



# ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS

2019



**DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL Y BOMBEROS**

## Contenido

Contenido .....	1	IV.1 Dinámica demográfica.....	21
I ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN .....	3	IV.1.1 Análisis comparativo de la población en la Entidad .....	21
I.1 Introducción.....	3	IV.1.2 Proyección 2015 al 2030.....	21
I.2 Objetivos.....	3	IV.1.3 Distribución de la población.....	22
I.2.1 Objetivo general .....	3	IV.1.4 Densidad de Población.....	22
I.2.2 Objetivos particulares.....	3	IV.2 Características sociales.....	22
I.2.3 Alcances.....	3	IV.2.1 Porcentaje de analfabetismo y grado promedio de escolaridad .....	22
I.3 Marco teórico .....	4	IV.2.2 Población con discapacidad. ....	23
I.4 Marco normativo vigente y aplicable.....	4	IV.2.3 Población que habla alguna lengua indígena.....	23
I.5 Antecedentes históricos de peligros y riesgos .....	6	IV.2.4 Salud .....	23
I.5.1 Fenómenos geológicos .....	6	IV.2.5 Pobreza .....	25
I.5.2 Fenómenos Hidrometeorológicos: .....	9	IV.2.6 Hacinamiento (promedio de habitantes por cuarto) .....	25
I.5.3 Fenómenos Químico – Tecnológicos.....	9	IV.2.7 Marginación por localidad y AGEB (en zonas urbanas).....	25
I.5.4 Fenómenos Sanitarios – Ambientales .....	10	IV.3 Características de vivienda .....	25
I.5.5 Fenómenos Socio – Organizativos .....	10	IV.3.1 Pisos de Tierra.....	25
II DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN .....	11	IV.3.2 Servicios Básicos .....	26
II.1 Determinación de la zona de estudio .....	11	IV.3.3 Déficit de vivienda.....	26
II.2 Mapa Base .....	11	IV.4 Empleos e ingresos.....	26
II.3 Niveles de Análisis y escalas de representación cartográfica .....	12	IV.4.1 Sectores de ocupación .....	26
III CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL .....	13	IV.5 Equipamiento e Infraestructura .....	27
III.1 Fisiografía.....	13	IV.5.1 Salud .....	27
III.2 Geología .....	13	IV.5.2 Educación.....	27
III.3 Geomorfología .....	14	IV.5.3 Lugares recreativos y/o esparcimiento .....	28
III.4 Edafología .....	15	IV.5.4 Atención a Emergencias.....	28
III.5 Hidrografía .....	16	IV.5.5 Infraestructura estratégica y de distribución .....	29
III.6 Climatología .....	17	V IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y PELIGROS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES .....	30
III.7 Uso de suelo.....	18	V.1 Fenómenos Geológicos .....	30
III.8 Áreas Naturales Protegidas.....	18	V.1.1 Vulcanismo.....	30
III.9 Problemática ambiental.....	19	V.1.2 Sismos .....	42
IV CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS .....	21	V.1.3 Inestabilidad de laderas .....	48
		V.1.4 Hundimiento, subsidencia y agrietamiento .....	64

V.2	Fenómenos Hidrometeorológicos .....	66	VI.1.3	Evaluación de Vulnerabilidad de los sistemas expuestos.....	151
V.2.1	Ondas cálidas.....	66	VI.1.4	Resultados.....	156
V.2.2	Sequías.....	69	VI.1.5	Tipología de la vivienda para estimación de vulnerabilidad.....	157
V.2.3	Heladas y Ondas Gélidas.....	72	VI.1.6	Vulnerabilidad ante procesos de remoción de masa .....	159
V.2.4	Tormentas de granizo.....	76	VII	RIESGO/EXPOSICIÓN .....	160
V.2.5	Tormentas de nieve.....	78	VII.1	Riesgo por procesos de remoción de masa .....	160
V.2.6	Tornados y Tormentas de polvo .....	78	VII.1.1	Riesgo por deslizamientos .....	160
V.2.7	Tormentas eléctricas .....	78	VII.1.2	Riesgo por Flujos .....	163
V.2.8	Lluvias extremas .....	81	VII.1.3	Riesgo por Caídas o Derrumbes .....	164
V.2.9	Inundaciones pluviales, fluviales, y costeras.....	82	VIII	PROPUESTA DE ESTUDIOS Y ACCIONES .....	168
V.3	Fenómenos químico-tecnológicos .....	103	VIII.1	Estudios y Obras de Remediación.....	168
V.3.1	Fugas y derrames.....	104	VIII.2	Recomendaciones.....	169
V.3.2	Almacenamiento de Sustancias Peligrosas .....	104	VIII.2.1	Recomendaciones Volcanes .....	169
V.3.3	Incendios y explosiones .....	112	VIII.2.2	Inestabilidad de Laderas (CENAPRED, 2008).....	171
V.4	Fenómenos Sanitario-Ecológicos .....	117	VIII.2.3	Recomendaciones Ondas Gélidas (Heladas) (CENAPRED, 2007).....	172
V.4.1	Epidemias o plagas .....	117	VIII.2.4	Recomendaciones Ondas Cálidas (CENAPRED, 2007) .....	174
V.4.2	Contaminantes en Ecatepec.....	120	VIII.2.5	Recomendaciones Sequías (CENAPRED, 2007) .....	174
V.4.3	Contaminación del suelo .....	125	VIII.2.6	Recomendaciones Tormentas de Granizo (Granizadas) (CENAPRED, 2010).....	175
V.4.4	Rellenos Sanitarios.....	125	VIII.2.7	Recomendaciones Tormenta de Nieve (Nevadas) (CENAPRED, 2014).....	176
V.5	Fenómenos Socio-Organizativos.....	128	VIII.2.8	Recomendaciones Tormentas Eléctricas (CENAPRED, 2010) .....	176
V.5.1	Eventos masivos .....	128	VIII.2.9	Recomendaciones Inundaciones (Fluviales, Pluviales, Costeras y Lacustres) (CENAPRED, 2007) .....	178
V.5.2	Terrorismo Sabotaje y Vandalismo.....	143	GLOSARIO.....		180
V.5.3	El Sabotaje .....	144	ANEXOS DIGITALES O FÍSICOS .....		184
V.5.4	Vandalismo .....	144	Memoria fotográfica .....		184
V.5.5	Interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica. ....	145	Índice de AGEB (Área Geoestadística Básica).....		184
V.6	Fenómenos del espacio exterior.....	146	ÍNDICE DE MAPAS .....		184
V.6.1	Radiación Ultravioleta.....	146	ÍNDICE DE TABLAS.....		186
VI	IDENTIFICACIÓN DE LOS BIENES EXPUESTOS Y SU VULNERABILIDAD .....	149	Bibliografía .....		189
VI.1	Grado de vulnerabilidad social ante fenómenos de origen natural.....	149	CRÉDITOS .....		190
VI.1.1	Inventario de bienes expuestos.....	149			
VI.1.2	Determinación de indicadores de Vulnerabilidad .....	151			

## I ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

### I.1 Introducción

El presente Atlas de Riesgo se realizó apegándose a los requerimientos del Reglamento de la Ley General de Protección Civil, en su artículo 112, los cuales consisten en un sistema de información geográfica, mapas de peligro, mapas de susceptibilidad para el caso de inestabilidad de laderas, u otro fenómeno cuando así aplique, inventario de bienes expuestos, inventario de vulnerabilidades, mapas de riesgo, y escenarios de riesgos; las Bases señaladas por el CENAPRED por medio de la Guía de Contenido Mínimo y Metodologías y las bases establecidas en la guía de contenido mínimo para la elaboración del atlas nacional de riesgo;

Las características geográficas, demográficas y económicas de Ecatepec de Morelos, son elementos que pueden generar o aportar la construcción del riesgo dentro del municipio. La incidencia de diferentes fenómenos de origen natural, combinado con los diferentes niveles de vulnerabilidad da como resultado grados de riesgo que al ser mal gestionados pueden provocar la ocurrencia de un desastre.

Actualmente, el entendimiento sobre la construcción del riesgo se ha transformado de manera que los desastres, ya no se asocian exclusivamente a la ocurrencia de un fenómeno natural extremo. Diversos estudios señalan el riesgo se construye socialmente, puesto que problemáticas de tipo sociodemográfico (crecimiento y desarrollo urbano sin planificación, infraestructura vial o de servicios compleja, falta de mantenimiento, contaminación de recursos naturales, etc.) inciden directamente en los niveles de vulnerabilidad y exposición de los bienes expuestos.

A nivel nacional las acciones de gestión de riesgos se han limitado a la reacción más que a la previsión o prevención de desastres, el gobierno actual de Ecatepec de Morelos tiene como visión el implementar acciones que reduzca el riesgo al que se pueda enfrentar los habitantes, poniendo en práctica la Gestión Integral de Riesgos y algunas estrategias internacionales que señalan como primer punto la identificación de los riesgos.

De acuerdo con diversos organismos y expertos en el tema, entre ellos la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres, por cada dólar que se invierte en prevención se puede ahorrar entre 7 y 10 en la reconstrucción. Una de las primeras acciones que se deben llevar a cabo para poder prevenir los riesgos es justamente identificarlos, por lo que la elaboración del Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos pretende conformar una base de datos que proporcione los elementos necesarios para que se puedan implementar, dentro de los programas de desarrollo urbano, ordenamiento territorial, inversiones públicas y acciones encaminadas a disminuir el riesgo de desastres.

Así, el Atlas de riesgos de Ecatepec de Morelos busca cumplir las siguientes funciones:

I) Identificar los peligros de mayor incidencia en el municipio; II) Estimar los posibles efectos de los fenómenos naturales que se estudiaran en la población y sus bienes; III) Servir como base para la planeación del desarrollo urbano del municipio; IV) Contribuir a la elaboración de planes o programas estratégicos dirigidos a gestionar el riesgo, dando prioridad a la gestión prospectiva (evitar la construcción de nuevos

riesgos); V) Realizar acciones de mitigación de los riesgos identificados; VI) Aportar elementos para disminuir la vulnerabilidad con base en un aumento del desarrollo.

### I.2 Objetivos

#### I.2.1 Objetivo general

Identificar y cartografiar los fenómenos perturbadores de origen natural y antropogénico que inciden en el Municipio de Ecatepec de Morelos, así como determinar el nivel de peligro y vulnerabilidad (física y social), que contribuyen a programas y estrategias que salvaguarden la integridad y patrimonio de sus habitantes.

#### I.2.2 Objetivos particulares

- I. Cumplir con la normatividad vigente y aplicable en gestión integral de riesgos y protección civil.
- II. Homologar e integrar los datos existentes para cada uno de los fenómenos perturbadores que se presenten en el municipio.
- III. Sentar las bases para definir un esquema de prevención, planeación y gestión del riesgo.
- IV. Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afectan al territorio municipal.

#### I.2.3 Alcances

Se considera fundamental que el municipio de Ecatepec genere la capacidad de ubicar e identificar el tipo y grado de riesgos existentes de acuerdo con el origen o fenómeno ya sea Natural o de procesos antrópicos. La cartografía contribuirá a detectar, clasificar e identificar los peligros, vulnerabilidad y riesgos; el atlas de riesgos, al ser una herramienta para tomar decisiones y referencias para definir acciones programáticas y presupuestales enfocadas a guiar el desarrollo territorial en espacios ordenados y sustentables.

La elaboración del Atlas tiene como objetivo identificar, prevenir y valorar el riesgo, así como el daño potencial que pueda impactar a la población, sus bienes y el entorno tomando como referencia los lineamientos establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, donde se establecen cinco actividades prioritarias: A) Identificación de los fenómenos naturales y antrópicos que pueden afectar un municipio; B) Determinación de peligro o amenazas asociadas a los fenómenos identificados; C) Identificación de los sistemas expuestos y vulnerabilidad; D) Evaluación de los diferentes niveles de riesgo asociado al tipo de fenómeno tanto natural como antropogénico; E) Integración de la Información sobre los fenómenos Naturales o Antropogénicos.



Con estas actividades se identificarán las zonas propensas al efecto de fenómenos perturbadores, la vulnerabilidad y la interacción de sistemas expuestos como infraestructura, vivienda, equipamiento y sus indicadores socio-económicos, demográficos, recursos disponibles entre otros.

### I.3 Marco teórico

La Gestión Integral de Riesgos (GIR) es un proceso coordinado, participativo e integral de reducción de desastres, que apoya a generar, gestionar, dirigir, organizar, administrar, gobernar y realizar una mejor toma de decisiones y mitigar, reducir o controlar los posibles riesgos que afecten un territorio. La GIR está constituida por cuatro fases: Prospectiva, Correctiva, Reactiva y Prospectiva-Correctiva que en su conjunto permite desarrollar capacidades de resiliencia ante los impactos de fenómenos naturales o peligros desencadenados por procesos humanos.

La fase Prospectiva tiene como principal objeto el conocimiento de los riesgos y la previsión, implica que deben tomar medidas y acciones en la planificación del desarrollo para evitar que se generen nuevas condiciones de riesgo como lo indica el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el año 2012, una herramienta para alcanzar este objetivo es el desarrollo del Atlas de Riesgos donde se identifican los riesgos asociados a peligros naturales y antropogénicos, se han convertido en herramientas útiles para implementar medidas de reducción de vulnerabilidad y mitigación de dichas amenazas (Ruíz Rivera, Casado Izquierdo, & Sánchez Salazar, 2015).

Para definir el riesgo podemos encontrar continuamente en los diferentes textos la relación que guarda la siguiente función:

$$R = P \times V \times E$$

En donde:

- $R$  = Riesgo
- $P$  = Peligro
- $V$  = Vulnerabilidad
- $E$  = Exposición

Esta simple expresión conlleva diferentes interpretaciones que pueden ser definidas por medio conceptos comunes como lo maneja el diccionario de la Real Academia Española donde el "riesgo ( $R$ ) está definido por la contingencia o proximidad de algún daño; para el caso del peligro ( $P$ ) es una contingencia de que suceda algo mal; la vulnerabilidad ( $V$ ) se refiere a que algo o alguien puede ser herido, ser dañado o recibir algún tipo de lesión; la exposición ( $E$ ) está dada por la acción o efecto de exponer algo o alguien a los efectos de cierto agente o peligro"; sin embargo para el estudio del riesgo debemos definir los componentes como lo establece la Estrategia Internacional de Reducción de Riesgos de Desastres (EIRD): Peligro probabilidad de ocurrencia de un fenómeno perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un periodo y en un sitio determinado; Exposición población o infraestructura; Vulnerabilidad condiciones, factores y características físicas, sociales, económicas y ambientales.

### I.4 Marco normativo vigente y aplicable

En la actualidad la Gestión Integral de Riesgo se encuentra incluida dentro de las normativas nacionales e internacionales, en el contexto internacional se destacan los marcos de acción de **Hyogo y Sendai** este último menciona en su **Prioridad 1: Comprender el riesgo de desastres** y en sus metas:

*b) Alentar el recurso a bases de referencia y su fortalecimiento y evaluar periódicamente los riesgos de desastres, la vulnerabilidad, la capacidad, el grado de exposición, las características de las amenazas y la posible secuencia de efectos en las escalas social y geográfica pertinentes sobre los ecosistemas, con arreglo a las circunstancias nacionales;*

*c) Elaborar, actualizar periódicamente y difundir, como corresponda, información sobre el riesgo de desastres basada en la ubicación, incluidos mapas de riesgos, para los encargados de adoptar decisiones, el público en general y las comunidades con riesgo de exposición a los desastres, en un formato adecuado y utilizando, según proceda, tecnología de información geoespacial;*

La normativa nacional destaca la importancia del conocimiento de riesgos y está estipulado en la **Ley General de Protección Civil** reformada y publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el **19 de enero de 2018**, menciona:

**Artículo 19 incisos IV, V, IX:** *la coordinación nacional de protección civil deberá promover y apoyar la creación de mecanismos, instrumentos y procedimientos, así como investigar, estudiar y evaluar riesgos peligros y vulnerabilidades;*

**Artículo 83:** *la participación de las entidades federativas y promover la creación de las bases que permitan la identificación y registros de peligros en los atlas municipales, estatales y nacionales; esto sirve para la homologación y la identificación de amenazas presentes en áreas determinadas.*

Dentro del **Reglamento de la Ley General de Protección Civil** también se contemplan términos dentro de la participación de los Atlas de Riesgos en sus artículos:

**Artículo 7 Fracción I, Inciso B** *Las bases de coordinación que se implementen en la Administración Pública Federal; El mejoramiento del nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, a través de los programas y estrategias dirigidas al fortalecimiento de los instrumentos de organización y funcionamiento de las instituciones de Protección Civil, así como los planes de desarrollo, teniendo como base un enfoque estratégico y pro-activo y las acciones para prevenir y mitigar los Riesgos, apoyadas en el **Atlas Nacional de Riesgo, y en los Atlas Estatales y Municipales de Riesgos** y, en su caso, en aquellas actividades tendientes a la atención de Emergencias y la Reconstrucción, y*

**Artículo 72 Sección II,** *La elaboración de los programas de Protección Civil se debe tomar en cuenta la información **contenida en los Atlas de Riesgos**, por esta situación es imprescindible que esta herramienta deba mantenerse actualizada y dinámica.*

**Capítulo XVIII** de los Artículo 112 al 114 destinados a los Atlas de Riesgos.

Para el Estado de México no se cuenta con una ley ni reglamento en materia de Protección Civil y se ha tomado como referencia el Código Administrativo publicado en septiembre del 2001 y reformado por última ocasión en agosto del 2019, que menciona en los **Artículo 5.19 y 5.2** sobre a importancia de los Atlas de Riesgo en el ordenamiento Territorial, también en el **Artículo 6.19 Ter** destaca el uso del Atlas de Riesgo como base del conocimiento del riesgo para los municipios y aplicado a los sistemas de Alerta Temprana.

En el reglamento de operación para este Código destacan los Artículos 8 y 99 en donde se menciona que los Atlas de Riesgos Municipales deben ser desarrollados promovidos y actualizados constantemente.

Dentro del Reglamento de Protección Civil y Bomberos del Municipio de Ecatepec de Morelos en sus **Artículos 5, 14, 23, 25 y el Capítulo 3 (Artículos 43-50)**, establece que la Dirección de Protección Civil es la encargada de la actualización y difusión del atlas de riesgos municipal, fomentando la mejora de las condiciones de los pobladores del municipio a través del conocimiento de los peligros naturales y antropogénicos a los cuales está expuesta la población dentro de su territorio.

Finalmente, en el **acuerdo publicado el 12 de agosto de 2019** en la Gaceta de Gobierno del Estado de México, *Exhorta en el segundo acuerdo a los 125 ayuntamientos de los municipios del Estado de México, para que en el ámbito de su competencia actualicen, publiquen y difundan entre sus gobernados sus Atlas de Riesgos Municipales, con el objeto de informar a la población los planes y programas en materia de Protección Civil que fortalezcan la cultura de prevención como parte de la Gestión Integral de Riesgos de Desastres.*

## 1.5 Antecedentes históricos de peligros y riesgos

Debido a las características geográficas y el proceso de crecimiento de desarrollo del Municipio, se enfrentan distintos peligros de origen natural o antropogénico sumado a las condiciones de vulnerabilidad de la población y la infraestructura expuesta, han sido detonantes de riesgos para localidades con condiciones desfavorables.

Diversas fuentes consultadas como el Atlas Nacional de Riesgos<sup>1</sup>, la actualización del Atlas de Riesgo del Municipio de Ecatepec de Morelos 2017<sup>2</sup>, el Atlas de Riesgos por Inundación del Estado de México, publicaciones, evaluaciones de instancias de gobierno, noticias locales, medios digitales, entre otros,

aportan información histórica que documentan los sucesos que han impactado y afectado al Municipio destacando principalmente los fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológico y sanitarios-ecológicos.

Dentro de los Fenómenos Geológicos que se encuentran presentes en el Municipio son: Sismicidad propia del centro de la república mexicana, Vulcanismo, Inestabilidad de Laderas, Hundimientos, Fallas y Fracturas; Fenómenos Hidrometeorológicos: Inundaciones, Lluvias Extremas y Bajas Temperaturas; Fenómenos Químico-Tecnológicos encontramos: Fugas y Derrames, Contaminación Ambiental e Incendios Forestales; Fenómenos Sanitarios-Ambientales: Residuos Peligrosos, por las industrias existentes; Fenómenos Socio-Organizativos presentes los eventos de concentración masiva y los accidentes derivados del comportamiento social por su alta densidad poblacional.

### 1.5.1 Fenómenos geológicos

Los fenómenos geológicos son manifestaciones naturales recurrentes, que tienen su origen en la dinámica de la tierra, pueden tener distintas formas de liberación de energía y son clasificadas como graduales o intempestivas, con efectos destructivos.

#### A. Sismicidad



Salinas/Fb/La Jornada

El municipio se encuentra en la zona de Peligro Alto (C) de acuerdo con la zonificación sísmica obtenida del Atlas Nacional de Riesgos y realizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en el año 2015, zona donde se han originado sísmicos históricos, y donde las aceleraciones del suelo no sobrepasan el 70%. Adicionalmente, el municipio de Ecatepec de Morelos se ha visto afectado por sísmicos de gran magnitud que ocurren en la costa del Pacífico e intraplaca.

Foto 1 Desplome de Barda en Primaria Apatzingán, Foto: Javier

como sucedió recientemente el pasado 19 de septiembre del 2017, donde se registró aproximadamente 27 personas lesionadas, dos decesos y afectaciones a la infraestructura (13 escuelas, 2 hospitales, 9 unidades habitacionales, 22 viviendas y un distribuidor vial (Sosa, 2017).



Foto 2 Otra vista de la barda de la Primaria Apatzingán

Fuente: <https://villacevedo.wordpress.com/>

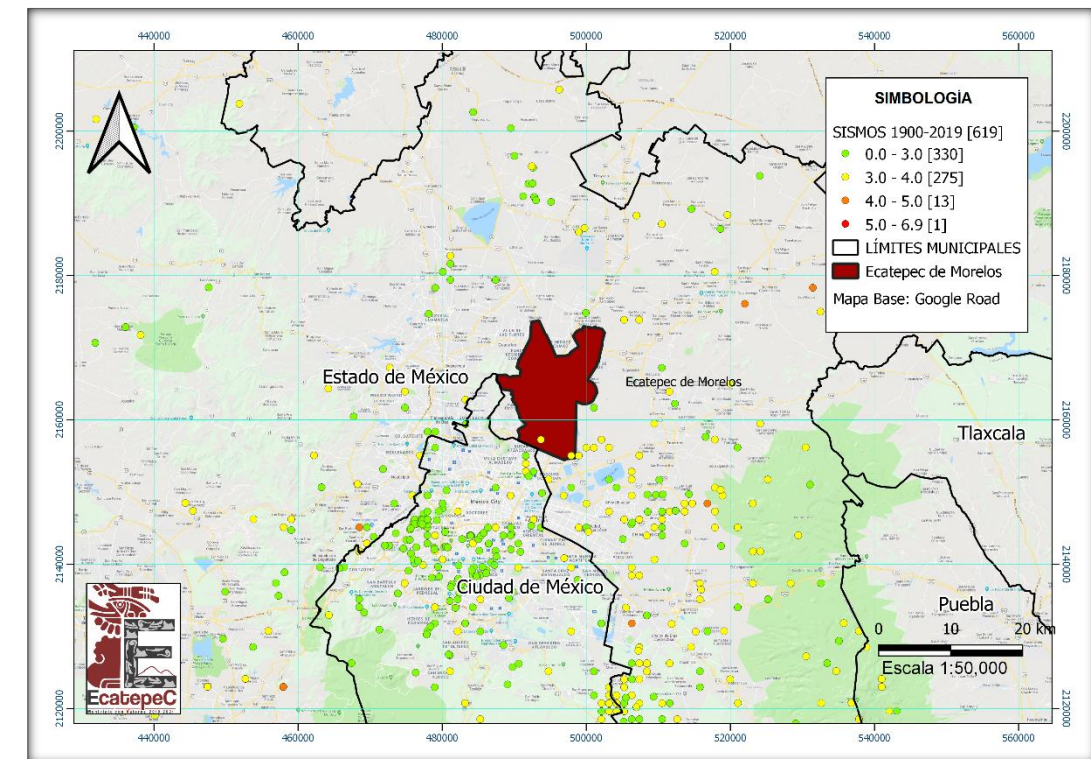


Imagen 1 Sismos detectados cerca del Municipio de Ecatepec de Morelos

Fuente: Elaboración Propia con datos del Servicio Sismológico Nacional

<sup>1</sup> Atlas Nacional de Riesgos. Centro Nacional de Prevención de Desastres  
<http://atlasnacionalderiesgos.gob.mx>

<sup>2</sup> Actualización del Atlas de Riesgo del Municipio de Ecatepec, 2017.



## B. Vulcanismo

El riesgo volcánico para el municipio de Ecatepec de Morelos está condicionado por la actividad eruptiva del volcán Popocatepetl. La zona que se considera de riesgo en virtud de la actividad volcánica comprendida es de un radio de 30 km en torno al cráter. El Municipio de Ecatepec que se encuentra a 62 km del cráter y lejos del área de influencia ante un evento eruptivo de baja a media intensidad, esto no descarta que pueda ser afectado por los elementos que pueden ser expulsados del cráter como cenizas volcánicas (Imagen 2).

Cabe recordar que el municipio se encuentra dentro del Eje Neovolcánico, por lo tanto se encuentra rodeado de muchos volcanes extintos (Imagen 3), y que parte del municipio se encuentra en la Sierra de Guadalupe, remanente de aparatos volcánico antiguos, los cuales se tienen bien identificados mediante cartografía elaborada por Mooser en el año de 1992 y que muestra las zonas de coladas, brechas y depósitos de caída que se encuentran dentro del área de la Sierra de Guadalupe.

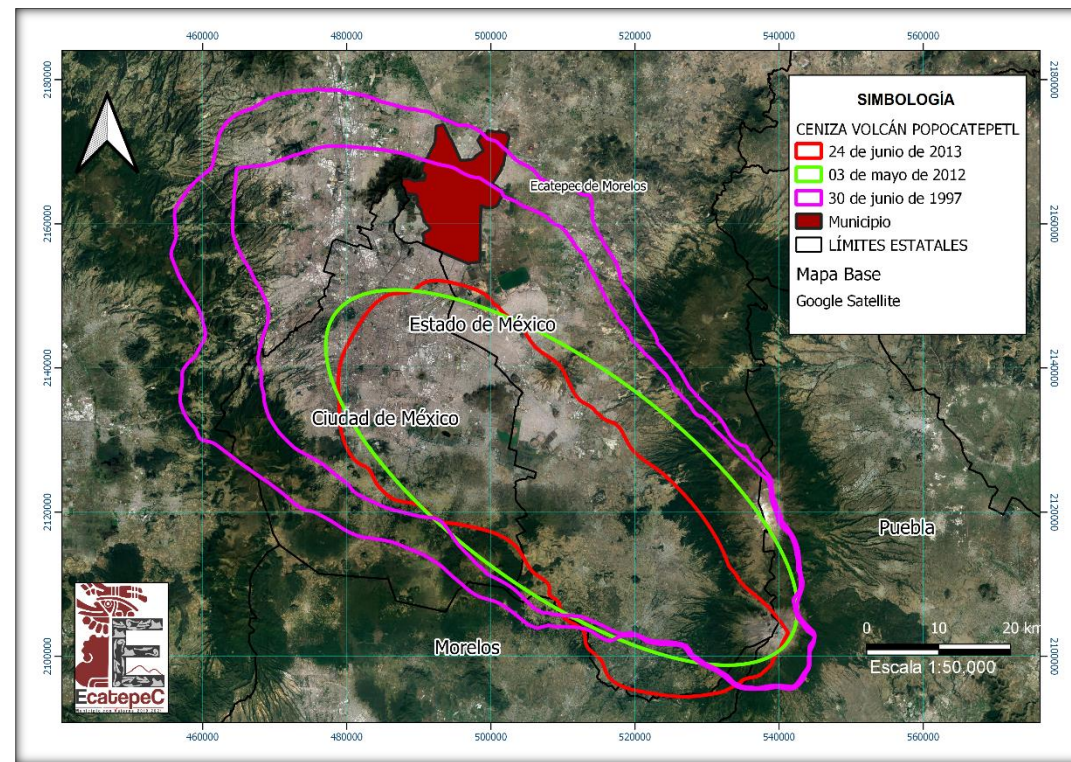


Imagen 2 Registros históricos de caída de ceniza volcánica proveniente del Volcán Popocatepetl.

Fuente: Elaboración Propia con datos del Atlas Nacional de Riesgos

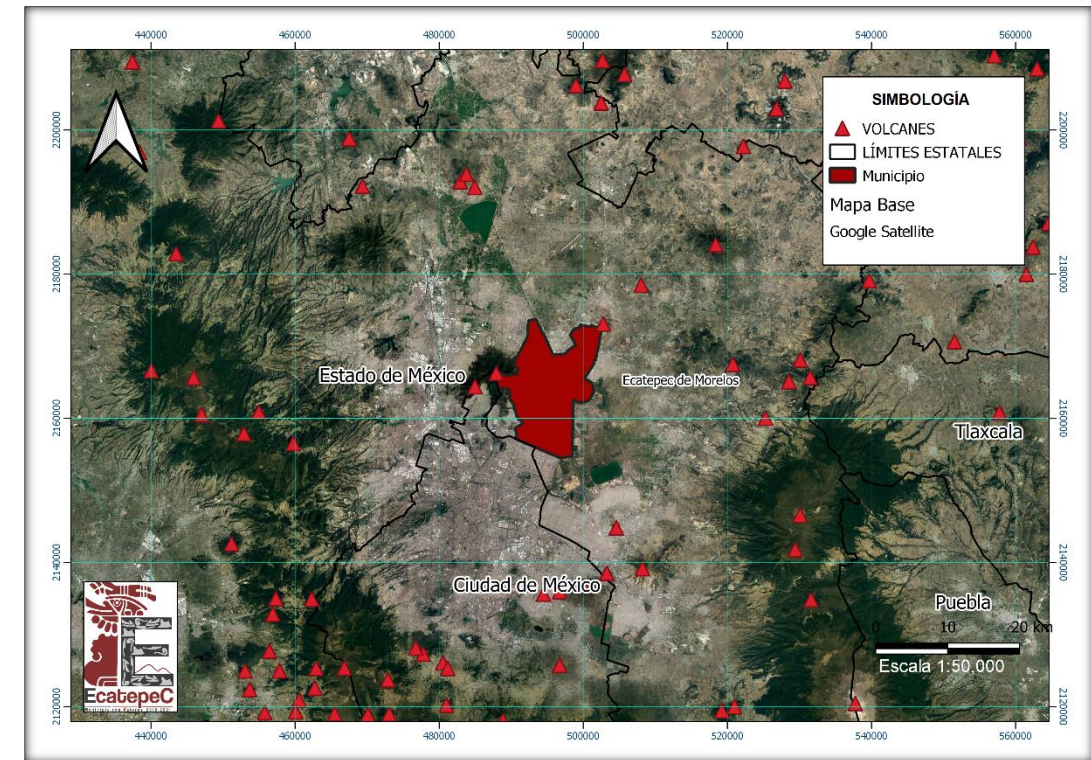


Imagen 3 Volcanes próximos al Municipio de Ecatepec de Morelos.

Fuente: Elaboración Propia con datos del Atlas Nacional de Riesgos



### C. Inestabilidad de laderas

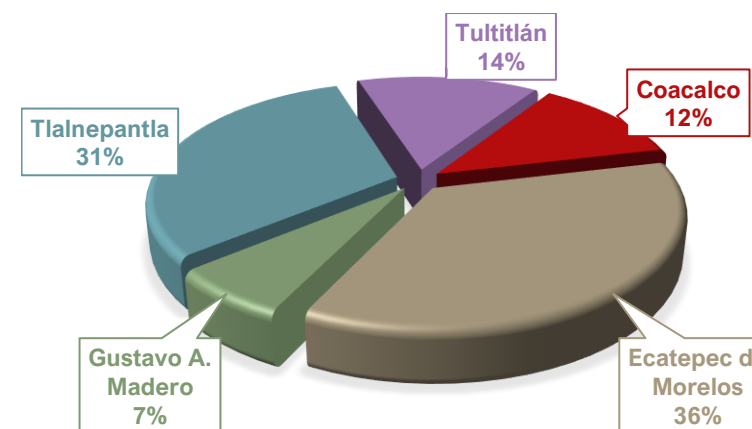
De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, algunas regiones del municipio de Ecatepec se encuentran en zonas de inestabilidad de laderas con un índice que va de moderado a alto. El municipio se encuentra en una zona con lomeríos, valles y montañas que han sido invadidos por la mancha urbana.

Mediante un estudio publicado en el 2006 en el Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, se realizó un inventario de deslizamientos de laderas en la Sierra de Guadalupe, en el cual este detalla el procedimiento y la finalidad de realizar el levantamiento en campo, considerando la problemática que enfrentan los municipios que se encuentran en la Sierra, dentro de este análisis se tiene un resultado de 206 sitios de peligro por deslizamiento con un área total de 7,454.09 m<sup>2</sup>, siendo Ecatepec de Morelos uno de los municipios que aporta más sitios de deslizamientos (Tabla 1).

Tabla 1 Inventario de deslizamientos de laderas de la Sierra de Guadalupe

Municipio o Alcaldía	Mecanismo de Movimiento	Número de eventos	Área (m <sup>2</sup> )
Tlalnepantla Oeste	Caída de Rocas (desprendimiento)	1	40.72
	Caída de Rocas (rodados)	4	269.9
	Deslizamientos	2	44.77
	Volcaduras	7	122
	Flujos	4	14
Tlalnepantla Este	Combinado	11	486.14
	Caída de Rocas (rodados)	8	254.53
	Deslizamientos	1	29.1
	Volcaduras	16	349.98
	Flujos	2	11.36
Tultitlán	Combinado	8	345.47
	Caída de Rocas (rodados)	7	372.93
	Deslizamientos	1	35.7
	Volcaduras	15	919.1
	Flujos	2	8.79
Coacalco	Combinado	4	554.41
	Caída de Rocas (desprendimiento)	1	54.91
	Caída de Rocas (rodados)	11	449.93
	Deslizamientos	2	134.25
	Volcaduras	8	275.44
Ecatepec de Morelos	Combinado	3	97.11
	Caída de Rocas (desprendimiento)	3	105
	Caída de Rocas (rodados)	23	565.5
	Deslizamientos	2	42.65
	Volcaduras	36	800.37
Gustavo A. Madero	Flujos	3	1.56
	Combinado	7	348.83
	Deslizamientos	3	237.69
Gustavo A. Madero	Volcaduras	4	338.37
	Combinado	7	143.58
	Deslizamientos	3	237.69
<b>TOTAL</b>		<b>206</b>	<b>7454.09</b>

Fuente: Elaboración Propia con datos de "Landslide inventory map of Guadalupe Range, north of the Mexico Basin", (García Palomo, Carlos Valerio, López Miguel, Galván García, & Concha Dimas, 2006).



Gráfica 1 Deslizamientos de Laderas en la Sierra de Guadalupe

Fuente: Elaboración Propia con datos de "Landslide inventory map of Guadalupe Range, north of the Mexico Basin", (García Palomo, Carlos Valerio, López Miguel, Galván García, & Concha Dimas, 2006).

Se considera que dentro de las problemáticas con las que cuenta el municipio y que agravan este Fenómeno Geológico es el crecimiento de la mancha urbana, la cual ha ocupado lugares con altas pendientes y propensas a deslizamientos (Imagen 4).

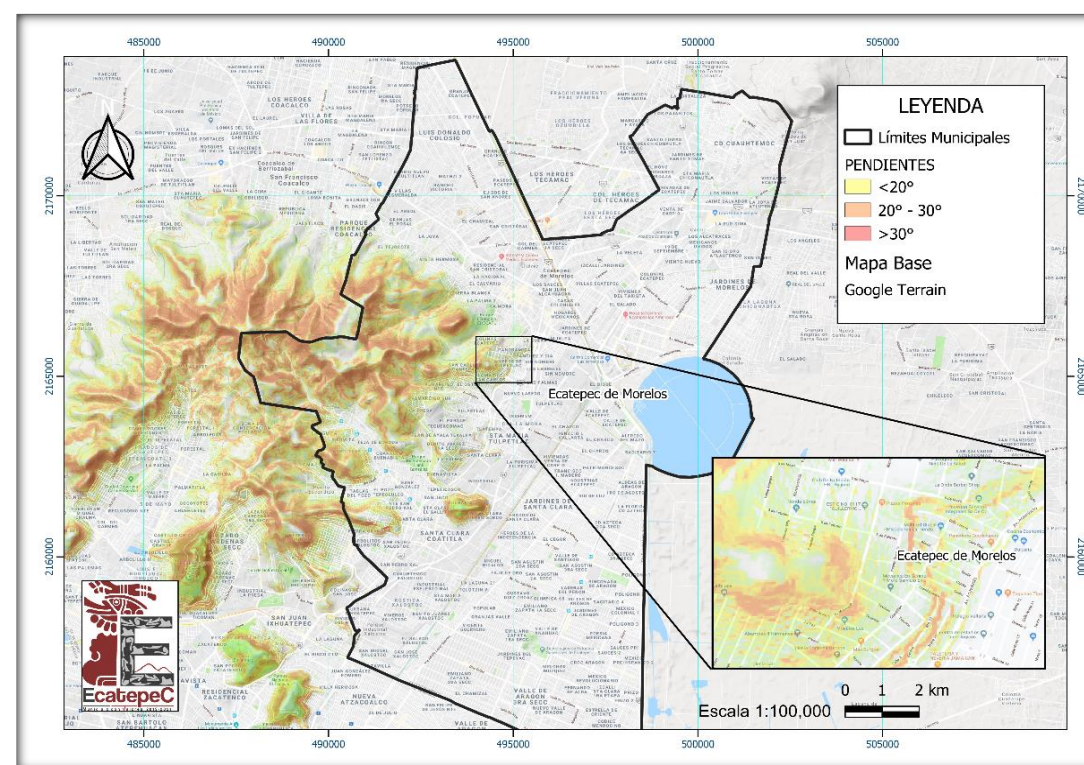


Imagen 4 Análisis de pendientes del Municipio.

Fuente: Elaboración propia con imágenes Lidar del INEGI

## 1.5.2 Fenómenos Hidrometeorológicos:

Ley General de Protección Civil define a un Fenómeno Hidrometeorológico como: “Agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados”.

### A. Lluvias extremas e Inundaciones

El estado de México cuenta con Atlas de Inundaciones XXV<sup>3</sup>, y refiere que los encharcamientos e inundaciones, particularmente en el municipio de Ecatepec son causados por Hundimientos diferenciales de terreno y precipitación pluvial extraordinaria. Se tienen identificadas las vialidades por las que fluyen los escurrimientos, por lo que en la temporada de lluvia durante los meses de septiembre y octubre principalmente, muchas de las calles en las zonas bajas se encharcan, con un tirante de agua de más de 60 cm en algunas zonas.

Una característica adicional que aporta en este tema es que se encuentra asentado dentro de la cuenca del Valle de México – Pánuco sin salidas naturales para los escurrimientos pluviales y donde se presentan tormentas de alta intensidad y de corta duración, lo que provoca grandes problemas para el desalojo y control de las aguas que se acumulan dentro de las planicies de inundación del antiguo lago de Texcoco.

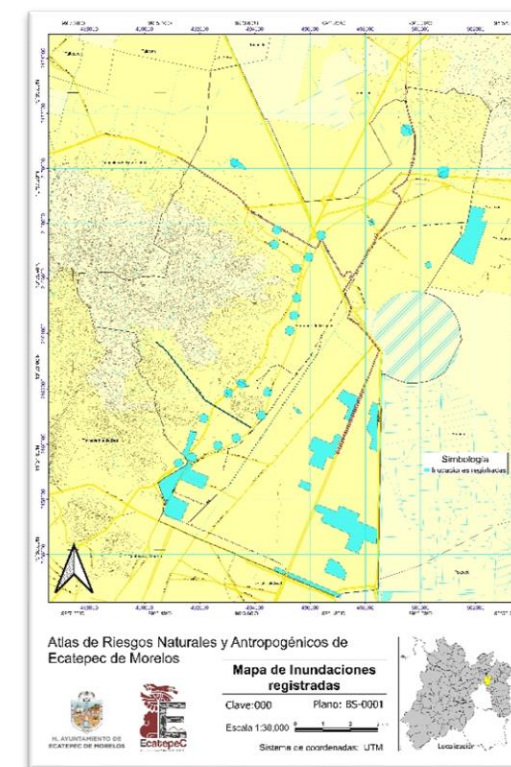
Las características fisiográficas influyen de manera significativa en la hidrografía de la zona dando como resultado un desalojo de los escurrimientos de forma intermitente, sumados al transporte de aguas negras a través de canales que se ven rebasados en su capacidad por las aguas residuales provenientes de la Ciudad de México.

Un factor importante de la formación de encharcamientos son las lluvias extremas que al no contar con un desagüe natural e implementación adecuada de infraestructura hidráulica o la falta de mantenimiento provocan acumulación de agua en determinadas zonas del municipio con la posibilidad de provocar daños.

Tabla 2 Tabla inundaciones y lluvias el municipio de Ecatepec

Fecha de Inicio	Tipo de fenómeno	Descripción general de los daños
2004-04-26	Lluvias (Lluvia extrema)	Acumulación de granizo y daño en 50 viviendas
2004-06-28	Lluvias (Lluvia extrema)	Fuertes lluvias con afectación a 10 viviendas.
2005-10-11	Lluvias (Lluvia extrema)	Fuerte lluvia que causo afectaciones en 114 viviendas
2006-09-05	Lluvias (Lluvia extrema)	Fuertes lluvias que causo afectaciones a 94 viviendas.
2008-06-07	Lluvias (Lluvia extrema)	Debido a las fuertes lluvias con afectación en 550 viviendas
2009-10-30	Lluvias (Lluvia extrema)	Fuertes lluvias en el municipio con afectación de 520 casas y 5 personas sin vida.
2010-02-04	Lluvias (Lluvia extrema)	Inundaciones causadas por fuertes lluvias con afectación a varios puntos del municipio
2011-04-17	Lluvias (Lluvia extrema)	Fuerte lluvia con afectación 50 casas

Fuente: Elaboración propia con datos del CENAPRED



Mapa 1 Áreas de inundaciones registradas en el Municipio

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas de Riesgos del Municipio de Ecatepec de Morelos.

## 1.5.3 Fenómenos Químico – Tecnológicos

Los fenómenos que se describirán en este apartado se refieren a los agentes generados por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear, está comprendido por fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas toxicas, radiaciones y derrames.

Dentro del Municipio se han registrado diversas emergencias que ha provocado la movilización del personal de atención para salvaguardar la integridad de los pobladores, algunos de los eventos se han considerado como desastres por los daños y pérdidas que han causado, un ejemplo es la explosión de una pipa de 35,000 litro de gas L.P. el día 07 de mayo de 2013, las consecuencias de esta volcadura, fueron: la muerte de 27 personas<sup>4</sup>, daños en 45 viviendas y pérdidas económicas no cuantificadas pero que tuvieron un efecto devastador para la zona.

<sup>3</sup> Atlas de Inundaciones XXV 2019, Gobierno del Estado de México, Año 2019, Primera Edición.  
<http://caem.edomex.gob.mx/sites/caem.edomex.gob.mx/files/files/AtlasInundaciones/Atlas2019/AtlasEjecutivo.pdf>

<sup>4</sup> Ascenden a 27 los muertos por explosión de pipa en Ecatepec, Animal Político, 27 de mayo del 2013  
<https://www.animalpolitico.com/2013/05/ascienden-a-27-los-muertos-por-explosion-de-pipa-en-ecatepec/>



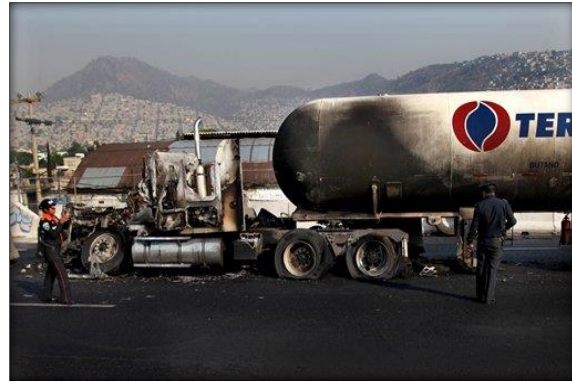


Foto 3 Explosión de pipa en la México - Pachuca, Fuente: Animal Político

Foto 4 Daños provocados por la pipa, Fuente: El Universal

Foto 5 Contaminación del Río de Los Remedios Fuente: Internet.

