

Instituto de Protección Civil del Estado de México

Cuaderno de Investigación

4

Fracturamientos Recientes en Municipios del Estado de México





***Fracturamientos Recientes en
Municipios del Estado de México***

**Instituto de Protección Civil
del Estado de México**

Cuaderno de Investigación 4

Directorio

Lic. Arturo Montiel Rojas,
Gobernador Constitucional del Estado de México.

Ing. Manuel Cadena Morales,
Secretario General de Gobierno.

Dr. Miguel Ángel Contreras Nieto,
Subsecretario de seguridad Pública

Arq. Miguel Ángel Cruz Guerrero,
Director General del Instituto de Protección Civil.



CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
LOS GRANDES EX LAGOS DEL NORESTE Y ESTE DEL ESTADO DE MÉXICO.....	11
Geología de los Grandes Ex lagos del Noreste y Este del Estado de México.....	11
Definición de fractura y falla.....	11
CAUSAS DEL FRACTURAMIENTO.....	12
CASOS DE ESTUDIO Y EVALUACIÓN EN LOS MUNICIPIOS DE:	
Zumpango.....	14
Jaltenco.....	17
Nextlalpan.....	21
Tecámac.....	22
Chalco.....	24
RECOMENDACIONES GENERALES DE PREVENCIÓN DEL RIESGO PARA TODAS LAS ZONAS EVALUADAS.....	28
MARCO JURÍDICO PARA LA REGULACIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL AGUA DENTRO DEL ESTADO DE MÉXICO	29
CONCLUSIONES.....	30
Bibliografía.....	33
Créditos.....	34

PRESENTACIÓN

El presente trabajo, forma parte de la serie de “Cuadernos de Investigación” que publica el Gobierno del Estado de México, a través del Instituto de Protección Civil.

El objetivo primordial de ésta serie, es el de promover y desarrollar investigación científica en materia de protección civil.

Con éste propósito, el contenido de éste Cuaderno de Investigación se ha destinado a describir los conceptos fundamentales sobre el fracturamiento del terreno reportado en algunos municipios del estado, las causas que lo originan, su evolución y efectos sobre el uso del terreno.

Se resumen aquellos estudios de evaluación técnica de campo, realizados por personal técnico especializado del Instituto de Protección Civil, que se consideraron de interés general para la población y autoridades estatales y municipales preocupadas en éste tema.

Se identificaron diversos sitios susceptibles de investigación y atención por éste problema, que afecta áreas tanto urbanas como agrícolas, que requieren una evaluación a fin de que las autoridades correspondientes establezcan los criterios y disposiciones que permitan regular el uso del suelo de las poblaciones asentadas en zonas de fracturamientos.

Finalmente, como resultado de estos trabajos de evaluación técnica de campo, se han dictado recomendaciones sobre medidas de prevención de riesgos hacia la población vulnerable, que conduzcan a su protección.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 15 años, en algunos municipios del Estado de México (Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán por mencionar algunos) se ha reportado la continua aparición de fracturas (“grietas”) tanto en terrenos de uso agrícola como en terrenos de zonas urbanas.

La hipótesis sobre el origen de estas fracturas es muy similar a la establecida para otras urbes del centro del país, tal es el caso de las ciudades de Querétaro, Celaya, Aguascalientes, Morelia, San Luis Potosí y Distrito Federal, en las cuales el crecimiento de la población ha ido en aumento en los últimos 20 años.

Éste crecimiento acelerado de la población, ha propiciado la extracción desmedida del agua del subsuelo a fin de satisfacer las necesidades, generando serios problemas geológico-ambientales tales como degradación y deshidratación del suelo y por consecuencia su hundimiento diferencial y fracturamiento del terreno.

Éste último fenómeno geológico ha ocasionado severos problemas tales como “rompimiento” progresivo de terrenos de cultivo, pavimento, aceras de calles, tuberías de drenaje y agua potable, así como una serie de daños en casas habitación y en algunos edificios públicos.

Apegado a este contexto, el presente trabajo expone en primera instancia las causas sobre el origen de este fracturamiento, así como sus efectos y evolución sobre el terreno, incluyendo aquellos estudios de evaluación técnica de campo, llevados a cabo en los últimos dos años, por personal técnico especializado del Instituto de Protección Civil, de estos estudios de evaluación se ha derivado una serie de recomendaciones de posibles medidas de protección hacia la población vulnerable.

De la misma forma, en el presente trabajo, se menciona la normatividad jurídica que conduzca a la posible prevención, mitigación y/o solución de éste tipo de riesgo geológico.

En conclusión se menciona que se deberán establecer los criterios y disposiciones legales que permitan regular la extracción de agua y el uso del suelo de estas zonas afectadas, ya que representan un riesgo latente para la población asentada en estos municipios del Estado de México.

LOS GRANDES EX LAGOS DEL NORESTE Y ESTE DEL ESTADO DE MÉXICO

Los municipios de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac y Chalco, por mencionar algunos, se ubican sobre la superficie de los ex lagos de: Zumpango, Xaltocan y Chalco (Figura 1).



Figura .1 Los grandes ex lagos del noreste y este del Estado de México

De los lagos anteriores, solo parte del Lago de Zumpango ha podido sobrevivir a las labores de desecación de la Cuenca del Valle de México, ya que actualmente se encuentra representado por el embalse de la presa Zumpango que cubre una superficie aproximada de 1,865 hectáreas, con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 100 millones de metros cúbicos.

Al Lago de Chalco en el afán de desecar la Cuenca del Valle de México, se le extrajo hasta la última gota de agua, dejando un páramo seco y polvoso, en

los últimos años una parte se ha recuperado mediante la inundación de terrenos de cultivo con aguas residuales.

GEOLOGÍA DE LOS GRANDES EX LAGOS DEL NORESTE Y ESTE DEL ESTADO DE MÉXICO

Desafortunadamente, en la literatura científica no existe información sobre la geología del subsuelo del valle que alberga a los municipios de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan y Tecámac, así como del valle donde se ubican los municipios de Chalco y Cocotitlán, por lo que en el presente trabajo se considera de manera general que el subsuelo de estos valles se encuentra constituido por sedimentos de origen lacustre así como de intercalaciones de espesores variables de cenizas volcánicas, producto de la actividad que dio origen a la Faja Volcánica Transmexicana, cuyo espesor para la zona del ex lago de Texcoco se estimó en 53 metros, de acuerdo a datos del pozo de Texcoco 1 (De Cserna, *et al.*, 1988).

DEFINICIÓN DE FRACTURA Y FALLA

Generalmente la mayoría de la población utiliza como sinónimos los términos fractura y falla. Sin embargo, cada uno de estos corresponde a fenómenos geológicos diferentes, con la finalidad de afirmar el conocimiento, se presenta a continuación su descripción, tomada de algunos diccionarios geológicos y de textos especializados en geología estructural.

- **Fractura.** En geología el término implica generalmente una ruptura sin desplazamiento apreciable. Se aplica tanto a suelos y rocas, como a minerales.
- **Falla.** Superficie de ruptura a lo largo de la cual se puede observar cierto grado de movimiento, denominado desplazamiento. El desplazamiento de una falla puede variar de milímetros a kilómetros dependiendo del tiempo



(años o hasta miles e incluso millones de años), durante los cuales la falla se ha mantenido activa (en movimiento).

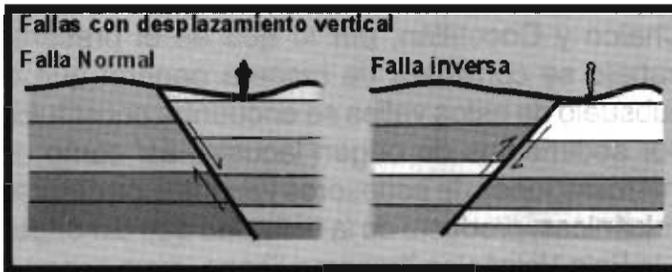
compresibles; sin embargo, ésta condición no explica del todo el origen de estas fracturas.

De manera general, las fallas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

En el presente trabajo se asume que la hipótesis sobre el origen de las fracturas presentes en los municipios de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán es muy similar a la establecida para otras urbes del centro del país, tal es el caso de las ciudades de Querétaro, Celaya, Aguascalientes, Morelia, San Luis y Distrito Federal.

- a) Fallas con desplazamiento vertical: Se subdividen en fallas normales y fallas inversas. Las fallas normales son un producto de fuerzas tensionales, en tanto que las fallas inversas son un producto de fuerzas de compresión.

Éstas ciudades, al igual que los municipios de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán, presentan un rasgo geológico común y es que están localizadas, cada una de ellas, en las cuencas de antiguos lagos.



