se orienta casi oriente-poniente. Cabe señalar que este traspatio colinda con un talud, el cual forma parte de la 1ª cerrada de Enrique Barrera. Las propiedades se construyeron en el límite del reliz, por lo que existe la posibilidad de derrumbes de material. En este mismo talud se encuentra un árbol de pirul, el cual fue talado durante la visita efectuada por elementos de Ecología y Bomberos del mismo municipio, ya que las raíces habrían acelerado el derrumbe de un sector de la caverna existente.

La segunda evidencia de obra minera se observó sobre la calle 3ª cerrada de Enrique Barrera, la cual se localiza a los 19° 34' 59.8" de latitud norte, 99° 13' 23.4" de longitud oeste y a una altitud de 2 341 msnm. En este punto se detectaron los topes de lo que posiblemente fueron los túneles de explotación, donde existen varias viviendas de tres niveles, que representan un peso adicional al terreno minado.

En dicha zona se apreciaron evidencias de subsidencia en el terreno y la posible traza de lo que fuera una serie de túneles, es necesario considerar la posibilidad de que en esta área pudiera existir una antigua mina subterránea.

Recomendaciones para la prevención del riesgo:

1. Será necesario que el ayuntamiento de Atizapán de Zaragoza realice estudios geofísicos mediante radar de penetración terrestre (GPR) y de resistividad eléctrica de barrido a 40 y 70 metros de profundidad, para determinar las condiciones de continuidad del subsuelo de dicha zona.
2. El punto se deduce a partir de la diferencia de cotas (desnivel) que existe entre el nivel explotable más bajo observado, que se ubica a los 2 208 msnm y el nivel explotable más alto que se halla a los 2 455 msnm el cual corresponde a la cima de la loma.
3. Para estos estudios geofísicos, se deberá considerar que la mayoría de las calles de la zona se encuentran cubiertas por asfalto y concreto hidráulico.



También se hace hincapié en que las líneas de drenaje (con profundidad de alrededor de 80 cm) y agua potable son subterráneas, en tanto que las instalaciones de energía eléctrica y teléfono son aéreas.

4. Que Protección Civil Municipal, notifique a los habitantes de dicha colonia la información de que se encuentran viviendo en zona de alto riesgo.
5. En cuanto al terreno baldío que se encuentra al norte de la casa de la Sra. Guillermina Torres Mendoza y cuyo acceso es por la 1ª cerrada de Enrique Barrera, no deberá realizarse ninguna construcción hasta determinarse mediante los sondeos propuestos la situación del subsuelo.
6. De la misma manera, será necesario que Obras Públicas, Catastro y Desarrollo Urbano municipales, notifiquen por escrito a los habitantes de la colonia Peñitas la prohibición para construir nuevas plantas en sus viviendas, así como abstenerse de realizar mejoras a las construcciones existentes, ya que lo anterior representaría un peso adicional al terreno posiblemente minado.



Municipio de Naucalpan

Antecedentes

Este municipio se localiza aproximadamente a 49 km al noreste de la capital del Estado de México.

El trabajo de evaluación de las zonas minadas, identificadas en las calles Saturnino Herrán y Germán Gedovius (plano 2) pertenecientes al circuito Pintores de ciudad Satélite, municipio de Naucalpan, Estado de México, se realizó en una zona conformada por material volcánico de caída (pómez, líticos y ceniza), que fue utilizado para construcción mediante la explotación de obras mineras (túneles y socavones).



Plano 2. Zonas minadas presentes en ciudad Satélite, municipio de Naucalpan, Estado de México.

Descripción de las localidades visitadas

Localidades 1a y 1b: ⁽³⁾ zonas minadas en las calles Saturnino Herrán y Germán Gedovius

Ubicación: aproximadamente a 3.7 km al noreste del Palacio Municipal de Naucalpan.

Localización: latitud: 19° 30' 38.1" N
 longitud: 99° 13' 27.0" W
 altitud: 2 264 msnm



Durante el recorrido de evaluación sobre la calle Saturnino Herrán (Localidad 1a. latitud norte 19° 30' 39.2" - longitud oeste: 99° 13' 30.6" a una altitud de 2 267 msnm), perteneciente al circuito Pintores de ciudad Satélite (plano 2), no se observaron obras mineras en forma; sin embargo y de acuerdo con información proporcionada por vecinos del lugar, se infiere que en dicha zona pudieran existir en el subsuelo túneles que se utilizaron para explorar y explotar un horizonte de arena ligera (material piroclástico de caída).