Foto 6 Contaminación del Río de los Remedios Fuente: El Reforma

Ya que el municipio forma parte del área metropolitana, es una alternativa de desarrollo para la industria por su cercanía con la Ciudad de México y las vías que comunican con otros estados que son fuentes abastecimiento de diferentes productos y servicios, esto generó una sobre exposición a peligros y amenazas de tipo Químico-tecnológico. El CENAPRED cuenta con los datos de varias declaratorias de emergencia o desastre dentro de las que destacan:

Tabla 3 Manifestaciones de Fenómenos Químico -Tecnológicos considerados como emergencias y desastres

Fecha	Tipo de fenómeno	Descripción general de los daños
2005-03-25	Incendio urbano	Incendio con daño en 60 viviendas
2006-04-01	Accidente de transporte	Accidente en la autopista México-Pachuca
2011-07-17	Derrame	Se reportan 50 Personas Evacuadas, por derrame de gasolina
2011-01-19	Incendio urbano	Incendio en la Central de abastos de Ecatepec
2011-05-18	Derrame	Fuga de hidrocarburo por tomas clandestinas.
2013-05-07	Explosión	Volcadura de pipa que transportaba gas LP
2015-09-22	Accidente de transporte	Volcadura de Autobús en la México - Pachuca

Fuente: Elaboración propia con datos del CENAPRED

### 1.5.4 Fenómenos Sanitarios – Ambientales

Como sabemos los fenómenos Sanitarios-Ambientales son todos aquellos que se generan por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, causando muertes o alteraciones a su salud. Dentro de sus elementos se encuentran: las plagas, epidemias y la contaminación (agua, suelo, aire y alimentos).

La densidad de población y la industrialización genera contaminación en los suelos por los desperdicios arrojados en zonas inadecuadas y la mala disposición de residuos sólidos, el agua es afectada por los vertidos industriales y municipales dispuestos en la red de drenaje o en los cuerpos de agua que se ubican en el territorio.

Uno de los casos que más impacta a los pobladores es la contaminación del Río de los Remedios, que presenta zonas con elevados niveles de polución, la traza del río recorre la parte central de municipio, generando malos olores y provocando enfermedades de tipo respiratorio y gastrointestinal entre los habitantes de la zona aledaña.

### 1.5.5 Fenómenos Socio – Organizativos



Foto 7 Visita del Papa Francisco año 2016

Estos Agentes perturbadores son generados por errores humanos o por acciones premeditadas que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población, tales como: Demostraciones de inconformidad social, concentración masiva de población, terrorismo, sabotaje, vandalismo, accidentes aéreos, marítimos o terrestres e interrupción o afectación de los servicios básicos de infraestructura sin embargo no todos se manifiestan en el municipio.

Foto heraldo de México.

Los principales eventos registrados son: las manifestaciones de inconformidad y la concentración por eventos masivos, dando como resultado el cierre de vías de comunicación y causando afectación en la movilidad y desplazamiento de los pobladores y generando efectos negativos en la economía del municipio.

Tabla 4 Fenómenos Socio - Organizativos

No.	Fecha	Evento
1	07-jul-14	Estampida en el predio 30-30 que terminó con la vida de 3 mujeres.
2	21-oct-14	Habitantes de Ecatepec demandan seguridad con quema de patrullas y bloqueos
3	14-feb-16	El papa Francisco llega a Ecatepec y fue recibido por miles de personas
4	27-oct-18	Marcha contra feminicidios en Ecatepec
5	08-mar-19	Realizan marcha para exigir justicia por las víctimas de feminicidios en Ecatepec
6	07-jun-19	Vecinos de Ecatepec bloquean vía Morelos por falta de agua
7	21-ago-19	Operativo en Ecatepec deja a 35 personas detenidas.

Fuente: Elaboración propia con notas periodísticas.



## II DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN

### II.2 Mapa Base

#### II.1 Determinación de la zona de estudio

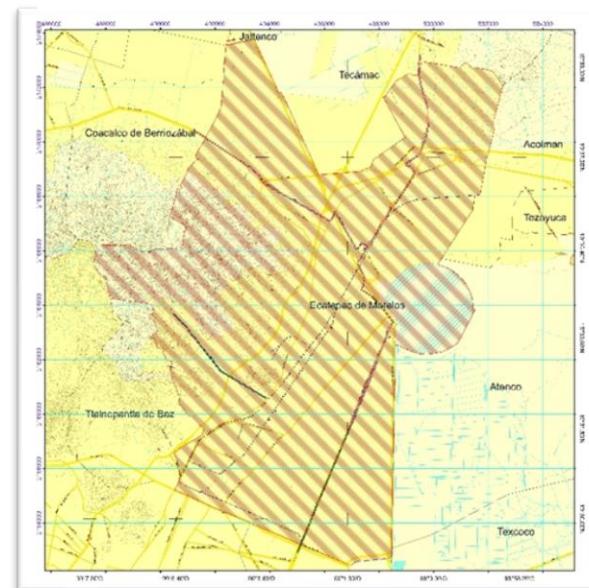
Al centro de la República Mexicana en la zona metropolitana de la Ciudad de México y al noreste del Estado de México se encuentra localizado el Municipio de Ecatepec de Morelos, con una altitud máxima de 2900 metros sobre el nivel del mar. Geográficamente se ubica entre las coordenadas geográficas: 19° 39' 32"N, 99° 3' 45"W y 19° 29' 04"N, 99° 1' 43"W. Cuenta con una superficie de 156.26 kilómetros cuadrados (H. Ayuntamiento Constitucional de Ecatepec de Morelos, 2019); de acuerdo con la última encuesta Intercensal, realizada por el INEGI en 2015, en la localidad habitan 1,677,678<sup>5</sup> personas que representa aproximadamente al 10.4% de la población total del Estado, siendo el Municipio más poblado.

Los límites políticos y colindancias del municipio son:

Tabla 5 Referencia y Colindancia

CUADRANTE	COLINDANCIA
NORTE	Con los Municipios de Tultitlán y Tecámac del Edo. De México
SUR	Con la Alcaldía Gustavo A. Madero de la CDMX y los Municipio de Nezahualcóyotl del Edo. De México
ORIENTE	Con los Municipios San Salvador Atenco, Tezoyuca y Acolman del Edo. De México
PONIENTE	De México Con los Municipios de Coacalco y Tlalnepantla del Edo. De México

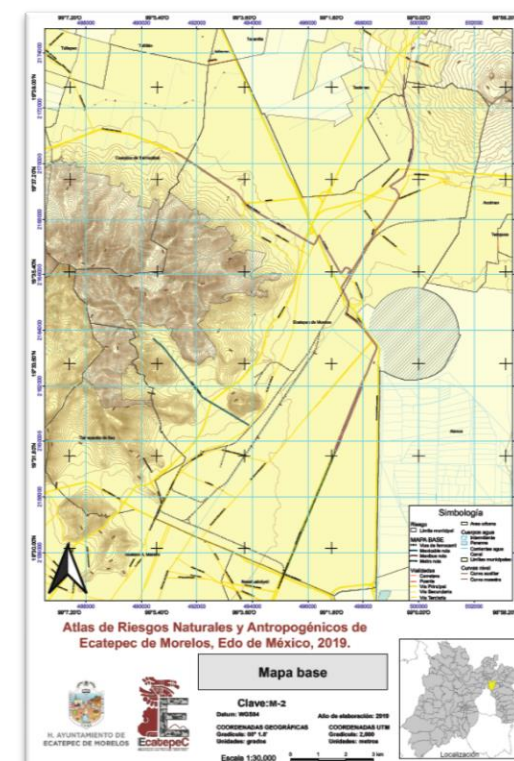
Imagen 5 Límites políticos y Colindancias



Fuente: Elaboración propia datos del INEGI

La Orografía en su mayoría de la extensión del territorio es llano ubicadas en las regiones sur y sureste con una cota de 2,200 metros sobre el nivel del mar (msnm), conforme se avanza el Noroeste, los niveles del terreno van ascendiendo abruptamente en dirección de la Sierra de Guadalupe; así el extremo Noroeste alcanza la cota de 2,900 msnm. El rango de temperatura en el Municipio se encuentra entre los 11°C y los 25°C, los cuales corresponden a Climas semisecos la mayor parte del tiempo, con lluvias en el verano.<sup>6</sup>

El Mapa Base se compone de diferentes capas que permiten ubicar claramente al municipio y diversos componentes geográficos, orográficos e hidrológicos de la zona de estudio. La mayoría de los mapas que se presentan a lo largo del documento se desarrollarán sobre el siguiente mapa denominado Mapa Base .



Mapa 2 Mapa Base

Fuente: Elaboración propia datos del INEGI

Es importante mencionar que dependiendo de la escala y el manejo del mapa se incluirán o eliminarán elementos con el fin de que a menor escala se pueda tener un mayor detalle de la información que facilite la lectura del mapa.

La escala de elaboración de los estudios será 1:30,000 o mayor respetando las especificaciones mencionadas en la guía de elaboración de atlas de riesgos. La escala de impresión será conciliada con el municipio para el uso adecuado de los mapas, en un principio se propone un tamaño de impresión de 60 cm. por 90 cm. La cartografía que se genere ayudara a realizar un análisis completo de los peligros, vulnerabilidades y sistemas expuestos, señalando las zonas más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, áreas, infraestructura, equipamiento con probable afectación.

Los mapas finales representarán el grado o nivel de peligros, vulnerabilidad y riesgos para cada uno de los fenómenos naturales o antrópicos manifestados en el municipio, alineado con los términos de referencia para el Atlas de Riesgos del Municipio de Ecatepec de Morelos 2019.

<sup>5</sup> Encuesta Intercensal 2015, INEGI

<sup>6</sup> Servicio Meteorológico Nacional, Observatorio de Tacubaya 2019

### II.3 Niveles de Análisis y escalas de representación cartográfica

El nivel de análisis para cada fenómeno perturbador se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 6 Fenómenos Perturbadores

Fenómeno	Nivel de análisis
Vulcanismo	Nivel 3
Sismos	Nivel 1
Tsunamis	NA
Inestabilidad de laderas	Nivel 1
Flujos	Nivel 1
Caídos o Derrumbes	Nivel 1
Hundimientos	Nivel 1
Agrietamientos	Nivel 1
Ondas cálidas y gélidas	Nivel 1
Sequías	Nivel 1
Heladas	Nivel 1
Tormenta de granizo	Nivel 1
Tormenta de nieve	NA
Ciclones tropicales	NA
Tornados	NA
Tormentas eléctricas	Nivel 1
Lluvias extremas	NA
Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia datos del CENAPRED-SEDATU

Con base a la identificación de peligros y/o vulnerabilidad, se elaboró la zonificación de estos por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para generar cartografía digital (vectorial), mapas impresos, en los que se determinarán las Zonas de Riesgo (ZR) ante los diferentes tipos de fenómenos.

La escala de elaboración de los estudios será 1:30,000 o mayor. La escala de impresión será la que determine el municipio como adecuada para el uso de los mapas, en un principio se propone un tamaño de impresión en hoja tipo A4 (27.94 x 43.17 cm.). La cartografía generada ayudo a realizar un análisis completo de los peligros, vulnerabilidades y sistemas expuestos, señalando las zonas más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, áreas, infraestructura, equipamiento con probable afectación y señalando puntualmente qué obras o acciones se proponen para mitigar el riesgo. Los mapas finales representan el grado o nivel de peligros, vulnerabilidad y riesgos ante cada uno de los fenómenos naturales, de acuerdo con los términos de referencia para la elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016.



### III CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

#### III.1 Fisiografía

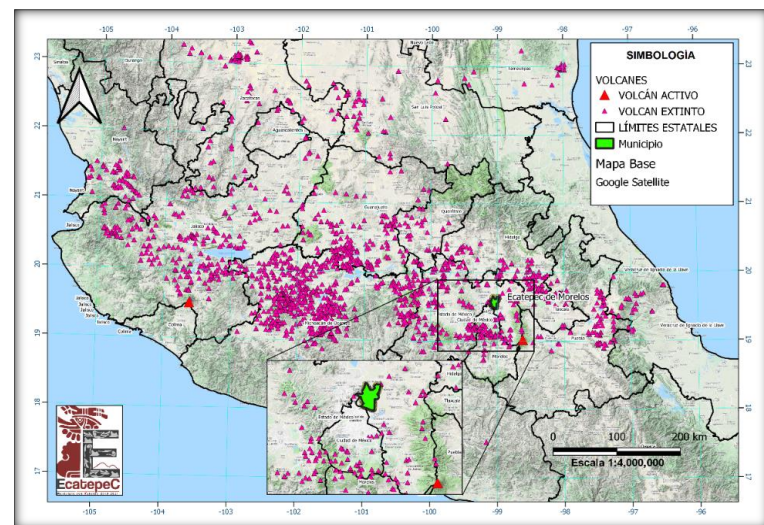


Imagen 6 Ubicación del municipio dentro del Eje Neovolcánico.  
Fuente: Elaboración propia

El municipio de Ecatepec de Morelos se encuentra ubicado en su totalidad dentro del Eje Neovolcánico, es una de las provincias con mayor variación en el relieve y tipos de rocas debido a la subducción de la placa de Cocos respecto al continente.

Y que subduce con ángulos diversos lo que implica que la alineación no sea paralela, presentando variantes en sus características como son: espesores, densidad y distancia. Su extensión abarca desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una gran faja volcánica de 130 km de longitud; esta

estructura determina el límite físico entre el norte del continente y Centroamérica, así como el Límite Altimétrico, orográfico y climatológico.

Dentro de la Región se encuentran los campos volcánicos: Sierra de Guadalupe y Sierra la Muerta, se distinguen por ser un pequeño conjunto de elevaciones volcánicas independientes y sobrepuestas, vista en planta, es de forma semi circular con un diámetro aproximado de 17 km. Al norte de este campo se encuentra una serie de sedimentos lacustres los cuales están compuestos de arenas y limos arcillosos. (José Lugo-Hubp, 1996)

Las características del Eje Neovolcánico descrito anteriormente, se manifiesta dentro del territorio municipal en los relieves accidentados con pendientes abruptas, zonas de ladera con pendientes suaves y zonas de acumulación totalmente planas. En este sentido se puede clasificar el área en 3 zonas:

- **Zonas escarpadas:** Se localizan en la mayor parte de la zona oeste del municipio, formadas por la Sierra de Guadalupe. Estas se presentan a partir de la cota de 2300 hasta la de 2900 metros de altitud. Las principales elevaciones encontradas son: El Pico de Díaz, el Pico de Tres Padres, el Pico de Moctezuma, el Pico Yoncuico, así como los cerros Las Canteras, Picacho Grande, Cuanahuatpec, Cerro Gordo, Cabeza Blanca, Chiconautla y de la Cruz.
- **Zonas de transición:** Se ubican en la parte central del territorio municipal entre las curvas de 2240 y 2300 metros de altitud. Se puede considerar como zona de piedemonte.
- **Zonas planas:** Estas se encuentran en la mayor parte de la porción oriental de la demarcación. Estas zonas se encuentran en los antiguos vasos lacustres del lago de Texcoco. (Ecatepec, 2016)

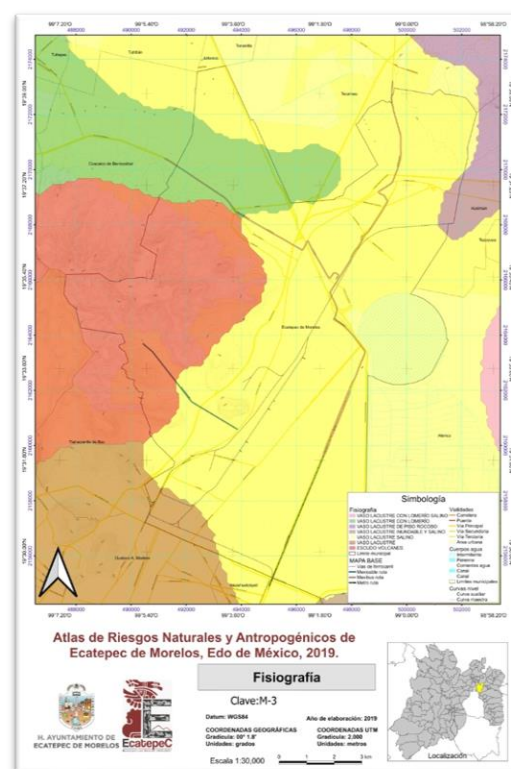
#### III.2 Geología

La geología pertenece a la Sierra de Guadalupe y está constituida por rocas de tipo ígneo y sedimentarios de origen aluvial y lacustre, producto de la actividad volcánica y tectónica, así como procesos de erosión.

Los tipos de rocas encontradas son una serie de Andesitas - Dacitas y en menor porcentaje de Riolita.

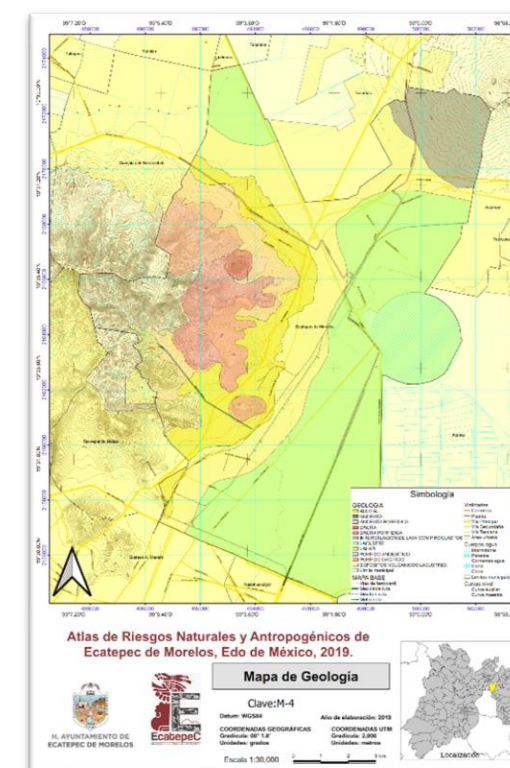
Provenientes de derrames de lava, así como como materiales no consolidados, que consisten en lahares, derrames piroclásticos, detritos de lava, ceniza, arena, pómez con arena y ceniza, conglomerados y depósitos de laderas.

En el área central de la sierra la cual corresponde a la zona poniente del municipio se aprecia un alto grado de fracturamiento, intemperismo avanzado, hidrotermalismo, escarpes de falla, una concentración de corrientes fluviales y anomalías de las formas del terreno en comparado con los alrededores. Las fallas de la región indican que han estado sometida a la acción de esfuerzos distensivos, dichas fallas pueden ser catalogadas como fallas activas (normales).



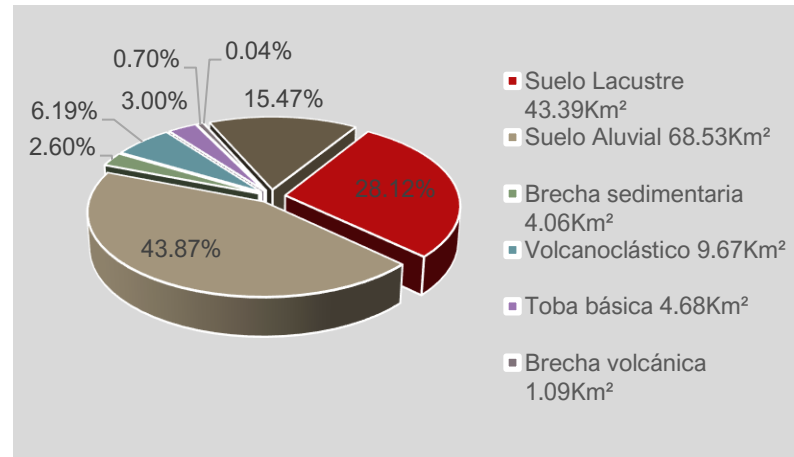
Mapa 3 Fisiografía

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI



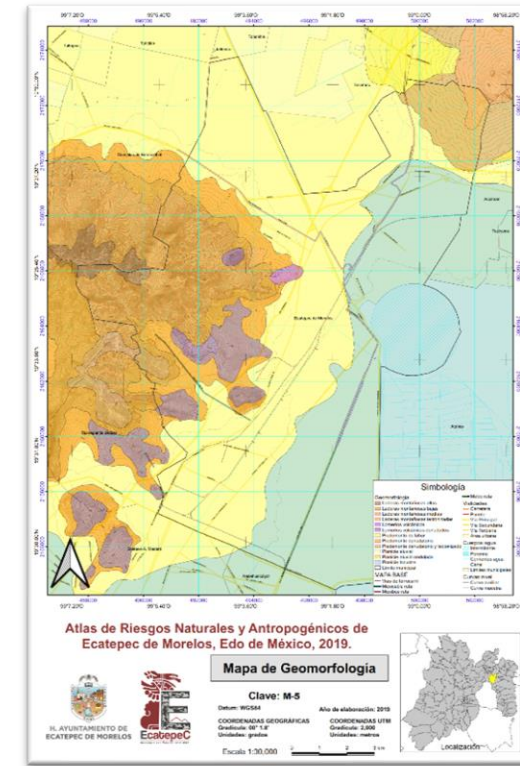
Mapa 4 Geología

Fuente: Elaboración propia datos del SGM



Gráfica 2 Porcentaje de la superficie Litológica y del área correspondiente al Municipio

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

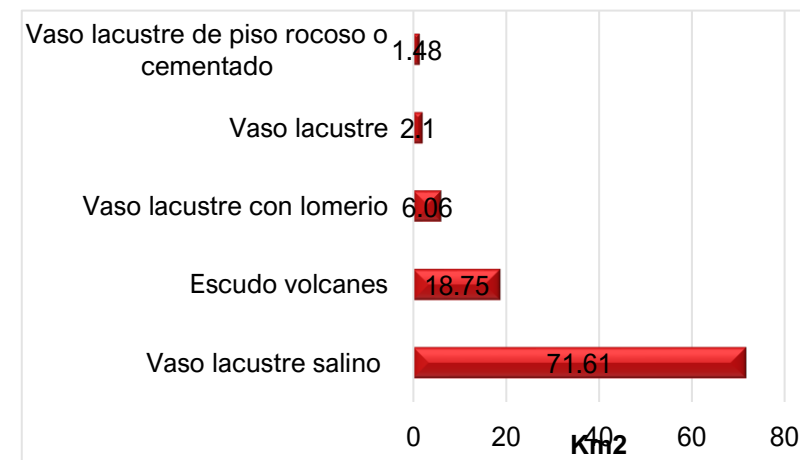


Mapa 5 Geomorfología

Fuente: Elaboración propia

### III.3 Geomorfología

Como se mencionó anteriormente el Municipio se encuentra en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y está constituido por dos formaciones geográficas: Sierra de Guadalupe al suroeste y la llanura de origen lacustre. Corresponde a la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, con cercanía al volcán Popocatepetl (5,500 msnm).



Gráfica 3 Superficie en Km2 de las unidades Geomorfológicas del Municipio.

Fuente: Elaboración propia

Ecatepec de Morelos se encuentra ubicado en su mayoría sobre el antiguo lago de Texcoco, debido a esto, es predominantemente llano (75.53% de su superficie) con una altitud promedio de 2,240 msnm. En la parte suroeste, se localiza la sierra de Guadalupe a 2,900 msnm. Dentro de las principales elevaciones en el municipio se encuentran: Cerro gordo, Los Picos de Moctezuma, Los Días, Tres padres, Yoncuico, Pichardo Grande, Las Canteras, Cuanahuatpec, Cabeza blanca, Chiconautla y De la Cruz<sup>7</sup>.(Mapa 5).

Aunado a esto, su relieve está ligado a las características geológicas y procesos morfológicos que han sido participes en el modelado del relieve, dividiéndola en cinco unidades geomorfológicas: vaso lacustre, vaso

lacustre con lomerío, vaso lacustre salino, vaso lacustre de piso rocoso o cementado y escudo volcanes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2009).\*

Cada una de estas unidades responde de una manera distinta a las acciones de los procesos modeladores (erosión fluvial, erosión eólica, movimientos gravitacionales, clima, etc.) y formadores del relieve como pueden ser: vulcanismo, acumulación de sedimentos y movimientos tectónicos, por mencionar algunos. De igual forma es de gran importancia tomar en cuenta las características geográficas del municipio como el clima, la vegetación, hidrología, geología, edafología y fisiografía.

Tabla 7 Unidades Geomorfológicas

Unidad morfo-genética	Descripción	Pendiente (grados)	Altitud (msnm)	Área (Km2)	% de Sup.
Laderas montañosas altas	Formadas por derrames de lavas de andesita-basáltica a andesita, dacita y flujos piroclásticos.	6 - 16	2860 - 3020	0.83	0.5
Laderas montañosas medias	Conformadas por derrames lávicos de andesita, dacita y flujos piroclásticos.	20 - 44	3200 - 3320	0.83	0.5
Laderas montañosas bajas	Se forman a partir de derrames de lava.	8 - 22	2620 - 2740	19.88	12.7
Laderas montañosas tectonizadas	Conformadas por derrames de lava y material piroclástico.	4 - 14	2420 - 2540	0.98	0.6
Lomeríos volcánicos	Formados por rocas epiclásticas ácidas e intermedias y flujos piroclásticos.	0 - 14	2300 - 2460	0.56	0.4
Lomeríos volcánicos denudados	Compuestos por rocas básicas e intermedias, tobas, cenizas y depósitos epiclásticos	0 a 10	2420 - 2580	6.38	4.1

<sup>7</sup> (H. Ayuntamiento Constitucional de Ecatepec de Morelos, 2019)



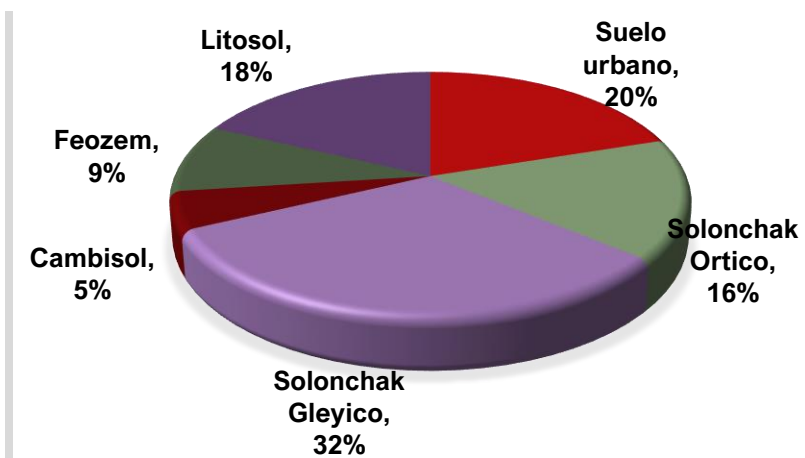
Unidad morfo-genética	Descripción	Pendiente (grados)	Altitud (msnm)	Área (Km2)	% de Sup.
Planicie lacustre	Está formada por una concentración de sedimentos clásticos y productos piroclásticos los cuales se depositaron en ambientes lacustres.	0 - 2	2260 - 2300	52.27	33.5
Planicie aluvial	Constituida por depósitos clásticos, material aluvial y lahárico en forma de grava cubierto con tobas eólicas y aluviales.	0 - 4	2260 - 2300	59.04	37.8
Piedemonte de lahar	Están constituidos por pequeños abanicos de lavas, cenizas y flujos piroclásticos.	0 - 10	2260 - 2380	0.12	0.1
Piedemonte erosionado	Compuestos de lavas, tobas, cenizas y depósitos epiclásticos (formados por fragmentos derivados de rocas preexistentes por la acción del intemperismo y la erosión).	0 - 6	2500 - 2740	9.77	6.3
Piedemonte erosionado y tectonizado	Está compuesto por lavas, tobas, cenizas, flujos piroclásticos, lahar y pómez.	0 - 6	2500 - 2740	5.41	3.5

Fuente: Elaboración propia

Sierra de Guadalupe, se localizan los suelos de tipo Litosol a partir de los 2,300 a 2,900 msnm aproximadamente, este tipo de suelo es de gran ayuda para la filtración y aeración, siendo aptos para la recarga acuífera. La zona es bastante dinámica ya que se presenta un acarreo de materiales hacia zonas más bajas.

Por otra parte, en la zona de piedemonte de la Sierra a una altitud aproximada de 2250 a 2260 msnm, se localizan suelos de tipo Feozem, los cuales son ricos en materia orgánica. En la parte central del municipio, en la zona de origen lacustre se presentan los suelos tipo Solonchak Ortico y Solonchak Gleyico, cuya principal característica es la alta salinidad en ellos. Al noreste, al incrementarse la altitud se halla suelo de tipo Cambisol el cual es un suelo joven y poco desarrollado.

Como sabemos, Ecatepec de Morelos, es un municipio predominantemente urbano, donde la mayor parte del área no urbanizable corresponde al área natural protegida de la Sierra de Guadalupe. (H. Ayuntamiento Constitucional de Ecatepec de Morelos, 2019)



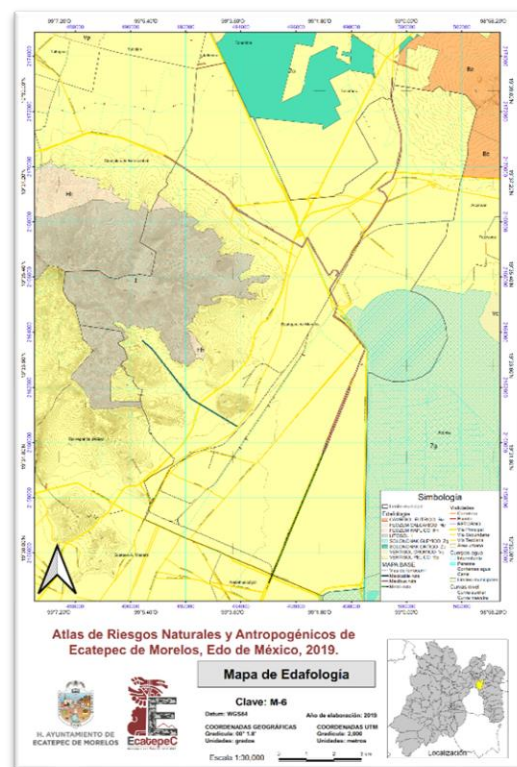
Gráfica 4 Porcentaje de la superficie de los suelos de Ecatepec de Morelos

Fuente: Elaboración propia Datos de CONABIO

Tabla 8 descripción de los suelos ubicados en Ecatepec de Morelos.

Suelo	Características	Aptitud
Feozem háplico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capa superficial fértil</li> <li>• Textura media</li> <li>• Rico en materia orgánica y nutrientes</li> <li>• En fase dúrica presenta una capa de tepetate de 10 a 50 cm</li> <li>• Permeable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencialmente apropiado para uso urbano</li> <li>• La capa de tepetate limita su potencial agrícola</li> <li>• Bajo nivel de fertilidad</li> <li>• Aptos para la filtración</li> </ul>
Solonchak Ortico y Solonchak Gleyico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta acumulación de sales</li> <li>• El horizonte superficial es blando</li> <li>• Contenido regular de materia orgánica y nutrientes en las capas menos profundas</li> <li>• Baja permeabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial urbano limitado</li> <li>• Adecuado sólo para cultivos resistentes a la salinidad</li> </ul>
Cambisol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textura arcillosa</li> <li>• Suelos masivos y duros</li> <li>• Permeable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restricciones a uso urbano por baja capacidad de excavación</li> <li>• Amplio rango para usos agrícolas, sus limitaciones dependen de la topografía y el espesor</li> <li>• Aptos para vegetación de bajo desarrollo</li> <li>• Aptos para la filtración</li> </ul>

### III.4 Edafología



Mapa 6 Edafología

Fuente: Elaboración propia Datos de CONABIO

El suelo es el hábitat de una gran diversidad de organismos, así mismo en los ecosistemas urbanos juega un papel importante en los bancos de materiales como cimiento para la infraestructura urbana que dependiendo de sus características, son las obras que se realizan en la ciudad, es considerado como una superficie de contacto donde interactúan varios factores que intervienen en su formación (geología, tiempo, clima, geomorfología y vegetación). Es por esta razón que existen varios tipos de suelo a lo largo del país y del municipio.

El enfoque morfo-edafológico, donde la información edáfica y geomorfológica sustenta la cartografía de unidades de paisaje (Geissert, 1987), permite la explicación de la formación de los suelos y la evaluación de la calidad del sitio de una manera integral y da un resultado más certero del potencial aprovechamiento del suelo en el territorio.

De acuerdo con las condiciones geomorfológicas e hidrológicas que presenta el municipio, se han determinado de manera sobresaliente el tipo de suelo. En las zonas de ladera y piedemonte que corresponden a la porción de la



Suelo	Características	Aptitud
Litosol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poco profundos, de menor desarrollo asociados a la roca madre</li> <li>Constitución mayoritaria de arenas, seguida por arcillas y limos</li> <li>Susceptibles a la erosión según topografía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potencial urbano limitado por la baja capacidad de excavación</li> <li>Inadecuado para actividades agropecuarias por poco espesor.</li> </ul>

Fuente: Plan municipal de desarrollo urbano de Ecatepec de Morelos (Metropolitano, 2013-2015)

### III.5 Hidrografía

El Municipio de Ecatepec de Morelos se localiza dentro de la región Hidrológica numero 26 Panuco (RH26) dentro de la región IX Golfo Norte según la clasificación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), esta región hidrológica está compuesta por las cuencas en los ríos Panuco, Moctezuma, Tamuín y Tamesi.

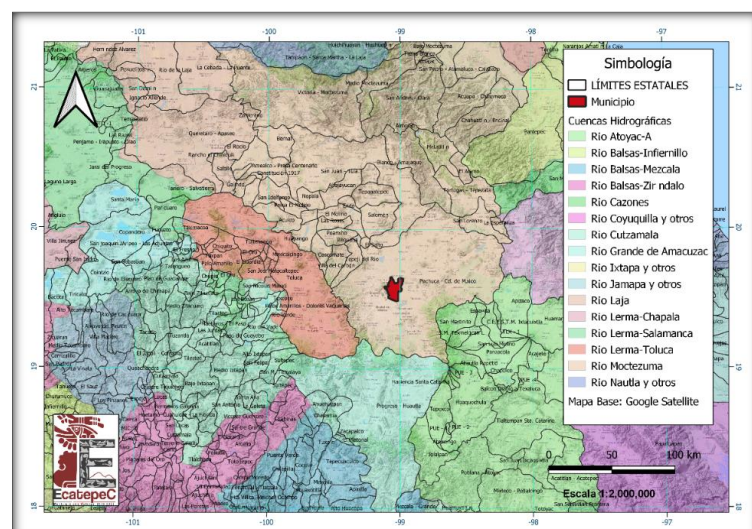


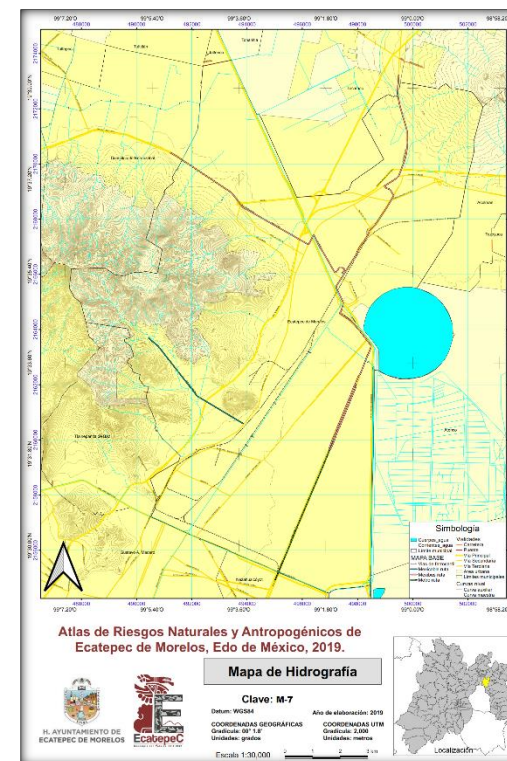
Imagen 7 Cuencas y Subcuencas Hidrográficas.

Fuente: Elaboración propia Datos de CONAGUA

Aunado a esto, el municipio se encuentra ubicado dentro de la subcuenca Pachuca-Ciudad de México que se clasifica como endorreica, es decir, el agua no tiene salida a través de un río hacia el océano, por lo cual, cualquier precipitación que ocurra puede permanecer en el interior.

El territorio municipal se encuentra ubicado dentro de la sub cuenca Lago de Texcoco y Zumpango, misma que forma parte de la Cuenca del Río Moctezuma. Esta cuenca se encuentra situada entre los 19° y 22° de latitud norte y entre los 90° y 100°15' de longitud.

oeste. Está limitada por las siguientes cuencas hidrológicas: al sur con la del río Balsas, al oriente con las de los ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla, al poniente con la del río Lerma y al norte con las de los ríos Tempoal y Pánuco.



Mapa 7 Hidrografía

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI-CONAGUA

Las características fisiográficas mencionadas anteriormente influyen de manera significativa en la hidrografía de la zona, por lo que solo se tienen de forma natural escurrimientos de tipo intermitente, sumados al transporte de aguas negras fuera del territorio de la Ciudad de México a través de canales. La mayor parte de los escurrimientos se generan en las partes más altas de la Sierra de Guadalupe, los cuales en periodo de lluvias acarrearán gran cantidad de sedimentos provenientes de las zonas más elevadas y erosionadas de la Sierra. La movilidad del agua dependerá, por una parte, del proceso de infiltración que se ve severamente afectado por la ausencia de zonas de recarga de los acuíferos y por otra, de la evaporación que contribuye a la concentración salina en el lugar.

Es importante mencionar que el municipio no cuenta con cuerpos de agua lénticos, esto se refiere a cuerpos de agua que permanecen dentro del mismo lugar como son: lagos, lagunas o presas. Al este se localiza el depósito de evaporación solar "El Caracol" que concentraba y evaporaba las aguas del ex Lago de Texcoco; en este sitio se extraía carbonato de sodio, sosa cáustica y sal común que

posteriormente eran procesados. Actualmente "El Caracol" se encuentra deshabilitado. Los elementos hidrológicos más importantes encontrados dentro del área municipal se describen en la siguiente tabla:

Tabla 9 Elementos hidrológicos más importantes del Municipio de Ecatepec de Morelos, Fuente: Actualización del Atlas de Riesgos del municipio de Ecatepec de Morelos 2017.

Tipo	Nombre
Canal	Canal Las Sales
Canal	Gran Canal de Desagüe
Arroyo	Arroyo La Guiñada
Salina	Depósito de Evaporación Solar El Caracol
Salina	El Caracol
Arroyo	Arroyo Majada Grande

Fuente: Elaboración propia Datos de CONAGUA

### III.6 Climatología

Debido a la ubicación geográfica donde se encuentra el municipio, se cuenta con un clima templado el 65.5% de su territorio, la latitud juega un papel importante dentro de la presencia de climas en la zona, ya que la zona oriente presenta una elevación menor y corresponde el 34.4% del territorio con un clima semi seco, estas variaciones están dadas por: las diferencias de presión atmosférica, temperatura, humedad, nubosidad y precipitación.

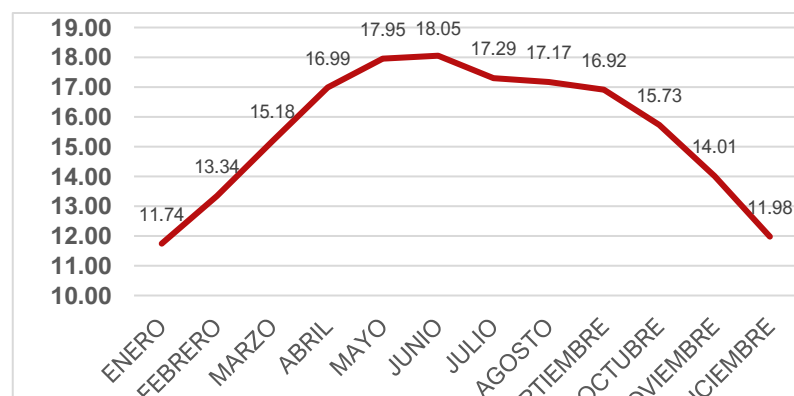
De acuerdo con la clasificación climática de Köppen Modificada (García, 2004), el municipio tiene la siguiente composición climática:

Tabla 10 tabla de climas presentes en el Municipio de Ecatepec de Morelos,

Clima	Descripción del clima	Ubicación	Área (Km <sup>2</sup> )	% de superficie
C(w0)(w)	Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual (García, 2004)	Se presenta al poniente del municipio, en zonas de lomeríos y la a las faldas de la Sierra de Guadalupe.	53.7	34.4
Bs1kw	Semiseco, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual (García, 2004).	Se presenta la mayor parte del municipio del centro hacia el este, en zonas planas donde se encontraban antiguos vasos lacustres del ex Lago de Texcoco.	102.3	65.6

Fuente: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 2004

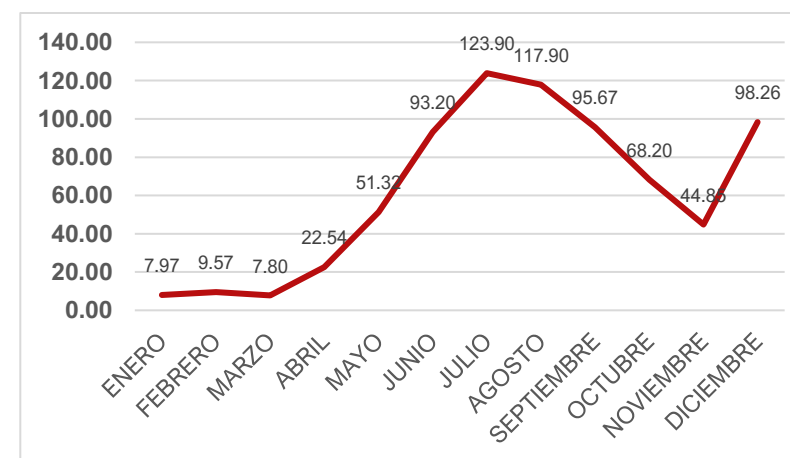
Con los datos proporcionados por la estación "15041 Gran Canal Km 27+250" del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en un lapso que comprende del 1980-2017 se tienen los registros temperatura media anual de 15.59 °C, la temperatura media más baja de 11.74 °C durante el mes de enero, y la más alta de 18.05 °C durante el mes de junio como se puede observar en la Gráfica 5:



Gráfica 5 Temperatura media mensual de 1961 a 2015,

Fuente: Elaboración propia con datos del SMN

Para la parte de precipitación tenemos que la máxima precipitación promedio de los datos de la misma estación es de 123.9 mm de agua durante el mes de junio, una mínima de 7.97 mm de agua durante el mes de enero como se ve en la gráfica siguiente:

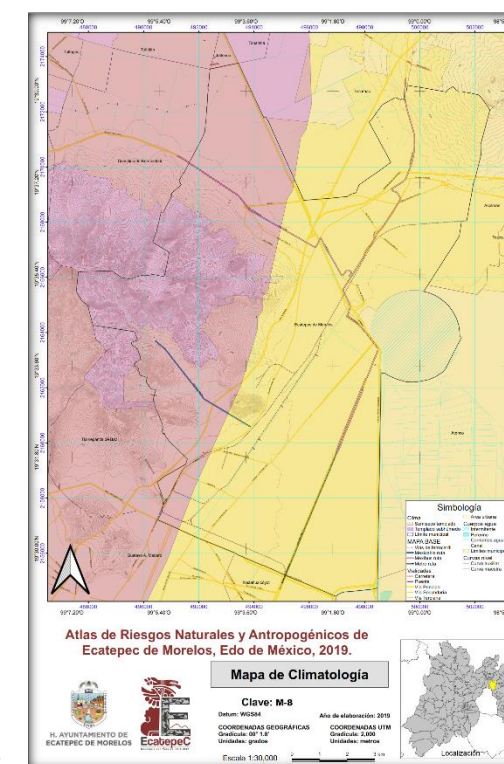


Gráfica 6 Precipitación media mensual a 24 horas de 1961 a 2015,

Fuente: Elaboración propia con datos del SMN

Como se ha determinado mediante estudios el contenido de agua o humedad atmosféricas es influida por la temperatura, es decir que cuando más caliente se encuentra la masa de aire, mayor es la cantidad de vapor de agua que puede almacenar o retener, sucede lo contrario con las temperaturas bajas, la masa de aire retiene menor cantidad de vapor de agua.

De acuerdo con los datos obtenidos por el Servicio Meteorológico Nacional se ha visto que en la región perteneciente al Municipio de Ecatepec de Morelos se tiene una humedad relativa de 35.5% en la Zona de Planicie que corresponde a la parte más baja del municipio, y un 38% en la zona correspondiente a los lomeríos en particular la zona de la Sierra de Guadalupe situada en la parte poniente del área municipal.

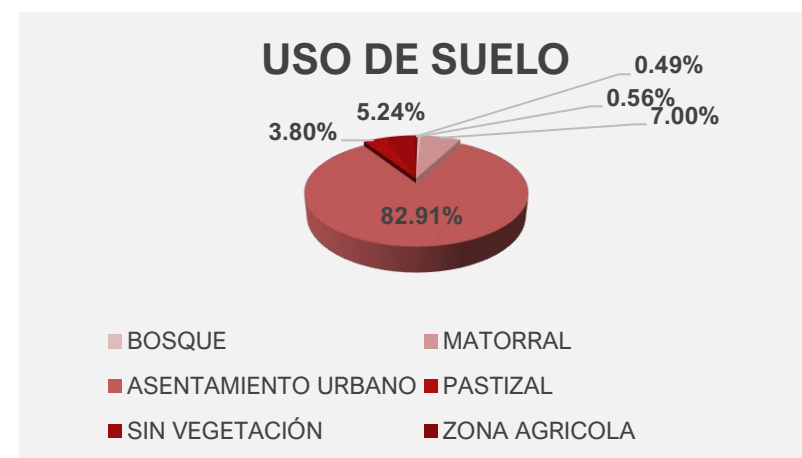


Mapa 8 Climatología.