- a) Fallas con desplazamiento horizontal (fallas de rumbo): Se subdividen en fallas con un sentido del movimiento sinistral (contra reloj) y fallas con un sentido del desplazamiento dextral (sentido del reloj).

En estos municipios del Estado de México, el crecimiento de la población en los últimos 20 años (Tabla 1), ha propiciado la extracción desmedida y acelerada de agua del subsuelo (causando el abatimiento del nivel freático), dando origen con esto a la sobre-explotación de los acuíferos de la región (Figura 4 y Tabla 2).



CAUSAS DEL FRACTURAMIENTO

La serie de fracturas que se han venido reportado en terrenos de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán aparentemente se deben interpretar como un fenómeno natural debido a la composición litológica del suelo y subsuelo, los cuales están formados principalmente de sedimentos lacustres, materiales que por naturaleza son altamente

Municipio	Población Total			
	1970	1980	1990	2000
Zumpango	38,105	51,393	71,413	90,774
Jaltenco	4,378	7,847	22,803	31,629
Nextlalpan	4,360	7,380	10,840	19,532
Tecámac	20,882	84,129	123,218	172,813
Chalco	41,450	78,393	282,940	217,872
Cocotitlán	4,986	7,510	8,068	10,205

Tabla 1. Población Total - Municipios de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán.

Fuente: INEGI "Estado de México - Cuaderno de Información para la Planeación" (pp. 39-41). "INEGI "Estado de México - Perfil Sociodemográfico, XI Censo General de Población y Vivienda 1990" (pp. 6-7).

Fracturamientos

A éste respecto, los municipios de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan y Tecámac se ubican dentro del llamado Acuífero Cuautitlán-Pachuca, que presenta abatimientos al noreste de Tizayuca de -20 m; dentro de la zona de Cuautitlán, Tultitlán, Tepotzotlán y Teoloyucan existe una variación de niveles (1970-1992) de entre -40 y -50 m; en Ecatepec y Coacalco los niveles oscilan entre -35 y -45 m; en tanto que en las inmediaciones de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan y Tecámac los abatimientos máximos son del orden de -20 m. De éste cuerpo se extraen 483.3 Hm³/año, producto de la operación de 1,027 pozos, aproximadamente (datos obtenidos del "Programa Hidráulico Integral del Estado de México 2002-2025", Comisión Nacional del Agua, Capítulo 2 - pág. 86).

En cuanto a los municipios de Chalco y Cocotitlán se localizan dentro del llamado Acuífero Chalco-Amecameca, el cual presenta en su parte central abatimientos del orden de entre -5 m y -25 m. De éste acuífero se extraen 128.4 Hm³/año, volumen generado por la operación de 207 pozos, aproximadamente (datos obtenidos del "Programa Hidráulico Integral del Estado de México 2002-2025", Comisión Nacional del Agua, Capítulo 2 - pág. 86).

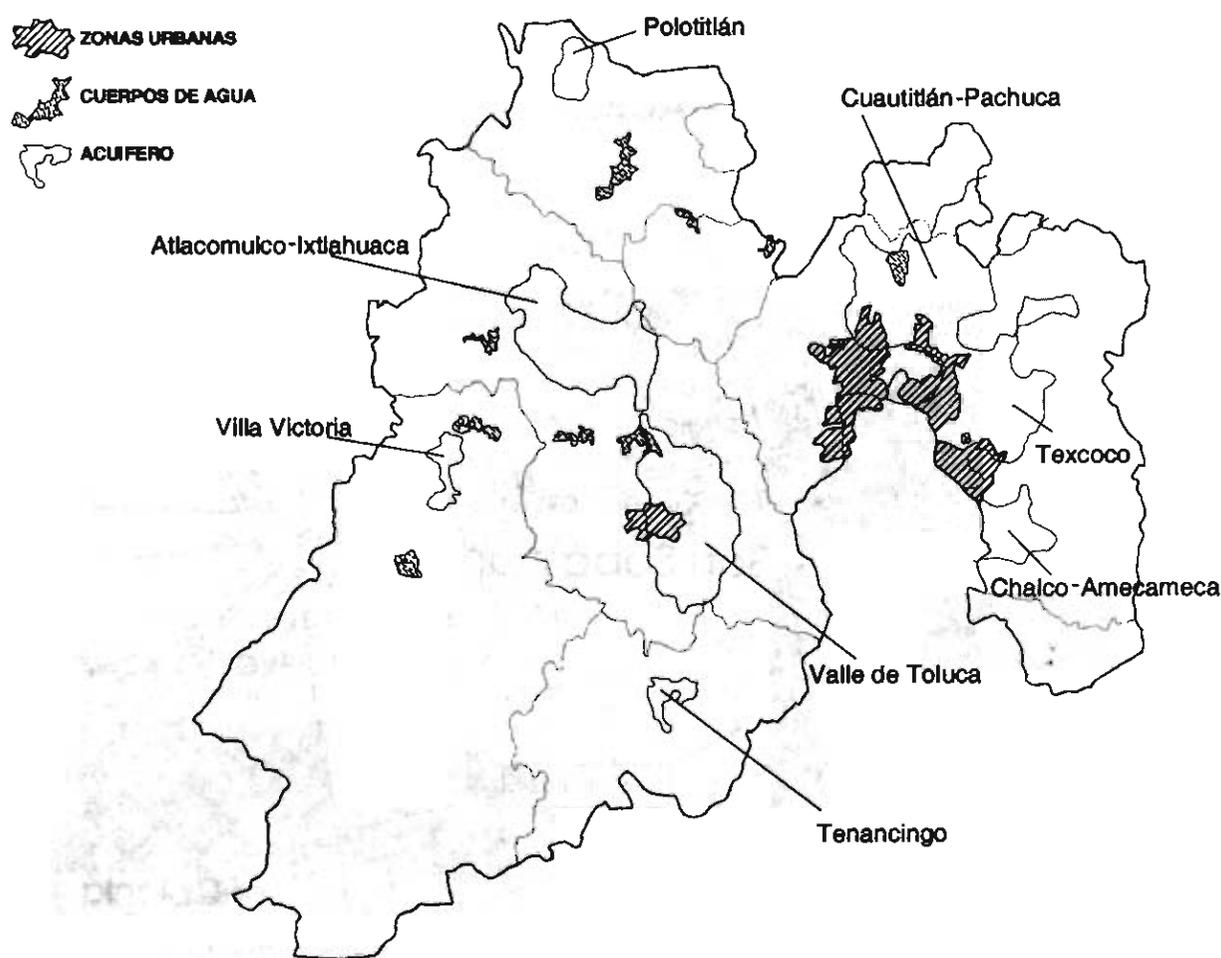


Figura 4. Ubicación aproximada de los acuíferos identificados dentro del territorio del Estado de México (los cuerpos de agua en obscuro).

Fuente: Comisión Nacional del Agua "Programa Hidráulico Integral del Estado de México 2002-2025" (pág. 76)

Subregión	Acuífero	Recarga	Extracción	Balance	Sobre explotación (%)	Condición	Veda
		(Hm ³ /año)					
Alto Balsas	Tenancingo *	23.0	12.2	10.8	46.96	Subexplotado	Rígida
Medio Balsas	Villa Victoria *	26.1	19.5	6.6	30.60	Subexplotado	Rígida
Alto Lerma	Valle de Toluca	364.0	413.0	-49.0	-13.46	Sobreexplotado	Rígida
	Ixtahuaca - Apicomulco	200.0	208.0	-8.0	-4.00	Sobreexplotado	Rígida
Pánuco	Poquetlán	26.0	18.0	10.0	35.71	Subexplotado	Rígida
Valle de México	Cuautitlán-Pachuca	350.1	467.2	-117.1	-33.45	Sobreexplotado	Rígida
	Chalco-Amecameca	88.0	111.9	-23.9	-27.14	Sobreexplotado	Rígida
	Texcoco	49.9	73.3	-23.5	-47.00	Sobreexplotado	Rígida
Estado de México		1,131.0	1,323.1	-192.0	-16.98		

Tabla 2. Condición Hidrológica de los acuíferos del Estado de México.