Lo anterior se deduce del hundimiento que sufrió el terreno en el año 2004, el cual dejó al descubierto la posible traza de un túnel que se orienta con un rumbo N42°E, cuyas medidas eran de 2.5 metros de ancho y cinco metros de alto, con un cielo de apenas 50 centímetros respecto al nivel de la calle (pavimento) según apreciaciones de vecinos del lugar. Actualmente, en el terreno se observa el remiendo de asfalto que autoridades del ayuntamiento dejaron cuando se rellenó y reparó esta zona afectada (foto 8).



Foto 8. La imagen muestra el sitio donde se produjo el hundimiento que sufrió el terreno en el 2004.

Cabe señalar que el hundimiento del terreno, se encuentra a escasos 10 metros de las instalaciones del colegio particular Instituto Washington.

Continuando con el recorrido de evaluación, sobre la calle Germán Gedovius (Localidad 1b. latitud norte 19° 30' 38.1" - longitud oeste: 99° 13' 27.0" a una altitud de 2 264 msnm), perteneciente al mismo circuito Pintores de ciudad Satélite



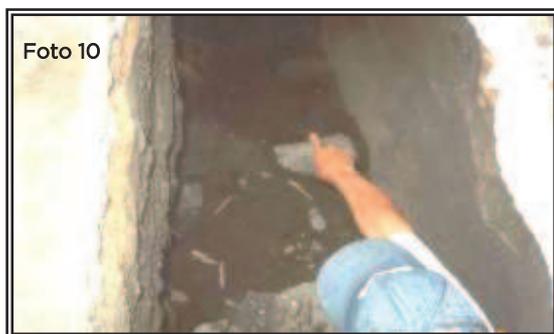
(plano 2), no se observaron obras mineras formales. De acuerdo con información proporcionada por vecinos del lugar, se infiere que en dicha zona pudieran existir en el subsuelo túneles que se utilizaron para explorar y explotar otro horizonte de arena ligera (material piroclástico).



Foto 9. La imagen muestra el sitio sobre la calle Germán Gedovius (Localidad 1b), donde se produjo el hundimiento que sufrió el terreno hace mes y medio, cuando se realizaban obras de conexión de gas natural y se dejó al descubierto la posible traza de dos túneles.

La primera evidencia de estos posibles túneles se ubica sobre la misma calle Germán Gedovius, frente a la casa no. 18, donde hace mes y medio, trabajadores de la empresa MexiGas, al realizar las obras de conexión de gas natural a la vivienda, descubrieron que a escasos 60 centímetros de profundidad, respecto del nivel de la calle (Pavimento - foto 9), se encontraban dos túneles: el primero de 1.5 metros de ancho y tres metros de alto (foto 10), el cual de acuerdo con nuestras observaciones se orienta a N30°E, en dirección a la casa no. 18; mientras que el segundo de tres metros de ancho y tres de alto, se orienta perpendicular al primero con un rumbo N60°W (foto 11). Se infiere que el primer túnel (foto 10) correspondería a la obra principal (entrada y salida) y el segundo a un frente de explotación (foto 11).

La segunda evidencia se apreció en el andador ubicado en la parte trasera de la casa no. 13 de la misma calle Germán Gedovius. En este punto, se observó que la acera del andador presenta un hundimiento de casi 30 centímetros, por lo que, actualmente esta acera se encuentra fuertemente fracturada. Cabe señalar que el andador se orienta con un rumbo N30°E, por lo que se infiere que este hundimiento esté relacionado con la existencia de otro túnel en el subsuelo de la zona (foto 12).



La foto 10, muestra un detalle del primer túnel, el cual se orienta en dirección a la casa número. 18; mientras que la foto 11 tomada en el interior del primero, muestra el detalle del segundo túnel perpendicular al primero. Las imágenes fueron proporcionadas por la Sra. Isabel Fonseca Retana.

En dicho sector del circuito Pintores de ciudad Satélite, únicamente se observan evidencias de subsidencia en el terreno, por lo que se considera la posibilidad de que en esta área pudieran existir una serie de túneles subterráneos que sirvieron como obras de exploración y explotación de un horizonte de arena ligera (material piroclástico de caída), como lo demuestra la existencia de los dos túneles detectados hace un mes y medio en la calle Germán Gedovius y de la caverna descubierta en el 2004 en la calle Saturnino Herrán. Ambos sitios han sido “tapados” con arcilla y asfalto respectivamente por el ayuntamiento.