Fuente: Elaboración propia Datos de SMN



### III.7 Uso de suelo



Gráfica 7 Uso de Suelo para el municipio de Ecatepec de Morelos,

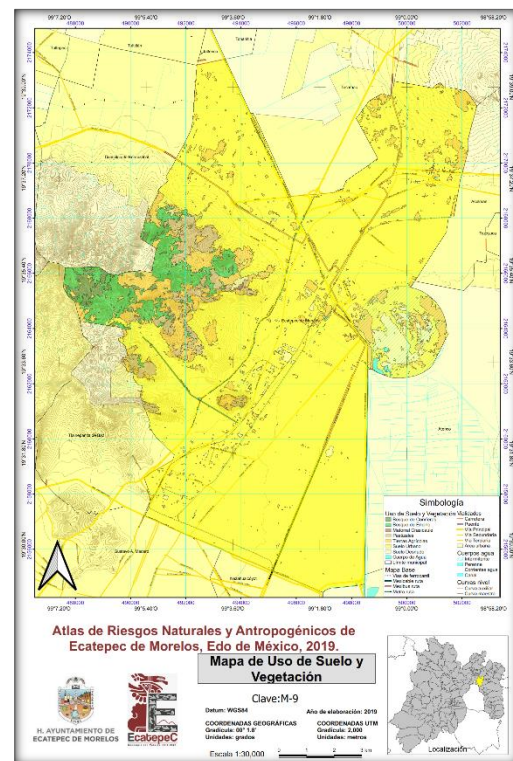
En México, diversos problemas sugieren que actualmente se realiza un uso inapropiado del territorio, lo cual impide el aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas. Una extensa superficie del país presenta severos problemas de erosión y degradación de suelos en general, la diversidad biológica se reduce con los cambios no deseados de la cobertura vegetal.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021

Provocados por deforestación y por la ocupación de predios no aptos para el desarrollo de vivienda, esto puede provocar que se encuentren dentro de los efectos de riesgos naturales; los mantos acuíferos se encuentran sobreexplotados y cuerpos de agua contaminada, las zonas urbanas y la infraestructura crecen sin la planificación adecuada.

Estos problemas sugieren que el territorio deberá estar sujeto a procesos de planificación territorial los cuales, en cualquier modalidad y a cualquier escala, requieren como fundamento su regionalización ecológica.

Al igual se debe considerar que en el Municipio existen problemas socioeconómicos que limitan fuertemente las actividades rurales tales como: mano de obra, transporte, organización social, productores y asistencia técnica, al ser un municipio altamente urbanizado con un 82.91 % del área urbana en comparación con el área agrícola es de 0.49%, se ha reflejado que el crecimiento poblacional y la demanda de productos agropecuarios se ha visto rebasado considerablemente, siendo necesario contar con abastecimiento de los municipios aledaños.



Mapa 9 Uso de suelo

Fuente: Elaboración propia Datos de CONABIO

Tabla 11 Uso de suelo en el Municipio de Ecatepec de Morelos,

Tipo de cobertura	Características	Área (Km <sup>2</sup> )	% de superficie
Bosque de encino	Estos bosques se distribuyen prácticamente en todo México, principalmente en las sierras madres, y Eje Neovolcánico, así como en los estados de Oaxaca y Chiapas. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo, encino blanco y roble. Es el tipo de vegetación que cuenta con la menor superficie dentro del municipio, solo se encuentra en las partes más altas de la Sierra de Guadalupe.	0.874664	0.56
Matorral	Este tipo de vegetación muestra predominancia de cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos como Nopaleras, Chollales, Cardonales, Tetecheras, etcétera. Se ubica en la zona de laderas del municipio.	10.9333	7.0
Asentamientos humanos	Ocupan la mayor parte del municipio.	129.497129	82.91
Pastizal	Son los pastos que se desarrollan en suelos con alto contenido de sales solubles. Se localiza principalmente en las cercanías al depósito de evaporación El Caracol.	5.93522	3.8
Sin vegetación aparente	Se incluye en este rubro a aquellas zonas que se encuentran desprovistas de vegetación o que ésta no es aparente y por ende no se le puede considerar bajo alguna de las clasificaciones de vegetación existentes. Se encuentra principalmente dentro de las instalaciones del depósito de evaporación.	8.184356	5.29
Zona Agrícola	Dentro de este rubro se incluyen todas las áreas Agrícolas del Municipio	0.765331	0.49

Fuente: Modificada de la Actualización de Atlas de Riesgos de Ecatepec con datos del Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021

### III.8 Áreas Naturales Protegidas

En la república mexicana se cuentan con 176 áreas naturales de carácter Federal, y cada uno de los Estados tiene diferentes categorías de Áreas Naturales Protegidas (ANP). La porción poniente del territorio del Municipio de Ecatepec de Morelos forma parte del Área Natural Protegida "Sierra de Guadalupe" con categoría de Parque Estatal, con decreto inicial el 10 de agosto de 1976, al cual se le integraron áreas ubicadas en la cota de los 2250 a 2400, sobre el nivel del mar, por Decreto del Ejecutivo del Estado, publicado en la Gaceta del Gobierno el 23 de noviembre de 1978 (Ecatepec, 2016).

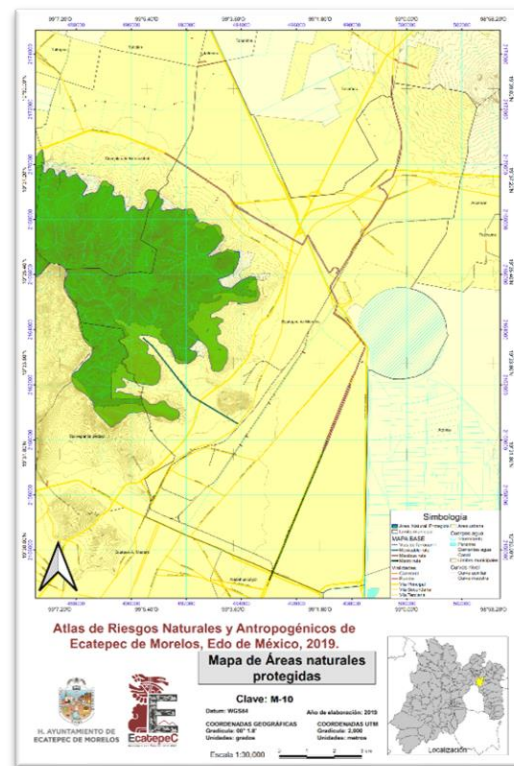
El Municipio de Ecatepec de Morelos junto con los municipios de Tlalnepantla de Baz, Tultitlan, Coacalco y la Alcaldía de Gustavo A. Madero, son las colindancias del Parque Estatal de la Sierra de Guadalupe, con una superficie de 5,306 hectáreas, de las cuales, 1,200 pertenecen al municipio de Ecatepec de Morelos; es considerado como el pulmón del Municipio, y cuenta con un 34% de la extensión total del parque (H. Ayuntamiento Constitucional de Ecatepec de Morelos, 2019). Sin embargo, esta área se ha visto drásticamente reducida por los efectos de la tala clandestina, expansión y ocupación urbana, incendios inducidos y sobre pastoreo.

La Sierra de Guadalupe tienen una temporalidad que va del Mioceno a la actualidad y consta de un conjunto de elevaciones volcánicas de distintos periodos de tiempo, está compuesta por rocas ígneas extrusivas que van de las andesitas a las dacitas, tienen un alto contenido de sílice; también cuenta con formaciones de rocas sedimentarias aluviales, algunas bien consolidadas.

Dentro de su superficie se encuentran los cerros de Guerrero, Zacatenco, María Auxiliadora, Pico del Aguilar, Moctezuma, Cerro Gordo, Chiquihuite, Tenayo y Tepeyac, entre otros. Todos estos son constituyentes de la Sierra de Guadalupe y son remanentes de Domo y Volcanes monogenéticos.

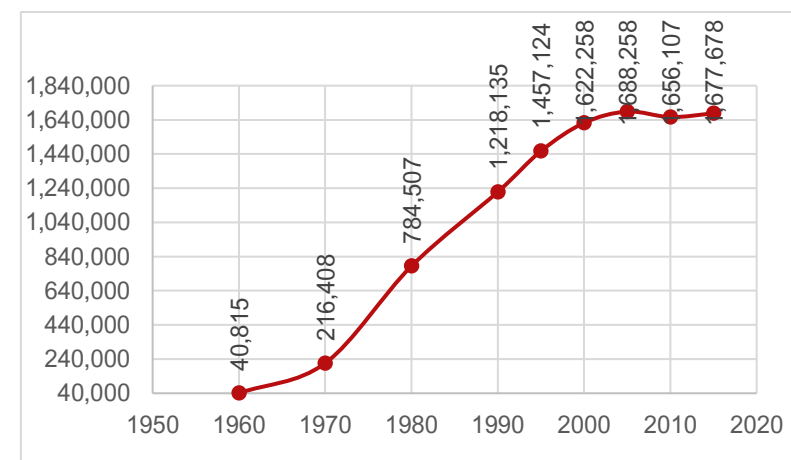
Gracias a estas condiciones y su calidad del suelo proveniente de rocas madre de origen ígneo el Área Natural Protegida del Parque de la Sierra de Guadalupe cuenta con una amplia gama de Biodiversidad que está distribuido por 135 especies de vertebrados (8 de anfibios, 20 de reptiles, 80 de aves y 27 mamíferos), de los cuales 11 se encuentran dentro de la categoría de protección especial para la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Fuentes, 2016). En esta zona se encuentra una mayor presencia de especies de aves, quizá esto se deba a que tienen mayor movilidad y capacidad de adaptación a las condiciones de la sierra.

Debido al crecimiento desmedido poblacional, la Sierra de Guadalupe no ha podido cumplir con sus funciones ecológicas, siendo más un espacio de invasión por parte de fraccionadores ilegales, paracaidistas, tala montes y traficantes de flora y fauna que uno de conservación y servicios ambientales lo que impacta considerablemente en el precario sistema ambiental del municipio (H. Ayuntamiento Constitucional de Ecatepec de Morelos, 2019).



Mapa 10 Áreas Naturales Protegidas

Fuente: Elaboración propia Datos de CONAFOR



Gráfica 8 Crecimiento de la población

población hace muy difícil el abastecimiento de servicios al municipio y mantener al mismo tiempo la calidad del ambiente.

Tabla 12 Crecimiento de la población

Año	Población
1960	40,815
1970	216,408
1980	784,507
1990	1,218,135
1995	1,457,124
2000	1,622,258
2005	1,688,258
2010	1,656,107
2015	1,677,678

Fuente: Elaboración Propia Datos INEGI

Por su ubicación geográfica colindante con la Ciudad de México, posee una gran actividad industrial y comercial, aunado a una creciente demanda de servicios de vivienda, vías de comunicación, agua potable, recreación y consumo de combustible a expensas de los recursos naturales sin prever los costos ambientales, todo esto, ha ocasionado en la mayoría de los casos, el desequilibrio de los ecosistemas naturales y urbanos, la contaminación de los elementos naturales y las afectaciones en la salud de la población. (SMAGEM, Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Edo. de México, 2007)

Algunos de los temas a que se deben considerar son:

- **Cambio climático.** Los ecosistemas han estado sujetos a mucha presión por las actividades humanas tales como cambios en los usos de suelo, contaminación, sobre la explotación, ampliación de la frontera agrícola y ganadera, por lo que el cambio climático puede alterar o poner en peligro los

ecosistemas, estos últimos están ligados de manera importante; si los ecosistemas se ven disminuidos se incrementan las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, lo cual contribuye con el calentamiento global afectando a otros ecosistemas.

- **Calidad del aire.** La mala calidad del aire es provocada principalmente por los vehículos de combustión interna, esta manera los principales contaminantes de la zona metropolitana es el transporte en primera estancia, seguida de la industria y finalmente el uso habitacional
- **Recursos hídricos.** La creciente demanda del recurso hídrico, se ha convertido en un problema de suma importancia ya que los cuerpos de agua superficiales prácticamente han desaparecido; rápido crecimiento del municipio que cubre cada día más áreas con calles y edificios, disminuye las zonas de recarga de acuíferos, asociado a esto están los hundimientos por exceso de bombeo; los residuos sólidos de la ciudad en muchas ocasiones son arrojados en zonas no aptas, así como los lixiviados de los tiraderos y rellenos sanitarios están contaminando los acuíferos.



## IV CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

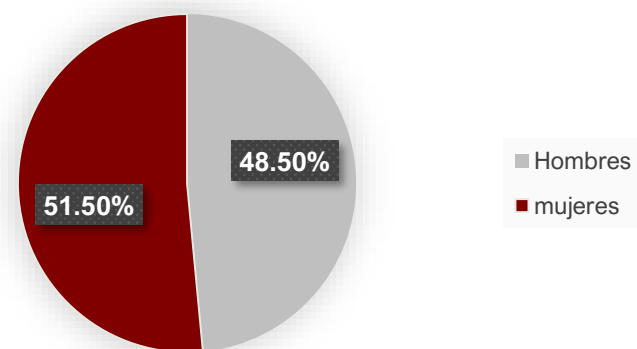
### IV.1 Dinámica demográfica

Para poder evaluar el riesgo, los aspectos preponderantes son la cantidad de sistemas expuestos presentes en el municipio, esto es a mayor exposición la posibilidad de que ocurran daños y pérdidas también aumenta. En ese sentido, el conocimiento de la dinámica demográfica del municipio es de gran importancia, ya que el sistema expuesto más valioso de Ecatepec de Morelos son sus habitantes.

La identificación de las características de la población, su distribución y las proyecciones de crecimiento, permiten implementar acciones encaminadas a evitar la construcción de nuevos riesgos (construcción social del riesgo) y también desarrollar un plan de acción donde la previsión y reducción de riesgos permiten aportar elementos para una reacción eficaz ante el posible impacto de un fenómeno perturbador; entendiéndose por éste, toda acción de carácter natural o antropogénico (aquellos ocasionados por la actividad humana) que afectan el estado original del medio.

#### IV.1.1 Análisis comparativo de la población en la Entidad

De acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a través del último registro intercensal de población realizado en 2015, el municipio de Ecatepec de Morelos registró una población total 1, 677, 678 personas (INEGI I. d., 2015) que representa el 10.4 % de la población del Estado siendo éste el primero más poblado del Estado de México, (se le denomina así para distinguirlo del país y la capital de este sin



Gráfica 9 Porcentaje de Población por Género

Fuente: Elaboración propia con Datos de INEGI.

embargo su Nombre oficial es México, artículo 43 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos) donde el 48.5% equivalente a 813,674 hombres y el 51.5% equivalente 864,004 mujeres.

De acuerdo con las cifras reportadas en los últimos 30 años el municipio de Ecatepec de Morelos reporta quinquenalmente un incremento de población; y en el último periodo se registra un aumento del 0.5% en

\* Programa Territorial Operativo de la Zona Oriente del Valle de México

su tasa de crecimiento siendo una cifra considerable en comparación con los años anteriores (INEGI I. d., 2015).

Tabla 13 Crecimiento Poblacional en el Municipio

AÑO	POBLACIÓN TOTAL
1990	1,218,135
1995	1,457,124
2000	1,622,697
2005	1,688,258
2010	1,656,107
2015	1,677,678

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

Por tanto, los incrementos en la demanda de servicios públicos básicos (los principales suministrados por el Estado son: Agua, drenaje, vialidades, seguridad pública, pavimentación etc.) proporcionados por el Municipio se verán rebasados si no se toman las medidas precautorias en cada caso.

#### IV.1.2 Proyección 2015 al 2030

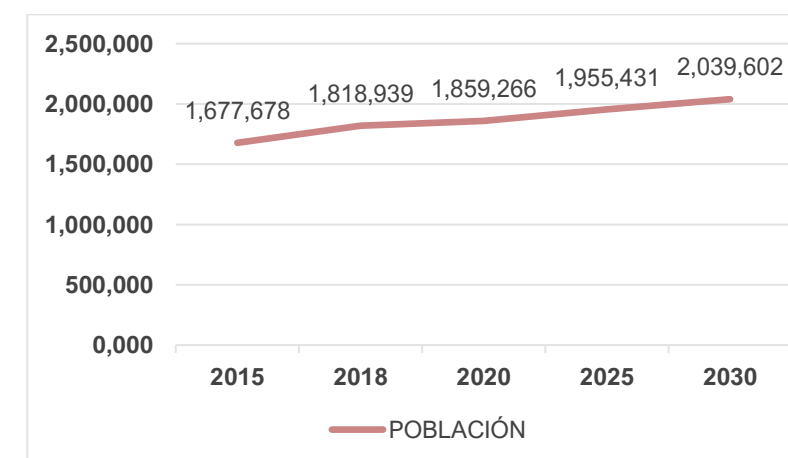
A partir de las proyecciones de población elaboradas por la Secretaria de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU), se estima que Ecatepec de Morelos se puede considerar como un municipio consolidado por ser uno de los dos más representativos del estado debido a su espacio urbano, estructura territorial, crecimiento poblacional, contará con una población de 2,039,602 habitantes para el año 2030.

Este parámetro permite establecer el crecimiento en otras áreas tales como servicios públicos básicos, vialidades, vivienda, servicios de salud, etc.

Tabla 14 Proyección de crecimiento quinquenal

MUNICIPIO	2015	2018	2020	2025	2030
Ecatepec de Morelos	1,677,678	1,818,939	1,859,266	1,955,431	2,039,602

Elaboración propia con datos de SEDATU



Gráfica 10 proyección de crecimiento poblacional para el municipio de Ecatepec de Morelos,

Fuente: Elaboración propia con datos de SEDATU.<sup>8</sup>



### IV.1.3 Distribución de la población

Cuando existe un crecimiento acelerado de la población la distribución de esta se verá afectada por los factores externos, reflejando una distribución mal proporcionada o sin equilibrio por kilómetro cuadrado, lo que nos lleva a tomar la medición por Área Geo Estadística Básica (AGEB) o manzana para tener un dato más exacto.

Analizando los datos que nos muestran el concentrado de localidades de la muestra representativa, las principales localidades y proporciones del Municipio son:

Clave	Nombre	Población	Porcentaje de población municipal	Cabecera municipal
150330001	Ecatepec de Morelos	1,655,015	99.93	*
150330199	Mesa de los Leones	578	0.03	
150330206	Tierra Blanca Segunda Sección (Ejido Ecatepec)	480	0.03	
150330207	Vista Hermosa	34	0	
	Total:	1,656,107	99.99	

Tabla 15 Distribución de Población en el Municipio

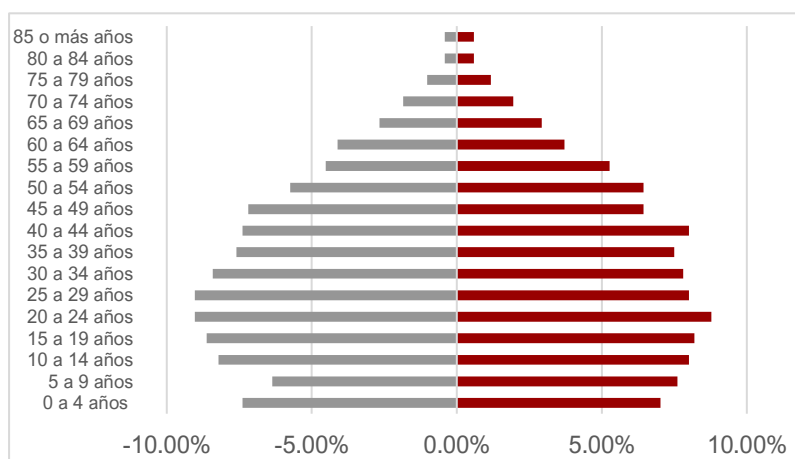
Elaboración propia con datos de SEDESOL.

Ecatepec de Morelos está conformado por 549 localidades entre las que destaca, 1 Cabecera Municipal, 9 Pueblos, 359 Colonias, 163 Fraccionamientos, 12 Barrios y 6 Ejidos.

### IV.1.4 Densidad de Población

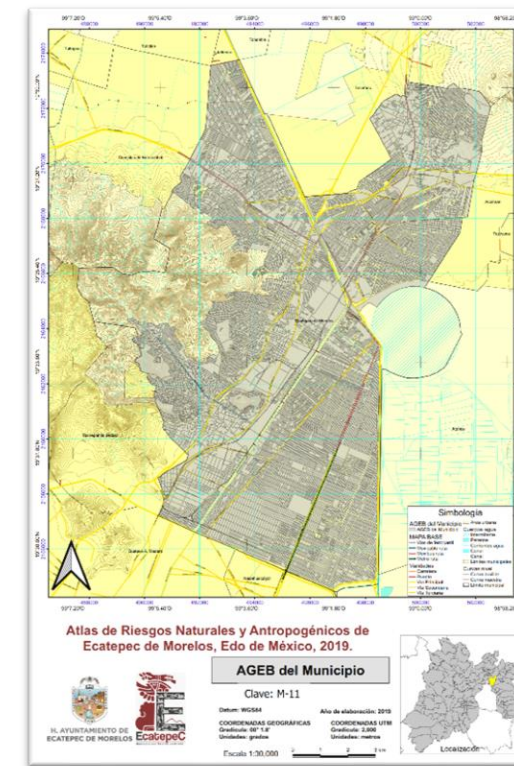
Entendiendo por densidad poblacional la relación entre el número de personas que habita un espacio territorial delimitado. El cociente resultante se expresará en un número de habitantes por Kilómetro cuadrado.

La densidad de población en Ecatepec de Morelos es de 10,740.9 por kilómetro cuadrado, sin embargo, hay que contemplar que, debido al crecimiento urbano, y la edificación de unidades habitacionales incrementan de forma considerable está densidad en forma irregular.



Gráfica 11 Pirámide poblacional del Municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México.

Fuente: Elaboración propia con Datos de INEGI.(Encuesta Intercensal).



Mapa 11 AGEB del Municipio

Fuente: Elaboración propia con Datos de INEGI.

## IV.2 Características sociales

En un lugar o zona determinada como es el municipio de Ecatepec de Morelos se conjuntan diferentes factores, esto hace que potencialmente exista vulnerabilidad por las condiciones sociales y económicas, por lo que es de suma importancia ubicarlas geográficamente ya que esto permitirá focalizar esfuerzos para gestionar el riesgo de desastres.

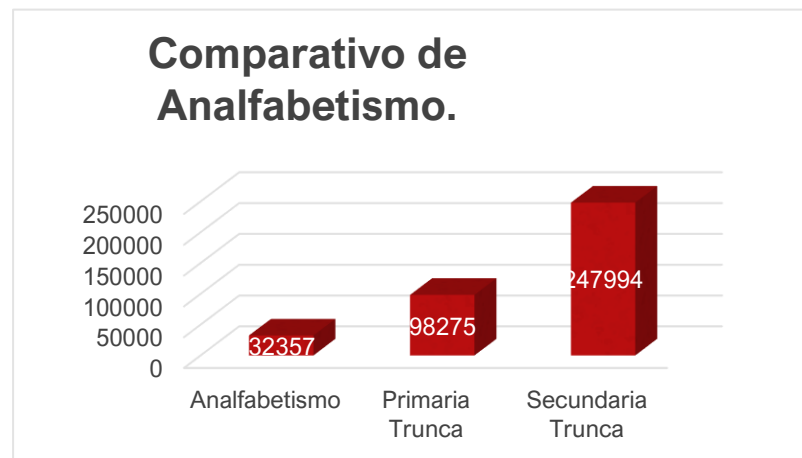
Características como el nivel educativo, el acceso a la salud, las condiciones de vivienda, aspectos culturales y niveles de marginación o pobreza son algunas de las condiciones que inciden directamente en los niveles de vulnerabilidad.

Cabe recordar que la vulnerabilidad se define como “El riesgo que una persona, sistema u objeto puede sufrir frente a peligros inminentes, sean estos desastres naturales, desigualdades económicas, políticas, sociales o culturales”. (Española, 2019)

### IV.2.1 Porcentaje de analfabetismo y grado promedio de escolaridad

La situación del analfabetismo en alguna región nos arrojará una alerta de vulnerabilidad alta, para ese sector de la población, por ello es de suma importancia tener en cuenta la actualización de datos y mediante

el uso de indicadores focalizar las acciones realizadas en este rubro, en el Municipio se cuenta con 32,357



Gráfica 12 Estudio de Alfabetización 25 Municipios

Fuente: Elaboración propia con Datos de INEA

Tabla 16 Elaboración propia datos "Estudio de Alfabetización 25 Municipios que pueden" INEA

Municipio	Localidades Rurales	Localidades Urbanas	Total de población en condición de analfabetismo.
Ecatepec de Morelos	46	32,311	32,357

Fuente: Elaboración propia con Datos de INEA.

#### IV.2.2 Población con discapacidad.

Este sector de la población merece una mención especial ya que las necesidades de la discapacidad son del tamaño de la diversidad de ésta, pues van de las físicas pasando por las mentales cognitivas, y sensoriales. Como parte de la sociedad debe ser un sector incluido con las herramientas para su funcionalidad, así como su independencia pues esto conlleva a que pasen a ser parte importante de la población económicamente activa. Conocer el número de personas que se encuentran en estas condiciones, así como su ubicación es de gran utilidad ya que permitirá acercarles los servicios públicos

básicos necesarios para su libre desempeño dentro de su entorno y generar menor dependencia familiar y social.

Al año 2010 en INEGI se tiene registro de un total de 63,221 de los cuales 3,770 son Mujeres y 31,451 son Hombres de estos el porcentaje que tiene derecho a la salud pública.<sup>10</sup>

#### IV.2.3 Población que habla alguna lengua indígena

El Estado de México por su colindancia con otros estados de la República Mexicana, tiene un importante número de personas en esta condición, siendo Ecatepec de Morelos un municipio con gran diversidad de dialectos de diferentes regiones del país, haciendo mención al dialecto más hablado y propio de la región que es el náhuatl, seguido del otomí y el resto por porcentajes mínimos de otras lenguas. El total de la

población que al 2010 habla alguna lengua indígena es de 61,444 habitantes de los cuales 30,756 son mujeres y 30,688 son Hombres.<sup>11</sup>

Tabla 17 Población que habla alguna lengua Indígena.

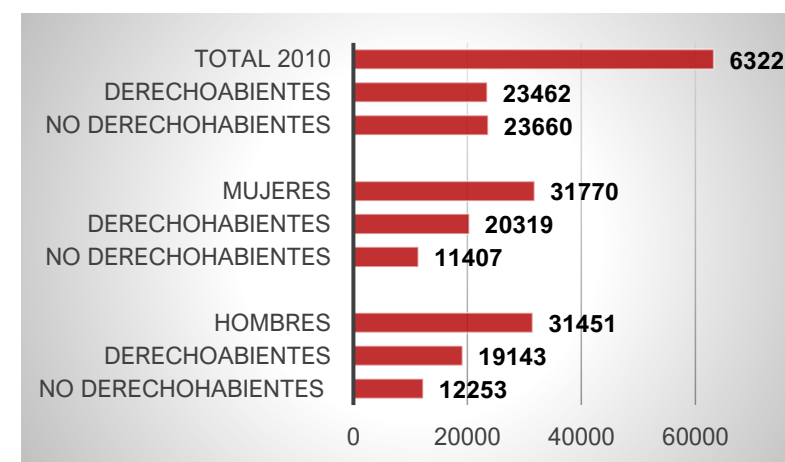
Lengua	Mujeres	Hombres
Náhuatl	18,462	19,700
Otomí	8,604	6,999
Otros	3,690	3,989
TOTAL	30,756	30,688

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 INEGI

El Instituto de Población Indígena de Ecatepec de Morelos, referencia que 77,579 pobladores son de extracto indígena, donde al igual que INEGI, indican que la mayoría es Bilingüe y habla el náhuatl, la segunda lengua más hablada es el Otomí, esta última gracias a su cercanía con el estado de Hidalgo, Michoacán y Tlaxcala.

#### IV.2.4 Salud

##### A. Población sin derechohabencia, médicos por cada mil habitantes y tasa de mortalidad.



Gráfica 13 Población de Discapacidad con Derechohabencia y sin ella

Fuente: Encuesta Interesal 2015 INEGI

Y Centros de Salud; según datos del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM), en conjunto con la secretaria de salud del estado y datos de población y vivienda, al año 2015 se cuenta con un total de 75 unidades de medicina familiar, 5 hospitales de atención general, 2 hospitales de especialización, dando atención a 1,679,029 habitantes, con 2316

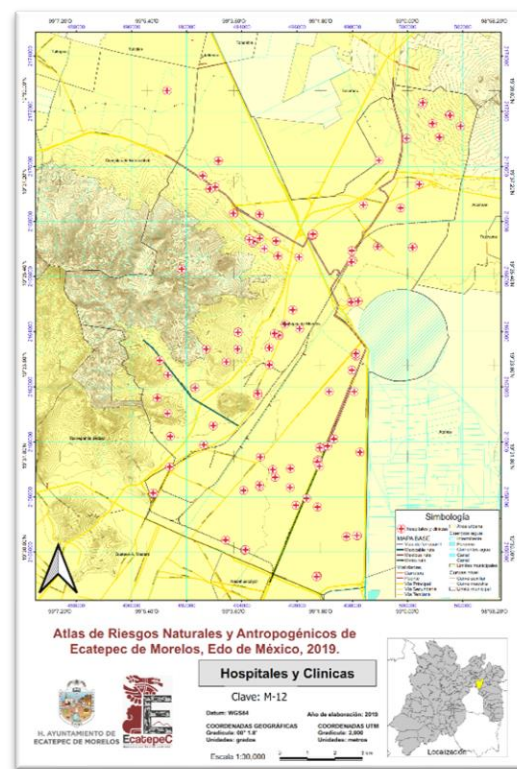
<sup>9</sup> Estudios de Alfabetización 25 municipios que pueden INEA

<sup>10</sup> Estadística básica del sector educación en el Estado de México 2013

<sup>11</sup> INEGI Censo de población y vivienda 2010

médicos en toda la demarcación teniendo una atención de 725 habitantes por médico y una enfermera por cada 550 habitantes, 22,387 habitantes por unidad de medicina familiar.<sup>12</sup>

De estos centros de atención se puede decir que, al año de 2015, el 34.9 % de la población no cuenta con derechohabencia, esto se traduce en que 585,536 personas no tenían acceso a servicios médicos, en 2018 se cuenta con un registro un 24.9% del total de población, equivalente a 458,742 habitantes sin servicios médicos gratuitos, la carencia de este servicio se mide en el 2015 en 2.6% y en el 2018 en un 2.2%. (CONEVAL 2016)



Mapa 12 Hospitales y Clínicas

Elaboración propia con datos de sector salud.

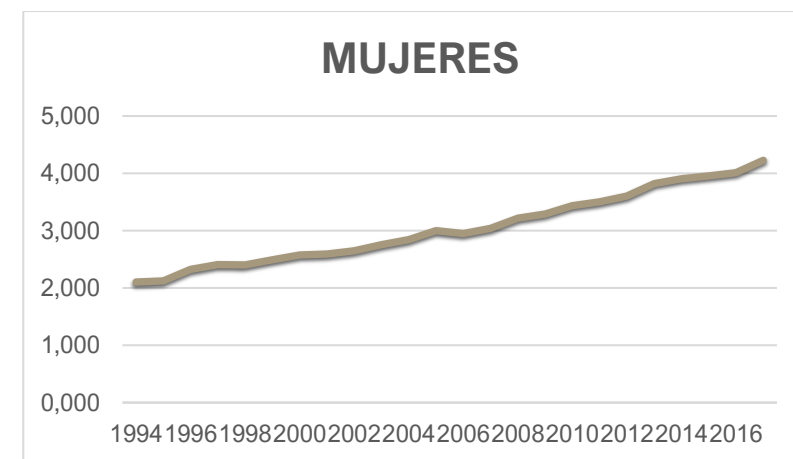
Tabla 18 Médicos por habitantes en el Municipio

Municipio	Población 1º julio Derechohabiente	Unidades medicas	Personal médico	Habitantes por unidad	Habitantes por médico
Ecatepec de Morelos	1,679,029	75	2,316	22,387	725

Fuente: Elaboración propia Datos IGECEM e INEGI Censo de Población y vivienda 2010.

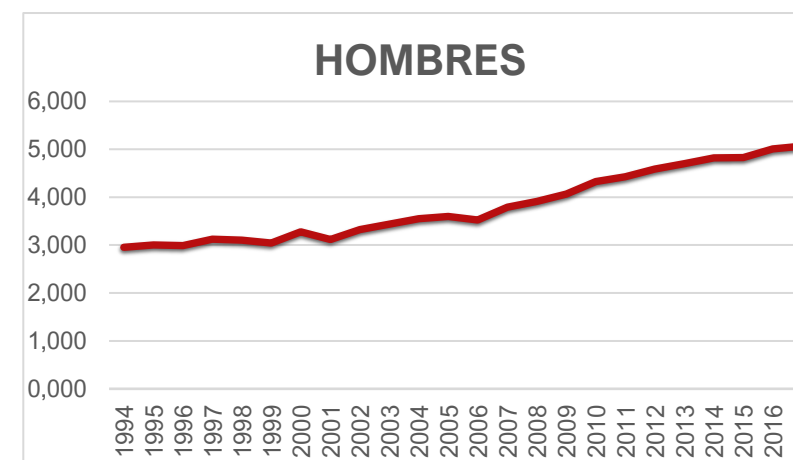
Por su parte, en relación con los índices de desarrollo social que implementa el PNUD, tenemos que el índice de salud ha mostrado un incremento de 2000 a 2005, mientras que el índice de mortalidad infantil en mismas fechas ha presentado una disminución, lo que representa una mejor solución en la calidad de vida de la población.

El INEGI nos indica que los decesos en la localidad han ido en aumento debido a que la tasa de natalidad y migración también ha crecido, se realiza la comparación de 1994 al 2017 las cifras son las siguientes: tanto en hombres como en mujeres, en 1994 la tasa de mortalidad en mujeres fue de 2,104 y hombres 2,954 con un total de 5,062, y en 2017 tenemos que hay una mortalidad de 4,227 mujeres, y 5,067 hombres, dando un total de 9,294.



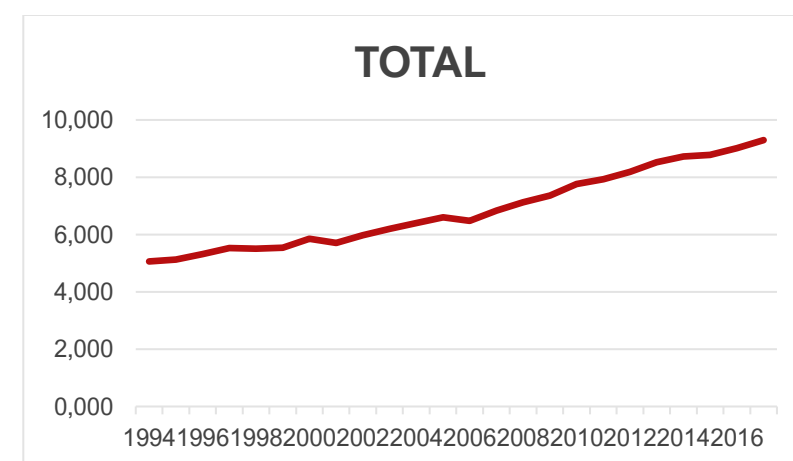
Gráfica 14 Mortalidad en Mujeres

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI Estadísticas de mortalidad 2018.



Gráfica 15 Mortalidad en Hombres

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI Estadísticas de mortalidad 2018.



Gráfica 16 Mortalidad Total

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI Estadísticas de mortalidad 2018.

<sup>12</sup> IGECEM Datos de Informe 2011-2012 sector salud.



## IV.2.5 Pobreza

Los índices de pobreza son indicadores sensibles para la implementación de infraestructura tanto social como a nivel municipal, en el caso particular de la municipalidad, se hace referencia a los datos obtenidos por CONEVAL, pues estos están referidos del INEGI, IGCEM y SEDATU.

Estas tablas indican el número de personas afectadas por pobreza desde natural a extrema, lo que refleja esta información es que lo que se ha hecho en la localidad ha estado surgiendo efecto paulatino en la disminución.

Tabla 19 Indicadores de Pobreza

Municipio	Población 2010	Población 2015	Pobreza					
			Porcentaje 2010	Porcentaje 2015	Personas 2010	Personas 2015	Carencias Promedio 2010	Carencias Promedio 2015
Ecatepec de Morelos	1,656,107	1,677,678	37.6	42.7	630,425	786,843	2.2	1.9

Tabla 20 Indicadores de Pobreza Extrema

Municipio	Población 2010	Población 2015	Pobreza					
			Porcentaje 2010	Porcentaje 2015	Personas 2010	Personas 2015	Carencias Promedio 2010	Carencias Promedio 2015
Ecatepec de Morelos	1,656,107	1,677,678	4.4	4.9	73,047	90,438	3.5	3.3

Tabla 21 Indicadores de Pobreza Moderada

Municipio	Población 2010	Población 2015	Pobreza					
			Porcentaje 2010	Porcentaje 2015	Personas 2010	Personas 2015	Carencias Promedio 2010	Carencias Promedio 2015
Ecatepec de Morelos	1,656,107	1,677,678	33.2	37.8	557,378	696,405	2	1.7

Fuente: Elaboración propia Datos CONEVAL 2016, INEGI censo Población y Vivienda 2010.

## IV.2.6 Hacinamiento (promedio de habitantes por cuarto)

La concentración de pobladores en un espacio delimitado no apto para brindarles calidad de vivienda y servicios, debido al crecimiento poblacional no es equitativo, mientras hay AGEB con una concentración en demasía de población, existen algunas con niveles más bajos, esto se puede ver más claro en la muestra que tomamos de los datos de Información Intercensal 2015 INEGI, el total de viviendas habitadas es de 436,963, que representa el 10% del total del estado y el promedio de ocupantes por vivienda es de 4 y una persona por cuarto.

Tabla 22 Hacinamiento

Municipio	Total de viviendas	Personas por vivienda	Personas por cuarto	% con respecto a el Estado
Ecatepec de Morelos	436,963	4	1	10%

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Encuesta Intercensal 2015.

## IV.2.7 Marginación por localidad y AGEB (en zonas urbanas)

La marginación tiene que ver con la falta de oportunidades debido a la carencia de escolaridad y servicios públicos, calidad de vivienda e ingresos, y se mide mediante una fórmula estándar, la técnica de

estratificación óptima desarrollada por Danelius y Hodges en la cual se proponen 5 clasificaciones que son: muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto. Donde los niveles muy bajo y bajo por regla general se expresan siempre con indicadores negativos, en esta localidad se cuenta con un grado de marginación muy bajo debido a que es uno de los municipios del estado con mayor crecimiento y a su cercanía con la Ciudad de México, su índice de marginación es de -1.618, en la escala de 0 a 100 es de 9.389; con respecto a el lugar que ocupa en el estado es el número 113 y a nivel nacional el 2,352.

Las estadísticas de CONAPO indican que los AGEB con grado de marginación alto a muy alto se concentran en la zona conurbada de la localidad, mientras más se acercan a la Ciudad de México se marcan con índice de muy bajo.

Tabla 23 Marginación

Municipio	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Contexto Estatal	Contexto Nacional
Ecatepec de Morelos	-1.588	Muy Bajo	8.389	113	2,376

Fuente: Elaboración propia Datos CONAPO Índices de marginación.

## IV.3 Características de vivienda

Las características de una vivienda son muy variadas y para efectos de estadística y bienestar poblacional, son medidas con base a los servicios, posesiones, materiales utilizados para su construcción, número de cuartos, detalles, etc.

Esto nos da un parámetro acerca del nivel socioeconómico de los estándares de vida de sus habitantes y de los servicios que se requieren en cada comunidad del municipio, en los siguientes puntos se desglosan todos los conceptos para saber las particularidades de vivienda dentro de la localidad.

### IV.3.1 Pisos de Tierra

En este apartado nos referimos a cuantas viviendas dentro del municipio cuentan con piso firme(cemento), de otros materiales y los que carecen de ello como son las viviendas con piso de tierra.

Con los datos reportados por el INEGI en la encuesta intercensal 2015, indica que el 1% del total de la población en el municipio tiene en su vivienda piso de tierra, también se hace un comparativo con años anteriores, viendo que en 1990 era 5.92% de viviendas con piso de tierra del total de estas en el municipio, viendo una disminución constante tras cada año hasta la última medición obtenida que fue en 2015 donde nos indican que el 1% de viviendas con piso de tierra del total registrado en el municipio, y con respecto al estado en 2015 equivale al 1.92% de viviendas con piso de tierra siendo el 2° lugar con menos viviendas en estas condiciones.

Tabla 24 Porcentaje de población con piso de tierra

Año	Carencia por material de piso en la vivienda				
	2015	1990	2000	2010	2015
% población	1.92	5.92	3.05	2.19	1.00

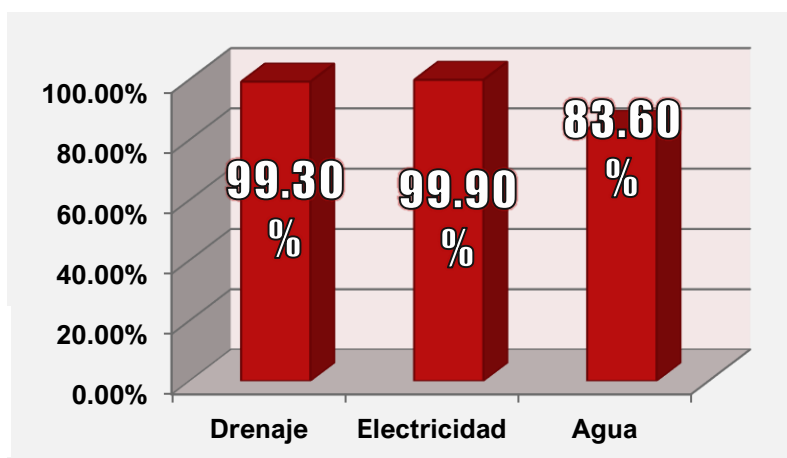
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Intercensal 2015 y Tabla comparativa Sedesol 2016 informe estatal.

### IV.3.2 Servicios Básicos

En cuanto a los servicios básicos de agua, luz y drenaje, el dato que nos arroja la encuesta intercensal es: viviendas que cuentan con agua 83.6% (365,301), que cuentan con drenaje 99.3% (433,904), con electricidad 99.9% (436,526).

Gráfica 17 Servicios Básicos

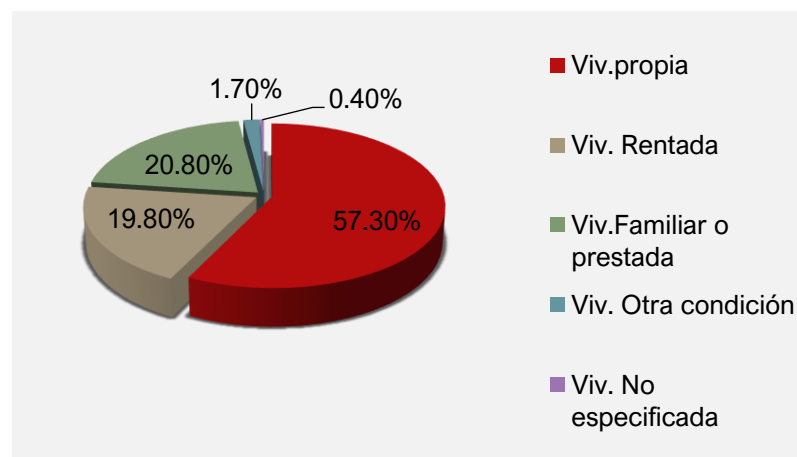
Fuente: Elaboración propia Datos Encuesta Intercensal 2015



### IV.3.3 Déficit de vivienda

Cuando existe un crecimiento acelerado de la población, la demanda de vivienda va en incremento, la posesión de la misma es muy variada y esto depende de las particularidades de cada individuo, por ello la información va encaminada al porcentaje de tenencia de la vivienda,

en donde al 2015 se tiene que el 57.3% (250,380) es propia, 19.8% (86,519) alquilada, 20.8% (90,888) Familiar (que viven familia nuclear, con hijos casados y sus respectivas familias, o bien familia en 2° y 3° grado), 1.7% (7,428) con otra condición (amigos, herencia no acreditada ante el municipio etc.) y no especificada 0.4% (1,748).



Gráfica 18 Déficit de vivienda

Fuente: Elaboración propia Datos Encuesta Intercensal 2015

## IV.4 Empleos e ingresos

El empleo así como el ingreso es factor preponderante para la prosperidad del municipio, en este se encuentran varias zonas industriales así como lugares urbanizados concentrados de oficinas, dado a su cercanía con la Ciudad de México, existe un número importante de población que trabaja en esta y sus recorridos implican invertir horas, en los trayectos a recorrer para llegar a su destino laboral y de regreso a sus lugares de origen, el idóneo de toda sociedad es que el desplazamiento de sus pobladores sea el mínimo, porque eso redundaría en mayor productividad en el trabajo, en bienestar familiar y esto hace comunidades sanas.