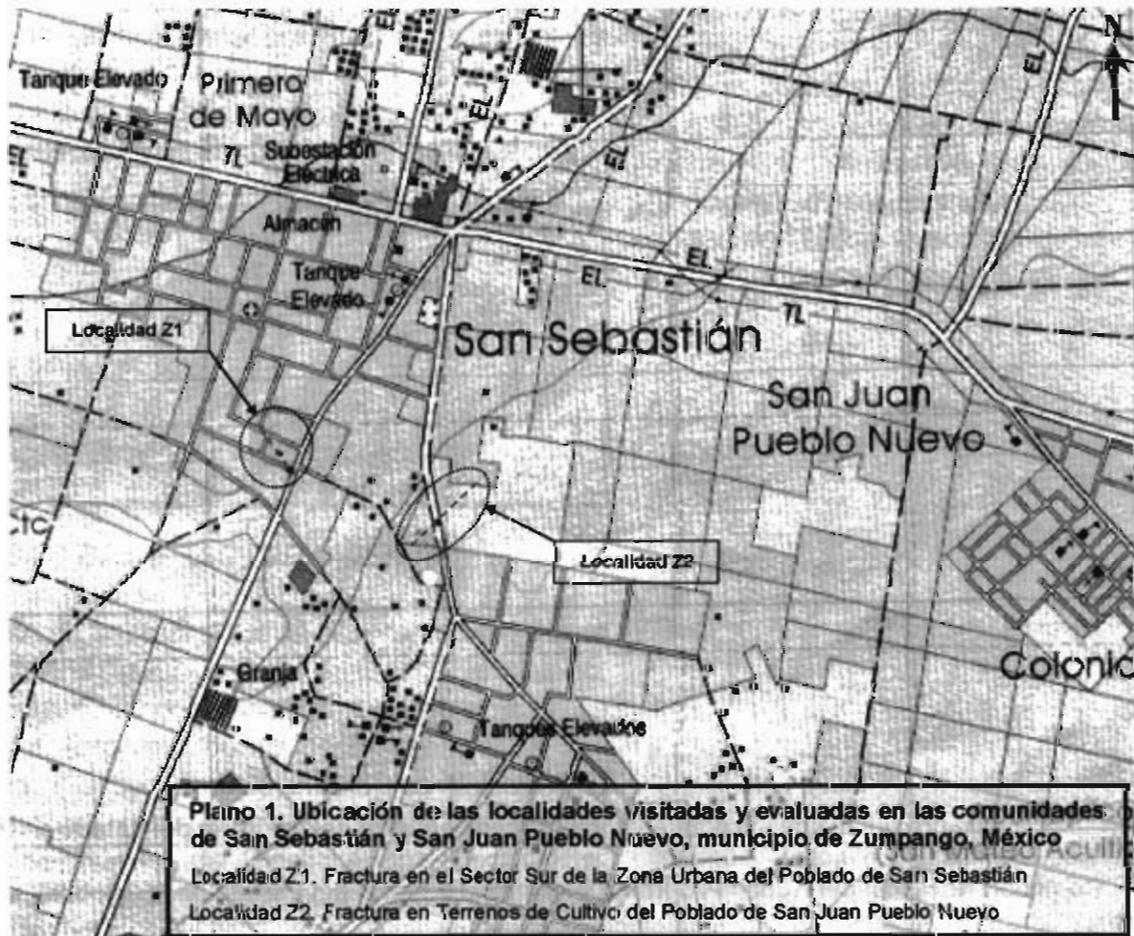
A medida que el acuífero en cuestión (Cuautitlán-Pachuca o Chalco-Amecameca) es sobre-explotado, la superficie del terreno comienza a reseca y ésta “deshidratación del terreno” cambia drásticamente las propiedades físicas de la parte más alta del suelo, dando como consecuencia la pérdida de cohesión entre sus partículas (granos), la cual está íntimamente

relacionada con la cantidad de agua presente en los poros (humedad del terreno).

Así, la pérdida de agua y cohesión entre las partículas del suelo, es la responsable en primera instancia, de la disgregación de las mismas y de una disminución del volumen de la parte más alta del suelo. Estas dos condiciones generan las fracturas de desecación en las partes más altas del terreno. Dichas fracturas de desecación, pueden extenderse desde unos cuantos centímetros hasta varios metros e inclusive kilómetros.

CASOS DE ESTUDIO Y EVALUACIÓN

Municipio de Zumpango



Fracturamientos

Localidades:

Z1. Fractura en el Sector Sur de la Zona Urbana de San Sebastián.

Latitud: 19° 46' 34.6" N

Longitud: 99° 03' 14.1" W

Altitud: 2,243 msnm

Z2. Fractura en Terrenos de Cultivo de San Juan Pueblo Nuevo.

Latitud: 19° 46' 27.9" N

Longitud: 99° 02' 52.0" W

Altitud: 2,238 msnm

De acuerdo a la información proporcionada por algunos lugareños, el 1 de junio del 2003, aproximadamente a las 17:30 horas se precipitó en la zona una lluvia extraordinaria, con una duración aproximada de dos horas, que inundó gran parte de la comunidad de San Sebastián y terrenos de cultivo de San Juan Pueblo Nuevo.

Al término de ésta lluvia, los vecinos se percataron que a medida que el agua estancada se infiltraba en el terreno, comenzaron a aparecer dos fracturas en el suelo de la zona (Plano 2), ubicándose la primera de estas en la calle Francisco I. Madero casi esquina Av. Cinco de Mayo del poblado de San Sebastián (Localidad Z1, foto 1) y la segunda en la Av. San Mateo de San Juan Pueblo Nuevo (Localidad Z2, foto 2).



Foto 1. Localidad Z1, fractura que cruza por la calle Francisco I. Madero, del poblado de San Sebastián



Foto 2. Localidad Z2, fractura que atraviesa terrenos de cultivo y parte de la Av. San Mateo en San Juan Pueblo Nuevo

Durante el recorrido de la zona, se observó que la primera de estas fracturas tiene un ancho de entre 80 y 90 cm y una profundidad aproximada de 1 metro, la cual se pudo seguir en el terreno a lo largo de unos 400 metros, afectando en diferentes grados a 10 propiedades de la zona, dentro de las que resalta en importancia la casa ubicada en Av. Cinco de Mayo # 76 y que en éste trabajo se considera como el inicio de fractura (foto 3), así como la propiedad ubicada en Callejón de Venustiano Carranza S/N, la cual se considera como fin de la misma (foto 4). En todas las propiedades visitadas, se observaron pequeños fisuramientos en muros y pisos, los cuales se interpretan como evidencia de afectación y continuidad de la fractura.



Foto 3.- Fisuramiento en muro de la casa, ubicada en la calle Av. Cinco de Mayo #76



Foto 4.- Fisuramiento en pared de la casa, ubicada en el Callejón de Venustiano Carranza S/N

Cabe señalar que en la calle Francisco I. Madero, fue donde la fractura se manifestó con mayores dimensiones, 90 cm de ancho y 1.00 metro de profundidad.



La foto 5 muestra la fractura en la calle Francisco I. Madero, en la cual existe una casa en proceso de construcción y que se ubica a unos cuantos centímetros de la misma. La foto 6 presenta un panorama general de la misma fractura, la cual afecta el piso de la propiedad que se observa al fondo

La segunda de estas fracturas tiene un rumbo o dirección general $N45^{\circ}E$, presentando un ancho de entre 5 y 6 metros, una profundidad aproximada de 5 metros y una longitud promedio de 500 metros (fotos 7 y 8), que afectó principalmente terrenos de cultivo de San Juan Pueblo Nuevo y parte de la Av. San Mateo, antes camino Real a Santa Lucía (ver foto 2). Durante la evaluación de ésta zona solo se observaron evidencias de afectación en la barda oriente de una propiedad, sin que la construcción principal resultara dañada.



Panorama general de la fractura presente en terrenos de cultivo de la jurisdicción de San Juan Pueblo Nuevo. Ambas fotografías fueron tomadas viendo hacia el noreste. La foto 7 fue tomada sobre terrenos de cultivo pertenecientes a San Juan Pueblo Nuevo, en tanto que la foto 8 fue tomada, respecto a la foto anterior, 40 metros más adelante en dirección del rumbo general, específicamente a la orilla de la Avenida San Mateo



Municipio de Jaltenco

Localidades:

J1. Fractura en Terrenos de Cultivo del Paraje de Buenos Aires.

Latitud: 19° 45' 54.4" N

Longitud: 99° 06' 41.8" W

Altitud: 2,259 msnm

J2. Fractura en el Sector Poniente de la Cabecera Municipal.

Latitud: 19° 45' 23.0" N

Longitud: 99° 06' 02.1" W

Altitud: 2,270 msnm

J3. Bifurcación de la Fractura en el Sector Poniente de la Cabecera Municipal.

Latitud: 19° 44' 57.2" N

Longitud: 99° 06' 12.6" W

Altitud: 2,255 msnm

El 9 de julio del 2003, se realizó una visita de evaluación técnica de campo al municipio de Jaltenco, a fin de evaluar el grado de riesgo de dos fracturas presentes en su territorio.