Respecto de los pequeños hundimientos y fracturamientos del pavimento hidráulico en la Avenida Fuentes de Satélite-Circuito Metalúrgicos, a la altura del centro comercial Wal Mart (latitud norte 19° 30' 50.9" - longitud oeste: 99° 13' 49.6" a una altitud de 2 280 msnm), se determinó que se deben a la compactación pobre efectuada durante la reparación de la excavación y posterior relleno, luego de cambiar la tubería para agua potable, en esa zona.

Dichos hundimientos y fracturamientos, se generaron por el paso continuo de todo tipo de vehículos a lo largo del pavimento reparado, como se puede ver en las fotos 13 y 14 y que, inclusive han venido arreglando paulatinamente empleados de obras públicas del ayuntamiento. Por tanto, se considera que en esta última zona no hay ningún indicio de la presencia de posibles cavernas.

Con el fin de plantear resultados de mejor calidad en el menor tiempo y costo posible, y con el mínimo deterioro ambiental en la infraestructura urbana, se considera que una investigación con métodos geofísicos someros no destructivos de rápida implementación darán los mejores resultados, con una buena relación costo/beneficio para la población asentada sobre o en la periferia de alguna de estas antiguas obras mineras detectadas en ciudad Satélite, municipio de Naucalpan, Estado de México.



Foto 12. La imagen muestra el hundimiento de casi 30 centímetros en la acera del andador que se ubica en la parte trasera de la casa número 13 de la calle Germán Gedovius.



En la primera imagen se observa uno de los puntos donde el pavimento hidráulico se ha colapsado y hundido por la pobre compactación del relleno, esto, luego de introducir la tubería para agua potable. En la segunda imagen se observa la reparación de otro punto a lo largo de la misma avenida Fuentes de Satélite-Circuito Metalúrgicos.



Recomendaciones para la prevención del riesgo:

1. Se recomienda realizar un estudio geofísico mediante la utilización del radar de penetración terrestre-GPR (Ground Penetrating Radar), el cual deberá programarse para un alcance mínimo de 20 metros de profundidad y de acuerdo con los resultados obtenidos realizar un segundo sondeo a 40 metros de profundidad, en caso de ser necesario.
2. La implementación de este método, se basa en que las evidencias detectadas en el campo se estimaron entre los 50 y 60 centímetros de profundidad, respecto del nivel del pavimento de la calle, por lo que resulta razonable suponer que estas obras mineras se localizan dentro del rango de detección del método GPR.
3. La aplicación de este método de investigación geofísica (no destructivo), se propone por el siguiente motivo: aunque la profundidad de investigación del GPR es menor a la que se puede obtener por métodos de prospección eléctrica, estos últimos requieren de una logística que incluye la perforación de banquetas, calles y demás zonas donde se planea desarrollar la investigación; ya que es necesaria la colocación de electrodos que permitan el registro.
4. En adición al punto 3 se menciona que todas las calles de la zona se encuentran cubiertas por concreto hidráulico y asfalto, además de líneas subterráneas de drenaje y agua potable; mientras que las instalaciones de energía eléctrica y teléfono son aéreas. Esto es lo que hace a la prospección eléctrica más difícil y de mayor costo por tratarse de zonas urbanas densamente pobladas.
5. Por tanto, el estudio de GPR que se propone es de suma importancia, ya que del conocimiento y resultados que se obtengan, se determinará el método de solución para cada zona minada; de tal manera que se mitigue el riesgo por posibles colapsos en la zona urbana, pues de esto dependerá la seguridad tanto de los habitantes como de sus bienes y entorno, dentro del territorio municipal. Además de que dicho conocimiento servirá para extrapolarlo a otras zonas con características similares a las detectadas en este sector de ciudad Satélite, municipio de Naucalpan, Estado de México.

Municipio de Huixquilucan

Antecedentes

El Municipio de Huixquilucan, se localiza aproximadamente a 33.13 km al noreste de la capital del Estado de México.