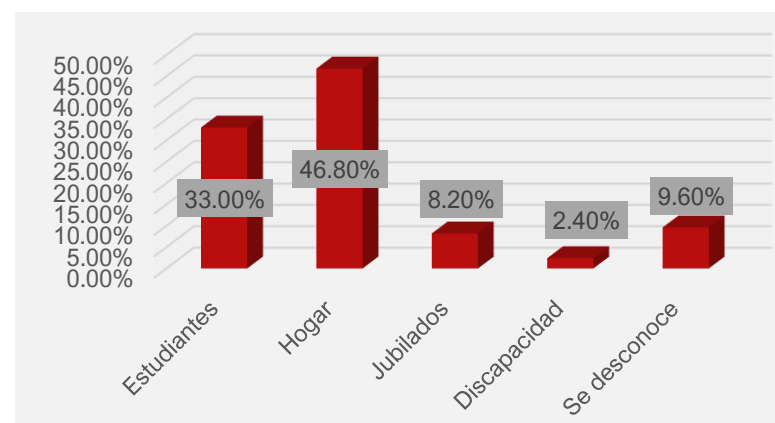
### IV.4.1 Sectores de ocupación

Los porcentajes se manejan de la siguiente forma: PEA (Personas Económicamente Activas), y PNEA (Personas No Económicamente Activas), la medición se realizó en personas de más de 12 años de edad, dando como resultado que en el municipio trabajan un 51.3% (860,649) de la población total, donde el 34.50% son mujeres y esto es equivalente a 296,924, y el 65.50% son hombres y esto representa a 563,725 habitantes. .

Tabla 25 Características económicas PEA 2015

Mujeres	Hombres	Población total PEA	Población PNEA
34.50%	65.50%	51.30%	48.70%

Fuente: Elaboración propia Datos Encuesta Intercensal 2015



Gráfica 19 Personas No Económicamente Activas por Actividades

Elaboración propia Datos Encuesta Intercensal 2015

En el contexto del total de la población que no cuenta con empleo el porcentaje es de 48.7% (817,029) del total de la población, el PNEA refiere que el 33% (269,619) son estudiantes, 46.8% (382,369) se dedican a labores propias del hogar, 8.2% (66,996) son jubilados o pensionados, 2.4% (19,608), las personas con alguna discapacidad que les impide desarrollarse en el medio laboral, 9.6% 78,437 individuos que se dedican a otra actividad que no les generan remuneración económica.

## IV.5 Equipamiento e Infraestructura

Como se ha mencionado con anterioridad, el riesgo se compone de tres elementos principales, el peligro, la vulnerabilidad y la exposición. Con relación a este último, un sistema expuesto se define como la cantidad de personas, bienes, infraestructura, medio ambiente y sistemas que son susceptibles de ser dañados o perdidos. Lo que se traduce en vidas o en términos económicos.

Parte importante de los bienes expuestos es el equipamiento y la infraestructura presente en el municipio: Escuelas, Hospitales, Oficinas de Gobierno, Unidades económicas, infraestructura eléctrica, hidráulica o urbana, etc.

De igual forma, la cantidad y calidad de este tipo de infraestructura determina en cierta forma, la capacidad de responder, asimilar y enfrentar el impacto de un desastre, es decir su resiliencia. Por tal motivo, en el presente apartado se describe brevemente el tipo de infraestructura y equipamiento con el que cuenta el municipio.

### IV.5.1 Salud

Se cuenta con un total de 75 unidades de medicina familiar son las clínicas de atención primaria y prevención que cuentan con 612 consultorios y la atención es desde medicina general hasta especialidades, 5 hospitales de atención general y 2 hospitales de especialización. Todos estos centros de atención cuentan con camillas y mobiliario específico para cada especialidad Las instituciones que tienen unidades médicas en el municipio son (ver mapa 16):

- ISEM= Instituto de Salud del Estado de México.
- DIFEM= Sistema nacional para el Desarrollo Integral de la Familia Estado de México.
- IMSS= Instituto Mexicano del Seguro Social.
- ISSSTE= Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.
- ISSEMyM= Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios.

Tabla 26 Estadística básica Sector Salud Del estado de México

Unidades de Atención Médica 2015.				
Municipio e Institución	Total	Consulta Externa	Hospitalización General.	Hospitalización Especializada.
Ecatepec de Morelos	75	68	5	2
ISEM	56	54	2	0
DIFEM	3	2	0	1
IMSS	9	6	3	0
ISSSTE	3	3	0	0
ISSEMyM	4	3	0	1

Fuente: Elaboración propia Datos IGECM Estadística Básica Sector Salud Estado de México 2016

Tabla 27 Unidades de Consulta Externa de Salud Pública 2015

Municipio e Institución	Total	Medicina General	Dental	Cirugía	Ginecología	Medicina Interna	Pediatría	Traumatología	Otros
Ecatepec de Morelos	612	353	55	10	19	19	10	11	135
ISEM	208	142	23	3	5	2	2	1	30
DIFEM	22	7	5	0	2	2	2	0	4
IMSS	262	161	21	3	10	13	3	6	45
ISSSTE	52	29	4	1	1	0	1	1	15
ISSEMyM	68	14	2	3	1	2	2	3	41

Fuente: Elaboración propia Datos IGECM Estadística Básica Sector Salud Estado de México 2016.

Tabla 28 Camas censables al 2015

Municipio e Institución	Total	Cirugía	Ginecología	Medicina Interna	Pediatría	Traumatología	Otros	Incubadoras
Ecatepec de Morelos	828	179	189	202	104	19	135	16
ISEM	282	56	83	58	65	10	10	0
DIFEM	2	0	2	0	0	0	0	0
IMSS	478	102	101	126	28	3	118	8
ISSEMyM	66	21	3	18	11	6	7	8

Fuente: Elaboración propia Datos IGECM Estadística Básica Sector Salud Estado de México 2016.

Tabla 29 Camas no censables por Institución Pública 2015.

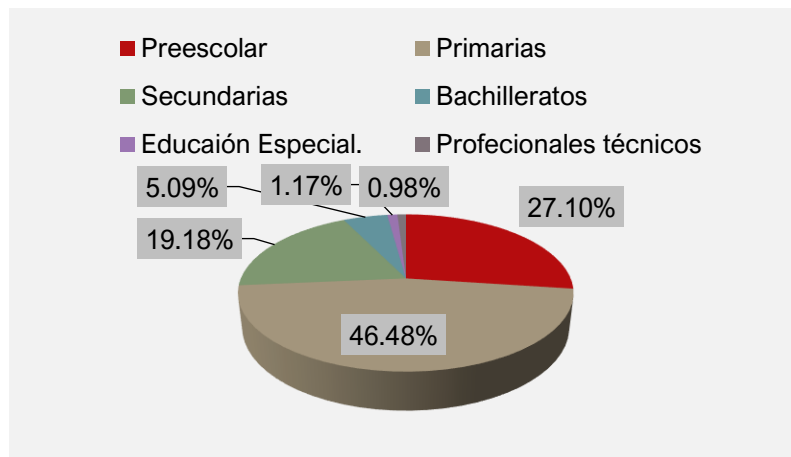
Municipio e Institución	Total	Para Tratamiento	Camilla Urgencias	Cunas Recién Nacido	Recuperación	Terapia Intensiva	Otros	Incubadoras
Ecatepec de Morelos	559	26	174	53	114	63	129	55
ISEM	143	0	44	7	40	28	24	53
IMSS	329	18	114	43	65	17	72	2
ISSSTE	3	0	0	0	3	0	0	0
ISSEMyM	84	8	16	3	6	18	33	0

Fuente: Elaboración propia Datos IGECM Estadística Básica Sector Salud Estado de México 2016.

## IV.5.2 Educación



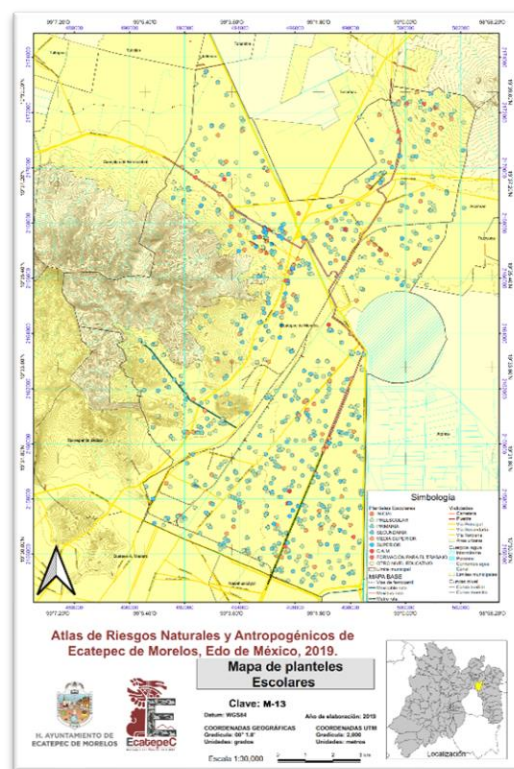
La Secretaría de Educación Pública (SEP) es la encargada a través de sus subdelegaciones de proveer tanto de Educación como infraestructura a este rubro por ser del ámbito federal, no obstante cada estado y municipio lleva corresponsabilidad en el mantenimiento y proveer los servicios necesarios para el buen funcionamiento de estos espacios públicos, también la sociedad como son los padres de familia, en este caso deben encargarse a través de la educación hacia sus hijos del mantenimiento y buen estado de las instalaciones y mobiliario.



Gráfica 20 Planteles de Educación Pública

Fuente: Elaboración propia Datos SEP Escuelas Edo.Mex. 2017.

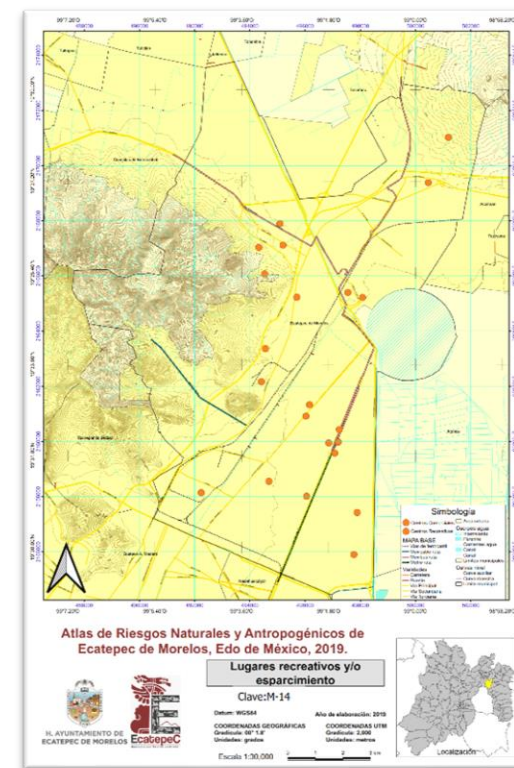
Cifras de la SEP indican que en la localidad se cuenta con 277 institutos preescolares, 475 de nivel primaria, 196 de nivel secundaria, 52 de Bachillerato, 12 centros de educación especial y 10 de educación técnica, todos del sector público.



Mapa 13 Planteles Escolares

Fuente: Elaboración propia datos de la SEP Escuelas.

#### IV.5.3 Lugares recreativos y/o esparcimiento



Respecto a las manifestaciones y equipamientos culturales y de esparcimiento, como casi todo el territorio nacional en Ecatepec de Morelos se cuenta con servicios tales como jardines y parques, los cuales acumulan la cantidad de 249 repartidos por todo el municipio, 16 plazas y centros comerciales que se encuentran en las principales vialidades; entre centros culturales y teatros se cuenta con 7 de estos, 15 complejos de salas de cine y 3 auditorios populares.

Estos han ido incrementando por la demanda de sus servicios, en desproporción con el crecimiento poblacional, debido a la cercanía con la Ciudad de México esta carencia se ve en parte subsanada.

Mapa 14 Lugares recreativos y/o esparcimiento

Fuente: Elaboración propia Datos DENUE

#### IV.5.4 Atención a Emergencias

En el ayuntamiento la parte de seguridad y apoyo a la población, así como la pronta respuesta ante un desastre está cubierta por los siguientes sectores: cuerpo de bomberos que cuenta con 5 estaciones (La Michoacana, Central Xalostoc, Zapata, Gobernadora y las Américas); la policía municipal según datos de la encuesta intercensal 2015 INEGI, cuenta con 2,057 elementos y 13 módulos de vigilancia; Protección Civil y Bomberos de Ecatepec cuenta con 4 albergues temporales, 3 de ellos habilitados con todos los servicios básicos necesarios, el restante solo se habilita en contingencia y la capacidad de estos va desde 600 a 150 personas.

En materia de rutas de evacuación contemplado por la misma dependencia el municipio está considerado como receptor de las comunidades cercanas al volcán Popocatepetl siendo las principales vías de acceso: avenida Hank González (avenida central) y la Vía Morelos. Desarrollo Social cuenta con 2 asilos de ancianos, 14 centros de desarrollo comunitario, 3 centros de rehabilitación, 9 centros de integración juvenil, 12 estancias de desarrollo infantil, 1 funeraria municipal y 1 guardería.

#### IV.5.5 Infraestructura estratégica y de distribución

En el Municipio no se cuenta con una presa como tal pero si con un depósito de evaporación solar denominado el salado (fuera de servicio), tiene 2 subestaciones de CONAGUA, las cuales pertenecen a la región hidrológica número 26 del Alto Pánuco y se divide en varias subcuencas correspondientes a la cuenca D (Río Moctezuma) y la subcuenta P de los lagos de Texcoco y Xaltocan, el Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ecatepec (SAPASE) administra y distribuye agua a través de la extracción de 69 pozos, con los que se aportan 81 millones de m<sup>3</sup>/año; en cuanto a la comunicación y trasmisión se cuenta con la infraestructura para el acceso a estas, tanto en dependencias públicas como los servicios privados, oficinas de telégrafos y del Servicio Postal Mexicano (SEPOMEX).

Se cuenta con aproximadamente 26 subestaciones que, junto con las líneas de transmisión locales, cubren aproximadamente el 97.1% del servicio; el 55% corresponde al sector industrial, 24% al doméstico y el 21% se canaliza para la operación de comercios y servicios. Sin embargo, debido a la falta de derechos de vía y predios para subestaciones, la Comisión Federal de Electricidad enfrenta dificultades para realizar obras que cubran las demandas no previstas debido al acelerado crecimiento de algunas zonas.

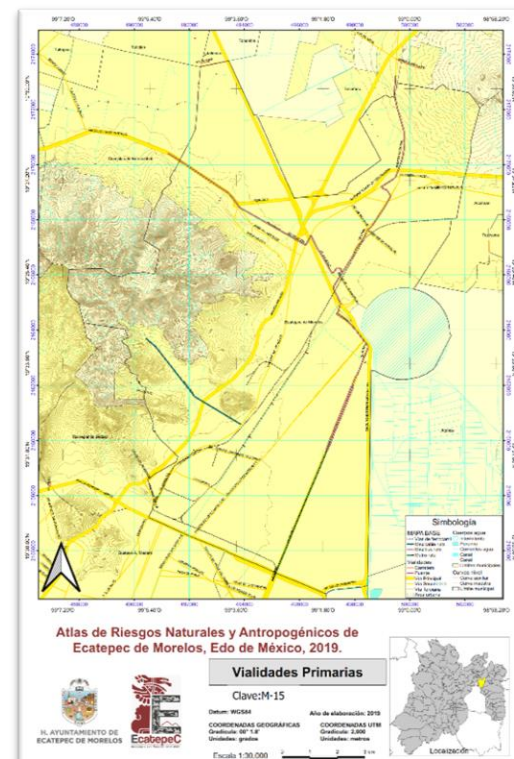
Ecatepec cuenta con la subestación de San Cristóbal-Cerro Gordo, que junto con la Termoeléctrica de San Isidro Atlautenco, abastecen de energía eléctrica al Municipio a través de 12 líneas de conducción de alta tensión.

Hablando de vías de comunicación una de las más antiguas e importantes del país es el ferrocarril se cuenta con ramales y troncales que comunican al centro del país con el bajío y norte del mismo, su operación en la actualidad es exclusivamente de carga, La infraestructura ferroviaria está constituida por el derecho de vía del ferrocarril México-Veracruz que atraviesa el Municipio en sentido sur-norte y se desvía al oriente al llegar a jardines de Morelos, a través de éste se transportan una amplia gama de productos que es embarcada y desembarcada en los puertos de Veracruz y Coatzacoalcos.

En cuestión de vialidades el núcleo de la estructura primaria de la vialidad da continuidad a la existente en la Ciudad de México, la carretera principal hacia el norte del país es la México-Pachuca, eje carretero Lechería- Texcoco, la conectividad del municipio con respecto a la Zona Metropolitana del Valle de México, se da a través de siete ejes regionales metropolitanos que cruzan su territorio, cuatro en sentido longitudinal que lo comunican con la Ciudad de México

y el municipio de Netzahualcóyotl al sur, con Tecámac al norte, y tres en sentido transversal que lo comunican con Coacalco al poniente y Tepexpan al oriente al extremo norte con Tlalnepantla, los ejes Norte son la Autopista México-Pachuca, la Vía Morelos con su continuación

Avenida Nacional, Avenida Central con su continuación que es Avenida Hank González, Circuito Mexiquense.<sup>13</sup> Los ejes transversales son: Vía José López Portillo su continuación carretera Lechería- Texcoco, Autopista México-Pirámides y el Periférico Norte-Río de los Remedios. Existen 62 estaciones de servicios (gaseras, gasolineras) de diferentes empresas, 17 cementerios municipales.



Mapa 15 Vialidades Primarias

Fuente: Elaboración propia Datos de INEGI

<sup>13</sup> Datos IGECM 2016.

## V IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y PELIGROS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES

### V.1 Fenómenos Geológicos

#### V.1.1 Vulcanismo

El vulcanismo hace referencia a todos los fenómenos relacionados con el ascenso del magma (roca fundida) desde el interior de la tierra a la superficie terrestre, el vulcanismo al igual que los sismos son unas de las principales manifestaciones de la energía interna del planeta y afecta principalmente a zonas inestables de la corteza terrestre. “La actividad volcánica tiene una relación directa con la existencia de calor en zonas relativamente profundas de la corteza, las cuales son conocidas como cámaras magmáticas. Éstas se caracterizan por presentar temperaturas y presiones más elevadas que las de los materiales que las rodean, y en su interior coexiste una mezcla de materiales en estado sólido, líquido y gaseoso llamado magma.” (Elizarrarás, 2019)

Como se sabe, las erupciones volcánicas son un fenómeno natural que se presentan con relativa frecuencia en México, ya que se encuentra situado en una región con importante actividad volcánica; de los casi 3000 volcanes que tiene el país, 22 son considerados activos. Muchas poblaciones importantes están ubicadas a lo largo del eje volcánico y se han asentado ahí debido a la calidad de los suelos y el clima (De la Rosa, 2002).

#### A. ¿Qué es un volcán?

Los volcanes son puntos de relieve que comunican directamente la superficie terrestre con las capas interiores a la corteza, donde, debido a su elevada temperatura presente, las rocas se encuentran en estado de fusión (magma). Durante períodos de actividad, las zonas más débiles de la corteza de la Tierra se rompen por las altas temperaturas y presión interna, originando así un proceso de erupción, donde los volcanes expulsan una gran cantidad de materiales ya sean líquidos o semifluidos (lavas), sólidos (cenizas, fragmentos de roca) y gaseosos.

#### B. Tipos de volcanes de acuerdo con su morfología

##### i. Conos de escoria o ceniza

“Los conos de escoria son edificios volcánicos de pequeño tamaño y forma geométrica sencilla, construidos por la acumulación de fragmentos alrededor de un centro eruptivo. Son el tipo de edificio volcánico más común en el planeta y representan también a la mayoría de los miles de volcanes monogenéticos existentes en el Cinturón Volcánico Trans-mexicano.” (Marie-Noelle, y otros, 2016). De acuerdo con estudios, los conos de escoria se asocian con erupciones cortas y usualmente a través de un solo conducto, a diferencia de los estratovolcanes o volcanes escudo, los cuales pueden hacer erupción por diferentes aperturas, están conformados por acumulaciones de ceniza que raramente ascienden más de 400 m de altura.

Un estudio detallado de varios conos de escoria localizados dentro del Cinturón Volcánico Trans-mexicano revela una amplia variedad en las erupciones que los caracterizan, indicando a su vez que la “vida” de estos

volcanes puede durar desde varios meses hasta 30-40 años y ser prácticamente constante en la magnitud de sus explosiones o sufrir cambios importantes con el tiempo.

Probablemente el cono de escoria más famoso en México es el Parícutín, que creció en un campo de maíz en el año de 1943. Las erupciones continuaron durante nueve años, formándose un cono de 424 metros de altura, y produciendo flujos de lava que cubrieron un área aproximada de 25 km<sup>2</sup>, desapareciendo del mapa varios pueblos, dejando solo como muestra de la ubicación de uno de ellos la torre de la Iglesia de San Juan.

Es de suma importancia entender las causas de estas variaciones para evaluar los peligros de esta actividad y diseñar sistemas de monitoreo adecuados.

##### ii. Volcanes escudo

Un volcán escudo es un volcán de grandes dimensiones, cuyo diámetro es mucho mayor que su altura, están formados por la acumulación sucesiva de flujos de lava muy fluida capaz de viajar grandes distancias, por lo que son de considerable altura y pendiente ligera. La topografía es suave y su cima forma una depresión poco definida y pueden llegar a ser tan grandes, que en ocasiones se confunden con cadenas montañosas.

Los volcanes escudo tienen erupciones recurrentes que pueden durar millones de años. Como ejemplo de este tipo de volcanes están los volcanes hawaianos y los de las Islas Galápagos. Ocasionalmente se observan volcanes de escudo con un cono de ceniza o escoria en su cúspide, como es el caso de los volcanes de Hawái.

##### iii. Estratovolcán o volcán poligenético

Los estratovolcanes son edificios volcánicos escarpados de gran altura superando los 2,500 metros de altura y con formación cónica construidos por la múltiple sobreposición de materiales expulsados por el volcán a lo largo de su evolución. Esto quiere decir que el volcán ha formado su cono poco a poco en cada erupción, poniendo una capa de material sobre otra, la cual es enfriada rápidamente creando así estratos de distintos materiales, que pueden ser lavas, escorias, cenizas, bombas volcánicas y/o flujos piroclásticos. Este tipo de volcán también es conocido como volcanes poligénéticos presentan erupciones periódicas y se caracterizan por ser muy explosivas.

Como ejemplo de este tipo de volcán en nuestro país se encuentran: El Popocatepetl con 5,452 msnm y el volcán de Colima con 3960 msnm.

#### C. Tipo de erupciones volcánicas



De acuerdo con la naturaleza de la erupción, la actividad volcánica se puede clasificar en diversos tipos: Hawaina, Estromboliana, Vulcaniana, Peleana, y Pliniana.

Las erupciones volcánicas resultan del ascenso del magma que se encuentra en la parte interna o debajo de un volcán activo. Cuando el magma se acerca o alcanza la superficie, pierde todos o parte de los gases que lleva en solución, formando gran cantidad de burbujas en su interior. Las erupciones son emisiones de mezclas de magma (roca fundida rica en materiales volátiles), gases volcánicos que se separan de este (vapor de agua, bióxido de carbono, bióxido de azufre y otros) y fragmentos de rocas de la corteza.

A continuación, se describen los tipos de erupciones volcánicas

### **i. Erupción efusiva o Hawaiana**

Las erupciones hawaianas son los tipos más tranquilos de eventos volcánicos, dominadas por la salida continua de lava de baja viscosidad que puede formar flujos o ríos de lava, llegando a cubrir extensas áreas a cientos de metros del cráter. El gas se libera fácilmente. La extrusión puede durar varios minutos o días y son típicas de volcanes escudo. La erupción histórica más larga, ocurrió en Islandia en 1783, y produjo 15 km cúbicos de material en 8 meses.

### **ii. Erupción Estromboliana**

Las erupciones estrombolianas están caracterizadas por una intermitente explosión o fuente de lava basáltica de viscosidad mayor a la Hawaiana, proviene de un solo cráter o fisura. Cada episodio de ésta obedece a la liberación de gases volcánicos, lo que ocurre típicamente, cada varios minutos, algunas veces en forma rítmica y otras en forma irregular. Debido a que los gases pueden desprenderse con facilidad, no se producen cenizas Este tipo de erupciones originan columnas eruptivas de hasta 10,000 m de altura.

### **iii. Erupción Vulcaniana**

Estas erupciones desprenden grandes cantidades de gases de un magma poco fluido que se consolida con rapidez, lanzando fragmentos de lava nueva que no toman una forma redondeada durante su viaje por el aire. Esto se debe a que la lava es muy viscosa y ya está solidificada. Producen columnas eruptivas de 10 a 20 km de altura, con velocidades iniciales de hasta 200 m/s.

### **iv. Erupción Peleana**

Se caracteriza por ser una explosión muy violenta, debido a la solidificación de un magma muy viscoso en la chimenea de un volcán, es decir, se crea un tapón que impide la salida de gases y magma. Al acumularse los gases y el magma, la presión se incrementa y finalmente explota la chimenea. A raíz de esta explosión

hay una emisión violenta de nubes ardientes que se deslizan con gran rapidez por los flancos del volcán, arrasando con todo a su paso.

### **v. Erupción Pliniana**

Estas erupciones son las más explosivas; la presión de los gases es muy elevada provocando explosiones muy violentas, forman enormes columnas de tefra y gas que se elevan hasta la estratósfera (entre 20 y 45 km). Las emisiones son continuas y de magma viscoso. Algunas de estas erupciones han provocado que cantidades de aerosoles (pequeñas gotas de líquidos) queden en la estratósfera, provocando que la temperatura en la superficie de la Tierra baje un poco.

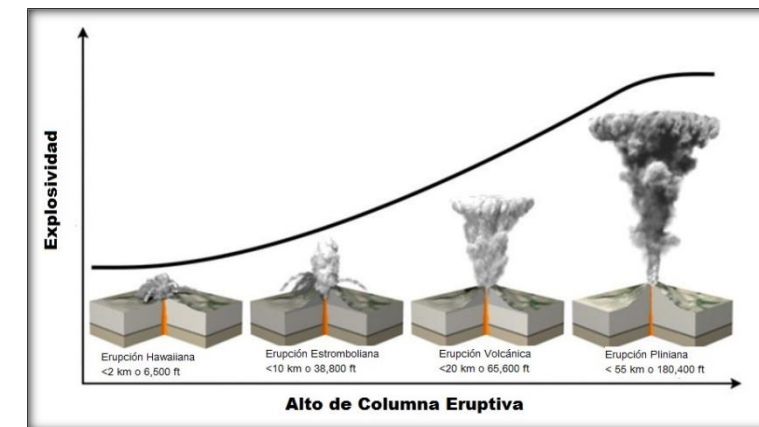


Ilustración 1 Explosividad relativa y alto de columna resultante

Tomada de: The COMET Program/USGS

Tabla 30 Índice de Explosividad Volcánica (VEI, por sus siglas en inglés).

VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Descripción</b>	No explosiva	Pequeña	Moderado	Moderada a grande	Grande	Muy grande	--	--	--
<b>Volumen emitido (m<sup>3</sup>)</b>	<10,000	10,000 – 1,000,000	Uno a Diez millones	Diez a cien millones	Cien a mil millones	Uno a diez km <sup>3</sup>	Diez a cien km <sup>3</sup>	Cien a mil km <sup>3</sup>	Más de 1000 km <sup>3</sup>
<b>Altura de la columna (km)</b>	0.1	0,1-1	1-5	3-15	10-25	Más de 25	--	--	--
<b>Duración en horas</b>	-1	-1	1-6	1-6	1-12	6-12	Más de 12	--	--
<b>Inyección a la troposfera</b>	Mínima	Leve	Moderada	Sustancial	Grande	--	--	--	--
<b>Inyección a la estratosfera</b>	Nula	Nula	Nula	Posible	Definida	Significativa	Grande	--	--

Fuente: Adaptado de: Newhall Self (1982)

## **D. Peligro por vulcanismo en el municipio de Ecatepec de Morelos**

Como se mencionó anteriormente, el municipio de Ecatepec de Morelos se encuentra dentro de la provincia geológica denominada como Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), es la mayor concentración de volcanes en México, donde se tiene una gran variedad de formas volcánicas como campos de conos monogenéticos, estratovolcanes con elevaciones en torno a los 4,000 m, así como volcanes escudo. Debido a esta ubicación, el territorio municipal es susceptible a la aparición de nuevos volcanes o a la erupción de los volcanes activos cercanos, sin embargo, no es posible predecir la aparición de un nuevo volcán en una

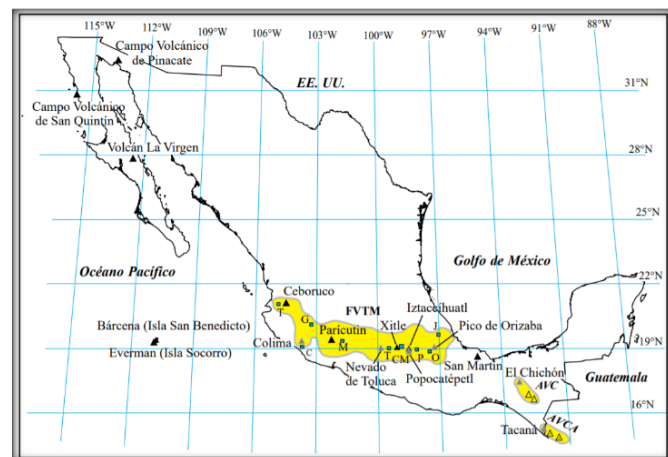


Ilustración 2 Localización de los principales volcanes de México.

Fuente: Imagen tomada de: (Macías 2005)

zona geográfica dada, ni predecir un evento eruptivo de un volcán activo, por lo que se realizan monitoreos continuos para detectar a tiempo algún suceso y poder así prevenir a las comunidades en riesgo con planes de emergencia y medidas de mitigación.

La FVTM se define como un arco magmático continental, constituido por cerca de 8 000 estructuras volcánicas y algunos cuerpos intrusivos, que se extiende desde las costas del Pacífico, en San Blás, Nayarit y Bahía de Banderas, Jalisco, hasta las costas del Golfo de México en Palma Sola, Veracruz. La provincia tiene aproximadamente 1000 km de longitud y una amplitud irregular entre los 80 y 230 km, y se distribuye con una dirección preferencial E-

W en su parte central y oriental, NW-SE. (Tuena, Ma. Teresa Orozco-Esquivel, & Luca Ferrari, 2005), ubicada dentro del paralelo 19°, alberga a los principales volcanes activos del país. Su vulcanismo es extremadamente variado, desde actividad efusiva cuyos productos más importantes son los derrames de lava, hasta erupciones altamente explosivas con predominio de depósitos piroclásticos tanto de flujo como de caída.

Los volcanes activos de estas cadenas están ubicados en el extremo sur de las mismas. Estas cadenas están formadas por los volcanes Cántaro-Nevado de Colima-Colima, Tláloc-Telapón-Iztaccíhuatl-Popocatepetl y Cofre de Perote-Las Cumbres-Pico de Orizaba-Sierra Negras. (Macías, 2005) (Ver ilustración 2)

El territorio del municipio de Ecatepec de Morelos no cuenta con aparatos volcánicos activos. Tanto la Sierra de Guadalupe como la Sierra de Chiconautla son “inactivas”, por lo que el nivel de riesgo volcánico es bajo, pero se tienen registros de caída de ceniza proveniente del volcán Popocatepetl, localizado a 75.1 Km de distancia. Otro aparato volcánico cercano al municipio es el Nevado de Toluca, localizado a una distancia aproximada de 90.8 Km.

## I. Volcán Popocatepetl

El volcán Popocatepetl, es un estratovolcán andesítico-dacítico, localizado a 65 km al sureste de la Ciudad de México, a 45 km al Oeste de la Ciudad de Puebla y 75 km aproximadamente al sureste del municipio de Ecatepec. Tiene una elevación de 5,419.43 msnm (Fonseca, 2017) y un cráter de geometría elíptica de 800 x 600 m y aproximadamente 307 m de profundidad. Su edificio cubre un área de 500 km<sup>2</sup> abarcando los estados de Puebla, México y Morelos, “Tiene menos de 25 mil años y se formó encima de otro que se

colapsó. Éste es uno de los más activos en nuestro país y del cual se han registrado históricamente erupciones de ceniza, pómez, lava y nubes ardientes”. (Santillán, 2014)

En el historial eruptivo del volcán Popocatepetl se han reconocido al menos 7 erupciones plinianas de gran magnitud durante los últimos 25,000 años (Pleistoceno Tardío al Holoceno). Además, se tienen registradas numerosas erupciones de menor magnitud (mayoritariamente vulcanianas), las cuales ocurrieron en época histórica. (Fonseca, 2017) En Tabla 31 Historia eruptiva del volcán Popocatepetl, se presenta la historia eruptiva del volcán.

Tabla 31 Historia eruptiva del volcán Popocatepetl

AÑO	ACTIVIDAD
>430,000 a.P.	Gran erupción tipo Bezimianyi destruye el edificio volcánico del volcán Nexpayantla
23,655 a 22,000 a.P.	Gran erupción tipo Sta. Helena destruye el edificio volcánico del volcán Ventorrillo
14,430+190 a 12,900+40 a.P.	Gran erupción pliniana destruye el volcán El Fraile. Caen ceniza y pómez en el Valle de México. PB&n PWA (Tutti-Frutti)
9,600 a.P.	Erupción pliniana grande P-4
4,900 a.P.	Erupción pliniana grande P-3
1,800 a.P.	Erupción pliniana grande P-2
1,235+50 a 855+55 a.P.	Erupción pliniana grande P-1
1354 d.C.	Erupción menor
1363 d.C.	Fumarolas
1509 d.C.	Erupción mayor, representada en los Códices Telleriano Remensis y Vaticano A Ceniza Negra
1512 d.C.	Fumarolas
1519 a 1530 d.C.	Erupción moderada seguida de actividad fumarólica.
1539 - 1549 d.C.	Erupciones moderadas. Explosiones esporádicas moderadas emiten ceniza y pómez.
1571 d.C.	Emisiones de ceniza
1592 d.C.	Fumarolas y emisiones de ceniza.
1642 d.C.	Fumarolas y emisiones de ceniza.
1663 a 1665 d.C.	Erupciones moderadas. Explosiones esporádicas moderadas emiten ceniza y pómez. Produce "el chimuelo" en La Corona.
1697 d.C.	Fumarolas
1720 d.C.	Erupción leve y actividad fumarólica
1804 d.C.	Fumarolas leves
1919 - 1927 d.C.	Erupción moderada. Explosiones esporádicas emiten ceniza y pómez. Se forma un pequeño domo de lava en 1924.

Tomada de: Historia de la actividad del VOLCÁN POPOCATÉPETL 17 años de erupciones CENAPRED

Después de un periodo de reposo, inició una nueva fase de actividad con una emisión de gases y cenizas el 21 de diciembre de 1994. La última etapa de actividad fue de 1920 a 1927, generando el crecimiento de domos de lava dentro del cráter, así como explosiones y emisiones de ceniza.

La nueva etapa de actividad ha sido monitoreada y estudiada en diversas áreas como son: Sismología, Petrología, Geoquímica, Percepción remota, Vulcanología física, Magnetometría, etc. Donde especialmente el monitoreo sísmico ha sido de gran ayuda para estudiar la actividad volcánica actual, la cuál es caracterizada por una gran actividad fumarólica y de emisiones de ceniza. Desde entonces se han registrado varios tipos de sismicidad, incluyendo miles de eventos de periodo largo (LP), volcanotectónicos (VT), así

como tremor volcánico, emisiones constantes de ceniza, pequeñas explosiones frecuentes, grandes explosiones esporádicas y la formación de al menos sesenta y nueve domos de lava. (Tabla 32 Etapas de la actividad del Popocatepetl a partir de 1994 Tabla 32)

Tabla 32 Etapas de la actividad del Popocatepetl a partir de 1994

Etapa	Periodo	Denominación
1	1 de enero de 1992 al 22 de octubre de 1994	Fase estable
2	23 de octubre al 21 de diciembre de 1994	Fase premonitora
3	21 de diciembre de 1994 al 1 de abril de 1995	Fase eruptiva
4	2 de abril de 1995 al 3 de marzo de 1996	Fase de limpieza de los conductos y fumarólica
5	4 de marzo 1996 a septiembre de 1996	Fase del primer domo de lava
6	Octubre de 1996 al 18 de agosto de 1997	Fase de actividad de pulsos casi-cíclicos
7	19 de agosto de 1997 al 24 de diciembre 1997	Fase de formación de un gran domo
8	25 de diciembre de 1997 al 22 de noviembre de 1998	Fase explosiva y de acumulación de energía
9	23 de noviembre de 1998 al 3 de enero de 1999	Fase muy explosiva
10	4 de enero de 1999 al 3 de septiembre de 1999	Fase posteruptiva y de relajación
11	4 de septiembre de 1999 al 15 de septiembre de 2000	Fase fallida de recarga
12	16 de septiembre de 2000 al 10 de diciembre de 2000	Fase de recarga
13	11 de diciembre de 2000 al 23 de enero de 2001	Crecimiento rápido del domo y fase eruptiva intensa
14	24 de enero de 2001 al 31 de diciembre de 2002	Fase posteruptiva y formación frecuente de pequeños domos de lava
15*	1 de junio de 2002 a diciembre de 2003	Fase explosiva moderada y retorno a un periodo de relajación
16	Mayo 2003 a junio de 2005	Fase estable con mínima actividad
17	Julio de 2005 a 2009	Crecimiento de pequeños domos de lava
18	2010 y 2011	Fase de recarga, con el emplazamiento de domos cada vez más grandes

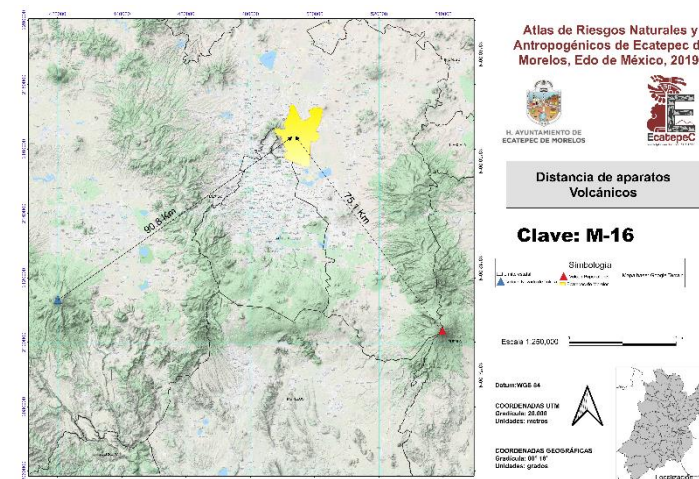
Fuente: Tomada de: Historia de la actividad del VOLCÁN POPOCATÉPETL 17 años de erupciones CENAPRED

Debido a la reactivación del volcán Popocatepetl, existe un peligro latente para las poblaciones asentadas en los límites del Estado de México, Puebla y Morelos. Para ciudades relativamente distantes del volcán, como son la Ciudad de México y Veracruz, existe la posibilidad de afectación por caída de ceniza. “Una erupción del volcán Popocatepetl podría afectar, potencialmente, a unos 20 millones de personas, casi la cuarta parte de la población total del país, lo que generaría un gran impacto económico.” (CENAPRED, Volcán Popocatepetl Estudios realizados durante la crisis de 1994-1995, 1995)

**a) Sismicidad debido a la actividad del volcán Popocatepetl**

La presencia de elementos tectónicos activos tales como sistemas de fallas, volcanes y sismicidad en la FVTM, está íntimamente relacionado con el proceso de subducción de las placas de Cocos y Rivera. (Lermo-Samaniego, Yanet Antayhua-Vera, & Marcos Chavacán-Ávila, 2006)

El monitoreo sísmico es una herramienta de gran ayuda para evaluar la actividad volcánica, con el fin de predecir erupciones volcánicas a corto plazo y determinar el tipo y grado de actividad de los volcanes (Tilling, 1993). Los movimientos de magma o flujos volcánicos producen generalmente señales sísmicas que preceden a periodos eruptivos. La comprensión de estas señales puede ser crucial para determinar el peligro volcánico. En 1993, después de 70 años de reposo, se observó un repentino aumento en la sismicidad del volcán Popocatepetl (G & Pomposo, 1994)



Mapa 16 Localización de los volcanes cercanos al Municipio de Ecatepec de Morelos.

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de peligro volcánico para el Municipio de Ecatepec de Morelos se consultó la memoria técnica del mapa de peligros del volcán Popocatepetl llamada: “Estudios geológicos y actualización del mapa de peligros del volcán Popocatepetl”, realizado por el Instituto de Geofísica de la UNAM en el año de 2016, considerando la extensión máxima de los depósitos originados por erupciones volcánicas pasadas que se clasificaron en tres escenarios de peligro volcánico, los cuales se resumen en la siguiente ilustración elaborada por el Instituto de Geofísica de la UNAM:



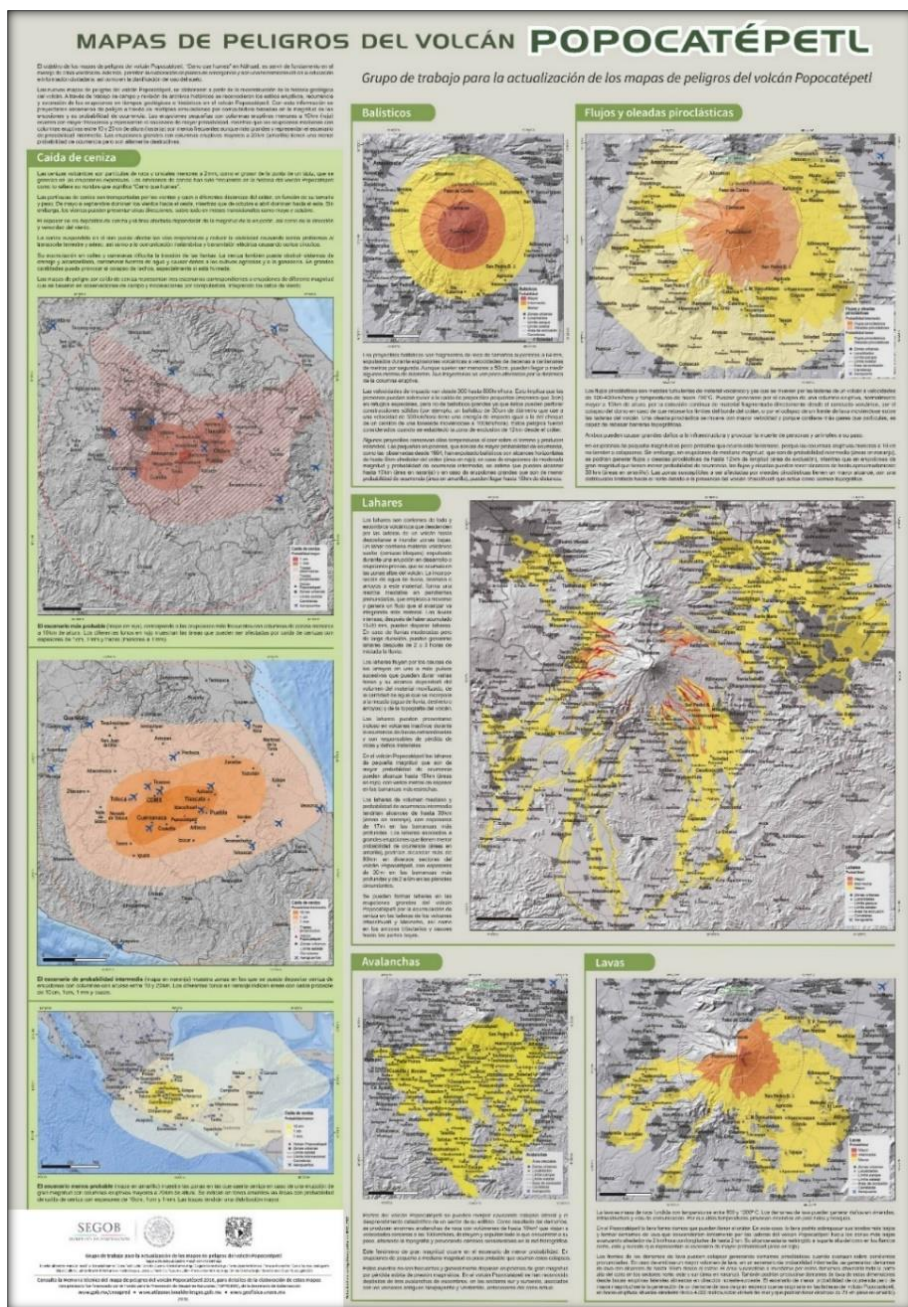


Ilustración 3 Mapa de peligros del Volcán Popocatepetl 2016

Tomado de: [geofisica.unam.mx](http://geofisica.unam.mx)

Tabla 33 Escenarios de peligro volcánico para el volcán Popocatepetl

Escenario	MENOR magnitud ("Pequeño" o núm.1 )	Magnitud INTERMEDIA (Intermedio o núm.2)	MAYOR magnitud ("Grande" o núm. 3)
Tipo erupción	Vulcaniana	Vulcaniana	Pliniana
Volumen (Km3)	0.001-0.01	0.01-0.5	0.5-3.5 (DRE)
ALTURA COLUMNA (Km)	1 a 10	10 a 20	20 a 40
Veí	1 a < 3	3 a 4	4 a 6

Erupciones de referencia	1997	2001; s. XVII	Ocre( ~ 4,950 a AP); Pómez Blanca ( ~ 23,500 a. AP)
Rango temporal	Anual a decenas de años	Centenares de años	Miles de años

Fuente: Estudios geológicos y actualización de mapas de peligros del volcán Popocatepetl UNAM

Los mapas de peligros del Popocatepetl en los que se presentan diversos procesos y magnitudes eruptivas se elaboraron a partir de la reconstrucción de la historia geológica del volcán, se basan en la magnitud de las erupciones y su probabilidad de ocurrencia y son de gran ayuda, ya que sirven de fundamento para la gestión del riesgo volcánico y el manejo de crisis volcánicas. Además, permite la elaboración de planes de emergencia volcánica, así como en la planificación del uso del suelo y son una herramienta útil en la educación e información ciudadana. (Pozzo, y otros, 2016)



Mapa 17 Mapa de dispersión de ceniza registrada por actividad volcánica de 1997

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED)

### vi. Peligro por caída de Ceniza en Ecatepec

Las cenizas volcánicas son partículas de roca y cristales menores a 2 mm que se generan en las erupciones explosivas. Las emisiones de ceniza han sido frecuentes en la historia del volcán Popocatepetl como lo refiere su nombre que significa "Cerro que humea" en Náhuatl. Las partículas de ceniza son transportadas por los vientos y caen a diferentes distancias del cráter en función de su tamaño y peso.