La primera de ellas (Localidad J1), empezó a manifestarse en el terreno a partir del año de 1985 y hace aproximadamente 7 años (en 1996), ésta misma se comenzó a agudizar según comentarios de vecinos del lugar, observándose en el terreno con un rumbo general N75°E y presentando un ancho de entre 0.5 a 5 metros, una profundidad aproximada de entre 1 a 5 metros (foto 9) y una longitud promedio de 150 metros (foto 10), la cual afecta principalmente los terrenos de cultivo del paraje conocido como Buenos Aires, perteneciente a la Ex-hacienda de Guadalupe (ver Plano 2)

Cabe mencionar que el Gran Canal del Desagüe, se ubica a unos 15 metros del límite suroeste de

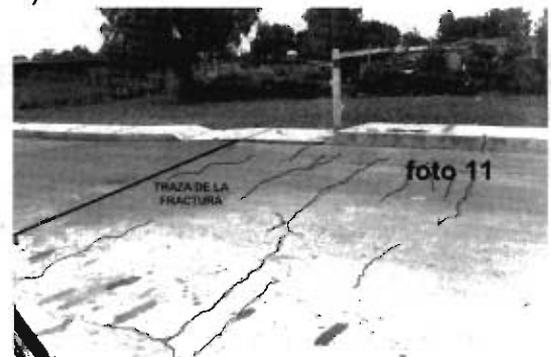
ésta fractura y al inspeccionarlo, no se observaron daños en sus dos bordes.

La segunda de estas fracturas (Localidad J2), posiblemente la más importante desde el punto de vista geológico, atraviesa todo el sector poniente del área urbana de la cabecera municipal (ver Plano 2). Ésta fractura tiene un rumbo o dirección que varía de N10 a 15°E, un ancho estimado de entre 4 a 5 metros y cuya profundidad se desconoce, debido a que sobre toda su longitud se ubican construcciones, pequeños terrenos de cultivo y la carpeta asfáltica de las calles. Por otra parte, dicha fractura se pudo seguir en el terreno a lo largo de unos 1,000 metros, debido a que se manifiesta en diferentes grados en las calles y fincas de la zona.

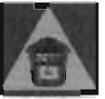


Fotos 9 y 10. Panorama general de la fractura presente en terrenos de cultivo del paraje conocido como Buenos Aires, perteneciente a la Ex-hacienda de Guadalupe. La foto 1 fue tomada viendo hacia el noreste, en tanto que la foto 2 fue tomada viendo hacia el suroeste. Ambas imágenes son de fecha 9 de julio del 2003

Parte de los daños causados por ésta fractura quedaron de manifiesto sobre la calle Francisco Javier Mina esquina con Callejón del mismo nombre, donde se estimó una zona de influencia de aproximadamente 50 metros (foto 11), cuyo límite oriente se consideró a partir de la propiedad ubicada en la calle Francisco Javier Mina # 17, siendo ésta finca la que presenta mayores daños en muros y pisos, los cuales comenzaron a aparecer en el año de 1980, según comentarios de los habitantes de la misma (foto 12), en tanto que el límite poniente se estableció hasta la propiedad marcada sin número sobre la misma calle (ver foto 4).



La foto 11 muestra la fractura y su zona de influencia, que se manifiesta a través de una serie de grietas en el pavimento de la calle Francisco Javier Mina. La imagen fue tomada desde la propiedad marcada con el número 17. La finca que se ubica en la esquina superior izquierda corresponde al límite poniente de dicha zona de influencia. La foto 12 muestra la separación de 15 cm que existe entre dos habitaciones dentro de la misma casa. Ambas imágenes son de fecha 9 de julio del 2003



Fracturamientos



Foto 13. Obsérvese la afectación del pavimento y banqueta, producto del movimiento horizontal de aproximadamente 25 cm y un salto de la fractura de cerca de 20 cm en la calle Lucas Domínguez



Foto 14. La imagen muestra los daños en muros y losa de una de las propiedades localizada en la en la Cuarta Cerrada de González Ortega

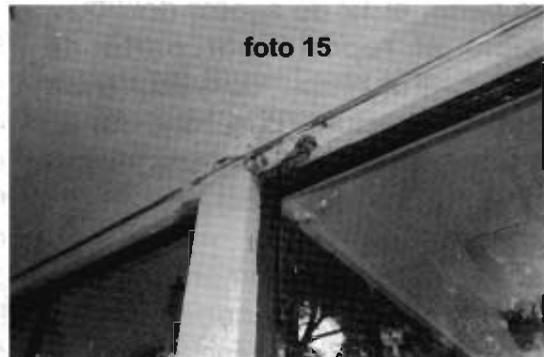
Partiendo de ésta zona de influencia, hacia el noreste se tienen seis propiedades más, todas éstas ubicadas en Callejón Francisco Javier Mina.

Por otra parte y siguiendo las manifestaciones de ésta fractura en dirección al suroeste, se observó en el pavimento y acera de la calle Lucas Domínguez, un desplazamiento horizontal de aproximadamente 25 cm y un salto de la fractura de cerca de 20 cm (foto 13), movimientos que se han venido manifestando desde hace aproximadamente 7 años (1996).

Continuando con ésta dirección (suroeste), la fractura se manifiesta en algunas propiedades ubicadas en las

calles Cristóbal Colón, Cuarta Cerrada de González Ortega (foto 14) e Isidro González. Precisamente en la propiedad de ésta última calle, fue donde se observaron los mayores daños en los muros de una de las habitaciones de la finca, los cuales comenzaron a manifestarse hace dos años (2001), según comentó su propietaria.

La misma fractura, llega a manifestarse hasta el plantel escolar C.B.T. "Dr. Carlos Graef Fernández", ubicado en calle González Ortega # 22 esquina con calle Isidro González, donde se apreciaron daños en los muros y pisos de la nave, que fue construida hace aproximadamente 5 años, así como en la nave que tiene aproximadamente 19 años de construida, en la cual se observaron daños en los muros, pisos, castillos y traveses de algunas de las aulas (fotos 15 y 16). Estos daños comenzaron a agudizarse hace aproximadamente 2 años (2001), según informaron docentes y empleados del plantel.



Fotos 15 y 16. Las fotos muestran un panorama general del grado de afectación que presenta la nave que fue construida hace aproximadamente 19 años, que consiste fisuramientos en castillos y traveses (foto 15), así como separaciones de aproximadamente 3 cm entre los pisos y muros de las aulas (foto 16), además de observarse en los pisos de las aulas un ligero declive hacia el sur

ésta fractura y al inspeccionarlo, no se observaron daños en sus dos bordes.

La segunda de estas fracturas (Localidad J2), posiblemente la más importante desde el punto de vista geológico, atraviesa todo el sector poniente del área urbana de la cabecera municipal (ver Plano 2). Ésta fractura tiene un rumbo o dirección que varía de N10 a 15°E, un ancho estimado de entre 4 a 5 metros y cuya profundidad se desconoce, debido a que sobre toda su longitud se ubican construcciones, pequeños terrenos de cultivo y la carpeta asfáltica de las calles. Por otra parte, dicha fractura se pudo seguir en el terreno a lo largo de unos 1,000 metros, debido a que se manifiesta en diferentes grados en las calles y fincas de la zona.

Parte de los daños causados por ésta fractura quedaron de manifiesto sobre la calle Francisco Javier Mina esquina con Callejón del mismo nombre, donde se estimó una zona de influencia de aproximadamente 50 metros (foto 11), cuyo límite oriente se consideró a partir de la propiedad ubicada en la calle Francisco Javier Mina # 17, siendo ésta finca la que presenta mayores daños en muros y pisos, los cuales comenzaron a aparecer en el año de 1980, según comentarios de los habitantes de la misma (foto 12), en tanto que el límite poniente se estableció hasta la propiedad marcada sin número sobre la misma calle (ver foto 4).



Fotos 9 y 10. Panorama general de la fractura presente en terrenos de cultivo del paraje conocido como Buenos Aires, perteneciente a la Ex-hacienda de Guadalupe. La foto 1 fue tomada viendo hacia el noreste, en tanto que la foto 2 fue tomada viendo hacia el suroeste. Ambas imágenes son de fecha 9 de julio del 2003

La foto 11 muestra la fractura y su zona de influencia, que se manifiesta a través de una serie de grietas en el pavimento de la calle Francisco Javier Mina. La imagen fue tomada desde la propiedad marcada con el número 17. La finca que se ubica en la esquina superior izquierda corresponde al límite poniente de dicha zona de influencia. La foto 12 muestra la separación de 15 cm que existe entre dos habitaciones dentro de la misma casa. Ambas imágenes son de fecha 9 de julio del 2003

Fracturamientos



Foto 13. Obsérvese la afectación del pavimento y banquetta, producto del movimiento horizontal de aproximadamente 25 cm y un salto de la fractura de cerca de 20 cm en la calle Lucas Domínguez



Foto 14. La imagen muestra los daños en muros y losa de una de las propiedades localizada en la Cuarta Cerrada de González Ortega

Partiendo de ésta zona de influencia, hacia el noreste se tienen seis propiedades más, todas éstas ubicadas en Callejón Francisco Javier Mina.