El trabajo de reconocimiento geológico que aquí se trata, surgió de una visita conjunta con el Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México (IFOMEGEM), a fin de encontrar un método geofísico a seguir en la zona comprendida entre las calles Fuente de la Raza y Fuente de Emperatriz (plano 3), debido a la presencia de una caverna en la parte posterior de la casa ubicada en



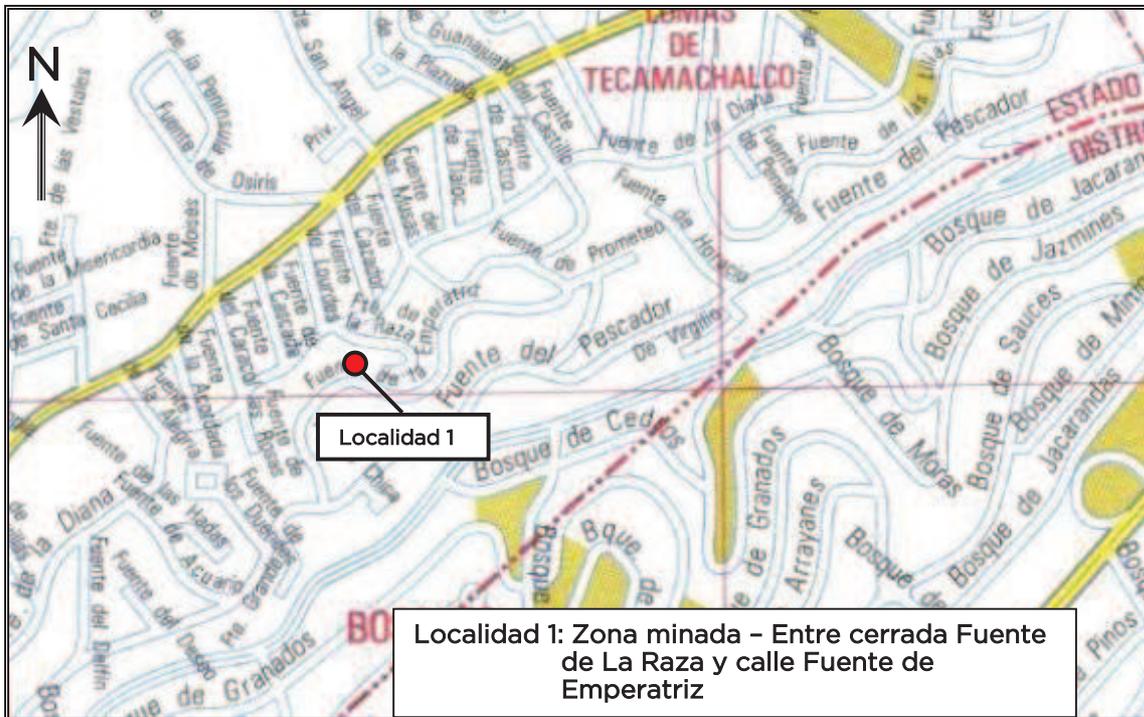
Fuente de la Raza no. 26 del fraccionamiento Bosques de Tecamachalco, jurisdicción del municipio de Huixquilucan, Estado de México.

Descripción de la localidad visitada

Localidad 1: ⁽⁴⁾zona minada entre cerrada de La Raza y calle Fuente de Emperatriz

Ubicación: Aproximadamente a 12.3 km al noreste del Palacio Municipal de Huixquilucan.

Localización: latitud: 19° 24' 32.5" N
longitud: 99° 14' 54.2" W
altitud: 2 427 msnm



Plano 3. Ubicación de la zona minada, entre cerrada Fuente de La Raza y calle Fuente de Emperatriz, fraccionamiento Bosques de Tecamachalco, municipio de Huixquilucan, Estado de México.

Durante el recorrido de evaluación sobre la calle Fuente de Emperatriz (plano 3), se observó la presencia de una caverna o mina (foto 15) con orientación general oriente-poniente, la cual tiene un claro entre el piso y el techo de 2.20 metros y cuya excavación está en forma de abanico (diagrama 1), con longitudes de 10, 9 y 11 metros y dos pilares de unos 60 cm de espesor cada uno en su parte interna. La entrada a la mina tiene alrededor de unos tres metros de ancho y se observó un espesor de entre uno y 1.20 metros entre el techo de dicha mina y la superficie.



Foto 15

La imagen muestra la caverna, sobre la cual se encontraba una casa habitación, que colapsó por falla estructural, mas no por la misma caverna.