La emisión y dispersión de cenizas, es uno de los fenómenos más frecuentes de la actividad de este volcán, que ha afectado los estados de Puebla, Tlaxcala, La Ciudad de México e incluso el Estado de México, (Ver ilustración 3) convirtiéndose en una seria amenaza para la salud pública. Por otra parte, debido a la gran altitud del Popocatepetl, las emisiones de gas y ceniza volcánicas han afectado una región y espacio aéreo más amplios. Una futura erupción del volcán puede poner en peligro la seguridad del tráfico aéreo y afectar varios de los principales aeropuertos de México y países vecinos. Es por esto que los efectos de la actividad volcánica pueden catalogarse como de índole de seguridad nacional. (Fonseca, 2017)



## vii. Volcán Popocatepetl

De acuerdo con el mapa de peligros del Volcán Popocatepetl, del 2016, la distribución de la ceniza está controlada por la dirección y velocidad del viento, mismas que presentan variaciones con respecto a la altitud y época del año.

Tabla 34 Dirección de los vientos de acuerdo con la altitud y mes del año

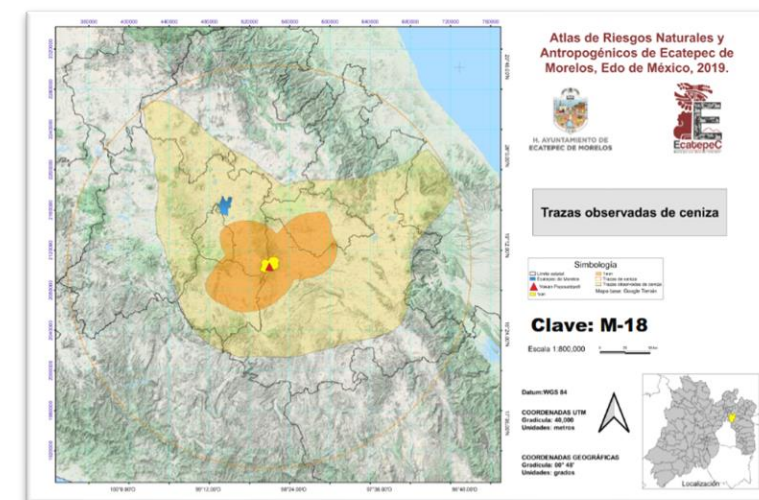
Altitud	Meses	Dirección de los vientos
5000 a 10,000 msnm	octubre a mayo	Este Este-Noreste Noreste
	junio-septiembre	Oeste Sureste Sur Suroeste
10,000 a 20,000 msnm	octubre a abril	Este
	junio a septiembre	Oeste Suroeste
	mayo	Variables
< a 20,000 msnm	octubre a marzo	Este y Sureste
	abril a noviembre	Oeste
	marzo, noviembre y diciembre	Noreste

Fuente: Tabla realizada con daos de: (Fonseca, 2017)

La velocidad promedio del viento por debajo de los 20,000 msnm, es de 5 m/s, aunque en enero llega a presentar velocidades de 15 m/s. Arriba de los 20,000 msnm, el viento puede alcanzar velocidades de 10 a 15 m/s, y en los meses de julio y septiembre puede llegar a 30 m/s. (Delgado Granados , Arciniega , & Calvario, 1986)

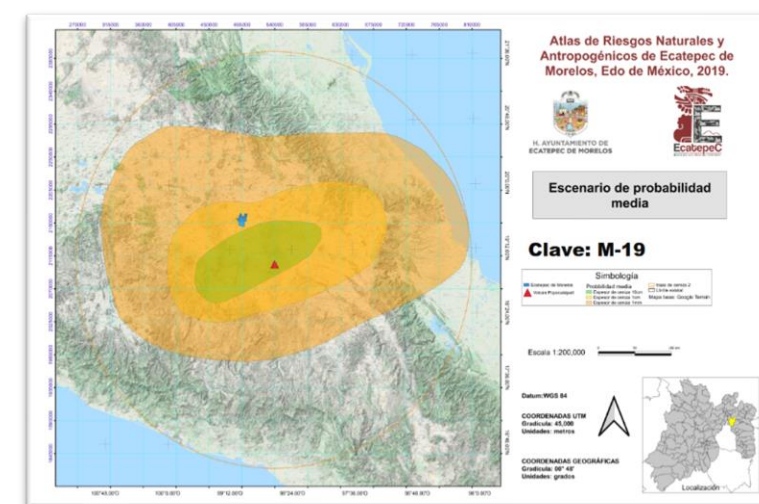
Los impactos que tiene la ceniza pueden pasar desapercibidos y la ceniza fina puede permanecer mucho tiempo en la atmosfera, incluso después de que la erupción ha terminado. La ceniza volcánica afecta a la población de diferentes formas; principalmente a la salud (dificultad para respirar e irritaciones en piel y ojos), puede reducir la visibilidad causando serios problemas para la comunicación inalámbrica y transmisión eléctrica causando cortos circuitos. Su acumulación en calles y carreteras dificulta la tracción de las llantas. La ceniza también puede obstruir sistemas de drenaje y alcantarillado, contaminar fuentes de agua y causar daños a los cultivos agrícolas y a la ganadería. En grandes cantidades puede provocar el colapso de techos de viviendas, especialmente si está húmeda. (Pozzo, y otros, 2016)

Las emisiones de ceniza con columnas de ceniza menores a 10 km de altura, como las que han estado ocurriendo de 1994 a la fecha, son las más frecuentes y conforman el escenario de mayor probabilidad (Ver Mapa 18)



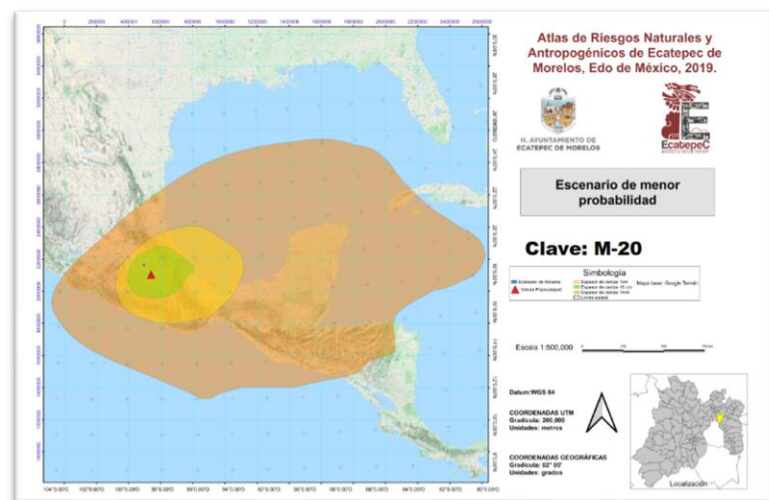
Mapa 18 Mapa de Peligros. Ceniza. Escenario de mayor probabilidad.

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED)



Mapa 19 Mapa de Peligros por ceniza. Escenario de probabilidad intermedia.

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED)



Mapa 20 Mapa de Peligros por ceniza. Escenario de menor probabilidad.

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED)

En los mapas 21 y 22 se observa las áreas afectadas por la caída y dispersión de cenizas con diferentes espesores (10 cm, 5 cm y 1 mm) en caso de la ocurrencia de una erupción pliniana como la que define el escenario eruptivo de mayor magnitud, considerando las características de dirección y velocidad de vientos de un período anual

### viii. Volcán Nevado de Toluca

El volcán Nevado de Toluca, se localiza a 90.8 km de Ecatepec, es un estratovolcán caracterizado por erupciones violentas de tipo pliniano, está constituido por flujos de lava de composición andesítico-dacítica, y tiene altitud de 4680 msnm; su cráter principal es alargado con dirección E-W, sus flujos de lava y depósitos piroclásticos rodean al volcán en todas direcciones. (Caballero García & Capra Pedol, 2007) Es uno de los cuatro volcanes más altos de México ubicado en la porción intermedia de la FVTM.

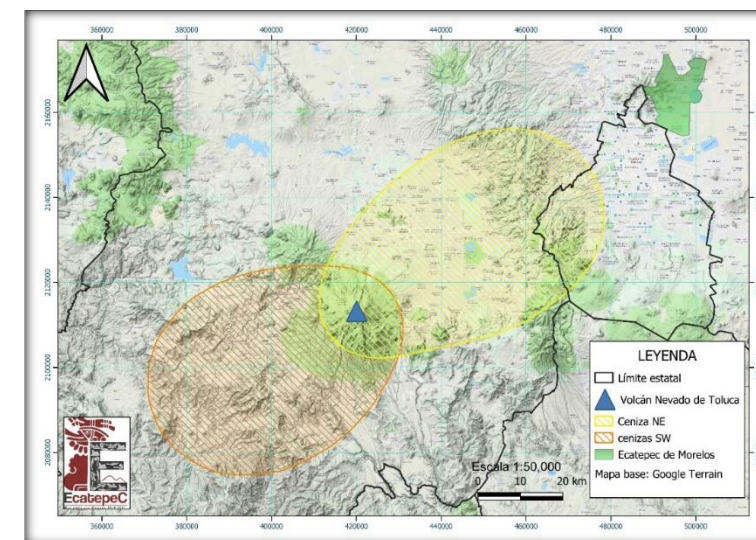
A lo largo de su historia geológica ha tenido erupciones violentas acompañadas de flujos piroclásticos, lahares, avalanchas, caída de cenizas y pómez. Durante los últimos 50,000 años, este volcán ha presentado al menos ocho erupciones vesuvianas, cuatro plinianas, una ultrapliniana, y tres erupciones acompañadas de la destrucción de domos. Además, en los últimos 100,000 años han presentado dos avalanchas de escombros. (Aceves Quesada, López Blanco, & Martin del Pozzo, 2006)

El resto de las estructuras volcánicas que integran al Nevado de Toluca y sus alrededores (domos, flujos de lava y conos), los cuales abarcan un área aproximada de 1,200 km<sup>2</sup>, y la mayoría están cubiertos por diversos procesos eruptivos, tectónicos y glaciales que han acontecido en el lugar; depósitos piroclásticos de pómez y ceniza que fueron emitidos por el volcán durante erupciones de tipo explosivo.

La actividad se puede dividir en dos etapas: durante la primera, entre 1.2 y 1.6 Ma AP, se formó el volcán primitivo compuesto de lavas andesíticas sobre un basamento compuesto por secuencias metamórficas y

sedimentarias (Cantagrel, Robin, & Vincent, 1981). La segunda etapa (100,000 años AP) se inicia con dos colapsos gravitacionales que produjeron las avalanchas. Una erupción pliniana, que ocurrió hace 43,000 ± 2,000 años. Después de este evento eruptivo se presentan dos eventos de destrucción de domos que producen el depósito de los flujos de bloques y ceniza Zacango (37,000 ± 1,125 años) El Capulín (28,925 +625/-580 años). (Bloomfield & Valastro, 1977)

El Instituto de Geofísica de la UNAM, determinó con base en el estudio de los productos eruptivos emitidos por el Nevado de Toluca, que los flujos piroclásticos representan el peligro volcánico más importante, por su frecuencia y por el área que han cubierto en las erupciones pasadas. Después están los lahares, seguidos por la caída de cenizas y finalmente las avalanchas de escombros. Mediante un análisis que se plasmó en cartografía de riesgos, se determinó que ningún evento eruptivo podría afectar más allá del Valle de Toluca, por lo que se descarta totalmente una afectación al Municipio de Ecatepec en caso de un evento eruptivo, es decir, el peligro que representa para el territorio de Ecatepec es nulo.



Mapa 21 Mapa de Peligros. Ceniza. Escenario de menor probabilidad (Nevado de Toluca)

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED)

### ix. Sierra de Guadalupe

Como se mencionó anteriormente, parte de la Sierra de Guadalupe está localizada dentro del municipio de Ecatepec de Morelos, está constituida por al menos 8 estratovolcanes (Guerrero, Zacatenco, Jaral, María Auxiliadora, Los Díaz, Tres Padres y Moctezuma), formados por poderosas erupciones explosivas, y por domos resultado de la actividad extrusiva, como son el Gordo, Chiquihuite, Tepeyac, Tenayo, y otros. (Lugo Hubp & Salinas Montes, 1996), asociados a estas estructuras se encuentran depósitos de caída, avalanchas, lahares, flujos piroclásticos y de lava.

De acuerdo con estudios realizados en la Sierra de Guadalupe, se distinguen dos tipos de actividad volcánica; el primero, y más antiguo se caracteriza por procesos explosivos de gran intensidad que culminaron con procesos extrusivos, el segundo tipo lo representan los procesos efusivos que son escasos y de corta extensión (Lugo Hubp & Salinas Montes, 1996)



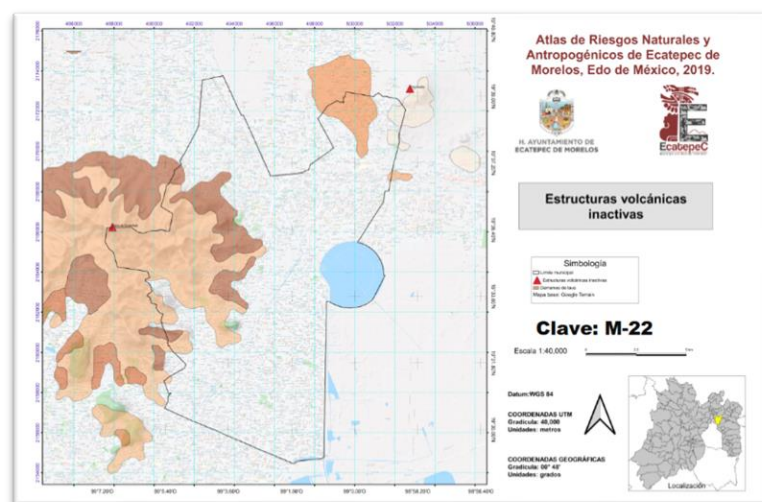
La actividad volcánica inició con la formación de la fosa Barrientos, a la que se le ha calculado una edad de 14 a 16 Ma (Mioceno) a través de estudios radiométricos realizados en las rocas dacíticas, (Lozano Barraza, 1968)

Al parecer la última actividad eruptiva de Sierra de Guadalupe tuvo lugar hace aproximadamente 11,500-10,000 años (Pleistoceno superior), dando como resultado la formación de un cono de escoria en el poblado de Guadalupe Victoria, (F., 1965)

La actividad volcánica en la Sierra de Guadalupe inició aproximadamente hace de 16 Ma y aparentemente desde hace 10,000 años no se ha reportado nueva actividad, sin embargo, debido a la juventud de las unidades volcánicas, es posible que pudieran llegar a presentar algún tipo de actividad en un futuro. En la actualidad no ha sido registrada ningún tipo de actividad volcánica, por lo que no se considera que representen algún tipo de peligro a corto plazo para el municipio de Ecatepec de Morelos.

### x. Derrames de lava y flujos piroclásticos antiguos

Se realizó la interpretación cartográfica que muestra la ubicación y extensión de los derrames lávicos que se encuentran dentro del municipio de Ecatepec de Morelos y sus alrededores. Esta delimitación es importante para definir áreas propensas a la erosión, la cual es un factor para que un proceso de remoción en masa se presente en un determinado lugar. Para ello se delimitaron unidades volcánicas en función a sus características morfológicas a partir de las curvas de nivel y de imágenes de satélite con el trazo de polígonos que representan la morfología de los derrames lávicos, a través de la interpretación de imágenes de satélite para el trazado de polígonos que representan los derrames lávicos de la zona, así como la identificación de la morfología de los derrames lávicos a partir de la interpretación de las curvas de nivel



Mapa 22 Derrames de lava antiguos en el Municipio de Ecatepec de Morelos y alrededores.

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED)

### E. Amenaza por ceniza volcánica

De acuerdo con el análisis del peligro volcánico para el municipio de Ecatepec, es representado por la caída de cenizas provenientes del Volcán Popocatepetl, que actualmente es la única fuente volcánica que se encuentra en erupción, dentro del área de peligro para el municipio.

En las gráficas de la Ilustración 4 se muestra la estimación de espesores de ceniza volcánica en función de la distancia, con **escenarios eruptivos** obtenidos con el modelo SECCVO del volcán Popocatepetl; este modelo calcula la distribución del espesor de los depósitos de ceniza resultantes de posibles erupciones de diferentes intensidades y duraciones tomando como función la distancia y condiciones de viento. (Reyna, 2001)

Para esta estimación, se consideraron los siguientes parámetros:

- Erupciones con duraciones de 2, 4 y 6 horas
- Velocidad del viento de 50 km/h con dirección hacia el municipio
- Alturas de columnas eruptivas:
  - Primer caso (I) erupciones moderadas en el rango de 4 a 14 km, con una probabilidad de ocurrencia de  $10^{-3}$
  - Segundo caso (II) grandes alturas de columna en el rango de 16 a 26 km con una probabilidad de ocurrencia de  $10^{-4}$  (Reyna, 2001).

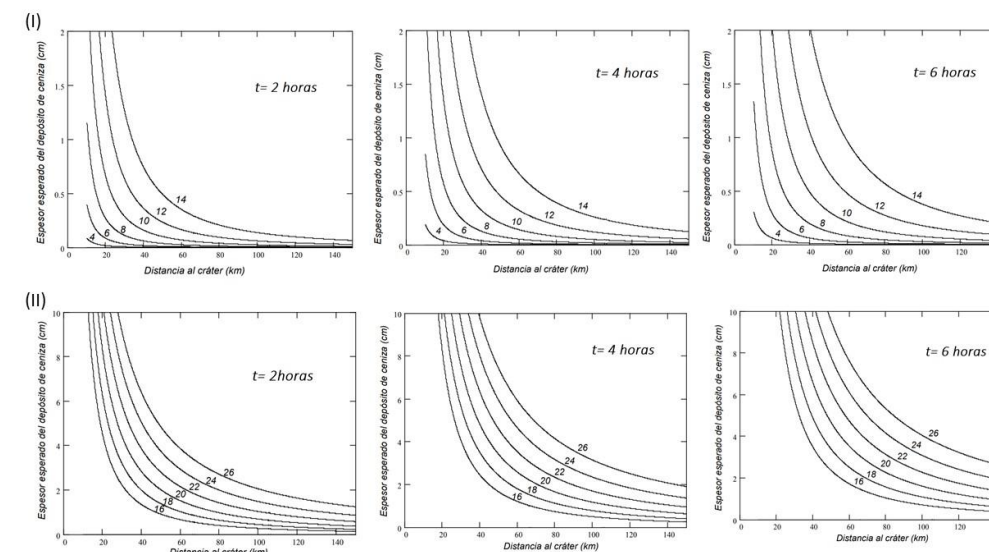


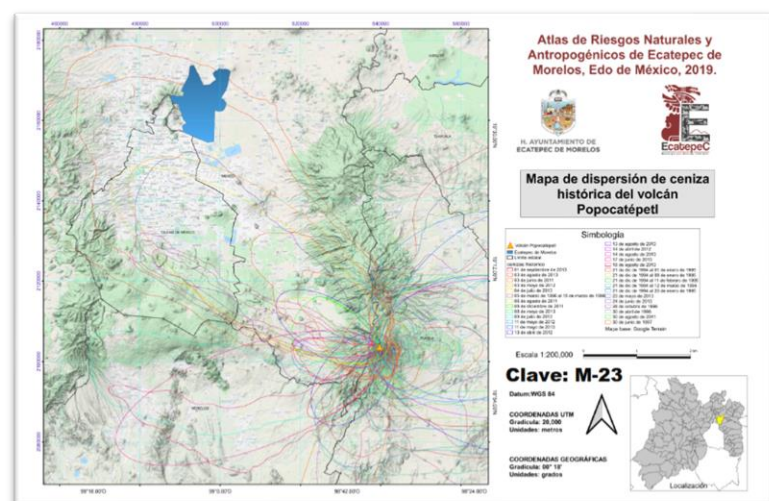
Ilustración 4 Estimación de espesores de cenizas volcánicas en función de la distancia, para erupciones del volcán Popocatepetl, en eventos de 2, 4 y 6 horas de duración, con velocidad del viento de 50km/h y columnas eruptivas de (I) 4, 6, 8, 10, 12 y 14 km y (II) 16, 18, 20, 22, 24 y 26 km (Reyna, 2001)

A partir de los gráficos, se observa que el espesor esperado para la zona de Ecatepec varía de alrededor de 0.1 cm, para un evento de dos horas de duración y una columna de 4 km de altura, y hasta 4.5 cm de espesor para el escenario extremo de una erupción con duración de 6 horas y una columna eruptiva de 26 km de altura.

Como se mencionó anteriormente, se debe tomar en consideración que las cenizas volcánicas pueden afectar áreas muy extensas y por lo tanto a un gran número de personas, además que la ceniza más fina puede permanecer en el aire por varios días y hasta por algunas semanas, llegado a alcanzar distancias de hasta varios cientos de kilómetros del volcán que las originó. Pueden provocar efectos nocivos para la salud

de personas y animales, afecta el clima, se acumulan en vías de comunicación terrestres obstruyendo el paso, y llega a ser resbalosa, al mezclarse con agua puede conducir la electricidad, produciendo cortocircuitos, también se acumulan en techos, donde 10 cm de espesor representará una carga extra de 40-70 kg/m<sup>2</sup> si está seca, y de 100-125 kg/m<sup>2</sup> si está húmeda, provocando el colapso de los techos, sin embargo, en contraste con otros peligros volcánicos, los efectos de la ceniza pueden ser mitigados mediante una adecuada planificación y preparación (Martínez Bringas & Gómez Vázquez, 2014). En la Tabla 1, se presentan algunos de los efectos de este peligro volcánico.

Tomando en cuenta la dispersión de cenizas históricas que se han manifestado a lo largo de la actividad volcánica del volcán Popocatepetl (Mapa 23), y en función de la baja probabilidad que presentan cualquiera de las fuentes volcánicas cercanas a Ecatepec, de generar un fenómeno volcánico de tal magnitud que pudiera, en un momento dado, afectar a la zona de acuerdo con las condiciones actuales provenientes del Nevado de Toluca y La Sierra de Guadalupe, se puede considerar que la amenaza en el municipio de Ecatepec es de nivel **BAJO**.



Mapa 23 Dispersión de cenizas históricas

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas Nacional de Riesgos.

Tabla 35 Resumen general de los efectos de las cenizas volcánicas

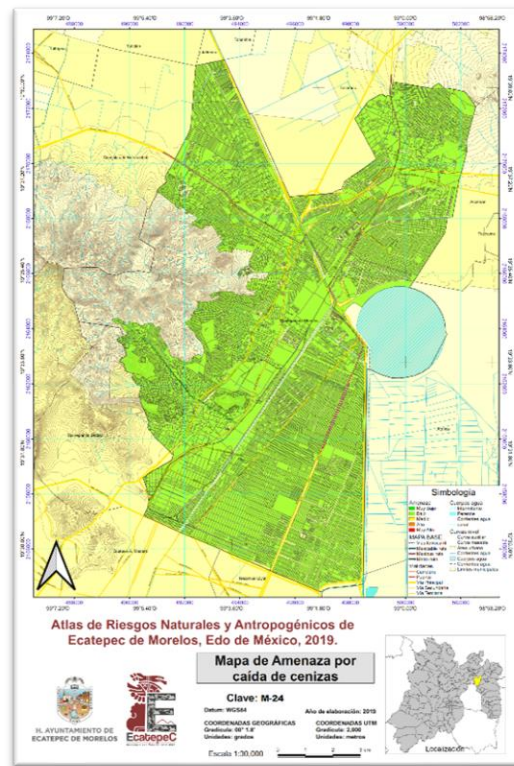
Efectos de la caída de cenizas (Varía dependiendo del volumen del material expulsado y la duración o intensidad de la erupción)
<ul style="list-style-type: none"> <li>La inhalación de la ceniza puede provocar el empeoramiento de enfermedades pulmonares, asma, silicosis por exposición prolongada al aire libre.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede provocar también trastornos gastrointestinales por la ingestión de agua contaminada con flúor y posiblemente con metales pesados (arsénico, mercurio, etc.) o por la ingestión de alimentos contaminados.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede causar daños oculares como conjuntivitis y abrasiones en la córnea.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Colapso de tejados: Capas de ceniza de 2 a 3 cm de espesor pueden causar el colapso de tejados con pendientes menores a 20°; y/o con estructuras de mala calidad.</li> </ul>

### Efectos de la caída de cenizas (Varía dependiendo del volumen del material expulsado y la duración o intensidad de la erupción)

- La ceniza fina puede causar contaminación en ambientes interiores limpios como quirófanos, laboratorios farmacéuticos, mecánica de precisión, óptica, en la industria de la alimentación, etc.
- Los equipos electrónicos pueden sufrir importantes daños tanto por la capacidad abrasiva de la ceniza como por su comportamiento eléctrico, ya que la ceniza humedecida es altamente conductiva pudiendo provocar cortocircuitos. Se debe tener especial cuidado con sistemas de agua, bombas, filtros y válvulas muy susceptibles a sufrir daños por la caída de cenizas.
- Interferencias de radio y televisión, así como fallas en el suministro eléctrico.
- Capas de 1 a 2 cm. de ceniza puede provocar daños de suma importancia en la industria con equipamiento mecánico, eléctrico o químico. La maquinaria expuesta deberá ser sometida a cuidadoso procedimiento de limpieza, para evitar posteriores problemas por efecto de la abrasión. Igualmente, la limpieza debe realizarse con maquinaria especialmente preparada para trabajar en medios muy abrasivos.
- La ceniza disminuye rápidamente la capacidad de filtración del suelo, taponando cañerías y cauces de agua, aumentando considerablemente el riesgo de inundaciones.
- Los efectos sobre la agricultura dependen del tipo de cultivo, de su grado de desarrollo y evidentemente del espesor de la capa de cenizas caída. Sin embargo, en climas cálidos la vegetación se recupera en muy poco tiempo.
- Este fenómeno afecta también a la ganadería, arruinando pastos y dañando considerablemente la lana de los animales.
- Los gases retenidos en las cenizas se liberan lentamente, pudiendo provocar problemas respiratorios y asfixia, especialmente en las zonas donde la acumulación de ceniza es importante. Las personas que padecen de problemas respiratorios o alergias serían las más afectadas.
- Las cenizas pueden transportar ciertos elementos que pueden ser contaminantes al ser disueltos en las aguas de los ríos y manantiales. El cloro y los sulfatos, por su alta capacidad de disolución, son los más propensos a generar esta contaminación.
- Los depósitos de ceniza pueden permanecer mucho tiempo sin solidificarse, especialmente en zonas áridas, siendo removidos fácilmente por el viento y propagándose a distancias mayores durante un largo periodo después de la erupción.
- Pueden ocasionar accidentes de automóviles (carreteras resbaladizas y escasa visibilidad). Accidentes aéreos, por ingreso de ceniza en los motores.

Fuente: (Martínez Bringas & Gómez Vázquez, 2014)





Mapa 24 Amenaza por caída de ceniza

Fuente: Elaboración Propia

## F. Vulnerabilidad por caída de ceniza volcánica

De acuerdo con la encuesta intercensal 2015 realizada por el INEGI, en el municipio de Ecatepec de Morelos existen 436,761 viviendas, de las cuales el 1.52% cuenta con techos de material de desecho o lámina de cartón; el 6.30% lámina metálica de asbesto, fibrocemento, palma o paja; el 0.04% de las viviendas son con techos de teja o terrado con vigería y el 91.86% son con techos de losa de concreto o viguetas con bovedilla. (Tabla 36)

Tabla 36 Viviendas particulares habitadas en Ecatepec de Morelos

Municipio	Viviendas particulares habitadas	Material de desecho o lámina de cartón	Lámina metálica, lámina de asbesto, lámina de fibrocemento, palma o paja, madera o tejamanil	Teja o terrado con vigería	Losa de concreto o viguetas con bovedilla	Material no especificado
Ecatepec de Morelos	436,761	1.52% 6639 viviendas	6.30% 27516 viviendas	0.04% 175 viviendas	91.86% 401209 viviendas	0.28% 1223 viviendas

INEGI 2015

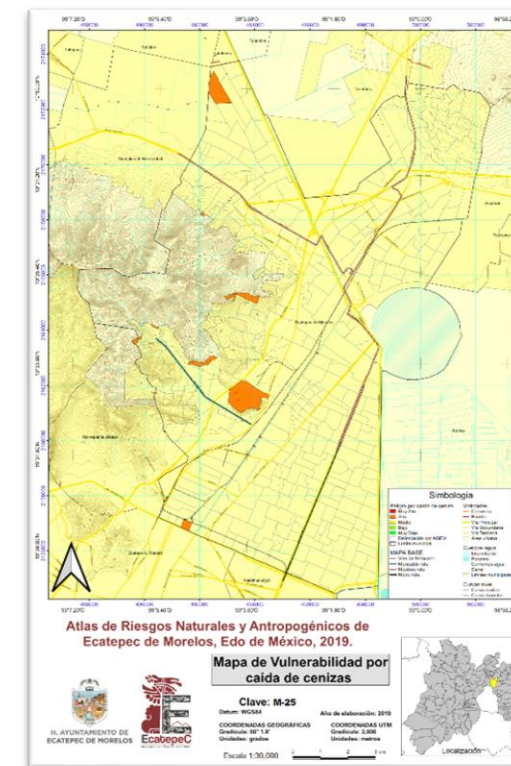
La principal característica que se tomó en cuenta, para calcular la vulnerabilidad del municipio, fue el material de construcción que se utilizan en techos localizados en los AGEB, puesto que, al tenerse una vivienda con techos de asbesto, lamina o cartón la susceptibilidad incrementa.

Para esto, se realizó un estudio basado con las características de vivienda para el municipio, donde se tienen 8 zonas detectadas con un índice de marginación alto; estas zonas pertenecen a los siguientes AGEB:

Tabla 37 Colonias con Alto índice de marginación en Ecatepec de Morelos

AGEB	Colonia(s)	Índice de Marginación
1503300014072	San Andrés de la Cañada	10
150330001377A	Buenos Aires	11
150330001256A	Lomas de San Carlos, San Carlos Cantera	12
1503300014405	Playa de las Golondrinas, Independencia, Luis Donaldo Colosio	14
1503300013572	Tepexicasco, El Rehilete, La cuesta, Buenavista, Industrial Cerro Gordo	15
1503300014960	San Andrés de la Cañada	27
1503300013784	Vista Hermosa	33
150330001498A	Cuanalco Buenavista, Cuanalco	44

Fuente: INEGI 2018



Mapa 25 Vulnerabilidad por caída de ceniza

Fuente: Elaboración Propia

Como parte del estudio para identificar el riesgo en el municipio, es importante saber cuál es el peso mínimo y máximo de carga para las viviendas que representan un alto índice de marginación (Tabla 38), así como



la vulnerabilidad por el tipo de vivienda obtenida del análisis de información contenida en el AGEB (Tabla 5).

Tabla 38 Resistencia de los materiales en techos

Municipio	Estimador	Material de desecho o lámina de cartón	Lámina metálica, lámina de asbesto, lámina de fibrocemento, palma o paja, madera o tejamanil	Teja o terrado con vigería	Losa de concreto o viguetas con bovedilla	Material no especificado
Ecatepec de Morelos	Límite inferior de confianza (kg/m <sup>2</sup> )	1.29	5.66	0.02	91.03	0.21
	Límite superior de confianza (kg/m <sup>2</sup> )	1.8	7.02	0.07	92.62	0.36

Fuente: INEGI 2015

Tabla 39 Vulnerabilidad por tipo de vivienda obtenida del análisis de información contenida en el AGEB.

Construcción de viviendas en la manzana	Clasificación de Vulnerabilidad de viviendas (CENAPRED)	Clasificación de la vulnerabilidad, considerando la información contenida en el AGEB del INEGI	Vulnerabilidad	Costo del menaje
Tipo I	Este tipo de vivienda corresponde a los hogares más humildes. Por lo general consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. El menaje es el mínimo indispensable	Para este rubro se consideró como indicador la relación entre el número de viviendas particulares habitadas con un solo cuarto entre el total de viviendas localizadas en la manzana	Alta	\$12 500.00
Tipo II	Corresponde a hogares que pueden ser calificados como de clase baja, donde la vivienda se describiría como de autoconstrucción o construida con material de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Las habitaciones cuentan con muebles propios El tercer tipo de vivienda también lo califica como clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales. El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones	Para este tipo se consideró la relación de viviendas particulares habitadas con dos cuartos entre el total de viviendas	Media	\$50 000.00
Tipo III	Se identifica como típica de la clase media. Puede ser equiparada con una vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje corresponde al de una casa típica de una familia de profesionales que ejerce una carrera y vive sin complicaciones económicas	En este caso se considera la relación entre viviendas particulares habitadas con tres cuartos o más entre el total de viviendas. Si el valor es mayor que 0.5, se evalúa entonces la relación entre la población económicamente activa entre la población total, que debe ser menor a 0.4. Se deberán descartar las manzanas que caen en los tipos I y II	Baja	Menaje para casa de dos pisos: \$150 500.00 Para el daño en menaje se considera la mitad de este costo, pues las casas se consideran de dos pisos
Tipo IV	Corresponde al tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos, que incrementan de forma sustancial su valor. El menaje está constituido por artículos de buena calidad y con muchos elementos de comodidad. La familia la integran profesionales que ejercen una carrera y viven sin complicaciones económicas	Se considera la relación entre viviendas particulares habitadas con tres cuartos o más entre el total de viviendas. Si el valor es mayor que 0.5, se evalúa entonces la relación entre la población económicamente activa entre la población total, que debe ser mayor de 0.4. Se deberán descartar las manzanas que están en los tipos anteriores	Muy baja	Menaje para casa de dos pisos: \$300 000.00 Para el daño se considera la mitad de este costo, pues las casas se consideran de dos pisos

Fuente: (Alcocer Yamanaca, Rodríguez Varela, Bourguett Ortiz, Llaguno Guilberto, & Albornoz Góngora, septiembre-octubre 2016)

## G. Riesgo por caída de Ceniza

De acuerdo con la información mencionada anteriormente, se propone dos escenarios de RIESGO para dos eventos eruptivos, uno de baja intensidad y otro de alta intensidad, con los siguientes parámetros:

- Escenario de baja intensidad (mayor probabilidad)
  - Tiempo del evento 2 horas
  - Columna eruptiva: 4 km
  - Espesor de ceniza: 0.1 cm
  - Peso correspondiente al espesor de ceniza: 0.40-0.70 kg/m<sup>2</sup> si está seca y 1.0-1.25 kg/m<sup>2</sup> si está húmeda
- Escenario de alta intensidad (menor probabilidad)
  - Tiempo del evento 6 horas
  - Columna eruptiva: 26 km
  - Espesor de ceniza: 4.5 cm
  - Peso correspondiente al espesor de ceniza: 18.0-31.5 kg/m<sup>2</sup> si está seca y 45-56.25 kg/m<sup>2</sup> si está húmeda

Tomando como referencia la Tabla 36 con el total de viviendas vulnerables y la Tabla 38 que contiene la resistencia de los materiales en techos, es posible realizar un conteo de los bienes expuestos.

Tabla 40 Calculo de riesgo por viviendas vulnerables para evento de mayor probabilidad

Municipio	Tipo de vivienda	No. de viviendas	Costo de menaje por vivienda	Total
Ecatepec de Morelos	Teja o terrado con vigería	175	\$50,000.00	\$8,750,000.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 Calculo de riesgo por viviendas vulnerables para evento de menor probabilidad

Municipio	Tipo de vivienda	No. de viviendas	Costo de menaje por vivienda	Total
Ecatepec de Morelos	Material de desecho o lámina de cartón	6,639	\$15,500.00	\$102,904,500.00
	Lámina metálica, lámina de asbesto, lámina de fibrocemento, palma o paja, madera o tejamanil	27,516	\$50,000.00	\$1,375,800,000.00
	Teja o terrado con vigería	175	\$50,000.00	\$8,750,000.00
				<b>\$1,487,454,500.00</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos para los dos escenarios presentados, podemos concluir que:

Para el escenario de baja intensidad, con un espesor de ceniza de 0.1 cm, y cuyo peso correspondiente va de 0.40-1.25 Kg/m<sup>2</sup>, el peligro estimado recae sólo para las viviendas con techos de teja, o terrado con vigería, siendo estos los más vulnerables y para los cuales se tiene un **riesgo bajo**.

En el escenario de menor probabilidad y donde se presentan los parámetros de mayor intensidad, se tiene un espesor de ceniza de 4.5 cm, cuyo peso correspondiente es de 18.0–56 kg/m<sup>2</sup>; para este escenario, las viviendas con mayor índice de vulnerabilidad corresponden a las estructuras construidas con techos de material de desecho, lámina de cartón, lámina metálica, lámina de asbesto, lámina de fibrocemento, palma, paja, madera, tejamanil, teja o terrado con viguería y cuyo **riesgo estimado es bajo a muy bajo**, ya que los factores tomados en cuenta (duración del evento, dirección de vientos, tipo de erupción, alto de columna eruptiva, espesor de ceniza ) deben coincidir para que dichos escenarios sean posibles.

## V.1.2 Sismos

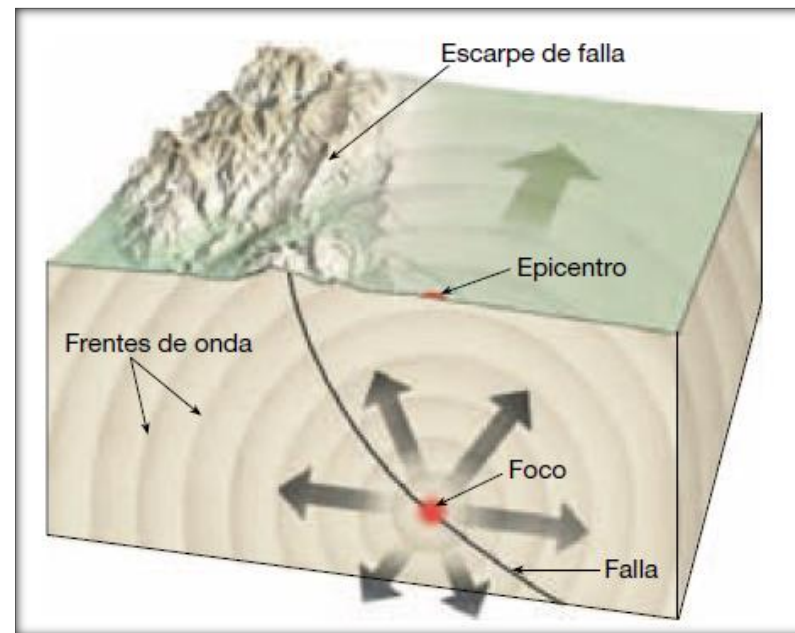


Figura 1 Foco y epicentro de un sismo

Un sismo o temblor es la vibración de la Tierra producida por una rápida liberación de energía, lo más frecuente es que los sismos sean efecto del deslizamiento de la corteza terrestre a lo largo de una falla quienes suelen estar asociadas a los bordes de placas; la energía liberada se dispersa en todas las direcciones desde el origen llamado foco o hipocentro, su proyección en superficie es el epicentro, es decir es el lugar en la superficie más cercano al hipocentro. (Figura 1)

Terremoto y sismo son sinónimos la diferencia radica en que terremoto se asigna a los sismos destructores o que han causado víctimas.

Fuente: Tarbuck, 2015

### A. Tipos de sismos:

Los sismos se pueden clasificar por su origen en volcánicos y tectónicos, por su magnitud e intensidad en microsismos y macrosismos. Se pueden presentar sismos de colapso que son producidos por derrumbamiento del techo de cavernas y minas, generalmente estos sismos ocurren cerca de la superficie y se llegan a sentir en un área reducida. Los sismos tectónicos son aquellos producidos por la interacción de las placas tectónicas y se clasifican en:

- Sismos interplaca: se producen cuando se vence la fuerza de fricción del contacto entre placas.
- Sismos intraplaca: ocurren dentro de la placa tectónica, un caso particular son los sismos corticales que se generan en la corteza y a poca profundidad.

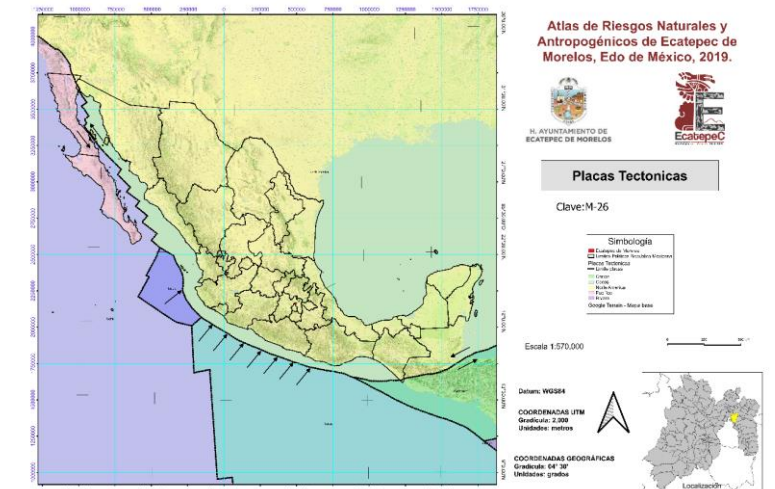
Los sismos volcánicos acompañan a las erupciones volcánicas y son ocasionadas principalmente por el fracturamiento de rocas debido al movimiento del magma, este tipo de sismos generalmente no llegan a ser tan grandes como los tectónicos.

### B. Tectónica de Placas

La Tierra en la parte superficial que tiene un espesor aproximado de 100 km, que comprenden la corteza continental y oceánica y parte del manto superior, forman la litosfera, dividida en placas que se mueven como los trozos rígidos de un cascarón esférico, unos respecto a otros, en diferentes direcciones y velocidades y pueden alcanzar desde algunos milímetros a centímetros por año. Este movimiento relativo es la causa principal de la formación de montañas, valles, cadenas volcánicas, etc., y es un proceso conocido como tectónica de placas.

El movimiento de estas placas se origina cuando unas chocan entre sí o se desplazan en direcciones opuestas, hace que se generen en su interior grandes presiones, acumulación de esfuerzos, grandes rozamientos, generando que el material se fracture y origine sismos. Los ajustes del suelo posteriores de un sismo grande generan a menudo sismos más pequeños denominados replicas, el número de replicas puede variar desde unos cuantos hasta cientos de eventos en los próximos días o semanas de ocurrido el evento principal.

México, incluyendo su mar territorial, está repartido entre cinco placas tectónicas. Dos grandes: la de Norteamérica, que va desde México hasta el Ártico y la del Pacífico que, además de parte de México incluye parte de los Estados Unidos y casi todo el Pacífico del norte; una mediana la placa de Cocos que ocupa parte del océano Pacífico frente a las costas de México y Centroamérica, se extiende al sureste hasta Costa Rica; y la pequeña placa de Rivera que se encuentra en la boca del golfo de California. (Mapa 26).



Mapa 26 Interacción de las Placas Tectónicas en la República Mexicana

Fuente: Elaboración propia con información del Sismológico Nacional.

### C. Intensidad y Magnitud

Generalmente al describir un sismo que genere daños, además de su epicentro se mencionan valores de magnitud e intensidad; estos dos últimos términos aluden a fenómenos distintos y son frecuentemente confundidos.

La intensidad de un sismo se refiere a un lugar determinado; se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y, en general, en el terreno del sitio. Esta medición resulta un tanto subjetiva, debido a que la manera de cuantificación depende de la sensibilidad de cada persona y de la apreciación que se haga de los efectos. La magnitud se calcula a partir de los registros sísmicos y estima una cantidad liberada en el origen de un sismo.