Por otra parte y siguiendo las manifestaciones de ésta fractura en dirección al suroeste, se observó en el pavimento y acera de la calle Lucas Domínguez, un desplazamiento horizontal de aproximadamente 25 cm y un salto de la fractura de cerca de 20 cm (foto 13), movimientos que se han venido manifestando desde hace aproximadamente 7 años (1996).

Continuando con ésta dirección (suroeste), la fractura se manifiesta en algunas propiedades ubicadas en las

calle Cristóbal Colón, Cuarta Cerrada de González Ortega (foto 14) e Isidro González. Precisamente en la propiedad de ésta última calle, fue donde se observaron los mayores daños en los muros de una de las habitaciones de la finca, los cuales comenzaron a manifestarse hace dos años (2001), según comentó su propietaria.

La misma fractura, llega a manifestarse hasta el plantel escolar C.B.T. "Dr. Carlos Graef Fernández", ubicado en calle González Ortega # 22 esquina con calle Isidro González, donde se apreciaron daños en los muros y pisos de la nave, que fue construida hace aproximadamente 5 años, así como en la nave que tiene aproximadamente 19 años de construida, en la cual se observaron daños en los muros, pisos, castillos y traveses de algunas de las aulas (fotos 15 y 16). Estos daños comenzaron a agudizarse hace aproximadamente 2 años (2001), según informaron docentes y empleados del plantel.



foto 15



foto 16

Fotos 15 y 16. Las fotos muestran un panorama general del grado de afectación que presenta la nave que fue construida hace aproximadamente 19 años, que consiste en fisuramientos en castillos y traveses (foto 15), así como separaciones de aproximadamente 3 cm entre los pisos y muros de las aulas (foto 16), además de observarse en los pisos de las aulas un ligero declive hacia el sur

Cabe señalar que a unos cuantos metros al sur de éste plantel, se construyó un edificio de 5 plantas (foto 17), el cual se levantó justo en la misma dirección de la fractura identificada.



Foto 17. Edificio de 5 plantas que se levantó dentro del área de influencia de la fractura identificada. Dicha construcción se ubica a unos cuantos metros al sur del C.B.T. "Dr. Carlos Graef Fernández"

Por otra parte, el 12 de agosto del 2004, se recibió el reporte por parte de Protección Civil Municipal, de la ocurrencia de una nueva fractura (Localidad J3) en el área urbana de la cabecera municipal (ver Plano 2, línea punteada).

Se manifestó (según comentarios de vecinos del lugar) después de la ocurrencia de una lluvia torrencial que tuvo una duración desde las 20:00 hrs. del 2 de agosto del 2004 hasta las 03:00 hrs. del día siguiente, fue entonces cuando los vecinos se percataron que en la esquina formada por las calles Isidro González y Cerrada de Isidro González, el terreno presentaba una fractura de aproximadamente 30 metros, con un ancho estimado de 2 metros y una profundidad de 2 metros aproximadamente.

Ésta "nueva fractura" afectó principalmente el terreno de un lote baldío y parte del pavimento de la calle Isidro González (foto 18).



Foto 18. En la imagen se aprecia el relleno y reparación de la cinta asfáltica sobre la calle Isidro González. La foto fue tomada viendo hacia el noreste, en dirección de la Cerrada de Isidro González

Sin embargo, durante la evaluación de campo de la zona afectada, se pudo determinar que ésta "nueva fractura" corresponde a una bifurcación de la fractura descrita como Localidad J2.

Ésta bifurcación (ver Plano 2), tiene un rumbo general S47°W y una longitud aproximada de 450 metros y se considera que inicia en la casa ubicada en la Cuarta Cerrada de González Ortega (ver foto 14). Siguiendo el rumbo general de la fractura, se observó que ésta afecta en diferentes grados a algunas fincas ubicadas en la Cerrada de Isidro González (foto 19). Cabe mencionar que estos mismos vecinos manifestaron que los daños que presentan sus propiedades comenzaron a manifestarse desde hace unos 4 años (en el año 2000).



Foto 19. La foto muestra la serie de fisuras presentes en los muros de una construcción, ubicada en la Cerrada de Isidro González

Fracturamientos



Foto 20. En la imagen, se ve claramente la traza de la “nueva fractura”, la cual afecta terrenos de cultivo que colindan con el bordo oriente del Gran Canal del Desagüe. La foto fue tomada viendo hacia noreste, en dirección de la zona urbana

Continuando con el mismo rumbo suroeste, se pudo observar y determinar que la fractura se prolonga por terrenos de cultivo que colindan con el bordo oriente del Gran Canal del Desagüe (foto 20), donde inclusive se pudo ver la profundidad en algunos de los sectores de la misma.

Municipio de Nextlalpan

Localidades:

N1. Escuela Primaria “Narciso Mendoza”

Latitud: 19° 44' 21.1" N

Longitud: 99° 05' 42.4" W

Altitud: 2,261 msnm

Las instalaciones que conforman la Escuela Primaria “Narciso Mendoza” del poblado de Santiaguito Atocan (foto 21) municipio de Nextlalpan, fueron construidas aproximadamente en el año de 1973, consta de 4 naves cuyos muros son falsos y están levantados de blocks huecos. Estas naves están distribuidas de la siguiente manera:

- Primera nave, formada por la dirección, subdirección y biblioteca.
- Segunda nave, formada por un aula y sanitarios para hombres y mujeres. Ésta nave fue construida por el Ayuntamiento aproximadamente hace un año y medio y en la cual los muros fueron levantados con tabique ligero.
- Tercera nave, formada por cuatro aulas y un desayunador.
- Cuarta nave, formada por cinco aulas y una sala de usos múltiples.



Foto 21. Escuela Primaria “Narciso Mendoza” del poblado de Santiaguito Atocan

Durante la evaluación realizada al plantel el 29 de abril del 2003, se pudo observar que la mayoría de los muros de las naves, presentan cierto grado de agrietamiento (foto 22), el cual se interpreta como producto del hundimiento diferencial que está sufriendo el terreno hacia el poniente que se puede apreciar perfectamente en el piso del patio del plantel (foto 23).



Foto 22. La imagen muestra el agrietamiento en los muros de un aula del plantel



Foto 24. Sector poniente de la barda perimetral del plantel, nótese los efectos causados por la subsidencia del terreno, debido quizás a la presencia de una fractura en el terreno



Foto 23. Piso del patio de la escuela, el cual presenta cierto grado de hundimiento, apreciándose claramente entre el columpio y el poste de la cancha de básquetbol

Sin embargo, éste hundimiento del terreno, pudiera estar relacionado con la presencia de una posible falla de rumbo N73°E, la cual empieza en el panteón municipal, pasa por la escuela y continúa en la misma dirección hasta aproximadamente unos 400 metros, según comentaron los docentes del plantel.

Los efectos de éste rasgo geológico también se pueden observar en todo el sector poniente de la barda perimetral del plantel (foto 24), la cual se encuentra deformada, por lo que existe el riesgo de que ésta se desplome.

Municipio de Tecámec



Localidades:

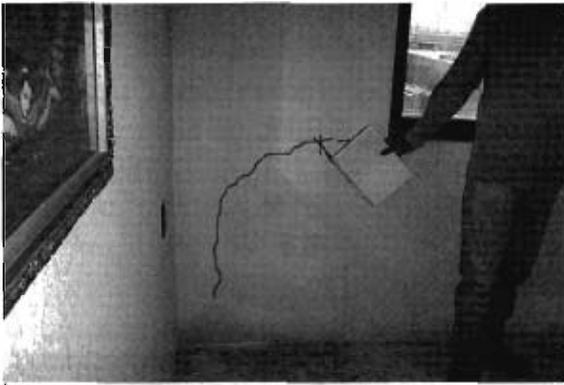
T1. Fractura en la Comunidad de San Pedro Atzompa

Latitud: 19° 41' 15.5" N

Longitud: 99° 00' 43.5" W

Altitud: 2,259 msnm

Durante el trabajo de evaluación de campo realizado el 13 de abril del 2004, se observó que la fractura tiene un rumbo o dirección general de N74°W con un ancho estimado de entre 1.5 a 10 metros y una profundidad que varía entre 1.5 a 8 metros y se pudo seguir en el terreno a lo largo de unos 600 metros, manifestándose en diferentes grados en las casas, calles y terrenos de cultivo de la zona. Dicha fractura, según comentarios de vecinos del lugar, comenzó a manifestarse en el terreno hace aproximadamente 2 años (2002) y sus efectos comenzaron a agudizarse después de la temporada de lluvias del 2003.