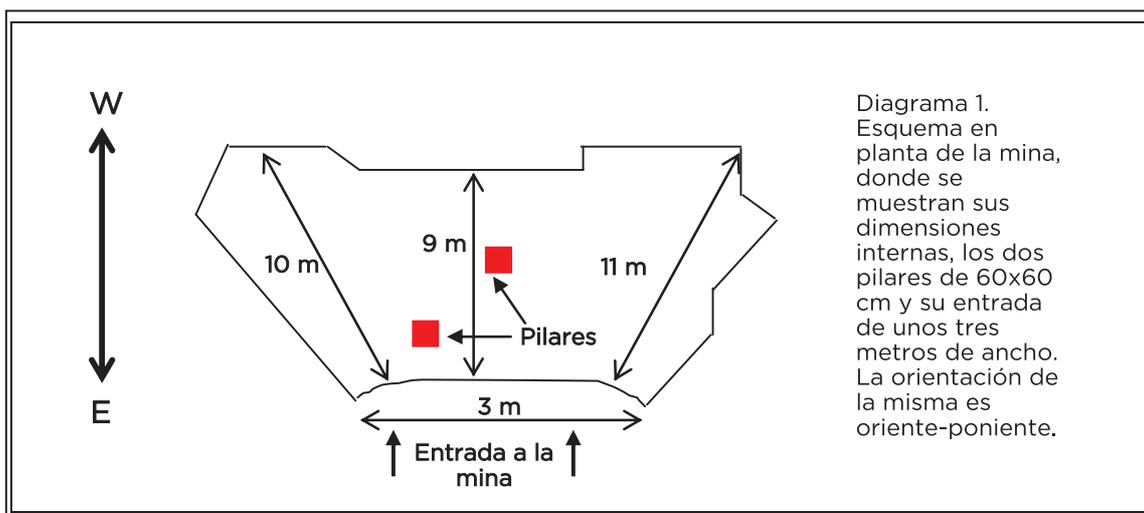


Diagrama 1.
Esquema en planta de la mina, donde se muestran sus dimensiones internas, los dos pilares de 60x60 cm y su entrada de unos tres metros de ancho. La orientación de la misma es oriente-poniente.

Esta mina, aparentemente representa una obra de exploración para explotación de un horizonte de grava y arena (material piroclástico de caída), debido a sus cortas dimensiones.



Debe mencionarse que encima de la mina existía una casa-habitación que colapsó por deficiencias de construcción (fotos 16 y 17). Se pudo observar la presencia de una galera mal construida hacia la calle Fuente de Emperatriz, la cual colapsó y por ende la casa que se hallaba encima.