En 1883, S. de Rossi y F. Forell propusieron la primera escala de intensidad, con grados de 1 al 10. En 1902, Giuseppe Mercalli propuso otra escala, de doce grados, modificada en 1931 por H. Hood y F. Newmann, para construcciones más modernas. A ésta se le conoce como Escala de Mercalli modificada:

Tabla 42 Escala Mercalli modificada

Escala	Descripción
I. Muy débil	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables. Aceleración menor a 0.5 Gal
II. Débil	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar. Aceleración entre 0.5 y 2.5 Gal
III. Leve	Sentido claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable. Aceleración entre 2.5 y 6.0 Gal
IV. Moderado	Durante el día sentido en interiores por muchos; al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, puertas y ventanas agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente. Aceleración entre 6.0 y 10.0 Gal
V. Poco fuerte	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse. Aceleración entre 10 y 20 Gal
VI. Fuerte	Sentido por todos, muchos se asustan y salen. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve. Aceleración entre 20 y 35 Gal
VII. Muy fuerte	Todo el mundo corre al exterior. Daños insignificantes en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerables en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles. Aceleración entre 35 y 60 Gal
VIII. Destructivo	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles. Aceleración entre 60 y 100 Gal
IX. Ruinoso	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios comunes bien construidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el terreno. Tuberías subterráneas rotas. Aceleración entre 100 y 250 Gal
X. Desastroso	Algunas estructuras bien construidas en madera, destruidas; la mayoría de las estructuras de mampostería y marcos, destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Deslizamientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas. Aceleración entre 250 y 500 Gal
XI. Muy desastroso	Pocas o ninguna una obra de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo de desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos. Aceleración mayor 500 Gal
XII. Catastrófico	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

Fuente: elaboración propia con información del Sismológico Nacional

Actualmente, se puede tener una medición indirecta de la intensidad de un sismo, de una manera instrumental, a través de valores de aceleración del terreno, medidos con sismómetros y acelerógrafos.

Para medir el tamaño de los sismos se necesita una medida que no dependa de la intensidad, de la densidad de población ni del tipo de construcción. La manera de evaluar el tamaño real de un sismo está relacionada

con la cantidad de energía liberada quien es independiente de la ubicación de los instrumentos que los registran.

En 1932, Charles Richter desarrolló una escala, aplicable a sismos ocurridos en regiones tanto habitadas como no pobladas, utilizando las amplitudes de las ondas registradas por un sismógrafo. Precisó la escala de magnitud (M), basada en evaluación de numerosos sismos en la costa de California, sin embargo, por limitaciones intrínsecas al tipo de datos sismológicos que emplea ya ha sido remplazada por otras escalas de magnitud más robustas y generales, por lo que ya no añadimos “grados” tras reportar la magnitud simplemente decimos magnitud.

Las intensidades globales que se han presentado en el municipio son:

V. Algunas piezas de vajillas, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen relojes de péndulo.

VI. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas, daños ligeros.

VII. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; ruptura de algunas chimeneas

VIII. Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Ver Mapa de intensidad global de la república mexicana. (Mapa 27).

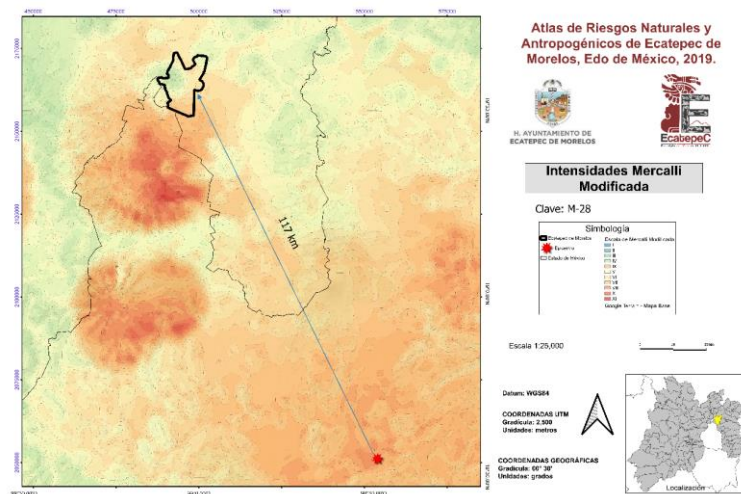
De acuerdo con datos de la U.S. Geological Survey (USGS) que tomaron como referencia el sismo del 19 de septiembre de 2017, con M 7.1 localizado en el límite estatal entre los estados de Puebla y Morelos a 117 km de Municipio de Ecatepec de Morelos, con el que se hizo una representación de las intensidades máximas estimadas de acuerdo con la escala de Mercalli Modificada (MM). El Municipio es afectado en su mayoría con intensidades del orden VI- Fuerte MM, de acuerdo con esta: es sentido por todos, muchos se asustan y salen, algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos, daños insignificantes en edificios de buen



Mapa 27 Intensidades sísmicas en México para el periodo 1900-1985.

Fuente: Elaboración propia con información del Sismológico Nacional.

diseño y construcción; con aceleraciones máximas entre 20 y 60 Gal.(Mapa 28)



Mapa 28 Mapa de Intensidades escala Mercalli modificada

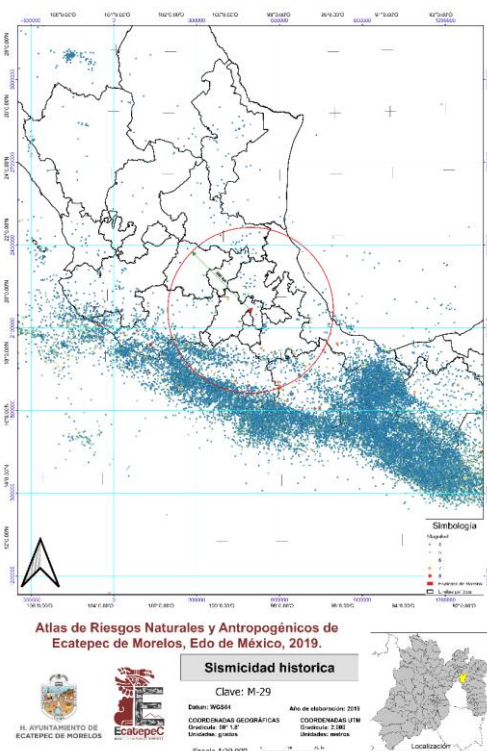
Elaboración propia con datos de USGS <https://earthquake.usgs.gov/>

#### D. Sismicidad en México

Nuestro país está inmerso en una gran zona generadora de sismos, en las regiones sísmicamente activas del planeta ubicada en el Cinturón de fuego que se extiende por todo el Pacífico y se caracteriza por las zonas de subducción más importantes del mundo lo que ocasiona una gran actividad sísmica y volcánica en México se extiende a lo largo de la costa occidental.

La alta sismicidad es debida principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, Cocos, Pacífico, Rivera y del Caribe, así como a fallas locales. La placa norteamericana se separa de la del Pacífico y esa a su vez choca con la del Caribe, Rivera y Cocos.

Por esto los epicentros de sismos fuertes mayores de 7, que ocasionan grandes daños, se ubican Jalisco, Colima, Michoacán, Chiapas, Guerrero y Oaxaca. Por esta misma acción son afectados los estados de Morelos, Puebla, Tlaxcala, Ciudad de México y Edo. De México. Sin embargo, también han ocurrido grandes sismos en el centro y sur de Veracruz, la península de Baja California, especialmente en la zona fronteriza con los Estados Unidos. (Mapa 29)



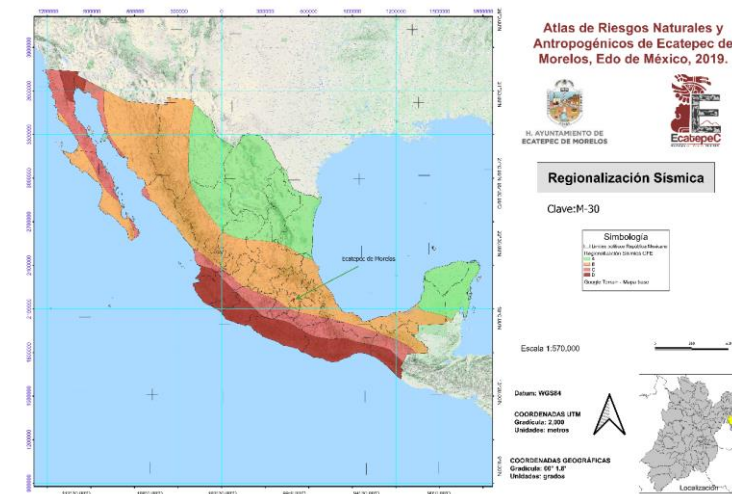
Mapa 29 Sismos en las costas del Pacífico en la República Mexicana.

Fuente: Elaboración propia datos del SSN.

#### E. Regionalización Sísmica

La República Mexicana se encuentra sujeta a la ocurrencia de grandes sismos originados en la costa del Pacífico y en el interior del continente y como se ha documentado a lo largo de la historia, varios de ellos han provocado enormes pérdidas humanas y materiales.

Empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se ha construido un mapa de Regionalización Sísmica de México realizado por la Comisión Federal de Electricidad CFE. (Mapa 30)



Mapa 30 Mapa de Regionalización Sísmica, CFE.

Fuente: elaboración propia con datos de CENAPRED

Esta regionalización está conformada por cuatro zonas:

- **La zona A:** es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g).
- **Las zonas B y C:** son intermedias a las zonas A y D, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.
- **En la zona D:** han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de la gravedad.

Otra división del país está dada por:

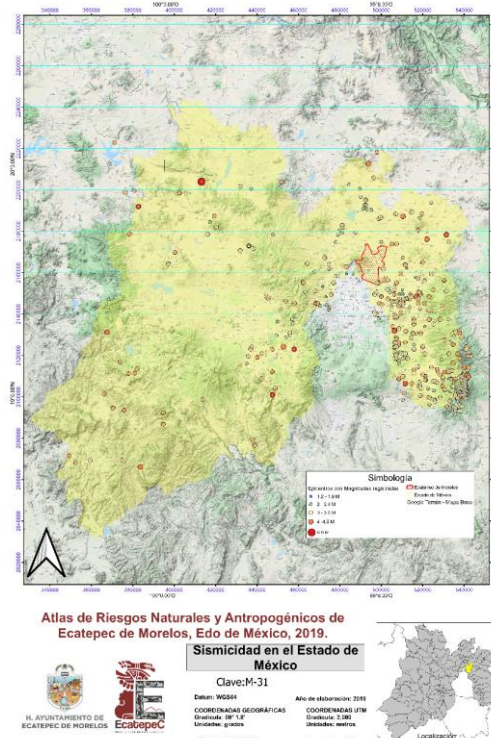
- **Regiones sísmicas:** son zonas de la corteza terrestre muy propensas a sufrir grandes movimientos sísmicos suelen coincidir con regiones donde se levantan cadenas montañosas de reciente formación y en otras en donde existe fricción entre placas, las zonas asísmicas están localizadas al sur y suroeste de la Republica, abarca los **estados de México**, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, Puebla y Ciudad de México.
- **Regiones penisísmicas:** Son áreas en las que sólo se registran sismos débiles y no con mucha frecuencia, las zonas Penisísmicas abarcan la Sierra Madre Oriental, las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del sur del Durango al centro de Veracruz.
- **Regiones asísmicas:** Son regiones muy estables de la corteza terrestre en las que raramente se registran movimientos las zonas asísmicas se sitúan en la parte norte y noreste de México, en casi toda la península de Baja California y la Península de Yucatán.



## F. Sismicidad en el Estado de México.

La dinámica de las placas tectónicas en nuestro país, la presencia de fallas geológicas y las características del subsuelo son factores presentes en el Estado de México, a pesar de que las zonas epicentrales se localizan en el Pacífico, el Edo. de México y sus alrededores, aunque no se encuentra sobre la costa, se ha convertido en un receptor sísmico de todos ellos, debido a su cercanía, los efectos que se presentan son dañinos gracias a su litología que se comporta en las zonas bajas o de lago como amplificador sísmico.

De acuerdo con las magnitudes registradas por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la UNAM, dentro de la región del estado de México en el periodo que abarca del año 1900 a septiembre de 2019, la mayor parte de los sismos estuvo entre las magnitudes 1 a 4, y solamente se presentó un sismo de magnitud 6.9 registrado en 1912. Por lo que se espera que la mayoría de los sismos que se generen en la zona tengan magnitudes similares. (Mapa 31)



Mapa 31 Sismicidad del Estado de México, sismos que se han presentado en el Edo de México desde el año 1900 a sep. de 2019.

Fuente: elaboración propia con datos del Sismológico Nacional.

## G. Sismicidad local

México posee un suelo tan accidentado, que debido al gran número de sierras, cordilleras, montañas, volcanes, montes y colinas que lo cruzan forman un sistema complejo de fallas que al activarse generan sismicidad local.

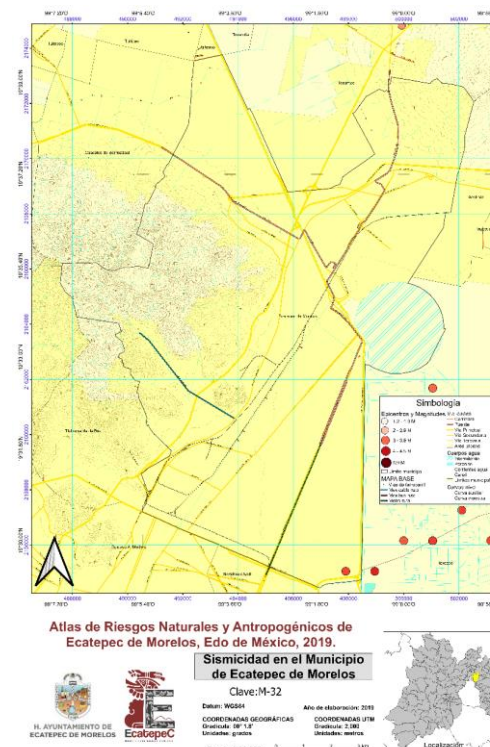
Para saber acerca de la sismicidad local es importante conocer la geología de la zona, basada en la *Carta geológica CUAUTILAN E-14-A-29*, se puede observar en la parte alta del municipio, roca volcánica llamada andesita en las faldas de los cerros se observa arenisca y toba. Además de la presencia de suelo aluvial y suelo lacustre de relleno. De manera local no se observa la presencia de fallas que puedan provocar sismos en el municipio.

La sismicidad local reportada por el SSN, muestra un sismo ocurrido al sureste de Ecatepec de Morelos en septiembre de 1984, la magnitud es desconocida. Hasta el momento es el único sismo registrado dentro de la zona de estudio, sin embargo, en los alrededores de la demarcación podemos observar la presencia de sismos de magnitud menores a 3.3 (Mapa 33).

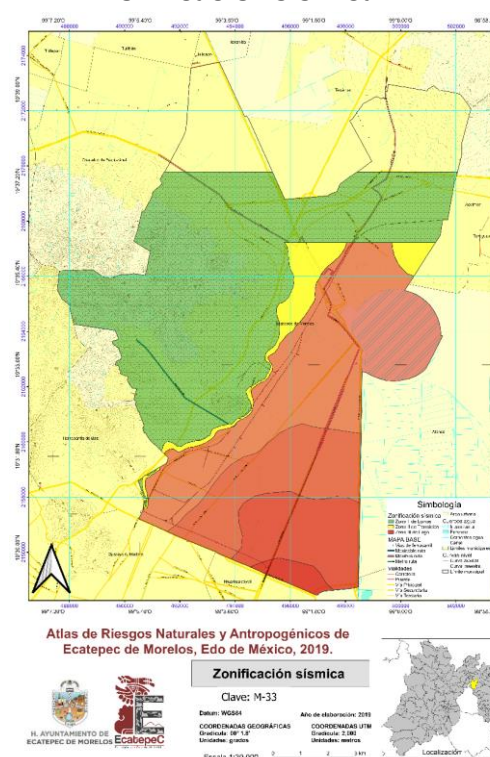
De acuerdo con el mapa de la Regionalización Sísmica de México de la CFE, el municipio de Atlixco se ubica en la zona sísmica B y C, esta presenta sismicidad de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Mapa 33 Sismicidad Local, el municipio en su totalidad pertenece a la zona B correspondiente a sismicidad media.

Fuente: elaboración propia con datos tomados del Sismológico Nacional.



## H. Zonificación sísmica



Mapa 32 Zonificación sísmica del Municipio de Ecatepec de Morelos

Fuente: Elaboración propia con datos de Atlas 2017

Debido a que el Municipio de encuentra ubicado en gran parte sobre sedimentos blandos de los antiguos lagos del valle de México estos provocan una enorme amplificación de las ondas sísmicas y la duración del movimiento del suelo, a diferencia de un sitio de suelo firme dentro del mismo territorio. Debido a esto, las estructuras se encuentran en riesgo ya que hay una estrecha relación suelo-estructura que dependen de las aceleraciones y periodos de vibración de las ondas sísmicas.

Como lo define el artículo 170 del Capítulo VIII del Título Sexto del Reglamento, para

finés de las presentes Normas, la Ciudad de México se divide en tres zonas con las siguientes características generales:

a) Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivo relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos artificiales no controlados;

b) Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está



constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.

c) Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son en general medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

En general Ecatepec de Morelos está dividido en zona I, zona II y zona III, tal como se observa en el mapa Mapa 33

Se realizó una microzonificación en la zona nororiente del municipio para evaluar las diferentes zonas geotectónicas del municipio, donde se hizo un registro de vibración ambiental con 20 estaciones de medición. (ver ilustración 4) a partir de estos registros fue empleada la técnica de cocientes espectrales de Nakamura, para determinar el periodo fundamental y la frecuencia junto a la amplitud en cada punto. (Tabla 43).

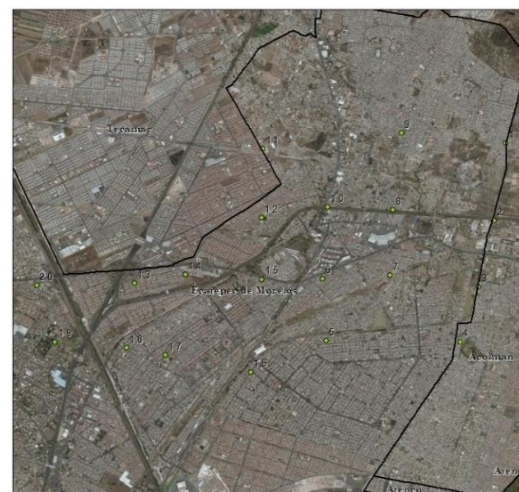


Ilustración 5 Distribución de estaciones temporales de vibración ambiental.

Fuente: Google Earth, 2019

Tabla 43 Resultados de periodos y frecuencias características obtenidas en los 20 sitios estudiados

Estación	Latitud	Longitud	Frecuencia	Periodo	Amplitud
			Fs (HZ)	Ts (s)	
1	19.632328°	-98.978925°	0.998	1.00	3.2
2	19.621609°	-98.90554°	1.31	0.76	3
3	19.612526°	-98.982700°	1.68	0.60	16
4	19.604905°	-98.985214°	0.915	1.09	13
5	19.605021°	-99.003793°	1.11	0.90	15
6	19.613641°	-99.004248°	1.59	0.63	24
7	19.614096°	-98.994968°	2.11	0.47	12
8	19.623104°	-98.994547°	0.97	1.03	6.5
9	19.63338°	-98.993375°	0.99	1.01	4
10	19.623535°	-99.003607°	2.2	0.45	15
11	19.631574°	-99.012545°	1.85	0.54	16
12	19.622014°	-99.012722°	1.7	0.59	12
13	19.613028°	-99.030226°	1.18	0.85	6
14	19.614207°	-99.023190°	0.954	1.05	8
15	19.613530°	-99.012656°	1.611	0.62	12
16	19.600746°	-99.014162°	1.52	0.66	6
17	19.603051°	-99.025977°	1.17	0.85	12
18	19.604102°	-99.031349°	1.55	0.65	6
19	19.604905°	-98.985214°	1.51	0.66	20
20	19.612664°	-99.043755°	1.25	0.80	4

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los resultados de la Tabla 36 se realizaron mapas de isoperiodos e isofrecuencias a partir de los periodos dominantes de suelo Ts.(Ver anexo )

Con estos datos se observa la distribución de los **periodos fundamentales** del suelo en la zona urbana de la porción analizada del municipio de Ecatepec, que van en un rango de 0.45 a 1.09 s (Ts) son indicativo de una zona de tipo II (transición).

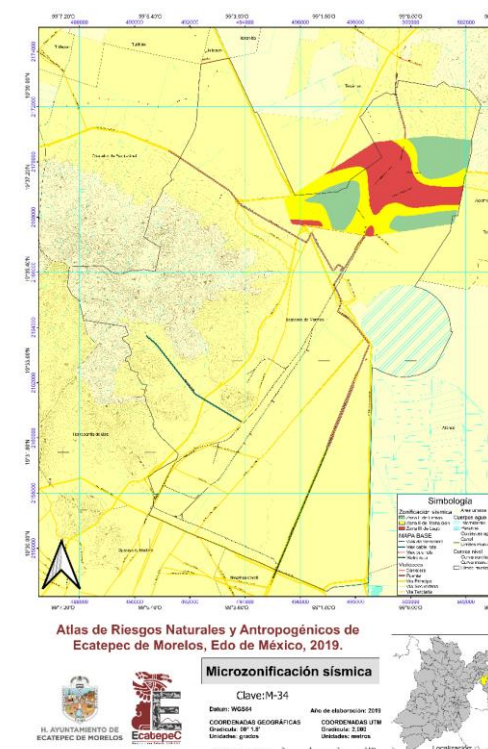
**Las frecuencias fundamentales (Fs)** del suelo en la zona urbana de la porción analizada del municipio de Ecatepec de Morelos, que van en un rango de 0.911 a 2.20 Hz. teniendo la zona de frecuencias más altas concentradas en la porción central analizada, los periodos se van haciendo más largos en dirección norte y en dirección sur del área analizada. Con decrecimiento de frecuencias en dirección SW y NE, sugiriendo un cambio transicional del basamento geotécnico.

**La amplificación sísmica** consiste en una modificación de la señal sísmica, cuando viaja de la roca hacia el suelo. Esto causa variaciones en la amplitud y en el contenido de frecuencias de la señal en la superficie. Ese efecto tiende a causar una variación de la intensidad con un posible aumento en los daños a la infraestructura (Santana, 2011).

Los valores de amplificación obtenidos a partir de cada uno de las 20 estaciones, la variación en las amplitudes muestran una modificación de la señal sísmica siendo esto un indicativo de cambio en la densidad de materiales amplificantes presentes en la zona, es decir, los materiales presentes en el área de interés pueden estar mayormente consolidados en la zona NE y SW.

De acuerdo con las características antes mencionadas se puede hacer el análisis de la zonificación sísmica (Mapa 34) y es dividida en tres Zonas.

- Zona I de lomas
- Zona II de transición
- Zona III de Lago en la parten central de la región.



Mapa 34 Microzonificación sísmica del Zona nororiente del Ecatepec de Morelos

Fuente: Elaboración propia.

## I. Periodos de retorno

Los mapas de periodos que a continuación se muestran son algunos de los resultados que del programa de peligro sísmico en México (PSM,1996) donde participaron instituciones como el instituto de ingeniería de la UNAM, Instituto de Investigaciones Eléctricas, comisión Federal de electricidad y el Centro Nacional de Prevención y Desastre. En la zona de estudio se ubica el municipio en estos mapas y la probabilidad de ocurrencia de un sismo (número de eventos por unidad de tiempo), que pueden afectar a la misma esto es conocido como periodo de retorno.

El municipio predomina la intensidad baja para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años con aceleraciones que se esperan sean de 11, 81 y 135 gal, respectivamente (ver mapas 35-37). Los periodos de retorno son estimados considerando una zona sismogénica y que excluye sismos intraplaca como el caso del sismo del 19 de septiembre del 2017.



Fuente: Elaboración propia con datos de CENAPRED



### V.1.3 Inestabilidad de laderas

Para poder identificar el problema dentro del municipio es necesario definir los mecanismos de movimiento por el cual puede darse la inestabilidad de laderas y taludes los cuales dependen en general de factores propios de los materiales de lo que están constituidos, tales como su naturaleza, estructura, estratigrafía, condiciones de meteorización, y de todo un conjunto de circunstancias externas al propio talud o ambientales, como la topografía de la zona, el clima, la vegetación.

Las condiciones de régimen hidráulico superficial son vitales, así como la gravedad que actúa siempre como factor desequilibrante. Siempre que la gravedad esté compensada con la resistencia del terreno, el talud estará en equilibrio, por el contrario, cuando el equilibrio se rompa se producirá una inestabilidad de la masa en forma de deslizamientos, avalanchas, flujos, caídos o desprendimientos.

Factores que contribuyen a aumentar los esfuerzos cortantes actuantes en un talud son:

- I. Remoción de soporte
  - Erosión, corrientes de agua y ríos, glaciares, acción del oleaje y corrientes marinas, procesos sucesivos de humedecimiento y secado, modificación de las condiciones del talud (caídos, deslizamientos, asentamientos humanos), actividad humana (cortes y excavaciones, desecación de lagos o abatimiento de niveles freáticos).
- II. Sobrecarga
  - Por causas naturales, aumento de peso por lluvias o nieve, acumulación de materiales caídos por actividad humana (construcciones, mala cimentación, asentamientos irregulares en la corona del talud).
- III. Efectos transitorios como sismos
- IV. Remoción de materiales subyacentes que proporcionaban soporte
  - Por la acción de mares, ríos o corrientes intermitentes de agua, por intemperismo o meteorización, por erosión superficial y subterránea causada por un mal drenaje, excavaciones o minería mal diseñada y por pérdida de resistencia del material subyacente.
- V. Aumento de presión lateral
  - Por percolación de agua en grietas, fisuras o fallas, por congelamiento del agua contenida en grietas y por expansión de arcillas causada por el agua infiltrada.

Tras los reconocimientos generales y las investigaciones previas para la detección de deslizamientos, los reconocimientos de campo son fundamentales ya que tienen como finalidad la identificación del tipo y causas del movimiento.

Las causas de los deslizamientos pueden ser externas o internas. Las externas producen aumento en los esfuerzos cortantes actuantes sin modificar la resistencia al esfuerzo cortante del material. Las causas internas son aquellas que ocurren sin cambio en las condiciones exteriores del talud; deben de ligarse siempre a una disminución de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo constitutivo, el Anexo 2 contiene

una tabla con los datos de los eventos más comunes y que pueden dar con certeza la interacción de este fenómeno en el terreno natural.

Un deslizamiento puede ser clasificado utilizando dos términos. El primer término describe el material y el segundo término describe el tipo de movimiento, ambos se encuentran referidos en la Tabla 44 Clasificación de deslizamientos.

Tabla 44 Clasificación de deslizamientos

Tipo de Movimientos	Tipo de materiales			
	Lecho rocoso	Tipo de talud		
Predominantemente grueso		Predominantemente fino		
Desprendimientos (caídos).	Caídos de roca	Desprendimiento de escombros	Desprendimiento de suelo	
Vuelcos (Topples)	Vuelco de roca	Vuelco de escombros	Vuelco de suelo	
Extensiones laterales (spread)	Extensiones de roca	Extensiones de escombros	Extensiones de suelo	
Flujos (coladas)	Flujos de roca	Flujos de escombros	Flujos de suelo	
Deslizamientos	Rotacionales	Caída repentina de rocas	Caída repentina de escombros	Caída repentina de Suelo
	Traslacionales/ en cuña	Deslizamiento de bloques de roca	Deslizamiento de bloques de escombros	Deslizamiento de bloques de suelo
		Deslizamiento de roca	Deslizamiento de escombros	Deslizamiento de suelo

Fuente: Tomada de (Garnica Aguas & Pérez García, 2012)

Los términos utilizados en la tabla anterior para los tipos de materiales quedan definidos de la siguiente manera:

- Roca. Una masa firme y dura que antes de iniciar su movimiento se encuentra intacta, en su estado natural.
- Suelo. Agregado de partículas sólidas, producto del desgaste de rocas sanas.
- Tierra. Material con el 80 % o más de partículas menores a 2 mm, el límite superior de tamaño de las partículas de arena.
- Escombros. Contiene una significativa proporción de materiales gruesos.

#### A. Deslizamientos

Son movimientos que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tienen lugar a lo largo de una o varias superficies o a través de una franja relativamente estrecha del material. Sobre las superficies donde se produce el movimiento se generan estrías indicativas de la dirección del movimiento. Se distinguen dos tipos de deslizamientos:



- a) *Deslizamientos rotacionales*. Tienen lugar a lo largo de una superficie de deslizamiento interna, de forma aproximadamente circular y/o cóncava. El movimiento simula una naturaleza rotacional, alrededor de un eje dispuesto paralelamente al talud.

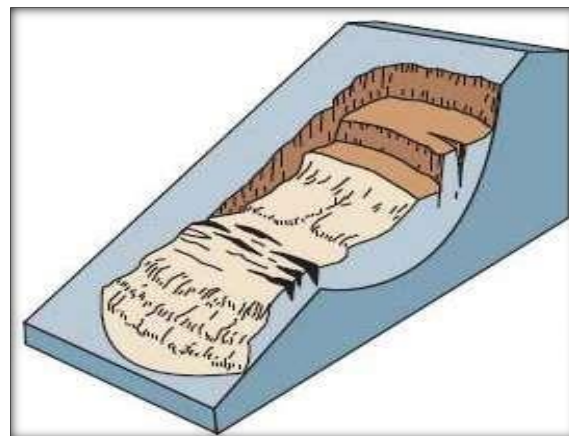


Figura 2 Deslizamiento rotacional

Fuente: Índice de estabilidad de Taludes en cortes carreteros, IMT.

Si la superficie de rotura corta al talud por encima de su pie, se denomina superficie de rotura de talud. Cuando la salida se produce por el pie del talud y queda por encima de la base de dicho talud, recibe el nombre superficie de rotura de pie del talud. Se denomina rotura de base del talud a la superficie de rotura pasa bajo el pie del talud con salida en la base del mismo y alejada del pie.

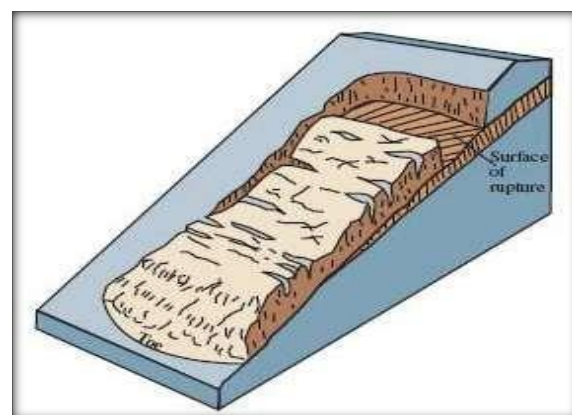


Figura 3 Deslizamiento Traslacional

Fuente: Índice de estabilidad de Taludes en cortes carreteros, IMT.

- b) *Deslizamientos traslacionales*. En este tipo de deslizamientos la masa de terreno se desplaza hacia afuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación. comúnmente el movimiento de la masa deslizada hace que esta quede sobre la superficie original del terreno.

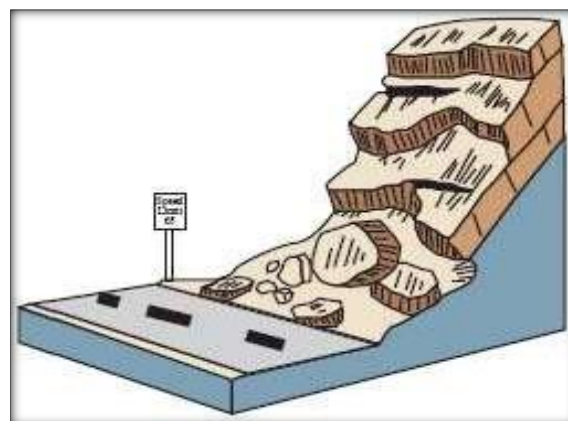
Los deslizamientos traslacionales están condicionados por las discontinuidades, influyendo en la variación de resistencia al corte entre estratos de diferente naturaleza, diferente grado de meteorización, distintos tipos de relleno en discontinuidades, etc. Generalmente se desarrollan en macizos rocosos, con discontinuidades bien marcadas.

## B. Caídos de roca (desprendimientos)

Se define como una masa separada de un talud sobre la superficie de un corte. El material del terreno o de la roca desciende a través del aire cayendo, rebotando, o rodando. El movimiento sucede de rápido a muy rápido. Estos fenómenos suelen producirse en zonas constituidas geológicamente por alternancias sedimentarias de capas resistentes y débiles

Figura 4 Caídos o desprendimientos de roca

Fuente: Índice de estabilidad de Taludes en cortes carreteros, IMT.



(FOTO DE CAÍDOS DE ROCA EN EL MUNICIPIO DE ECATEPEC)

## C. Vuelcos (Topples)

Estos movimientos implican una rotación de unidades con forma de columna o bloque sobre una base, bajo la acción de la gravedad y fuerzas ejercidas por unidades adyacentes o por inclusión de agua en las discontinuidades

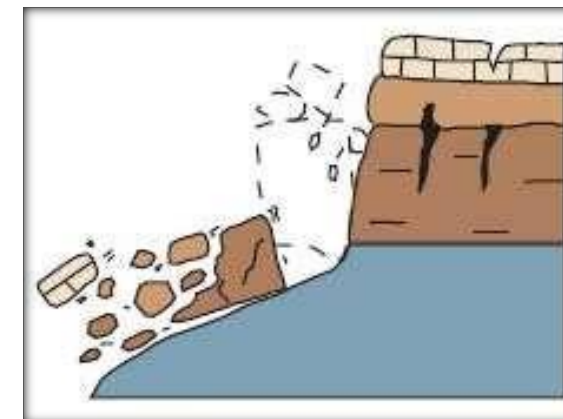


Figura 5 Vuelcos

Fuente: Índice de estabilidad de Taludes en cortes carreteros, IMT.

Comúnmente las fallas por vuelco se presentan de la siguiente forma:

- Vuelco por flexión*. Se desarrolla bajo un mecanismo compuesto por flexiones semicontinuas del material, individualizado en columnas, debido a una serie de eventos acumulados a lo largo de las discontinuidades. Cuando se desencadena el movimiento, por transmisión de la carga en el pie del talud, el mecanismo progresa hacia el interior el macizo rocoso, originando grietas de tracción con profundidad y anchura variables.
- Vuelco de bloques*. Es característico de aquellos macizos rocosos que contienen sistemas de discontinuidades ortogonales, dando lugar a una geometría de columnas dividida en bloques. El empuje sobre los bloques inferiores origina su desplazamiento y una vez producido, el movimiento progresa a la parte superior del talud.
- Vuelco mixto*. Es una combinación de los dos anteriores. Se produce cuando los bloques son alargados, debido a flexiones en el pie del talud e inter-movimientos relativos de las distintas unidades.

## D. Extensiones laterales

El movimiento consiste en una extensión lateral controlada por superficies de corte y/o fracturas de tensión. Pueden aparecer sobre macizos rocosos con diferente competencia o bien sobre materiales con carácter de suelo. Con carácter genérico pueden subdividirse en dos tipos:

- Movimientos que comprenden una extensión, sin que se reconozca o exista una superficie basal neta de corte o se produzca un flujo plástico. Son propios de crestas modeladas en medios rocosos estratificados.

- b) Movimientos que pueden comprender una extensión y fracturación del material más competente (roca o suelo), debido a una licuación o flujo plástico del material subyacente. Simultáneamente en los materiales superiores pueden producirse fenómenos de subsidencia, traslación, rotación e incluso licuación y flujo, dependiendo de la naturaleza intrínseca del material.

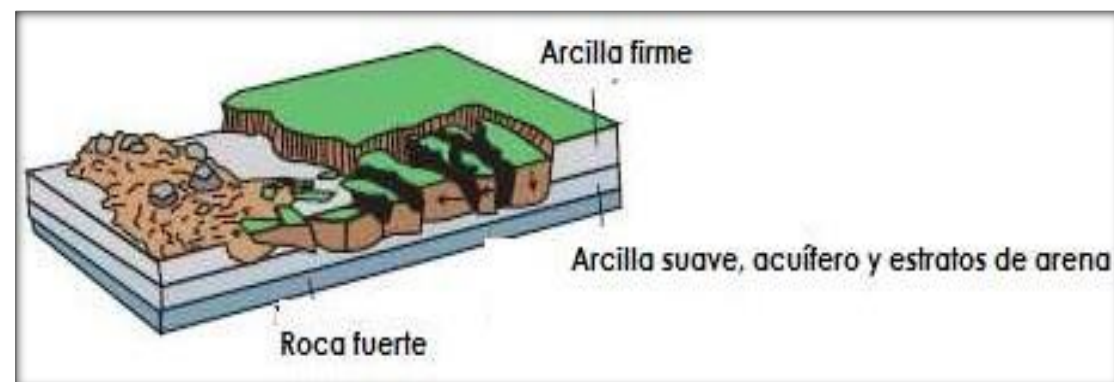


Figura 6 Extensiones laterales

Fuente: Índice de estabilidad de Taludes en cortes carreteros, IMT.

## E. Flujos (coladas)

La granulometría del material y el contenido de agua, son los dos factores más determinantes en el desarrollo de este tipo de procesos. Se contemplan bajo esta denominación ciertos movimientos producidos en materiales rocosos (menos frecuente) y en materiales de tipo suelo, que constituyen las coladas en sentido estricto

- *Flujos en roca.* Son poco frecuentes y propias de macizos rocosos no muy competentes, con una estratificación definida y afectados por otros plegamientos y otras manifestaciones de comportamiento plástico. Incluyen deformaciones que se distribuyen entre fracturas grandes o pequeñas e incluso entre microfracturas sin aparente conexión entre ellas. No existe una concentración de desplazamiento continuo sobre una superficie definida, entre unidades relativamente intactas.
- *Flujos en suelos.* Presentan una semejanza a los fluidos viscosos. Son propios de materiales tipo suelo, su característica principal es presentar grandes desplazamientos de la masa movida y el efecto fluidificante del agua como parte del proceso.

Atendiendo a la granulometría de estos, contenido de agua, movilidad y carácter del movimiento se mencionan los siguientes subtipos más representativos:

- a) Reptaciones (Creep). Son deformaciones continuas, generalmente superficiales y extremadamente lentas, que pueden aparecer acompañando a otros tipos de movimientos de los materiales subyacentes.



Figura 7 Reptación

Fuente: Índice de estabilidad de Taludes en cortes carreteros, IMT.

- b) Flujo de derrubios (debris flow). Materiales con un elevado porcentaje de fragmentos gruesos. La masa que desliza se divide en pequeñas partes con movimiento lento. Cuando este es rápido y progresivo, suele utilizarse el término avalancha.

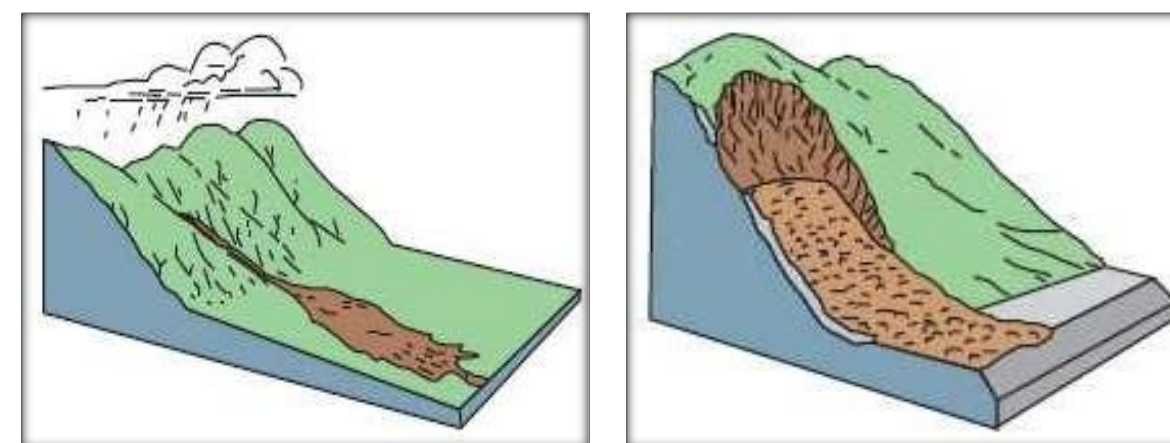


Figura 8 Derrubios. Izquierda escombros, derecha avalancha

Fuente: Índice de estabilidad de Taludes en cortes carreteros, IMT.

- c) Flujos de barro (mud flow). Se produce en materiales con al menos el 50% de fracción fina y con un contenido de agua suficiente para permitir fluir el material

## F. Signos de movimientos

Muchos derrumbes ocurren sin previo aviso. El personal de mantenimiento debe de tener la habilidad necesaria para poder detectar cualquier indicio. Si un deslizamiento es descubierto en su etapa de nacimiento, se podrán realizar las tareas coherentes para no llegar a un fracaso del talud, así como impedir costos de reparación demasiado altos. Es importante entonces, identificar las distintas señales o signos que evidencian la existencia de deslizamientos antiguos o recientes, aunque los primeros resultan, por lo general, más difíciles de identificar en una investigación general. Algunos de estos rasgos que pueden aparecer asociados con movimientos, se explican en esta parte de la investigación.



### ***i. Grietas sobre la calle o sobre el talud cercano a ella***

Los diferentes tipos de movimientos desarrollan grietas características con distintas orientaciones que las hacen muy importantes a la hora del reconocimiento de movimientos. Las grietas delimitan los límites de rotura y son en la mayoría de los casos las primeras señales de movimiento que aparecen en el campo. Su aparición en la cabecera del talud y en los límites laterales del deslizamiento, pueden definir, según la forma de estas, el tipo de movimiento a que corresponden. Las grietas de tensión que se presentan en la carretera señalan que un movimiento ha iniciado. Estas grietas permiten que el agua penetre, suavizando el material e incrementado la presión ejercida.

### ***ii. Cambios abruptos de pendiente***

Estos cambios indican que una masa de terreno o roca ya ha fallado o se ha movido. Algunos derrumbes presentarán más de un cambio de pendiente pues la masa de material tiene una tendencia a moverse en bloques.

### ***iii. Guarniciones o banquetas***

Las guarniciones o banquetas son un elemento protector en las vías carreteras, pero también pueden servir como indicador de movimientos. Cuando en la superficie de rodamiento no se presenten cambios visibles, el observar la condición de las guarniciones suele ser de gran ayuda. Una guarnición oblicua, inclinada o con buzamiento, indicará problemas con el terraplén. Al existir problemas en el terraplén se deberá observar si existe continuidad con algún corte, puesto que las deformaciones pudieran ser producto del empuje de la masa de tierra ocasionado por un deslizamiento rotacional. Un escurrimiento de material por debajo del pie del talud de corte puede modificar la estructura de las guarniciones.

### ***iv. Escombros sobre las calles, guarniciones***

Los escombros de suelo pueden indicar la existencia de un corte inestable cercano a la carretera o calle. La presencia de escombros puede ser el origen de los desprendimientos mayores. Un problema continuo de escombros sobre la vía requiere la atención del personal de mantenimiento con el objetivo de implementar la mejor solución.

### ***v. Deficiencias en el drenaje (agua superficial)***

- a) Alcantarillas bloqueadas. Una alcantarilla bloqueada no permite que el agua fluya correctamente, lo cual a su vez puede causar estancamiento de agua cerca del pie del talud. Esta condición tiende a saturar el pie del talud, causando que el terreno pierda fuerza e impidiendo su habilidad para resistir su propio peso. Consecuentemente un derrumbe puede llegar a ocurrir.
- b) Cunetas o banquetas recubiertas que presentan daños. Las cunetas que presentan resquebrajaduras permiten que el agua superficial fluya hacia abajo. Esto puede erosionar el talud

o permitir agua en la superficie que sature porciones del talud.

- c) Agua estancada. El agua estancada puede ocasionar problemas de infiltración.
- d) Desagües sobre el talud. Las tuberías, alcantarillas, cunetas, bordillos, contracunetas que permitan que el agua escurra dentro del talud pueden ser causas importantes para un deslizamiento. El agua de estos elementos puede infiltrarse hasta aumentar las fuerzas que desequilibran el talud.

### ***vi. Deficiencias en el drenaje (agua subterránea)***

- a) Agua emanada de la cara o del pie del talud. Los emanados indican la presencia de agua subterránea interceptando la superficie del terreno. Un emane puede señalar que el agua de una formación acuífera ha saturado una porción del corte. El área alrededor de un emane de agua es vulnerable a un derrumbe.
- b) Color en la cara del talud. Los colores diferentes pueden indicar diferencias bien definidas en la cantidad de agua presente. Un color más oscuro será indicador de mayor cantidad de agua presente. El área que contiene mayor cantidad de agua es más sensible a los derrumbes.
- c) Vegetación. El tipo y condición de la vegetación creciendo en los taludes puede indicar la presencia de agua subterránea. Las aneas y los sauces son plantas que indican la presencia de agua subterránea. Las áreas cubiertas de vegetación verde en estaciones temporales secas también son indicadores de agua subterránea.

### ***vii. Cambios en las características***

Algunos otros signos sutiles de movimiento pueden ser los cambios de verticalidad de diferentes elementos presentes en el talud. Árboles inclinados en el pie del talud indicarán que ha existido movimiento en algún tiempo atrás, pero que actualmente ha dejado de moverse, permitiendo que los árboles sigan creciendo verticalmente. Rocas visibles cubiertas de un suelo blando, indicarán que el talud se está moviendo.