La foto 25 muestra los daños que presentan los muros de la finca ubicada en la Privada 10 de Mayo

En la casa ubicada en Privada 10 de Mayo, Manzana 60 – Lote 166, se apreció un ligero agrietamiento en las zonas de junta entre los muros, traveses y castillos de la construcción (foto 25). Así mismo, se observó en el pavimento y acera de la misma calle, un desplazamiento vertical de aproximadamente 2 centímetros (foto 26) y una zona de influencia de la fractura de aproximadamente 6 metros. Cabe señalar que ésta propiedad se ubica precisamente sobre la traza de la fractura (foto 27).



La fotografía 26 muestra un detalle del desplazamiento vertical que sufrió la construcción



La foto 27 se aprecia de manera general la zona de influencia de dicha fractura. Nótese que la finca en cuestión se encuentra sobre la traza de la fractura.

Siguiendo las manifestaciones de ésta fractura en dirección noreste, se observó que dos propiedades que se ubican sobre la calle Narciso Mendoza, resultaron afectadas por un ligero fisuramiento, principalmente en muros y pisos de la construcción.

En la casa ubicada en la esquina formada por las calles Narciso Mendoza y Cerrada de Narciso Mendoza se localizó un ligero fracturamiento en algunos de los muros de la construcción, todas las construcciones visitadas, en general se encuentran sanas en su estructura principal.

La fractura continúa sobre terrenos del ejido de San Pedro Atzompa donde se aprecian las mayores dimensiones de la misma, con una zona de influencia de aproximadamente 30 metros de ancho (foto 28).



La foto 28, muestra un panorama general de la zona de influencia de la fractura sobre los terrenos del ejido de San Pedro Atzompa. Dicha zona de influencia se estimó en el terreno en aproximadamente 30 metros de ancho. La imagen fue tomada viendo hacia el oriente



En la fotografía 29, se aprecia que la fractura no se manifiesta en superficie; se encuentra presente en el subsuelo con una abertura estimada de 50 cm.

Municipio de Chalco



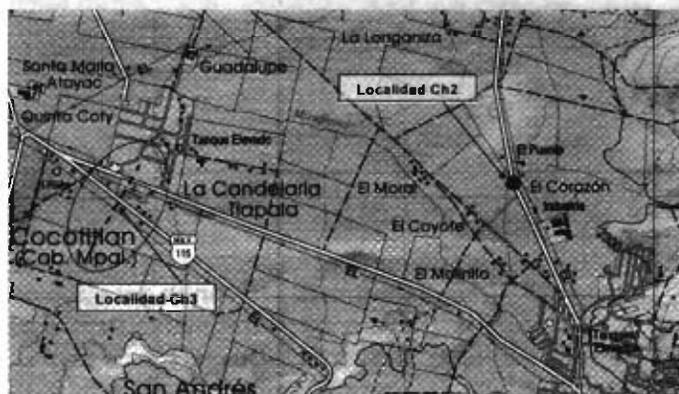
Localidad:

Ch1. Fractura en Zona Urbana del Poblado de Santa Catarina Ayotzingo

Latitud:19° 12' 28.7" N

Longitud:98° 55' 43.5" W

Altitud:2,277 msnm



Localidades:

Ch2. Fractura en Terrenos de Cultivo Pertencientes al Ejido de Santa María Huexoculco

Latitud:19° 14' 37.5" N

Longitud:98° 49' 18.5" W

Altitud:2,289 msnm

Ch3. Fractura en la Zona Comprendida entre las Jurisdicciones Municipales de Chalco y Cocotitlán

Latitud:19° 13' 54.6" N

Longitud:98° 50' 54.9" W

Altitud:2,270 msnm

La Parroquia de Santa Catarina Mártir (foto 30) fue construida en el año de 1546 y representa la construcción más importante para la población de Santa Catarina Ayotzingo (Localidad Ch1), según lo manifestó el Vicepresidente del Patronato Pro Restauración y Conservación de la Parroquia de Santa Catarina Mártir y el Asesor de Obra del mismo patronato.



Foto 30. Panorámica de la Parroquia de Santa Catarina Mártir

En general, la parroquia presenta un fracturamiento de moderado a fuerte en todos sus pisos y muros (fotos 31, 32 y 33), daños que se pueden interpretar como producto de la degradación normal de los materiales debido al paso del tiempo.

Fracturamientos



Foto 31. Fisuramiento en los muros y piso



Foto 32. Fractura que afecta el lado sur de la nave principal, campanario y muro de colindancia con el ex-convento

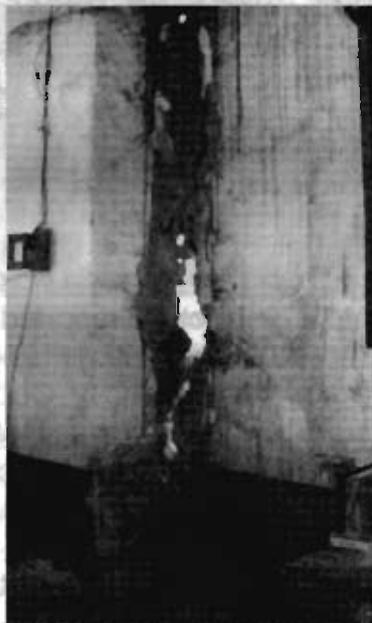


Foto 33. Detalle de la fractura vista en el interior de la Parroquia. Nótese la separación que existe entre los muros

Sin embargo, de las observaciones de campo se dedujo que estos daños están íntimamente relacionados al terreno sobre el cual se construyó la parroquia, que corresponde a la zona de transición entre depósitos de origen volcánico (ceniza volcánica) y sedimentos de origen lacustre correspondientes al ex-lago de Chalco, por lo que es de esperarse que al paso del tiempo se presentará un hundimiento diferencial del terreno, posiblemente originado por la ocurrencia de fracturas de carácter local, orientadas casi este-oeste, las cuales pueden ser el producto de la compactación de estos materiales como consecuencia de la desaparición de lo que fue el lago de Chalco (al norte) y de la sobre explotación de los mantos acuíferos de la zona.

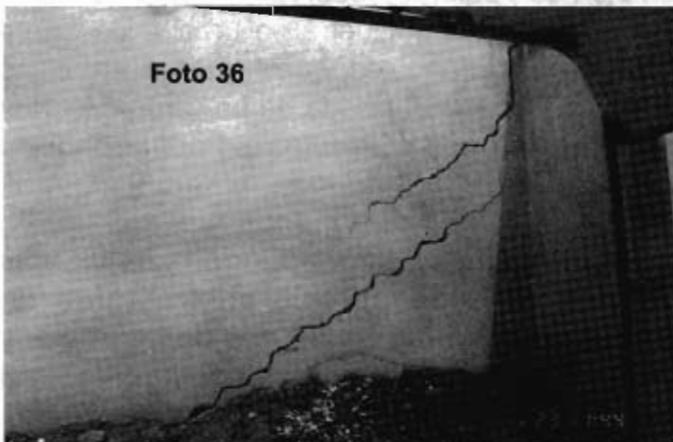
Por otra parte, los efectos de estas fracturas también se pudieron observar en algunas fincas que se ubican al sur del área urbana de Santa Catarina Ayotzingo, específicamente entre las calles La Cima, 3ª Cerrada de La Cima, Morelos e Insurgentes, pertenecientes al Paraje conocido como La Cima.

En general, durante la inspección de las viviendas de ésta zona se apreciaron fracturas de moderadas a fuertes en algunos de los muros y pisos, además de un ligero hundimiento diferencial en el terreno (fotos 34, 35, 36 y 37).





Las imágenes muestran el fracturamiento en muros y pisos, que se observa en las viviendas ubicadas en las calles: La Cima No. 14 (foto 34), Morelos No. 4 (foto 35) en la cual se observó un desnivel entre las losetas del piso de aproximadamente 1.5 cm



La Cima No. 16-A (foto 36), así como en la propiedad ubicada en calle Morelos No. 9 (foto 37). Los daños comenzaron a acentuarse en los dos últimos meses del 2003, según comentaron los dueños de las viviendas

Por lo que respecta a la fractura reportada en terrenos de cultivo del Ejido de Santa María Huexoculco (Localidad Ch2), ésta se manifestó sobre el terreno en marzo del 2002, extendiéndose por casi 1 km de longitud en dirección aproximadamente este-oeste.