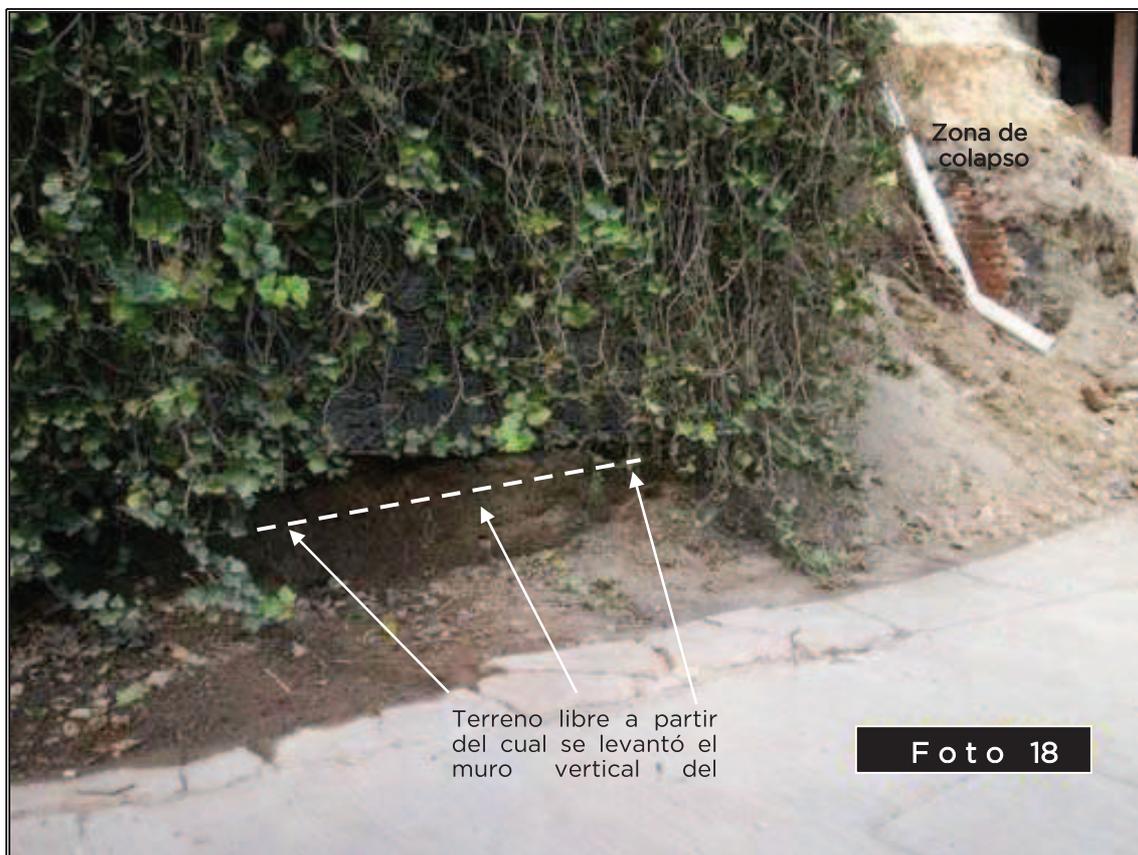


La primera imagen corresponde al extremo sur y la segunda al extremo norte del predio donde se colapsó la casa que estaba sobre un galerón de seis metros de ancho. Nótese cómo en ambos extremos de la casa colapsada existen construcciones de las casas vecinas, sobre el mismo galerón.

Con base en la revisión del área colapsada de la casa que se encontraba encima de la caverna, el galerón y toda la barda que lo soporta, se hacen las siguientes

Recomendaciones para la prevención del riesgo:

1. La casa que se encontraba encima del galerón arriba mencionado tenía deficiencias constructivas, debido a la falta de cimentación en el muro vertical (foto 18). Por ello es necesario reforzar tanto la cimentación como las columnas de todo el muro sobre la calle Fuente de Emperatriz.
2. La losa del mismo galerón al descansar sobre el terreno, sin tener soportes de cimentación, (fotos 19 y 20) requiere apoyos bien cimentados a fin de garantizar la seguridad de la losa a lo largo de todo el galerón.
3. El muro del galerón en su totalidad carece de cimentación (fotos 21, 22 y 23) y solo existen pocos castillos o columnas (foto 24), lo cual hace que puedan seguir ocurriendo otros problemas similares en las casas contiguas, debido a que se encuentran encima del galerón de unos 155 metros de longitud, de los cuales se colapsó solo un sector de unos 23 metros, correspondiente a la casa no. 26 con frente hacia cerrada Fuente de La Raza. Todo el muro del galerón se encuentra a lo largo de la acera poniente de la calle Fuente de Emperatriz y encima del mismo también existen otras construcciones (foto 25). Aquí obviamente se recomienda cimentar todo el muro en sus 155 metros de longitud y construir las columnas necesarias para amarrar toda la estructura de dicho galerón.



Aquí se observa el muro vertical del galerón sin cimentación. La parte colapsada de muro donde se hallaba la casa está hacia el lado derecho.

4. También se señala que en la parte interna del galerón, se colocaron algunos pilares de tabique rojo (foto 26) para sostener la losa, los que tampoco son seguros, debido a que no se encuentran cimentados ni colados. Además hay filtraciones en las tuberías de albañal de los drenajes (fotos 27 y 28), lo cual hace que el muro del galerón se degrade más rápidamente, como se pudo observar en algunos puntos sobre la calle Fuente de Emperatriz. Al respecto, se recomienda realizar las reparaciones necesarias en todas las tuberías de drenaje y reforzar las columnas de sustentación de la losa a lo largo de todo el galerón.
5. Por otro lado y en vista de la existencia de la mina, se hizo también un reconocimiento en la calle cerrada de Fuente de La Raza, con la finalidad de recomendar que se haga un estudio de radar de penetración terrestre (GPR), a fin de detectar la existencia de posibles cavernas o túneles a lo largo de los aproximadamente 200 metros que la conforman.



La imagen de la izquierda corresponde a la parte sur del galerón, donde se aprecia la losa “volando”, sin que haya sido empotrada o amarrada a una columna o al terreno. La foto de la derecha corresponde a la parte norte, donde la losa descansa sobre piedra y tabique sin ninguna columna de cimentación para soportar el peso de la misma.