### ***viii. Cambios en las estructuras***

- a) Muros de contención. La inclinación, grietas o los desniveles en un muro de retención muestran que la masa de suelo está en movimiento.
- b) Edificaciones. Las edificaciones localizadas en las áreas de deslizamiento pueden proveer pruebas de movimientos de suelo. Las pruebas más notables son grietas en diversas partes de su estructura.

## **G. Susceptibilidad y Peligro por Inestabilidad de Laderas**

Dentro del fenómeno de inestabilidad de laderas se ha considerado factores detonantes a los que se les asigno valores cualitativos y cuantitativos para su análisis de datos, los cuales nos brindan la información necesaria para poder determinar el índice de peligro cualitativo establecido por parte del CENAPRED.

El peligro por deslizamientos se produce cuando los diferentes factores se encuentran en cerca del equilibrio límite, lo cual al momento de aumentar algún factor descrito anteriormente desencadena los eventos que pueden dañar a la población infraestructura.

## H. Susceptibilidad a deslizamiento de laderas

### i. Metodología

El análisis de susceptibilidad se refiere al proceso de cuantificación relativa de la importancia que puede tener cada uno de los factores intrínsecos o condicionantes en la posibilidad que se produzcan fenómenos de inestabilidad de laderas. Con la suma de los pesos (contribución) de cada uno de los factores considerados se obtienen diferentes valores de susceptibilidad en una determinada área del territorio. Estos valores de susceptibilidad se clasifican generalmente en categorías genéricas: susceptibilidad muy alta, alta, moderada, baja y muy baja.

La forma más frecuente de presentar este análisis es a través de mapas de susceptibilidad que establecen el rango de la inestabilidad de laderas. Estos mapas presentan la clasificación de la estabilidad relativa o la propensión a la inestabilidad de un área en diferentes categorías, a las que se asigna una escala de color, siguiendo los criterios habituales para los análisis de peligros y riesgos (rojos y naranjas para las categorías de susceptibilidad alta y amarillos y verdes para los rangos de susceptibilidad media y baja), y muestra donde hay o no, condiciones para que pueda ocurrir inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2014).

No existe un procedimiento estandarizado para la elaboración de mapas de susceptibilidad a la inestabilidad de laderas. Lo más común, sin embargo, es que se realice una combinación de las cartografías de los factores condicionantes (pendientes, litología, estructuras, hidrología, etc.), asignando un valor relativo a cada factor según su contribución a la inestabilidad y se sumen estas contribuciones para obtener los valores finales de susceptibilidad. La utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG), permite el tratamiento de la información y la realización de numerosos análisis con diferentes combinaciones.

Uno de los aspectos fundamentales de la construcción de los mapas de susceptibilidad son los criterios para seguir para la ponderación de los factores condicionantes (asignación de los valores relativos), por lo cual no existe un procedimiento estándar.

De acuerdo con la metodología indicada en el Anexo proporcionado en la Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos en la que se basa este Atlas municipal, se han considerado por el momento 8 factores predominantes para poder obtener la susceptibilidad de deslizamientos de laderas que son:

- Energía del relieve
- Índice de Topográfico de Humedad (ITH)
- Densidad de lineamientos
- Análisis de Pendientes.
- Densidad de Disección
- Litología.

- Cobertura vegetal y uso de suelo.
- Edafología

Con este análisis se determinan las zonas con mayor susceptibilidad para poder realizar las visitas de inspección en campo, y así poder ponderar las zonas en donde se podrá realizar la visita correspondiente en campo para la realización de inspecciones por parte del personal operativo.

De acuerdo con la metodología proporcionada por el CENAPRED se realizó los siguientes pasos para generar el mapa de susceptibilidad de laderas del municipio:

1. Obtención y preparación de las imágenes ráster obtenidas del portal del INEGI (MDE a 5m).
2. Generación de imágenes Ráster de la Energía del relieve.
3. Generación de imágenes ráster del cálculo del Índice topográfico de humedad.
4. Generación de imágenes Ráster de la Densidad de lineamientos.
5. Generación de Ráster de análisis de pendientes en SIG.
6. Generación de imágenes Ráster de la Densidad de disección del terreno.
7. Obtención y preparación de capas de litología del Servicio Geológico Mexicano con escala 1:20,000.
8. Obtención y preparación de las capas de: Uso de suelo, Vegetación y Edafología, de las plataformas de CONABIO y CONAFOR, obtenidas por medio de los Tiles generados por el satélite Sentinel-2, teniendo como escala de representación de 1:50,000.
9. Ponderación relativa y normalización de los valores de los Ráster obtenidos por medio de Álgebra de Mapas en un SIG.
10. Suma algebraica de las capas y vegetación en el SIG, para la generación de mapa de susceptibilidad de Deslizamiento de Laderas.
11. Obtención del Mapa de Susceptibilidad relativa.
12. Obtención de capas de isoyetas de precipitación de 24 horas con periodo de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, y 100 años.
13. Reponderación y normalización de los ráster de periodos de retorno de las isoyetas elaboradas por CONAGUA y el Instituto de Ingeniería de la UNAM.
14. Obtención de los diferentes Mapas de Peligro por deslizamiento de Laderas a través del álgebra de mapas por medio de un SIG.
15. Generación de mapas de peligro por deslizamiento, caída de rocas y flujos, para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años.
16. Obtención de puntos de mayor inestabilidad de acuerdo con los valores relativos arrojados en el Ráster de salida.



**ii. Factores de Susceptibilidad.**

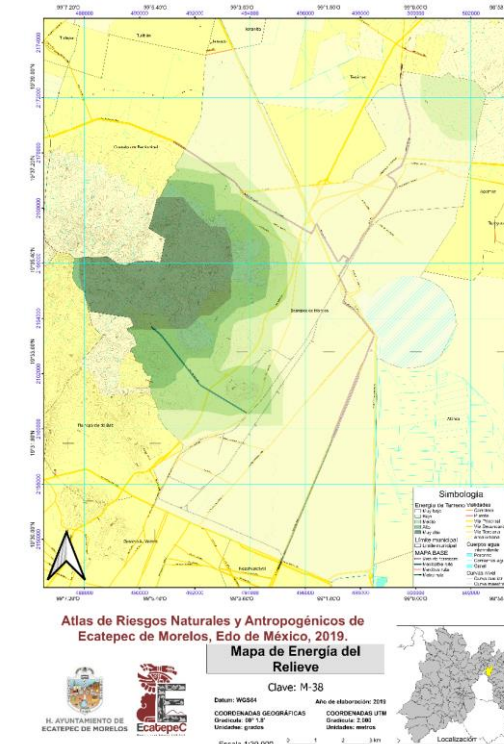
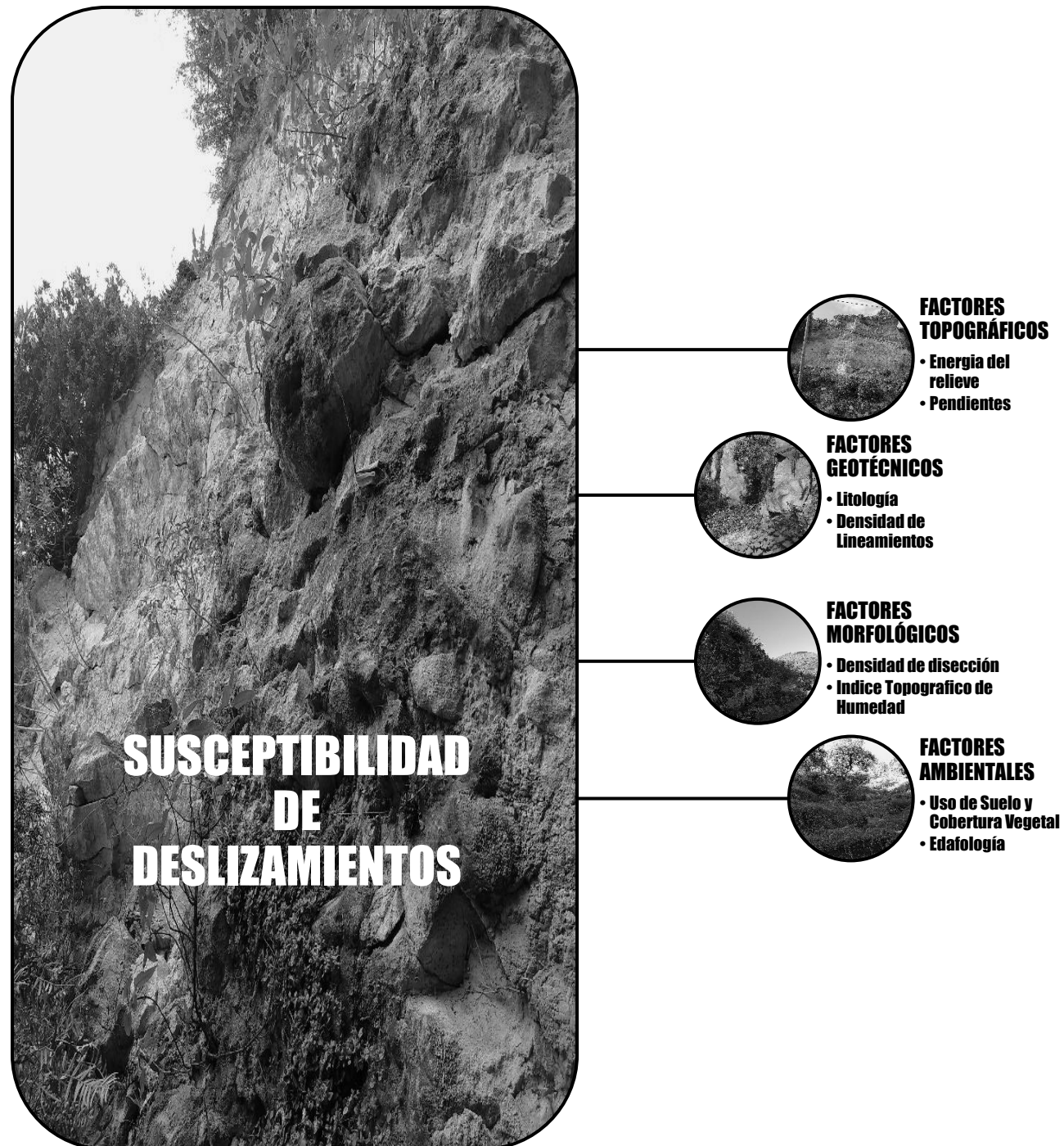
**a) Energía del relieve**

La anergia del terreno se refiere a la intensidad relativa de la actividad endógena en relación con la exógena representada por la diferencia altitudinal en un área determinada.

Tabla 45 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Energía del relieve.

INTERVALO		ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0	0.0000856	MUY BAJO	5%	0.00%
0.0000856	0.000169	BAJO		1.25%
0.000169	0.000252	MEDIO		2.50%
0.000252	0.000335	ALTO		3.75%
0.000335	0.00041875	MUY ALTO		5.00%

Fuente: Elaboración propia con datos DEM INEGI.



Mapa 38 Energía del Relieve

Fuente: Elaboración propia con datos DEM INEGI.

Figura 9 Diagrama de factores desencadenantes para la Susceptibilidad de Deslizamiento de Laderas

Fuente: Elaboración propia



**b) Índice de topográfico de humedad (ith)**

El Índice topográfico de humedad es el potencial de concentración o acumulación de agua, determinado por el análisis morfológico del territorio en una determinada área. Es utilizada para determinar las zonas de mayor potencial de retención de humedad.

Tabla 46 Índices Cuantitativo y Cualitativo de humedad del terreno.

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0	4.4	MUY BAJO	0.00%
4.4	7.54	BAJO	1.25%
7.54	10.7	MEDIO	2.50%
10.7	13.8	ALTO	3.75%
13.8	16.7	MUY ALTO	5.00%

Fuente: Elaboración propia con datos MDE INEGI.

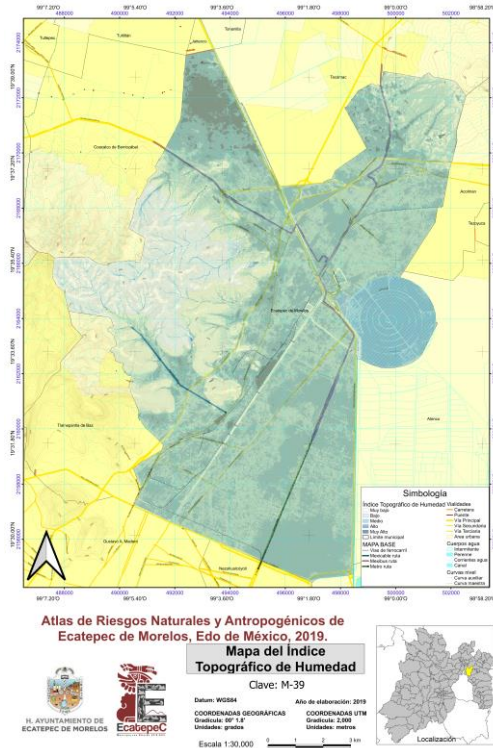
**c) Densidad de lineamientos**

La densidad de lineamientos del terreno está definida como el valor de la longitud de la trayectoria de fallas y fracturas sobre la unidad de superficie homogénea en 1km<sup>2</sup>, que permite detectar las zonas de terreno en donde se tiene una mayor concentración de alineamientos estructurales.

Tabla 47 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Densidad de lineamientos.

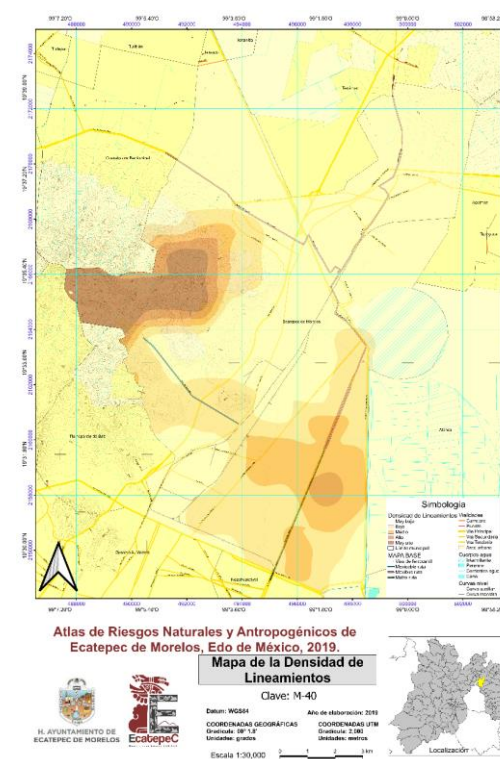
ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0	0.000503	MUY BAJO	0.00%
0.000503	0.00124	BAJO	1.25%
0.00124	0.00198	MEDIO	2.50%
0.00198	0.00272	ALTO	3.75%
0.00272	0.00345	MUY ALTO	5.00%

Fuente: Elaboración propia con datos SGM.



Mapa 39 Índice Topográfico de Humedad.

Fuente: Elaboración propia con datos MDE INEGI.



Mapa 40 Densidad de Lineamientos

Fuente: Elaboración propia con datos SGM.



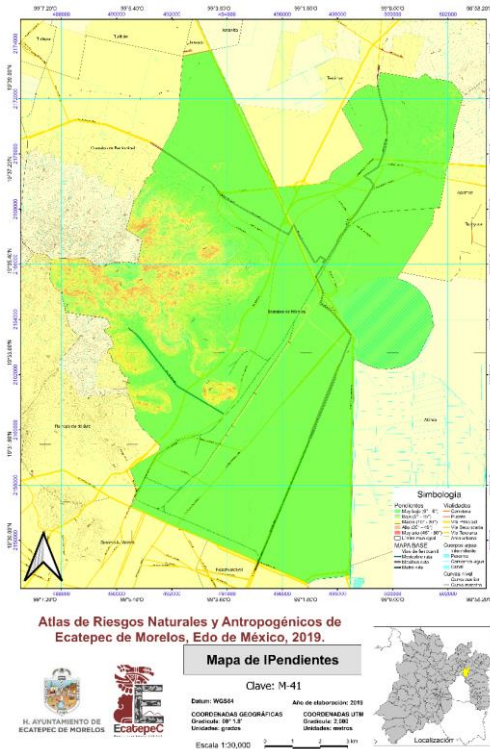
**d) Análisis de Pendientes.**

Las pendientes son un factor determinante en la generación de inestabilidad de terreno, así como la dirección del mismo, es la representación estadística del terreno, es determinada por la diferencia de alturas entre un píxel y otro expresada en grados y fueron determinados los valores Cuantitativos y cualitativos según el ángulo en que se encuentra la pendiente.

Tabla 48 Índices Cuantitativos y Cualitativos del Análisis de Pendientes

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0 °	6 °	MUY BAJO	0.00%
6 °	15 °	BAJO	7.50%
15 °	30 °	MEDIO	15.00%
30 °	45 °	ALTO	22.50%
45 °	90 °	MUY ALTO	30.00%

Fuente: Elaboración propia con datos MDE INEGI.



Mapa 41 Pendientes

Fuente: Elaboración propia con datos MDE INEGI.

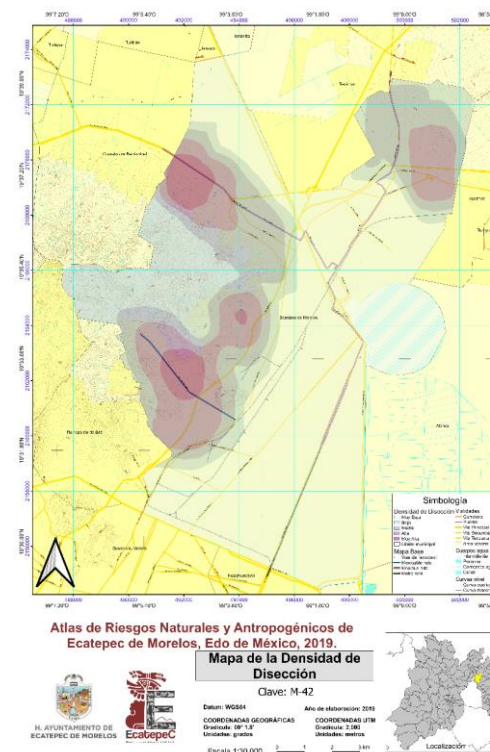
**e) Densidad de Disección**

Este índice está definido por el valor de la longitud de del número de causas sobre la unidad de superficie en 1km<sup>2</sup>, que permite detectar las zonas de terreno con mayor propensión de procesos erosivos de tipo fluvial.

Tabla 49 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Densidad de Disección.

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0	0.00239	MUY BAJO	0.00%
0.00239	0.00479	BAJO	1.25%
0.00479	0.00718	MEDIO	2.50%
0.00718	0.00957	ALTO	3.75%
0.00957	0.01197	MUY ALTO	5.00%

Fuente: Elaboración propia con datos del MDE INEGI.



Mapa 42 Densidad de Disección

Fuente: Elaboración propia. Datos MDE INEGI.

### f) Litología.

Las formaciones geológicas presentes en el área de estudio son categorizadas por medio de grupos de clasificación según su litología (composición, susceptibilidad de erosión y fracturamiento).

Tabla 50 Índice Cuantitativo y Cualitativo por Litología

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	LITOLOGÍA	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
1	MUY BAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>DACITA</li> <li>DACITA PORFÍDICA</li> </ul>	25%	0.00%
2	BAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ANDESITA</li> <li>ANDESITA PORFÍDICA</li> <li>PÓRFIDO ANDESÍTICO</li> <li>PÓRFIDO DACÍTICO</li> </ul>		6.25%
3	MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>BRECHA VOLCÁNICA</li> </ul>		12.50%
4	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>LAHAR</li> <li>ZONA DE TRANSICIÓN</li> </ul>		18.75%
5	MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>LACUSTRE</li> </ul>		25.00%

Fuente: Elaboración propia con datos SGM

Este mapa se encuentra dentro de los datos generales del Municipio (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

### g) Uso de Suelo y Vegetación.

Los datos dentro de este factor fueron obtenidos en el portal de CONABIO en el apartado de Tiles generados por el satélite Sentinel-2, a una escala 1:50,000, utilizando las claves E14A29, E14A39 y E14B21, las ponderaciones se realizaron de acuerdo con la metodología del CENAPRED.

Tabla 51 Índices Cuantitativo y Cualitativo del Uso de Suelo y Vegetación.

USO DE SUELO	INDICE CUANTITATIVO	INDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
Bosque	1	MUY BAJO	20%	4.00%
Matorral	2	BAJO		8.00%
Pastizales	3	MEDIO		12.00%
Tierras Agrícolas	4	ALTO		16.00%
Suelo Urbano o Suelo desnudo	5	MUY ALTO		20.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO-Sentinel 2 y CONAFOR.

Este mapa se encuentra dentro de los datos generales del Municipio (Mapa 9).

### h) Edafología

Para la Edafología se realizó la ponderación cualitativa y cuantitativa de acuerdo con los suelos presentes en el territorio municipal, considerando su composición y naturaleza, respecto a resistencia y estabilidad.

Tabla 52 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Edafología

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
SOLONCHAK	2	BAJO	5%	1.25%
URBANO	3	MEDIO		2.50%
LITOSOL	4	ALTO		3.75%
FEZEM	5	MUY ALTO		5.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO y CONAFOR.

Este mapa se encuentra dentro de los datos generales del Municipio (Mapa 6).

### iii. Mapa de Susceptibilidad de deslizamiento de laderas

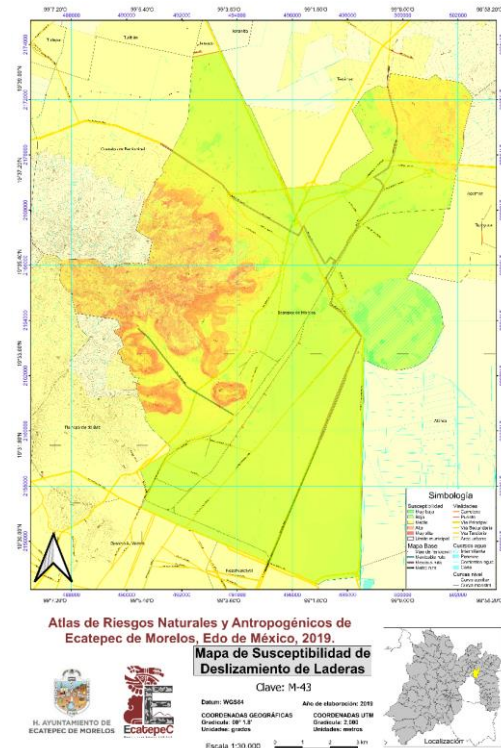
En el Mapa de Susceptibilidad para Deslizamiento de Laderas se puede observar en colores Rojos los lugares identificados con una muy alta susceptibilidad, los colores naranjas representan la susceptibilidad alta, los colores amarillos susceptibilidad media y los verdes una baja o muy baja susceptibilidad.

Tabla 53 Ubicación de puntos susceptibles con índice muy alto (ejemplo de ponderación).

id	COLONIA	LATITUD	LONGITUD	PENDIENTE	LITOLOGÍA	VEGETACIÓN Y USO DE SUELO	SUSCEPTIBILIDAD
2	SANTA CLARA	19.54527467	-99.05669	MÁS DE 45°	Suelo Aluvial del Cuaternario	ZONA URBANA	MUY ALTA
3	CERRO GORDO	19.54823417	-99.05483	MÁS DE 45°	Suelo Aluvial del Cuaternario	ZONA URBANA	MUY ALTA
7	BENITO JUÁREZ NORTE XALOSTOC	19.54349265	-99.08452	35° - 45°	Ígnea extrusiva Volcanoclástico del Neógeno	ZONA URBANA	MUY ALTA
8	TABLA DEL POZO	19.54360119	-99.08811	35° - 45°	Ígnea extrusiva Volcanoclástico del Neógeno	ZONA URBANA	MUY ALTA
10	LA PALMA	19.55937123	-99.06102	MÁS DE 45°	Ígnea extrusiva Volcanoclástico del Neógeno	ZONA URBANA	MUY ALTA
11	TULPETLAC TEXALPA	19.56128094	-99.05720	MÁS DE 45°	Ígnea extrusiva Volcanoclástico del Neógeno	ZONA URBANA	MUY ALTA
12	CHALPA	19.5607267	-99.06012	35° - 45°	Ígnea extrusiva Volcanoclástico del Neógeno	ZONA URBANA	MUY ALTA
13	CHALPA	19.5616206	-99.06068	35° - 45°	Ígnea extrusiva Volcanoclástico del Neógeno	ZONA URBANA	MUY ALTA

Fuente: Elaboración propia.





Mapa 43 Susceptibilidad de Laderas

Fuente: Elaboración propia.

## I. Peligro por deslizamiento de laderas

El peligro ante deslizamiento de laderas corresponde a la cartografía de los polígonos de peligro por deslizamientos que es resultado de la suma algebraica de imágenes rasterizadas ponderadas con los factores de precipitación normalizados, dando un peso del 70 % a los factores detonantes de deslizamientos y un 30 % al factor de precipitación obtenido por medio de las Isoyetas de Precipitación acumulada a 24 horas con periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años respectivamente, dando como resultado 6 Mapas de Peligro para Deslizamiento de Laderas. Expresándose con la siguiente fórmula:

$$P = \sum_0^n F(N)_i * (0.7) + ((Pa(N)) * (.3))$$

Donde:

$P$  = Peligro

$F(N)$  = Factor de Delizamiento Normalizado

$i$  = Número de Factores Normalizados

$Pa(N)$  = Precipitacion Acumilada Normalizada

Las intensidades de lluvia que fueron tomadas como referencia de la clasificación de la precipitación acumulada en 24 horas son las emitidas por la Secretaria de Protección Civil en el año 2017 y se enlistan a continuación:

Tabla 54 Intervalos e Índices Cualitativos de Precipitación Acumulada en 24 horas.

INTERVALO (mm)	CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0 - 10	LLUVIA LIGERA	30%	0.00%
10 - 30	LLUVIA FUERTE		7.50%
30 - 50	LLUVIA MUY FUERTE		15.00%
50 - 70	LLUVIA INTENSA		22.50%
70 - MAYOR	LLUVIA SEVERA		30.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaria de Protección Civil 2017..

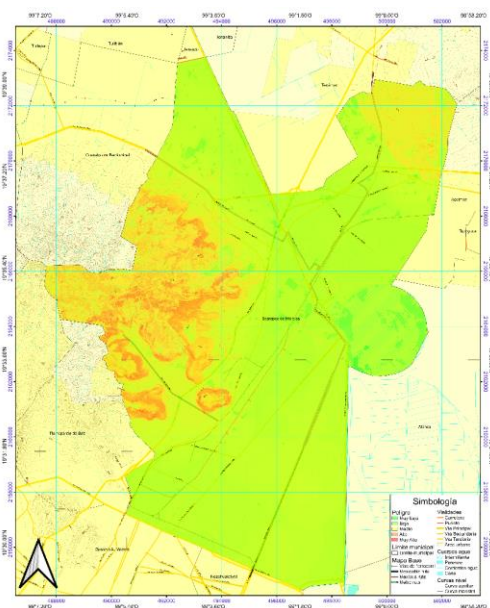
El grado de clasificación cualitativa ante dicho fenómeno perturbador se enlisto en cinco niveles según el grado de peligro:



Ilustración 6 Clasificación cualitativa.

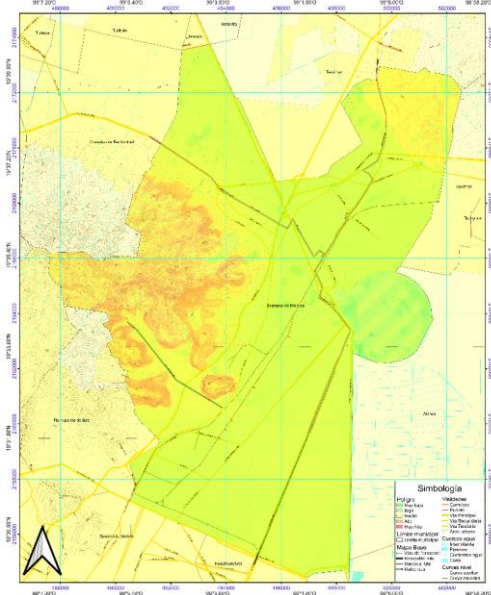
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran los mapas de Peligro por Deslizamiento de Laderas de acuerdo al periodo de retorno



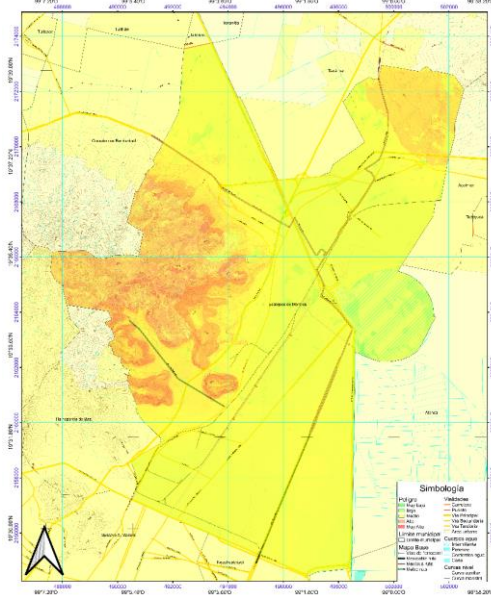
**Atlas de Riesgos Naturales y Antropogénicos de Ecatepec de Morelos, Edo de México, 2019.**  
Mapa de Peligro por Deslizamiento de Laderas con Periodo de Retorno de 2 años  
Clave: M-44  
Escala: 1:30,000

Mapa 44 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 2 años



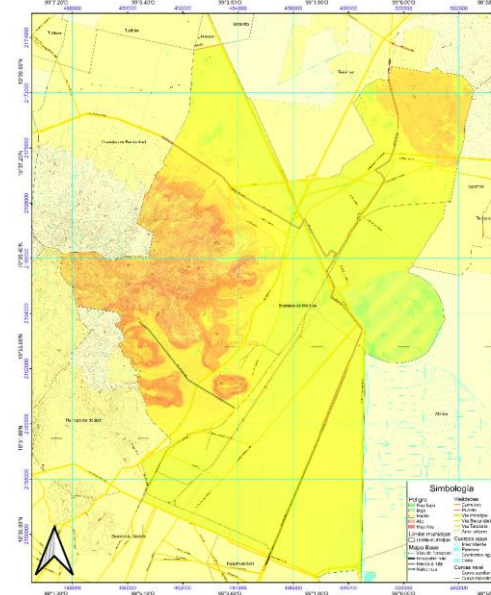
**Atlas de Riesgos Naturales y Antropogénicos de Ecatepec de Morelos, Edo de México, 2019.**  
Mapa de Peligro por Deslizamiento de Laderas con Periodo de Retorno de 5 años  
Clave: M-45  
Escala: 1:30,000

Mapa 45 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 5 años



**Atlas de Riesgos Naturales y Antropogénicos de Ecatepec de Morelos, Edo de México, 2019.**  
Mapa de Peligro por Deslizamiento de Laderas con Periodo de Retorno de 50 años  
Clave: M-48  
Escala: 1:30,000

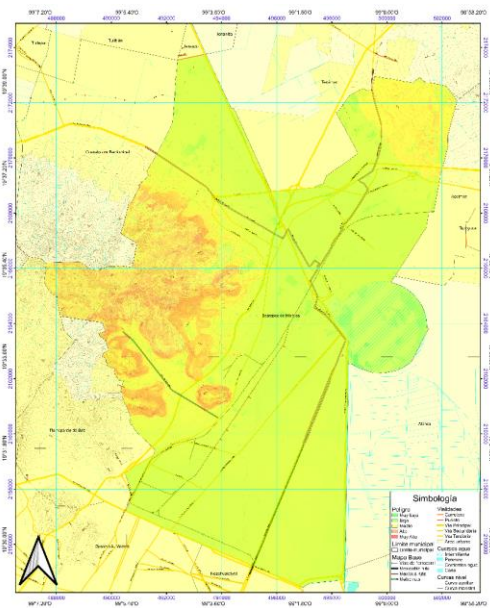
Mapa 48 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 50 años



**Atlas de Riesgos Naturales y Antropogénicos de Ecatepec de Morelos, Edo de México, 2019.**  
Mapa de Peligro por Deslizamiento de Laderas con Periodo de Retorno de 100 años  
Clave: M-49  
Escala: 1:30,000

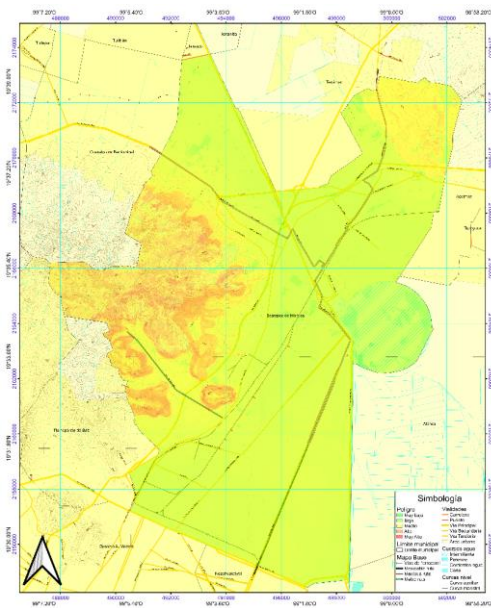
Mapa 49 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 100 años

Fuente: Elaboración propia



**Atlas de Riesgos Naturales y Antropogénicos de Ecatepec de Morelos, Edo de México, 2019.**  
Mapa de Peligro por Deslizamiento de Laderas con Periodo de Retorno de 10 años  
Clave: M-46  
Escala: 1:30,000

Mapa 46 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 10 años



**Atlas de Riesgos Naturales y Antropogénicos de Ecatepec de Morelos, Edo de México, 2019.**  
Mapa de Peligro por Deslizamiento de Laderas con Periodo de Retorno de 20 años  
Clave: M-47  
Escala: 1:30,000

Mapa 47 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 20 años

## J. Susceptibilidad y Peligro por Flujos

Para el caso de susceptibilidad por Flujos de Detritos fue utilizado el procedimiento antes mencionado en la metodología, en este caso fueron descartados algunos factores ya que consideran irrelevantes para el análisis en este apartado, los factores Utilizados son los siguientes:

- Energía del Relieve.
- Densidad de Disección.
- Análisis de Pendientes
- Litología.
- Uso de Suelo y Vegetación.
- Edafología.

### i. Factores de susceptibilidad.

#### a) Energía del relieve

La anergia del terreno se refiere a la intensidad relativa de la actividad endógena en relación con la exógena representada por la diferencia altitudinal en un área determinada.



Tabla 55 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Energía del relieve.

INTERVALO		ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0	0.0000856	MUY BAJO	9.60%	0.00%
0.0000856	0.000169	BAJO		2.40%
0.000169	0.000252	MEDIO		4.80%
0.000252	0.000335	ALTO		7.20%
0.000335	0.00041875	MUY ALTO		9.60%

Fuente: Elaboración propia con datos MDE INEGI.

### b) Densidad de Disección

Este índice está definido por el valor de la longitud de del número de causas sobre la unidad de superficie en 1km<sup>2</sup>, que permite detectar las zonas de terreno con mayor propensión de procesos erosivos de tipo fluvial.

Tabla 56 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Densidad de Disección.

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0	0.00239	MUY BAJO	0.00%
0.00239	0.00479	BAJO	5.50%
0.00479	0.00718	MEDIO	11.00%
0.00718	0.00957	ALTO	26.50%
0.00957	0.01197	MUY ALTO	22.00%

Fuente: Elaboración propia con datos del MDE INEGI.

### c) Análisis de Pendientes.

Las pendientes son un factor determinante en la generación de inestabilidad de terreno, así como la dirección del mismo, es la representación estadística del terreno, es determinada por la diferencia de alturas entre un píxel y otro expresada en grados y fueron determinados los valores Cuantitativos y cualitativos según el ángulo en que se encuentra la pendiente.

Tabla 57 Índices Cuantitativos y Cualitativos del Análisis de Pendientes

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0 °	6 °	MUY BAJO	0.00%
6 °	15 °	BAJO	6.10%
15 °	30 °	MEDIO	12.20%
30 °	45 °	ALTO	18.30%
45 °	90 °	MUY ALTO	24.40%

Fuente: Elaboración propia con datos MDE INEGI.

### d) Litología.

Las formaciones geológicas presentes en el área de estudio son categorizadas por medio de grupos de clasificación según su litología (composición, susceptibilidad de erosión y fracturamiento).

Tabla 58 Índice Cuantitativo y Cualitativo por Litología

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	LITOLOGÍA	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
1	MUY BAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>DACITA</li> <li>DACITA PORFÍDICA</li> </ul>	18.60%	0.00%
2	BAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ANDESITA</li> <li>ANDESITA PORFÍDICA</li> <li>PÓRFIDO ANDESÍTICO</li> <li>PÓRFIDO DACÍTICO</li> </ul>		4.65%
3	MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>BRECHA VOLCÁNICA</li> </ul>		9.30%
4	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>LAHAR</li> <li>ZONA DE TRANSICIÓN</li> </ul>		13.95%
5	MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>LACUSTRE</li> </ul>		18.60%

Fuente: Elaboración propia con datos SGM

### e) Uso de Suelo y Vegetación.

Los datos dentro de este factor fueron obtenidos en el portal de CONABIO en el apartado de Tiles generados por el satélite Sentinel-2, a una escala 1:50,000, utilizando las claves E14A29, E14A39 y E14B21, las ponderaciones se realizaron de acuerdo con la metodología del CENAPRED.

Tabla 59 Índices Cuantitativo y Cualitativo del Uso de Suelo y Vegetación.

USO DE SUELO	INDICE CUANTITATIVO	INDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
Bosque	1	MUY BAJO	4.70%	0.94%
Matorral	2	BAJO		1.88%
Pastizales	3	MEDIO		2.82%
Tierras Agrícolas	4	ALTO		3.76%
Suelo Urbano o Suelo desnudo	5	MUY ALTO		4.70%

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO-Sentinel 2 y CONAFOR.

### f) Edafología

Para la Edafología se realizó la ponderación cualitativa y cuantitativa de acuerdo con los suelos presentes en el territorio municipal, considerando su composición y naturaleza, respecto a resistencia y estabilidad.

Tabla 60 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Edafología

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
SOLONCHAK	2	BAJO	20.70%	5.18%
URBANO	3	MEDIO		10.35%
LITOSOL	4	ALTO		15.73%
FEOZEM	5	MUY ALTO		20.70%

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO y CONAFOR.

El peligro ante Flujo de Detritos corresponde a la cartografía de los polígonos de peligro por Flujos de detritos, es resultado de la suma algebraica de imágenes rasterizadas ponderadas con los factores de precipitación normalizados, dando un peso del 70 % a los factores detonantes de deslizamientos y un 30 % al factor de precipitación obtenido por medio de las Isoyetas de Precipitación acumulada a 24 horas con

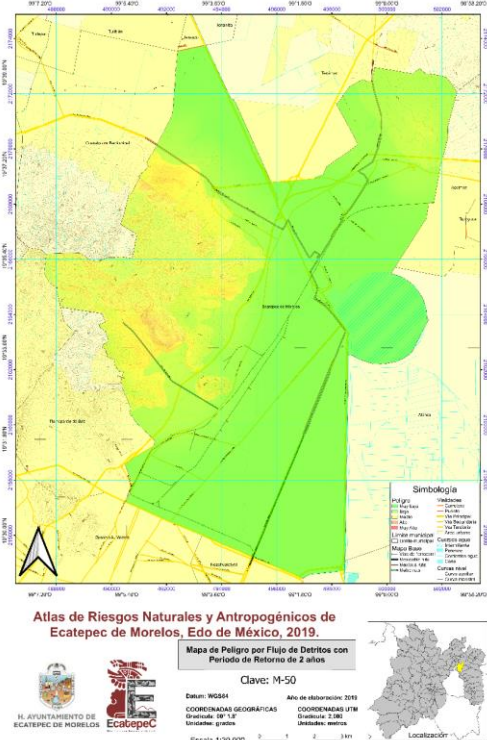
periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años respectivamente, dando como resultado 6 Mapas de Peligro para Flujo de Detritos.

Tabla 61 Intervalos e Índices Cualitativos de Precipitación Acumulada en 24 horas.

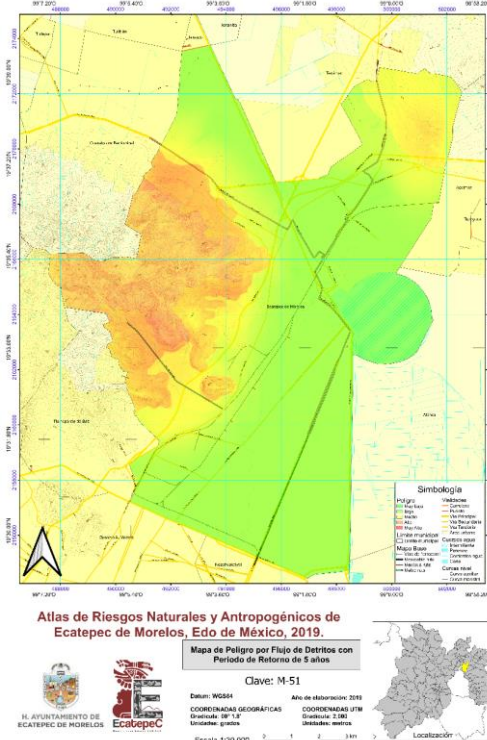
INTERVALO (mm)		CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0	10	LLUVIA LIGERA	30%	0.00%
10	30	LLUVIA FUERTE		7.50%
30	50	LLUVIA MUY FUERTE		15.00%
50	70	LLUVIA INTENSA		22.50%
70	MAYOR	LLUVIA SEVERA		30.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Protección Civil 2017.

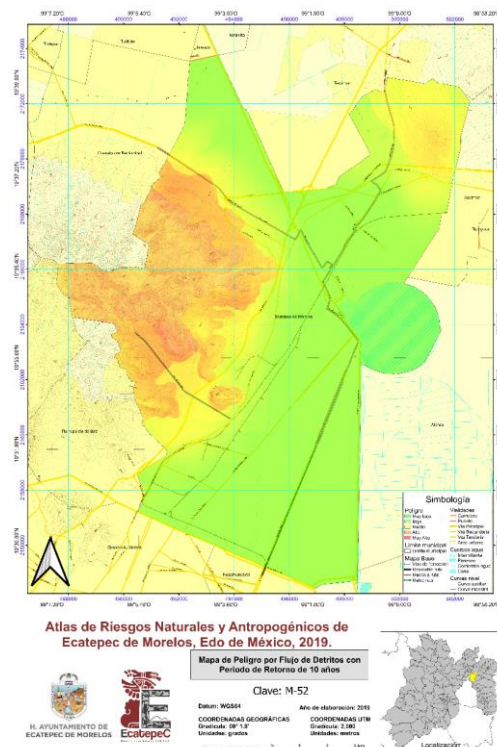
A continuación, se muestran los mapas de Peligro por Flujos de acuerdo al periodo de retorno



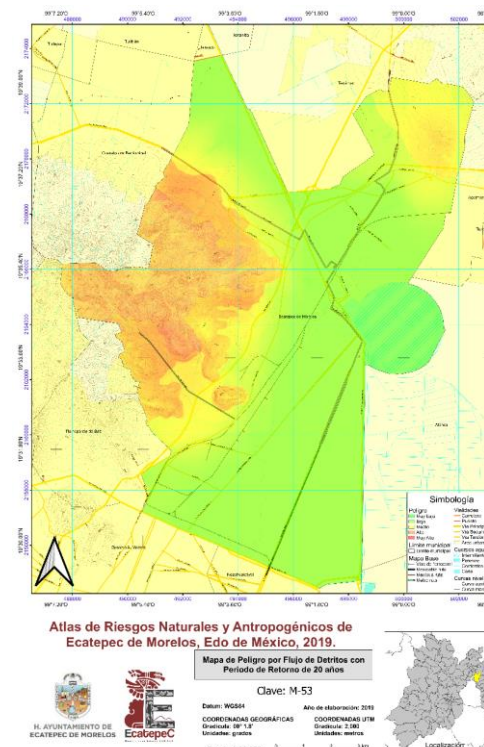
Mapa 50 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 2 años



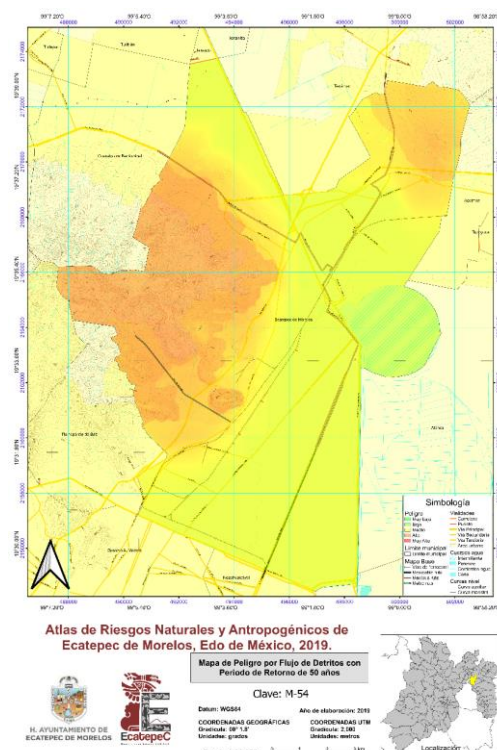
Mapa 51 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 5 años



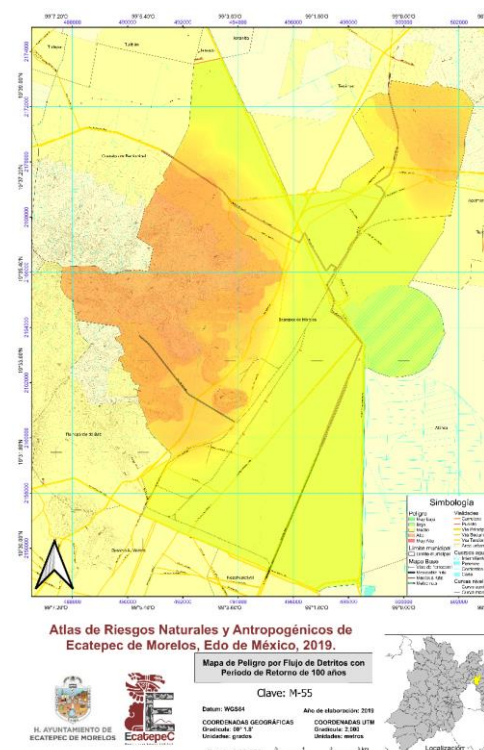
Mapa 52 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 10 años



Mapa 53 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 20 años



Mapa 54 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 50 años



Mapa 55 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 100 años

Fuente: Elaboración propia



## K. Peligro por Caídos o derrumbes

Para el caso de susceptibilidad por Caídos o Derrumbes fue utilizado el procedimiento antes mencionado en la metodología para Deslizamientos de Ladera, en este caso fueron descartados algunos factores ya que consideran irrelevantes para el análisis en este apartado, los factores utilizados son los siguientes:

- Energía del Relieve.
- Análisis de Pendientes.
- Densidad de Disección.
- Litología.
- Uso de Suelo y Vegetación.
- Edafología.