Sin embargo, al visitar en junio del 2003 el punto sobre el camino donde se hallaba la fractura, se observó que el área afectada del camino se encontraba ya reparada y la superficie de los terrenos de cultivo que atravesaba se encontraban barbechados, por lo que lo único que se pudo apreciar en ésta zona fueron algunas fisuras sobre el pavimento (foto 38), las cuales se interpretaron como el reflejo de la existencia de una zona de debilidad en el terreno, la cual pudiera estar relacionada con la presencia de la fractura.



Foto 38. La imagen muestra el área afectada por la presencia de una fractura en el terreno. La foto fue tomada viendo hacia el poniente. En cuanto a la fractura reportada en la zona comprendida entre las jurisdicciones municipales de Chalco y Cocotitlán (Localidad Ch3), ésta se manifestó en el terreno, a raíz de la lluvia de carácter torrencial que se precipitó en la región aproximadamente a las 03:00 hs del primero de agosto del 2003. Ésta lluvia tuvo una duración de unas 3 horas, después continuó solo una llovizna pertinaz, inundando gran parte de los

terrenos de cultivo del ejido de Atoyac, municipio de Chalco, así como los pertenecientes al ejido de Cocotitlán.

Al término de ésta llovizna, vecinos de la región se percataron que a medida que el agua estancada se infiltraba en el terreno, comenzó a reaparecer y agrandarse la grieta que ya existía desde hace unos 7 años (1996) en el suelo de la zona, afectando principalmente terrenos de cultivo pertenecientes al ejido de Cocotitlán y parte de los terrenos de cultivo pertenecientes al ejido de Atoyac, municipio de Chalco.

Ésta fractura, se pudo seguir en el terreno a lo largo de aproximadamente 630 metros, partiendo de la coordenada: Latitud $19^{\circ} 13' 55.8''$ N y Longitud $98^{\circ} 50' 55.9''$ W en la jurisdicción de Cocotitlán. En éste punto, se observó que la fractura tiene un ancho de aproximadamente 50 cm y profundidades que varían desde 50 cm hasta más de 1 metro (foto 39).



Foto 39. En la imagen se aprecia que la fractura tiene unos 50 cm de ancho y alrededor de 1 metro de profundidad

Caminando en dirección norte, ésta "abertura" pasa por los terrenos de cultivo pertenecientes al ejido de Atoyac (Latitud $19^{\circ} 13' 54.6''$ N y Longitud $98^{\circ} 50' 54.9''$ W), municipio de Chalco; en los cuales se observó que ésta tiene un ancho promedio de 6.5 metros y una profundidad aproximada de 1 metro.

Continuando con el recorrido de evaluación y siguiendo la misma dirección, que es de aproximadamente $N30^{\circ}E$, se atraviesa un sector de la Carretera Federal No. 115 que comunica a Chalco con Tlalmanalco (Latitud $19^{\circ} 14' 01.3''$ N y Longitud $98^{\circ} 50' 50.5''$ W), sector que hace unos 6 años, resultó afectado al generarse una abertura de casi 60 cm y un desnivel en el terreno de unos 20 cm, hecho que produjo un accidente de un vehículo que transitaba por ésta vía y del cual se desconoce si se presentaron decesos de los tripulantes de dicho automóvil, según informó el propietario de un taller mecánico que se ubica unos cuantos metros al poniente del límite de ésta fractura.

A partir de éste punto y continuando el recorrido de inspección sobre los mismos terrenos de cultivo del ejido de Atoyac, se llegó al sector afectado del camino pavimentado (Latitud $19^{\circ} 14' 10.9''$ N y Longitud $98^{\circ} 50' 47.9''$ W) que comunica a Chalco con el poblado de Miraflores (foto 40).

En éste tramo se apreció que la fractura llega a presentar un ancho aproximado de hasta 15 metros y una profundidad estimada en más de 2 metros, dimensiones que fueron rellenadas con tierra y basura por los propietarios de los terrenos.



Foto 40. Tramo carretero que va de Chalco a Miraflores, el cual resultó afectado y reparado de inmediato. En éste punto la afectación alcanzó casi los 15 metros de ancho



Por último, se observó que dicha fractura se continúa hasta las inmediaciones de la zona urbana del poblado de La Candelaria Tlapala (Latitud 19° 14' 12.2" N y Longitud 98° 50' 47.5" W), manifestándose en diferentes grados en las propiedades (foto 41) y calles del área urbana, tal como se observó que el muro sur de la finca marcada con el número 43 de la calle Francisco Villa, el cual presenta un moderado fisuramiento, desde hace aproximadamente 6 años, según informó la dueña de la propiedad.

Cabe mencionar, que al intentar inspeccionar y evaluar otras casas del lugar, los habitantes de las mismas no permitieron el acceso a sus propiedades, por lo que se desconoce el posible grado de afectación producido por dicha fractura.

Así mismo, se menciona que la mayoría de las fincas que pudieran ubicarse sobre la traza de la fractura, son construcciones con más de 30 años de antigüedad, las cuales fueron levantadas con bloques de adobe y techos de viguetas de madera y teja, por lo que estas propiedades son las más susceptibles a presentar mayores daños en su estructura.



Foto 41. Muro en una de las propiedades de La Candelaria Tlapala, el cual resultó afectado por éste fenómeno de fracturamiento desde hace unos 6 años a la fecha

RECOMENDACIONES GENERALES DE PREVENCIÓN DEL RIESGO PARA TODAS LAS ZONAS EVALUADAS

1. Será necesario que los ayuntamientos de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán realicen un censo cuidadoso de las casas, edificios públicos y de habitantes, que se localizan a lo largo de cada una de estas fracturas identificadas en su jurisdicción, lo anterior es con la finalidad de que cada instancia municipal elabore un Plan de Contingencia por éste riesgo.

2. Una vez realizado lo anterior, será necesario que los Ayuntamientos de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán notifiquen a los habitantes que se ubican a lo largo de alguna fractura o dentro de la zona de influencia de ésta, que sus propiedades se encuentran en zona de alto riesgo por lo que queda prohibida la adición de cualquier tipo de construcción.

3. Si bien los daños observados en las construcciones que se ubican sobre alguna de estas fracturas y en su perímetro de influencia, no representan actualmente riesgo para los habitantes de las mismas, estos daños en un futuro se acentuarán ya que el fenómeno de subsidencia y fracturamiento del terreno continuará, debido a la sobre explotación de los mantos acuíferos de la región.

4. Que las autoridades municipales elaboren un programa de visitas periódicas y permanentes a estas zonas de fracturamiento identificadas en su jurisdicción, con la finalidad de observar



Fracturamientos

la evolución de la fractura presente así como el comportamiento de las construcciones afectadas a todo lo largo de la misma.

5. Que los Ayuntamientos de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán consideren el establecimiento de un límite de restricción de construcción en ambos lados de la fractura correspondiente, el cual deberá ser igual o mayor al ancho de abertura observado o considerado en el terreno.

6. Será necesario que los Ayuntamientos de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán realicen un estudio de mecánica de suelos con perforaciones a 50.0 metros de profundidad como mínimo, mediante las cuales se podrán conocer las características litológicas del terreno y su grado de compresibilidad, con el fin de establecer los criterios legales para la elaboración de un Reglamento de Construcción, específico para su territorio.

7. De la misma manera estos Ayuntamientos deberán vigilar el desarrollo urbano de sus territorios, poniendo énfasis en todas estas zonas de fractura identificadas, con la finalidad de evitar en lo futuro, problemas similares a los observados.

MARCO JURÍDICO PARA LA REGULACIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL AGUA DENTRO DEL ESTADO DE MÉXICO

Con la finalidad de buscar una solución a la problemática anterior, será necesario apoyarse en el marco jurídico existente, relacionado con la extracción y explotación del agua dentro del territorio estatal, representado por los preceptos constitucionales y las distintas leyes emanadas de la propia Constitución y por las disposiciones de observancia general relativas a la administración del recurso hidráulico. Estas, fundamentalmente son:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Artículo 27, párrafo quinto, así como el Artículo 115.
- Ley de Aguas Nacionales, promulgada en diciembre de 1992, reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia de aguas nacionales.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de enero de 1994.
- Ley Federal de Derechos en Materia de Agua promulgada en 1982.
- Leyes estatales en materia de agua potable y alcantarillado, promulgadas desde 1969 en las 31 entidades federativas y en el Distrito Federal.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, promulgada en 1987.

La Ley de Aguas Nacionales promulgada en 1992, da un sustento necesario e indispensable para la evolución del marco institucional y la instrumentación de los elementos de la política



hidráulica, en un horizonte de mediano y largo plazo.