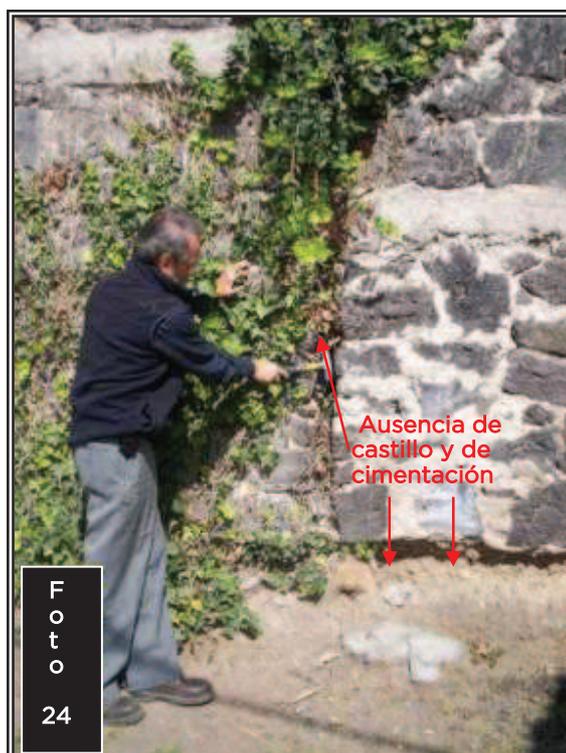
En estas tres imágenes se observa cómo todo el muro del galerón sobre la calle Fuente de Emperatriz carece de cimentación. Nótese el proceso erosivo del terreno, el cual ha dejado volando el muro hasta unos 10 cm, lo que con el tiempo provocará colapso del galerón.



Lo anterior, permitirá obtener resultados de mejor calidad en el menor tiempo y costo posible y con el mínimo deterioro ambiental en la infraestructura urbana, ya que es un método geofísico de investigación no destructivo y de rápida implementación, que dará los mejores resultados con una buena relación costo/beneficio para la población asentada sobre esta calle cerrada de Fuente de La Raza.

6. El estudio deberá programarse para un alcance mínimo de 20 metros de profundidad y de acuerdo con los resultados obtenidos realizar un segundo sondeo a 40 metros de profundidad en caso de ser necesario.
7. La implementación de este método se basa en que las evidencias detectadas en el campo se estimaron entre uno y 1.20 metros de profundidad respecto al nivel del terreno, por lo que resulta razonable suponer que estas obras mineras se pueden localizar dentro del rango de detección del método GPR.
8. La aplicación de este método de investigación geofísica (no destructivo) se propone debido a que requiere de una logística que incluye la perforación de banquetas, calles y demás zonas donde se planea desarrollar la investigación, pues es necesaria la colocación de electrodos que permitan el registro.
9. En adición a lo anterior, se menciona que toda la calle cerrada Fuente de La Raza se encuentra cubierta por concreto hidráulico y asfalto, además de líneas subterráneas de drenaje y agua potable; mientras que las instalaciones de energía eléctrica y teléfono son aéreas.

En esta imagen se observa claramente la falta de una columna o castillo que “amarre” al muro del galerón, además de que también se ve la ausencia de cimentación.

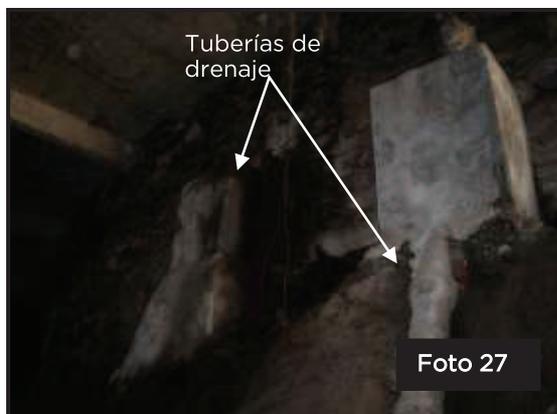




En esta imagen se observa el muro del galerón, encima del cual existen construcciones con riesgo de colapso.



Pilares de tabique rojo, colocados en el interior del galerón, con la finalidad de servir como apoyos a la losa del mismo. Nótese la ausencia de traveses en el interior de la losa.