De acuerdo con ésta Ley, la Comisión Nacional del Agua (CNA) es la autoridad federal responsable de definir la política hidráulica del país y administrar las aguas nacionales.

En el ámbito del Estado de México, existe la Ley Estatal del Agua, emitida con el objeto de regular la prestación de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, la organización y funcionamiento de los organismos operadores municipales y la administración y conservación de las aguas de jurisdicción estatal.

Dentro de esta Ley se establece claramente la diferencia entre la administración de las aguas federales y estatales, correspondiendo en el primer caso a la Federación y el segundo al Estado; en éste último caso la jurisdicción estatal de las aguas se llevará a cabo a través de la Comisión del Agua del Estado de México.

En lo que se refiere a los decretos de veda que se han expedido para todos los acuíferos del Estado de México, cabe mencionar que aunque limitan legalmente la explotación de las aguas subterráneas, no cuentan con una reglamentación que establezca reglas claras respecto a las características de la veda y a la forma en la que podrán ser explotados los acuíferos respectivos.

Al respecto, la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (enero de 2001), no menciona en ninguno de sus apartados, las disposiciones bajo las cuales fuera posible el levantamiento de la veda. Al respecto y considerando que se desarrollarán las acciones necesarias -según el Programa Hidráulico del Estado- para regular la explotación de los acuíferos, se considera viable a largo plazo que existan zonas en donde será posible levantar la veda. Para ello, se deberán analizar las condiciones bajo las cuales es posible ejecutar esta acción y reglamentarla en esta ley.

La Ley Estatal del Agua, establece como principio básico, la independencia de acción y económica de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), así como de los organismos operadores encargados de la prestación de los servicios.

La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento en Materia de Agua, conjuntamente con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, las Normas Sanitarias y de Ecología y los demás ordenamientos, constituyen un marco adecuado para la administración y uso racional del agua, así como para la prevención y control de la contaminación. Sin embargo, existen altos niveles de incumplimiento de las leyes y reglamentos, debido a la falta de adecuación de otras leyes por ejemplo, las de orden fiscal, que en algunos casos son limitativas para la aplicación de sanciones o bien resultan del todo excesivas.

Cabe señalar que el presente apartado, fue tomado del "Programa Hidráulico Integral del Estado de México 2002-2025- Informe Final diciembre del 2002", elaborado por la Comisión Nacional del Agua (capítulo 10, pp. 10-11)

CONCLUSIONES

Desafortunadamente, éste problema de fracturamiento del terreno seguirá presentándose y aumentando con el paso del tiempo, ya que los volúmenes de extracción de agua se incrementarán a medida que los centros de población se desarrollen y crezcan.

A éste respecto, los municipios de Zumpango, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Chalco y Cocotitlán han



Fracturamientos

presentado una explosión demográfica importante en los últimos 20 años (ver Tabla 1) y por ende la extracción de agua del subsuelo de estos municipios, se vio incrementada.

Ante éste crecimiento de población, será necesario que el Estado y los Municipios fortalezcan los instrumentos legales que permitan establecer nuevos mecanismos de desarrollo.

Para éste fin, la legislación sobre el uso de suelo resulta primordial en la generación y planeación de espacios para el desarrollo urbano ordenado, el respeto y el fomento de las áreas arboladas y el establecimiento de zonas de recarga para los acuíferos en cuestión (Cuautitlán-Pachuca o Chalco-Amecameca), acorde con las demandas sociales, políticas, económicas y de seguridad y protección al medio ambiente.

De la misma manera, será necesario que se legisle el uso del agua así como el tratamiento de aguas residuales, ya que éste líquido representa uno de los factores más importantes en el desarrollo de toda metrópoli.

Así mismo, es imprescindible resolver con una visión a largo plazo el problema de extracción indiscriminada de éste recurso con el que se abastece al Distrito Federal, evitando así la sobreexplotación de los acuíferos en cuestión (Cuautitlán-Pachuca o Chalco-Amecameca) y por ende sus efectos geológico-ambientales tales como desertificación y erosión del suelo, hundimientos diferenciales y fracturamiento del terreno, por mencionar algunos.

Ante esto, es recomendable e imperativa una acción coordinada entre los organismos que regulan la extracción y explotación del agua, como son la Comisión Nacional del Agua (CNA), la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM), Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO), el Sistema de Agua del Distrito Federal, la Secretaría de Ecología y los organismos operadores del agua de los municipios, entre otros.



**INSTITUTO DE
PROTECCION CIVIL**

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional del Agua, Programa Hidráulico Integral del Estado de México 2002-2025-Informe Final diciembre del 2002, CNA, Cap. 2, pp. 76 y 81-82, Cap. 10, pp. 10-11.

Consejo Estatal de Población, 2002, Estado de México – Índices de Migración 2000: Estatal, Regional, Municipal y por Localidad, CRESPO, pp. 55, 63 y 169.

Cserna, Zoltan de, Fuente-Duch, Mauricio de la, Palacios-Nieto, Miguel, Triay, Leonardo, Mitre-salazar, Luis Miguel y Mota-Palomino, Reynaldo, 1988, Estructura geológica, gravimetría, sismicidad y relaciones neotectónicas regionales de la Cuenca de México, UNAM, Inst. de Geología, Bol. 104, p. 71.

Griem, Wolfgang, Univ. de Atacama, Chile, Apuntes de geología estructural, <http://plata.uda.cl/minas/apuntes/Geologia/Geoestructural/Intro01.htm>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1987, Estado de México-Cuaderno de Información para la Planeación, INEGI, pp. 39-41.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1991, Estado de México-Perfil Sociodemográfico, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, INEGI, pp. 6-7.

Instituto de Protección Civil del Estado de México, Reporte de la visita de evaluación técnica de campo efectuada el 26 de febrero del 2003, a los municipios de Cocotitlán y de Chalco México, Reporte Interno, p. 13.

Instituto de Protección Civil del Estado de México, Reporte de la visita de evaluación técnica de campo efectuada el 29 de abril del 2003, a la comunidad de Santiaguito Atocán, municipio de Nextlalpan, México, Reporte interno. p. 6.

Instituto de Protección Civil del Estado de México, Reporte de la visita de evaluación técnica de campo efectuada el 9 de junio del 2003, a las comunidades de San Sebastián y San Juan Pueblo Nuevo, municipio de Zumpango, México, Reporte interno, p. 7.

Instituto de Protección Civil del Estado de México, Reporte de la visita de evaluación técnica de campo efectuada el 23 de junio del 2003, a diversas localidades de la comunidad de Santa Catarina Ayotzingo, municipio de Chalco, Reporte interno, p. 9.

Instituto de Protección Civil del Estado de México, Reporte de la visita de evaluación técnica de campo efectuada el 9 de julio del 2003, al municipio de Jaltenco, México, Reporte interno, p. 7.

Instituto de Protección Civil del Estado de México, Reporte de la visita de evaluación técnica de campo efectuada el 6 de agosto del 2003, a los municipios de Chalco y de Cocotitlán, México, Reporte interno, p. 7.

Instituto de Protección Civil del Estado de México, Reporte de la visita de evaluación técnica de campo efectuada el 16 de marzo del 2004, a diversas localidades de los municipios de Zumpango y Teoloyucan, Reporte interno, p. 12.

Instituto de Protección Civil del Estado de México, Reporte de la visita de evaluación técnica de campo efectuada el 13 de abril del 2004, a diversas localidades del municipio de Tecámac, Méx., Reporte interno, p. 14.

Instituto de Protección Civil del Estado de México, Reporte de la visita de evaluación técnica de campo efectuada el 12 de agosto del 2004, al municipio de Jaltenco, México, Reporte interno, p. 8.



Créditos

El material presentado en ésta obra, que terminó de editarse en el mes de diciembre del año 2004, proviene de la documentación que el Instituto de Protección Civil del Estado de México ha reunido sobre ésta materia y la investigación fue realizada por el Ing. Geofísico Esteban Ramos Jiménez y por José Luis Segura Rojas

La dirección editorial estuvo a cargo del Arq. Miguel Ángel Cruz Guerrero, Director General del Instituto de Protección Civil y la Producción fue hecha por Israel Domínguez Jaimes.



Instituto de Protección Civil del Estado de México

Oficinas en Toluca:

Urawa No. 100

Oficina 119, Col. Izcalli IPIEM. C.P. 50150

Tels. (01722) 280-63-92, Fax (01722) 280-63-94.

Oficinas en Tecámac:

Km 37 de la Carretera Federal México-Pachuca,

Col. Hueyotenco, C.P. 55740

Tels. (0155) 59-36-42-66, Fax (0155) 59-36-42-63.

www.edomexico.gob.mx/ipc