En la primera imagen se observa la tubería de albañal, cuyas fugas escurren hacia el muro del galerón (foto derecha), propiciando su degradación y debilitamiento.

10. Por tanto, de este estudio de GPR y de sus resultados, se podrán hacer las recomendaciones pertinentes a fin de garantizar la seguridad de las familias asentadas en la zona, así como de sus bienes y su entorno.



Conclusiones

Del presente trabajo, se concluye la importancia que tienen las zonas mineras y de su impacto dentro de la población del Estado de México.

Las propuestas para solucionar o mitigar la problemática de las zonas minadas se han señalado en cada caso y de forma particular, donde será necesario levantar un censo detallado de cada obra minera con ayuda de métodos topográficos, para determinar los túneles, galerías y toda la obra interior; además de estudios geofísicos con gravimetría, georadar y tomografía eléctrica, que permitirá conocer el espesor del techo de cada obra minera hasta la superficie (cubierta protectora). Esto permitirá definir correctamente las áreas propensas a ser colapsadas o de alto riesgo, las cuales pueden tratarse mediante relleno con técnicas adecuadas de bombeo o inyección de material similar al concreto.

Si bien, los estudios de evaluación técnica que aquí se incluyen son un esfuerzo que realiza el Gobierno del Estado de México a través de la Dirección General de Protección Civil, para mitigar en lo posible el impacto de este fenómeno en ciertas áreas del territorio estatal, aún falta mucho por investigar, ya que existen otros núcleos de población asentados en la parte oriente de la Sierra de Las Cruces, dentro de la jurisdicción del Estado de México.

Por tanto, se hace patente la importancia que tiene para los municipios involucrados en este tipo de fenómeno, darle seguimiento a esta problemática, ya que si bien las recomendaciones para la prevención del riesgo se emiten en cada caso, deben ser atendidas por cada ayuntamiento mediante sus instancias de Desarrollo Urbano, Obras Públicas, Ecología, Catastro y Protección Civil en la medida de sus posibilidades, también se busca el apoyo de diferentes dependencias estatales involucradas en la zona de riesgo.



Bibliografía

1. Instituto de Protección Civil del Estado de México, 2004. Reporte de la visita de reconocimiento de campo efectuada el 18 de mayo de 2004, a diversas zonas minadas del municipio de Atizapán de Zaragoza. Reporte Interno, 10 pp.
2. Instituto de Protección Civil del Estado de México, 2005. Reporte de la visita de evaluación técnica de campo, efectuada el 26 de abril de 2005 a la colonia Peñitas del municipio de Atizapán de Zaragoza. Reporte Interno, 4 pp.
3. Instituto de Protección Civil del Estado de México, 2006. Reporte de la visita de reconocimiento de campo efectuada el 19 de septiembre de 2006, a ciudad Satélite, municipio de Naucalpan, Estado de México. Reporte Interno, 7 pp.
4. Instituto de Protección Civil del Estado de México, 2006. Reporte de la visita de campo efectuada el 13 de diciembre de 2006 al fraccionamiento Bosques de Tecamachalco, municipio de Huixquilucan, Estado de México. Reporte Interno, 9 pp.
5. Jerjes P. A. y Lugo H. J., 16 de octubre de 2000. Minas de arena en ciudad de México. Impacto Ecológico y Desarrollo Catastrófico. Lunes en la Ciencia, 3 pp. <http://www.jornada.unam.mx/2000/10/16/cien-minas.html>.
6. Naucalpan de Juárez. Wikipedia-La Enciclopedia Libre. http://es.wikipedia.org/wiki/Naucalpan_de_Ju%C3%A9rez. Última fecha de modificación: 24 de mayo de 2011.

Autor: Esteban Ramos Jiménez

Coautor: José Luis Segura Rojas

Coordinación de redacción: Blanca Leonor Ocampo

Responsables: Yeydi López Hernández y Sofía Sandra San Juan Dávila



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



Eruviel Ávila Villegas
Gobernador Constitucional del Estado de México

Ernesto Javier Nemer Álvarez
Secretario General de Gobierno

Salvador José Neme Sastré
Secretario de Seguridad Ciudadana

José León Arturo Vilchis Esquivel
Director General de Protección Civil

Ing. Emilio Gutiérrez González
Director de Programación

Esteban Ramos Jiménez
Subdirector de Programas Especiales



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



GOBIERNO QUE TRABAJA Y LOGRA
enGRANDE