### i. Factores de susceptibilidad.

#### a) Energía del relieve

La anergia del terreno se refiere a la intensidad relativa de la actividad endógena en relación con la exógena representada por la diferencia altitudinal en un área determinada.

Tabla 62 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Energía del relieve.

INTERVALO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0	0.0000856	MUY BAJO	0.00%
0.0000856	0.000169	BAJO	1.25%
0.000169	0.000252	MEDIO	2.50%
0.000252	0.000335	ALTO	3.75%
0.000335	0.00041875	MUY ALTO	5.00%

Fuente: Elaboración propia con datos DEM INEGI.

#### b) Análisis de Pendientes.

Las pendientes son un factor determinante en la generación de inestabilidad de terreno, así como la dirección del mismo, es la representación estadística del terreno, es determinada por la diferencia de alturas entre un píxel y otro expresada en grados y fueron determinados los valores Cuantitativos y cualitativos según el ángulo en que se encuentra la pendiente.

Tabla 63 Índices Cuantitativos y Cualitativos del Análisis de Pendientes

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0 °	6 °	MUY BAJO	0.00%
6 °	15 °	BAJO	7.50%
15 °	30 °	MEDIO	15.00%
30 °	45 °	ALTO	22.50%
45 °	90 °	MUY ALTO	30.00%

Fuente: Elaboración propia con datos MDE INEGI.

#### c) Densidad de Disección

Este índice está definido por el valor de la longitud de del número de causas sobre la unidad de superficie en 1km<sup>2</sup>, que permite detectar las zonas de terreno con mayor propensión de procesos erosivos de tipo fluvial.

Tabla 64 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Densidad de Disección.

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0	0.00239	MUY BAJO	0.00%
0.00239	0.00479	BAJO	1.25%
0.00479	0.00718	MEDIO	2.50%
0.00718	0.00957	ALTO	3.75%
0.00957	0.01197	MUY ALTO	5.00%

Fuente: Elaboración propia con datos del MDE INEGI.

#### d) Litología.

Las formaciones geológicas presentes en el área de estudio son categorizadas por medio de grupos de clasificación según su litología (composición, susceptibilidad de erosión y fracturamiento).

Tabla 65 Índice Cuantitativo y Cualitativo por Litología

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	LITOLOGÍA	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
1	MUY BAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>DACITA</li> <li>DACITA PORFÍDICA</li> </ul>	25%	0.00%
2	BAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ANDESITA</li> <li>ANDESITA PORFÍDICA</li> <li>PÓRFIDO ANDESÍTICO</li> <li>PÓRFIDO DACÍTICO</li> </ul>		6.25%
3	MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>BRECHA VOLCÁNICA</li> </ul>		12.50%
4	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>LAHAR</li> <li>ZONA DE TRANSICIÓN</li> </ul>		18.75%
5	MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>LACUSTRE</li> </ul>		25.00%

Fuente: Elaboración propia con datos SGM

#### e) Uso de Suelo y Vegetación.

Los datos dentro de este factor fueron obtenidos en el portal de CONABIO en el apartado de Tiles generados por el satélite Sentinel-2, a una escala 1:50,000, utilizando las claves E14A29, E14A39 y E14B21, las ponderaciones se realizaron de acuerdo con la metodología del CENAPRED.

Tabla 66 Índices Cuantitativo y Cualitativo del Uso de Suelo y Vegetación.

USO DE SUELO	INDICE CUANTITATIVO	INDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
Bosque	1	MUY BAJO	20%	4.00%
Matorral	2	BAJO		8.00%
Pastizales	3	MEDIO		12.00%
Tierras Agrícolas	4	ALTO		16.00%
Suelo Urbano o Suelo desnudo	5	MUY ALTO		20.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO-Sentinel 2 y CONAFOR.

## f) Edafología

Para la Edafología se realizó la ponderación cualitativa y cuantitativa de acuerdo con los suelos presentes en el territorio municipal, considerando su composición y naturaleza, respecto a resistencia y estabilidad.

Tabla 67 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Edafología

ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUANTITATIVO	ÍNDICE CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
SOLONCHAK	2	BAJO	5%	1.25%
URBANO	3	MEDIO		2.50%
LITOSOL	4	ALTO		3.75%
FEOZEM	5	MUY ALTO		5.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO y CONAFOR.

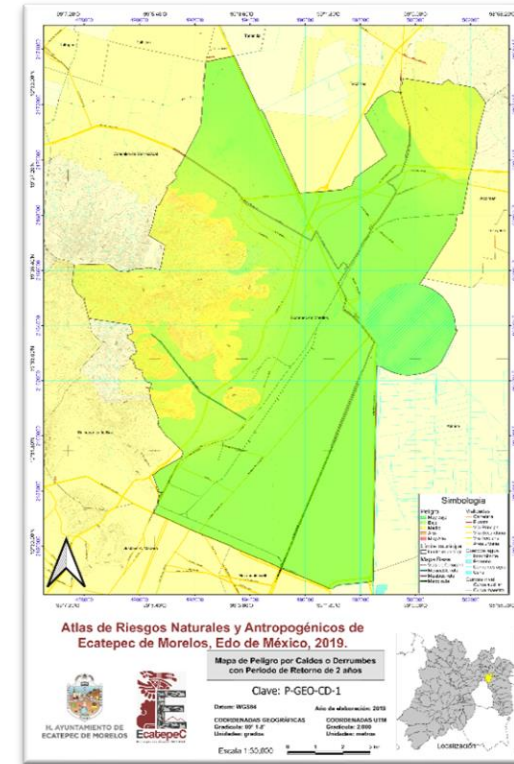
El peligro ante Caídos o Derrumbes corresponde a la cartografía de los polígonos de peligro por Caídos o Derrumbes, es resultado de la suma algebraica de imágenes rasterizadas ponderadas con los factores de precipitación normalizados, dando un peso del 70 % a los factores detonantes de deslizamientos y un 30 % al factor de precipitación obtenido por medio de las Isoyetas de Precipitación acumulada a 24 horas con periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años respectivamente, dando como resultado 6 Mapas de Peligro por Caída o Derrumbes.

Tabla 68 Intervalos e Índices Cualitativos de Precipitación Acumulada en 24 horas.

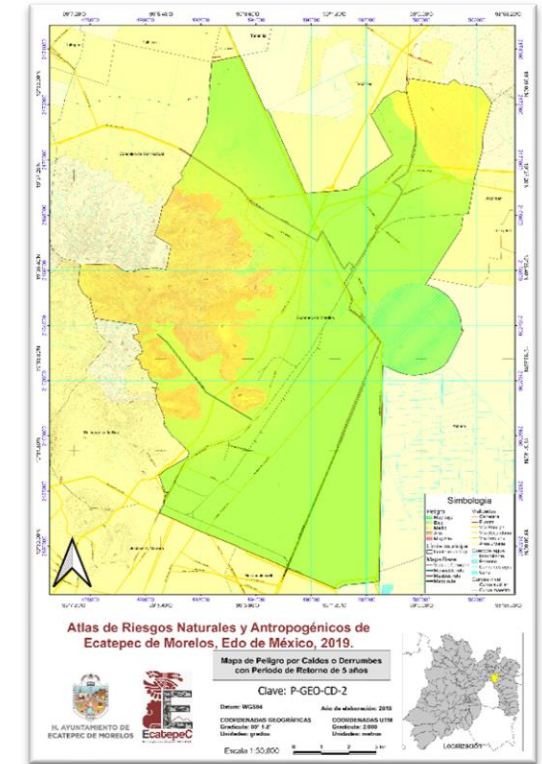
INTERVALO (mm)	CUALITATIVO	PESO DEL FACTOR	PESO RELATIVO
0 - 10	LLUVIA LIGERA	30%	0.00%
10 - 30	LLUVIA FUERTE		7.50%
30 - 50	LLUVIA MUY FUERTE		15.00%
50 - 70	LLUVIA INTENSA		22.50%
70 - MAYOR	LLUVIA SEVERA		30.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Protección Civil 2017.

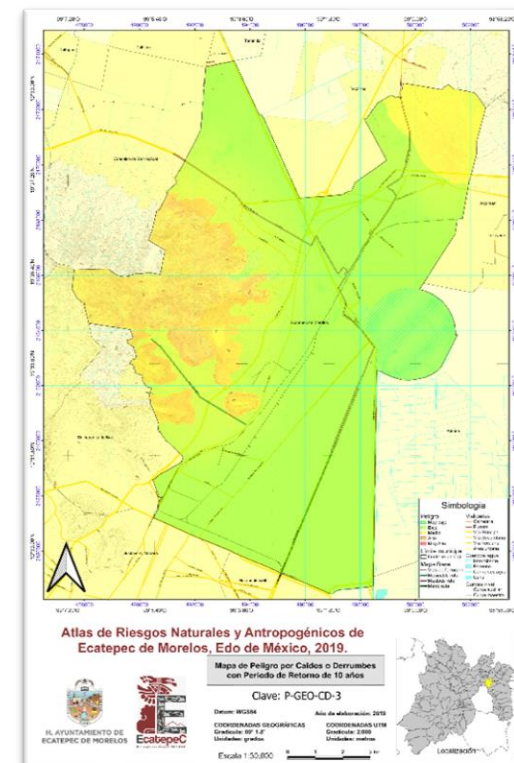
A continuación, se muestran los mapas de Peligro por Caídos o derrumbes de acuerdo al periodo de retorno



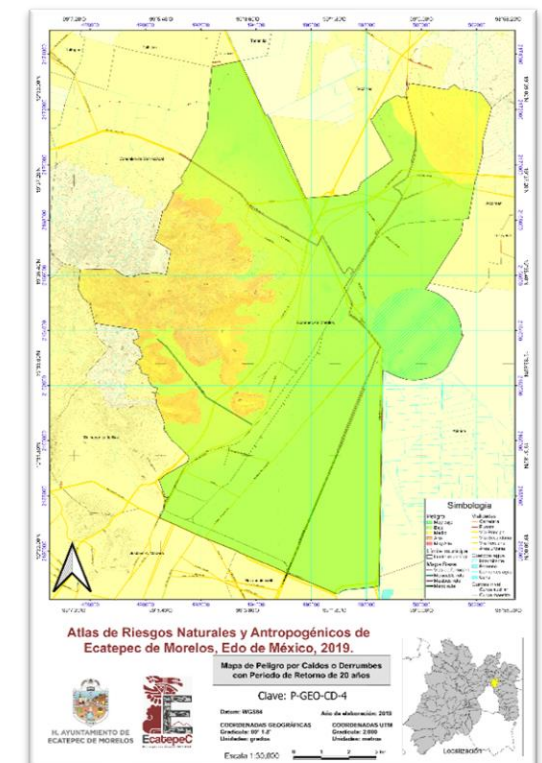
Mapa 56 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 2 años



Mapa 57 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 5 años

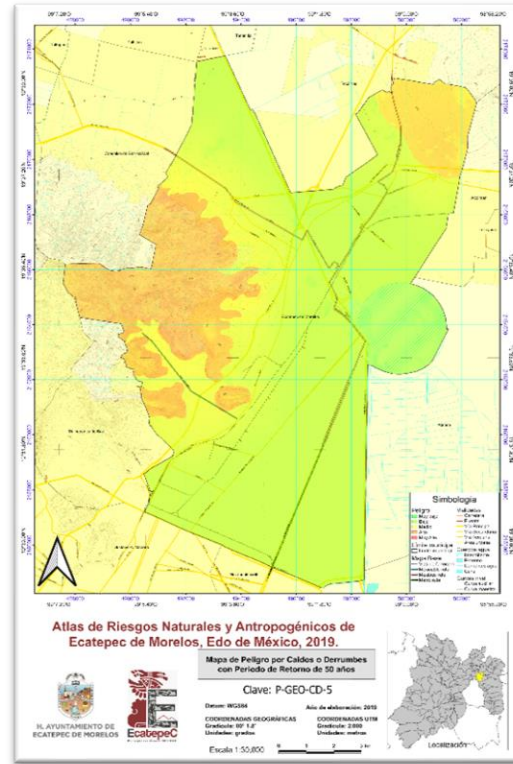


Mapa 58 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 10 años

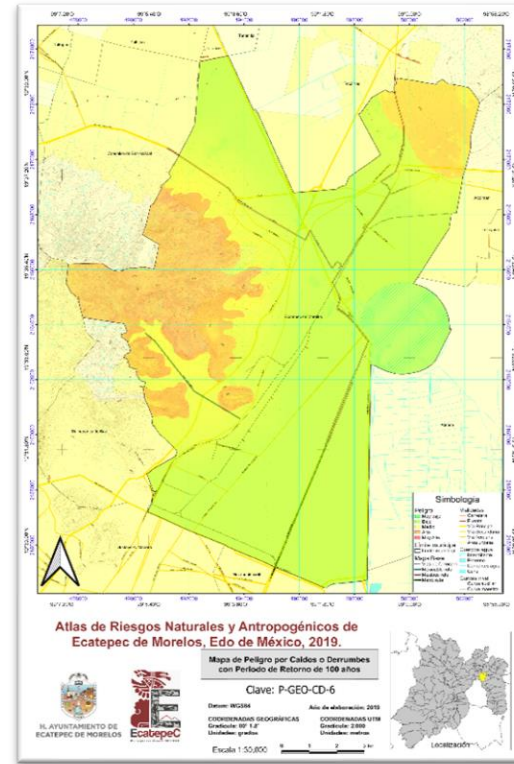


Mapa 59 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 20 años





Mapa 60 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 50 años



Mapa 61 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 100 años

Fuente: Elaboración propia.

## V.1.4 Hundimiento, subsidencia y agrietamiento

La subsidencia y el agrietamiento afectan grandes extensiones de terreno y generalmente ocurren en forma diferida, siendo el hundimiento el primero en suceder y posteriormente, cuando existen las condiciones geológicas y geotécnicas propicias, se originan escalones o depresiones que son los que determinan y delimitan las zonas o franjas de agrietamiento.

A diferencia de los asentamientos producidos por el peso que las edificaciones o cualquier estructura, los fenómenos de hundimiento o subsidencia se refieren al proceso natural o antropogénico que ocasiona un descenso generalmente vertical de la superficie del terreno. Cuando existen construcciones, obras de infraestructura o de ingeniería en sitios donde ocurre este fenómeno, genera deformaciones o “asentamientos” que las dañan, deterioran o afecta su desempeño, la subsidencia es el movimiento descendente de un sitio o lugar donde el movimiento no está conectado o no tiene relación con el peso de los edificios o construcciones.

De acuerdo con lo mencionado en el párrafo anterior, las causas que pueden ocasionar hundimientos en el subsuelo, y por consiguiente afectar obras, construcciones o edificaciones, las cuales se construyen sobre éste, son los siguientes:

1. Extracción de agua del subsuelo
2. Extracción de petróleo y gas
3. Explotación de recursos del subsuelo (minería, bancos de materiales)
4. Erosión interna (flujo de agua en suelos por causas naturales o fugas de agua)
5. Soliflujión
6. Excavaciones para la construcción de obras
7. Karsticidad

El fallamiento se presenta cuando las rocas o las capas de roca son sometidas a esfuerzos tectónicos, se curvan o se rompen o experimentan ambos fenómenos al mismo tiempo. Las fallas son superficies de discontinuidad que separan bloques de roca donde ha ocurrido desplazamiento de bloques con movimiento paralelo al plano de discontinuidad.

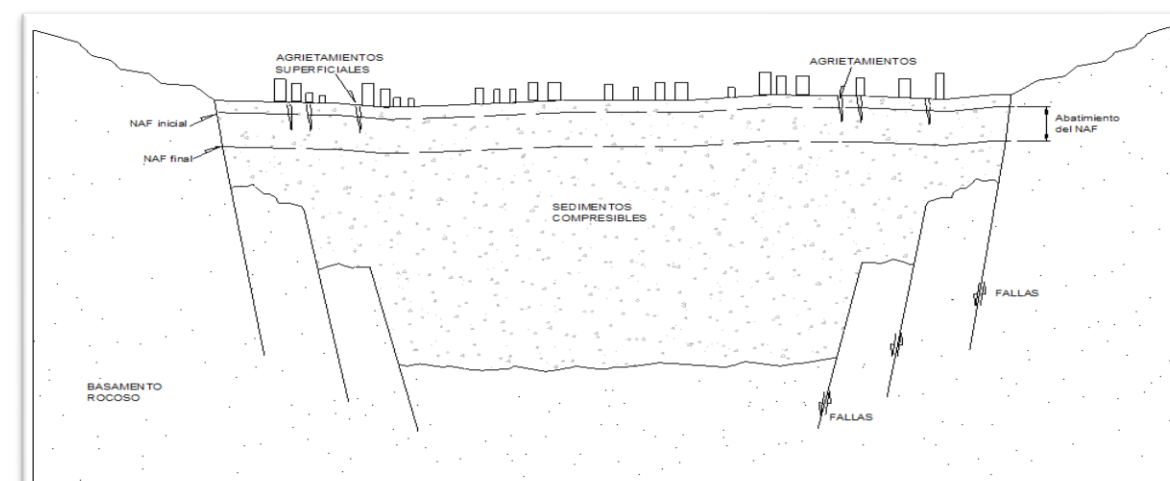
### A. Hundimiento regional y diferencial del terreno

El hundimiento regional y diferencial es producido principalmente por la extracción de agua del subsuelo. Las zonas donde se presenta este fenómeno son en las que predominan depósitos de suelos lacustres y aluviales. Cabe comentar que las deformaciones asociadas a estos fenómenos no ocurren de manera súbita, sino que se desarrollan en el transcurso del tiempo y pueden ser necesarios varios años o décadas para que el fenómeno sea visible y ocasione daños en ocasiones irreparables en obras de ingeniería, monumentos históricos e infraestructura.

Debido a que la magnitud de los hundimientos puede ser de sólo unos cuantos centímetros por año y a que afecta superficies muy extensas (de varios kilómetros cuadrados) éstos son casi imperceptibles; sin embargo, al cabo de algunos años tienden a generar problemas.

Cuando el hundimiento se produce de una forma diferencial, es decir con diferente magnitud de un punto a otro, ya sea por las diferencias en las propiedades de los suelos o por la geometría irregular del basamento, se puede presentar un fenómeno más notorio y destructivo que genera esfuerzos de tensión, escalonamientos y, eventualmente, agrietamientos (**Ilustración 7**).

Cuando ocurren este tipo de fenómenos, es común observar daños en las construcciones y en los sistemas de agua potable y alcantarillado, lo que ocasiona fugas de agua y erosión interna en la masa de suelo. Cuando dichas fugas y roturas en los sistemas de drenaje no se atienden con prontitud, pueden ocasionar hundimientos súbitos de unos cuantos metros cuadrados, hasta decenas.



**Ilustración 7 Importancia del basamento en la distribución de hundimientos diferenciales**

*Fuente: Tomado del Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio de Atlixco 2016*

### B. Análisis para hundimientos, subsidencia y agrietamientos.

#### II. Morfología

Debido a la deformación continua del terreno, uno de los elementos más frecuentes asociados a la subsidencia diferencial es el fracturamiento del subsuelo. Este rasgo presenta diferentes características, las cuales dependerán principalmente de las condiciones geológicas del terreno asociados a otros factores como son: extracción de agua, cargas estáticas y dinámicas donde su intensidad y magnitud dependerán de la zona morfológica.

Se consideran las unidades de relieve: zonas de montaña, pie de monte y planicie lacustre estas dos últimas, son de gran importancia por qué en ellas se desarrollan gran parte del fenómeno del fracturamiento y



hundimiento. (CENAPRED C. N., 2017) en estos límites tienen relación con la génesis, litología y los procesos de modelado.

Tabla 69 Unidades de relieve de función de la elevación y descripción.

Unidad de relieve	Elevación (m.s.n.m)	Descripción
Zonas de montaña	2300 a 2900	Formadas por derrames de lavas de andesita–basáltica a andesita, dacita y flujos piroclásticos.
Zona de pie de monte	2240 a 2300	Constituidos por pequeños abanicos de lavas, cenizas y flujos piroclásticos, depósitos epiclásticos (formados por fragmentos derivados de rocas preexistentes por la acción del intemperismo y la erosión).
Zona de planicie	>2240	Está formada por una concentración de sedimentos clásticos y productos piroclásticos los cuales se depositaron en ambientes lacustres.

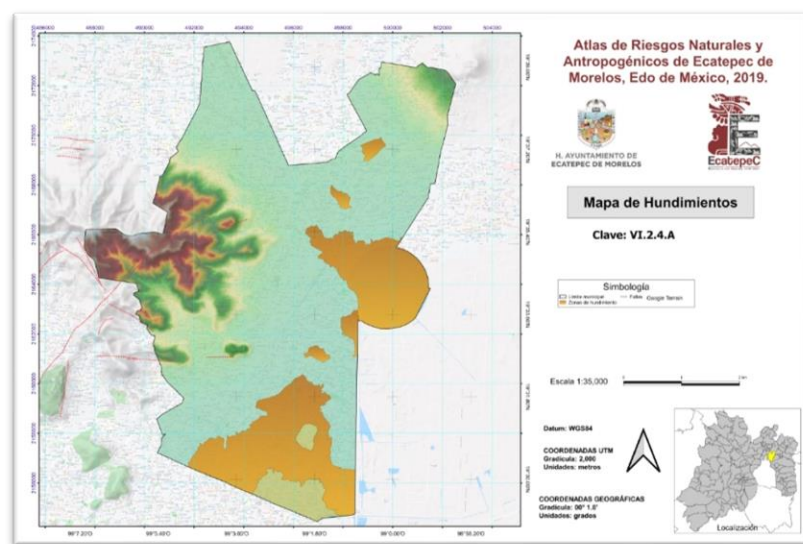
Fuente: Tomado del Atlas de Riesgos de Ecatepec 2017

### III. Pendientes

Con el ángulo de inclinación se puede caracterizar el relieve, para un mejor detalle en los límites de las unidades de relieve.

- Zona de Montaña. Esta zona se caracteriza por pendientes superiores a los 45° y sus procesos dinámicos están asociados a problemas de inestabilidad de laderas.
- Piedemonte. Presenta una inclinación del terreno de 15 a 35°, en esta zona es común la sobreposición de depósitos volcánicos o materiales de arrastre que se interdigitan con la planicie lacustre.
- Planicie Lacustre. Presenta una inclinación que varía de 0 a 15°, esta superficie es semi horizontal, presentándose ondulaciones. Esta zona está ligada a los procesos dinámicos del relieve (Hundimiento Diferencial del terreno).

Con este análisis se delimitó dos principales zonas: la planicie lacustre y pie de monte, para delimitar los sitios prioritarios para el análisis de hundimientos, subsidencia y agrietamientos (Mapa 62).



Mapa 62 Localización de zonas con posibles problemas de hundimientos

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

### I. Zonificación sísmica

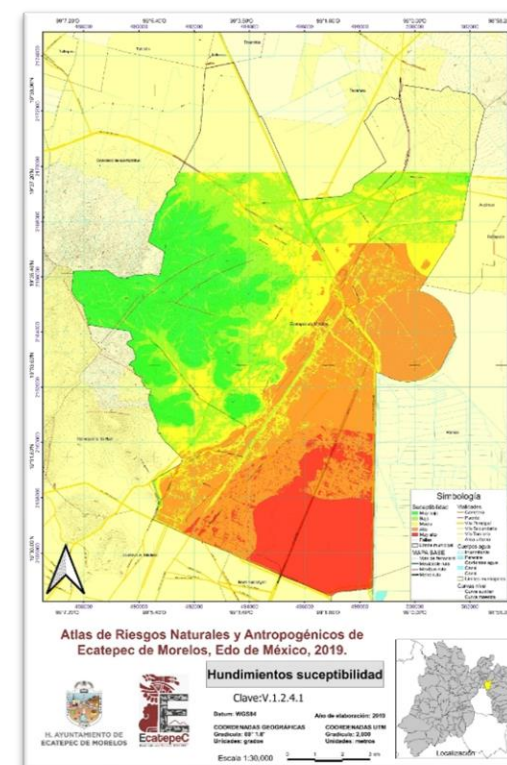
Los estudios de vibración ambiental evaluaron las diferentes zonas geotecnicas del Municipio:

Zona I de Loma, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona es frecuente la presencia de oquedades en rocas, cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos no controlados.

Zona II de transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20m de profundidad, o menos, que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros

Zona III de Lago, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo y arcilla. Estas capas arenosas son generalmente medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

Con los datos anteriores y con información de investigaciones previas: tesis, artículos, noticias, informes, se hizo un análisis con apoyo de un SIG (Mapa 63) donde se observa que en el suroriente del municipio se encuentra la zona con mayor susceptibilidad.



Mapa 63 Susceptibilidad de Hundimientos

Fuente: Elaboración propia

## V.2 Fenómenos Hidrometeorológicos

El Municipio de Ecatepec es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar daños materiales de importancia: principalmente está expuesto inundaciones y a lluvias extraordinarias. Acontecimientos como las inundaciones de 2011-2012, constituyen los ejemplos más recientes que ponen de manifiesto la gravedad de las consecuencias de esta clase de fenómenos. Las precipitaciones pluviales han provocado que el Ecatepec se encuentre entre los municipios con mayores problemas por inundaciones en el centro del país. Este tipo de riesgos, además de la emergencia humanitaria que desencadena, acarrea problemas sociales, económicos y de salud.

Por otro lado, las heladas y ondas de calor producen afectaciones en los grupos de alta marginación, y puede ser causa de enfermedades en los sectores de la población de corta o avanzada edad. El conocimiento de los principales aspectos de los fenómenos hidrometeorológicos, la difusión de la cultura de Protección Civil en la población y la aplicación de las medidas de prevención de desastres pueden contribuir de manera importante en la reducción de los daños ante esta clase de fenómenos. A continuación, se analizan los principales fenómenos hidrometeorológicos que se presentan en el municipio.

### V.2.1 Ondas cálidas

Las ondas cálidas u olas de calor son un calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa, y que suele durar de unos días a una semana. Este fenómeno representa un riesgo para la población debido a que acelera procesos tales como las enfermedades gastrointestinales, la deshidratación y la insolación, que asociadas incrementan la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebés, ancianos y personas en situación de alta marginación; adicionalmente pueden causar otros daños notorios como incendios forestales.

#### A. Peligro por Ondas cálidas

El Municipio de Ecatepec, debido a su ubicación en la zona templada del centro de México es poco susceptible a la presencia constante de ondas de calor cuyos efectos puedan poner en peligro a la población. Sin embargo, las temperaturas máximas extremas que se han presentado históricamente, representan un peligro potencial en caso de repetirse, por lo que se realizaron análisis de periodos de retorno de los eventos más extremos de temperaturas altas. Es necesario para hacer este análisis, enfatizar que a pesar de la extensión y relativa homogeneidad geográfica del municipio, las ondas de calor no se manifiestan con la misma magnitud e intensidad en todo su territorio, ya que la zona occidental cercana a la Sierra de Guadalupe tiene un clima ligeramente más húmedo y registra temperaturas un poco más bajas con relación a la porción semiseca del oriente.

Para identificar las ondas cálidas más comunes, se analizaron las temperaturas máximas promedio y máximas extremas en el área de estudio, por medio de los datos de 32 estaciones meteorológicas ubicadas en zonas cercanas y dentro del Municipio de Ecatepec, de las cuales sólo 30 tuvieron un mínimo de 30 años de observaciones mensuales. Estas estaciones se observan en la siguiente tabla.

Tabla 70 Estadística de temperaturas máximas en las estaciones meteorológicas del área circundante y dentro (en negritas) del Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Temp. Máxima promedio	Temp. Máxima extrema	Fecha de máxima
9003	Aquiles Serdán 46	19°27'00 N	099°11'00 W	2839	25.1	34.5	<b>26/05/1973</b>
9017	Cuautepec Barrio Bajo	19°11'00 N	099°08'15 W	2283	24.0	34.0	<b>07/05/1978</b>
9021	Egipto 7	19°28'00 N	099°11'00 W	3220	25.4	35.5	<b>02/05/1983</b>
9025	Hacienda La Patera	19°31'00 N	099°09'00 W	3220	23.8	35.0	<b>02/05/1983</b>
9029	Gran Canal Km. 06+250	19°28'36 N	099°05'29 W	2239	25.3	36.5	<b>02/05/1983</b>
9043	San Juan de Aragón	19°27'55 N	099°04'45 W	2240	25.6	38.5	<b>17/03/1986</b>
9047	Colonia Tacuba	19°27'00 N	099°11'00 W	2340	24.9	37.0	<b>22/05/1971</b>
15008	Atenco	19°32'38 N	098°54'46 W	2245	25.0	38.0	<b>09/05/1998</b>
15022	Chiconautla	19°39'24 N	099°01'02 W	2340	24.2	35.0	<b>03/05/1983</b>
15040	<b>Gran Canal Km 02+120 Bombas</b>	<b>19°36'35 N</b>	<b>099°03'36 W</b>	<b>2250</b>	<b>24.6</b>	<b>34.0</b>	<b>02/05/1983</b>
15041	<b>Gran Canal Km 27+250</b>	<b>19°33'42 N</b>	<b>099°01'10 W</b>	<b>2236</b>	<b>24.0</b>	<b>36.0</b>	<b>01/04/2008</b>
15044	La Grande	19°34'34 N	098°54'50 W	2250	24.4	35.0	<b>07/05/1998</b>
15047	Las Arboledas	19°33'46 N	099°12'57 W	2270	24.1	35.0	<b>03/03/1990</b>
15059	Molino Blanco	19°28'39 N	099°13'15 W	2265	24.6	36.0	<b>07/03/1991</b>
15081	Represa El Alemán	19°42'16 N	099°13'09 W	2365	23.8	40.0	<b>14/07/1999</b>
15083	San Andrés	19°31'55 N	098°54'38 W	2244	23.9	37.0	<b>20/04/1995</b>
15090	San Jerónimo Xonocahuacan	19°45'03 N	098°56'58 W	2265	25.9	39.5	<b>27/05/1973</b>
15092	San Juan Ixhuatepec	19°31'18 N	099°06'52 W	2235	23.8	34.0	<b>02/05/1983</b>
15098	San Martín Obispo	19°37'18 N	099°11'34 W	2255	23.0	34.0	<b>02/05/1983</b>
15124	Tepexpan	19°36'41 N	098°55'18 W	2248	24.5	37.0	<b>12/05/2002</b>
15125	Texcoco (DGE)	19°30'20 N	098°52'55 W	2250	25.1	39.0	<b>04/06/2007</b>
15129	Tultepec	19°41'03 N	099°07'36 W	2245	23.5	36.0	<b>04/05/1983</b>
15137	Amealco	19°31'05 N	099°06'39 W	2240	24.1	33.0	<b>04/05/2003</b>
15138	Atenco (CFE)	19°34'00 N	098°55'00 W	2245	24.2	36.0	<b>02/05/1983</b>
15145	Plan Lago de Texcoco	19°27'02 N	098°55'54 W	2260	24.7	37.5	<b>14/09/1982</b>
15163	Texcoco (SMN)	19°31'00 N	098°53'00 W	2255	25.3	36.0	<b>04/05/1973</b>
15167	El Tejocote	19°26'36 N	098°54'10 W	2256	23.7	39.5	<b>29/05/2009</b>
15170	Chapingo (DGE)	19°29'05 N	098°53'11 W	2250	25.1	37.5	<b>09/05/1998</b>
15263	Acolman	19°38'24 N	098°54'46 W	2255	22.9	32.5	<b>01/09/1988</b>
15383	Lago Nabor Carrillo	19°28'20 N	098°59'30 W	2234	24.4	34.5	07/05/2010

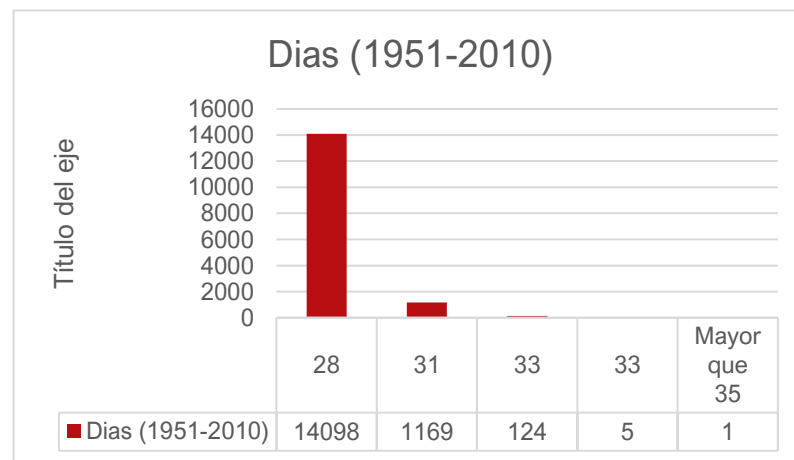
Fuente: Normales Climatológicas 1951-2010, Servicio Meteorológico Nacional.



Los datos de estas estaciones se interpolaron geográficamente mediante el sistema geoestadístico de Natural Neighbor, a fin de modelar el comportamiento de las temperaturas máximas promedio y absolutas a través del territorio municipal. De acuerdo con el análisis realizado con datos de las 30 estaciones meteorológicas, las temperaturas máximas promedio registradas durante el periodo de 1951 a 2010, son de 25°C en toda la extensión del municipio. Por otro lado, las temperaturas máximas extremas, es decir, aquellas ondas de calor más intensas registradas en el periodo de 1951-2010, han sido de 35°C para la zona occidental del municipio, llegando hasta los 37°C en el extremo oriental del mismo. De este modo, las zonas de mayor peligro por la presencia de ondas cálidas, corresponden a aquellas que tienen vecindad con el antiguo lago de Texcoco, mientras que las zonas que están cercanas a la Sierra de Guadalupe son un poco menos propensas al mismo fenómeno de ondas de calor.

Así mismo, se observa que los meses en los que se presentan los mayores registros de temperatura son abril, mayo y junio, correspondientes al segundo trimestre del año.

Gráfica 21 Histograma de frecuencias de temperaturas máximas diarias en la Estación 15041 Gran Canal Km 27+250, periodo 1962 -2010.



Como resultado relevante, en la estación 15041 ubicada dentro del Municipio de Ecatepec de Morelos en el km 27+250 del Gran Canal, se obtuvo que la temperatura máxima que se presenta con mayor frecuencia es menor de 28°C, con un 91.5% de las mediciones totales desde el año de 1962; en 7.6% de los casos, la temperatura es de 31 a 33°C

Fuente: Elaboración propia con datos de CNA-SMN-SCDI, Climatología Estadística

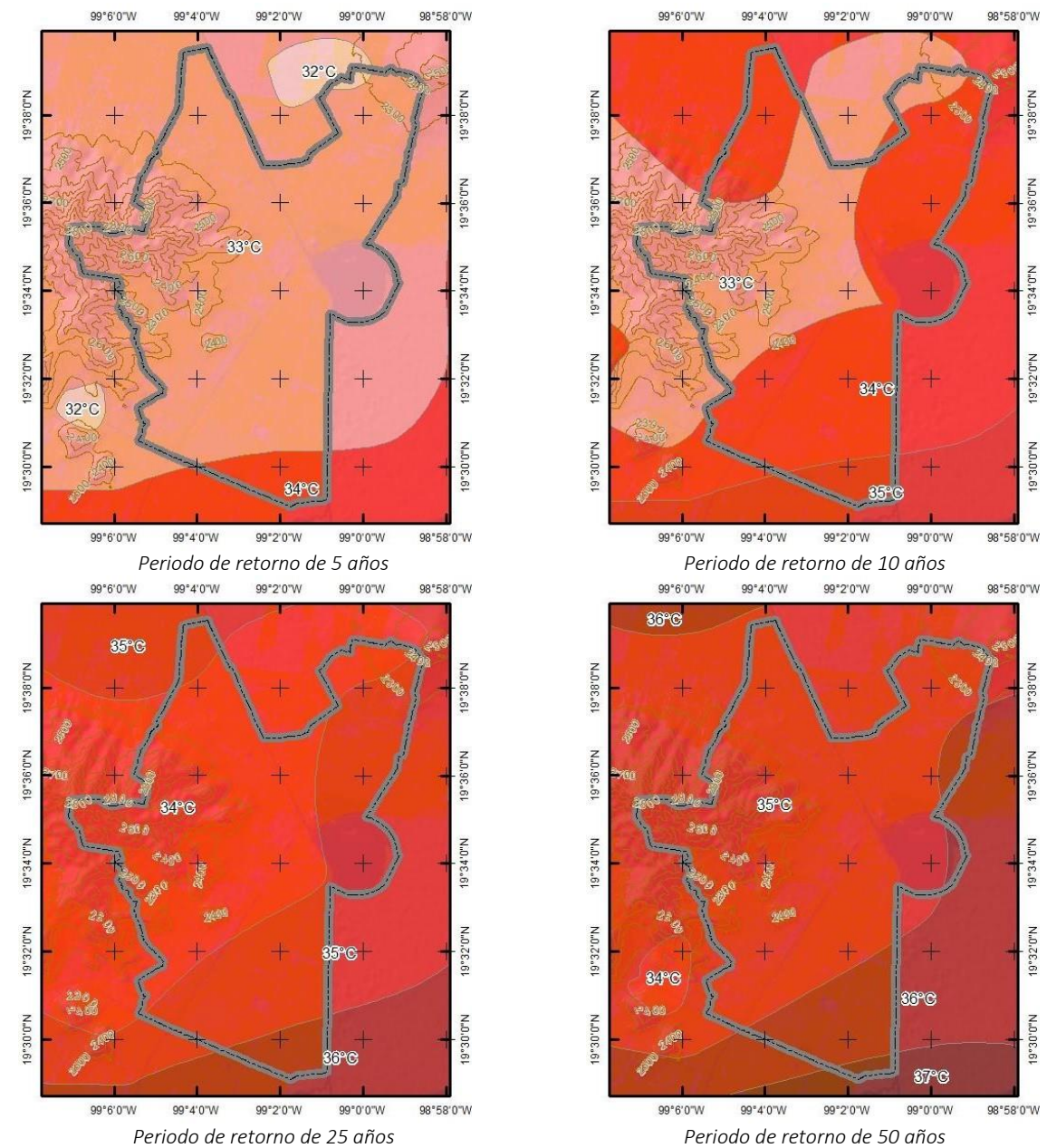
en 0.8% de los registros ha habido una temperatura de entre 33 a 35°C; así mismo, en 0.03% de los registros, es decir en solo 6 ocasiones desde 1962, la temperatura máxima ha sido mayor de 35°C.

Adicionalmente a lo anterior, se analizaron los periodos de retorno de las ondas de calor para los periodos de 5, 10, 25 y 50 años, mediante el uso de los datos recopilados por el Servicio Meteorológico Nacional, en donde se registra la temperatura máxima por mes en el periodo 1951- 2010.

En el Municipio de Ecatepec las ondas de calor esperadas según varios periodos de retorno tienen una componente regional que se comporta de acuerdo con la influencia orográfica circundante: mayor temperatura de oriente a poniente, debido a la Sierra de Guadalupe. Para la Ciudad de Ecatepec de Morelos, para un periodo de retorno de 5 años, se espera una temperatura máxima de hasta 34 grados en el extremo

sur, y 33°C para el resto del municipio; para 10 años, 33°C en la zona cercana a la Sierra, y 35°C en el extremo sur; para 25 años, 34° en el oeste y hasta 36 en el sur; y para 50 años, 35° en el centro y 37°C en el sur.

Ilustración 8 Ondas cálidas esperadas en el Municipio de Ecatepec a diferentes periodos de retorno



Fuente: Tomado del Atlas de Riesgo de Ecatepec de Morelos 2017.

En las estaciones meteorológicas ubicadas dentro del Municipio de Ecatepec se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 71 Periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años de ondas cálidas en el Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Periodo retorno 5 años	Periodo retorno 10 años	Periodo retorno 25 años	Periodo retorno 50 años
15040	Gran Canal Km 02+120 Bombas	19°36'35 N	099°03'36 W	2250	32.3°C	33.0°C	33.7°C	34.1°C
15041	Gran Canal Km 27+250	19°33'42 N	099°01'10 W	2236	32.3°C	33.0°C	33.9°C	34.4°C

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Meteorológico Nacional, Proyecto Bases de Datos Climatológicos.

Con base a los datos obtenidos, se observa que las ondas cálidas de mayor magnitud se esperan al sur, mientras que al poniente, se esperan las de menor magnitud de todo el municipio, en la zona colindante a la Sierra de Guadalupe.

## B. Vulnerabilidad y riesgo por Ondas cálidas

La vulnerabilidad de la población a las altas temperaturas se deriva de malestares fisiológicos producidos directamente por el incremento de calor, o bien por fenómenos asociados, como un incremento en el metabolismo de los organismos bacteriológicos existentes en los alimentos, aire, agua y suelos. Adicionalmente la vulnerabilidad se incrementa en la población infantil y adultos mayores, así como en personas en situación de indigencia. A continuación, se presenta una tabla con los principales factores asociados a la incidencia de altas temperaturas:

Tabla 72 Vulnerabilidad por altas temperaturas.

Temperatura	Designación	Vulnerabilidad	Grado
28 a 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.	Bajo
31.1 a 33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolveneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.	Medio
33.1 a 35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.	Alto
> 35°C	Límite superior de tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.	Muy Alto

Fuente: Tomado del Atlas de Riesgo de Ecatepec de Morelos 2017.

En el Municipio de Ecatepec, el peligro asociado a los fenómenos de temperaturas extremas se calculó con base en los datos obtenidos por el periodo de retorno de 25 años, debido a que se considera un evento máximo dentro de los límites razonables de tiempo, y que la frecuencia esperada de ondas de calor es alta bajo dicho escenario estadístico. La vulnerabilidad se calculó de acuerdo con el índice de marginación de la CONAPO, toda vez que el contexto socioeconómico de una persona determina el grado de exposición al fenómeno natural, no solo de forma directa, sino indirecta, como puede ser el acceso a servicios de salud, de agua limpia, de drenaje y otros.

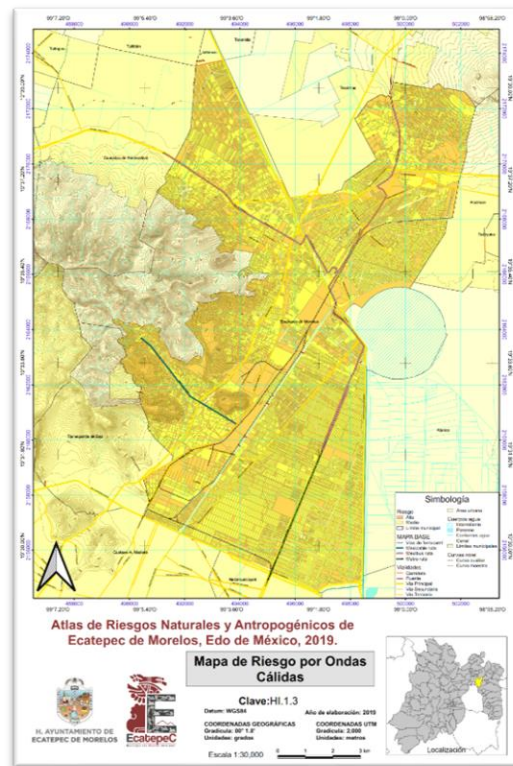
Con base en lo anterior, se determinó que el riesgo por ondas de calor en es **ALTO** en general para el Municipio de Ecatepec, y en particular MUY ALTO para las siguientes áreas geoestadísticas básicas (AGEB):

Tabla 73 AGEB's con identificación de riesgo Muy Alto por Ondas de Calor en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Población total	Vulnerabilidad (grado de marginación)	Peligro por ondas de calor (PR=25 años)	Riesgo por ondas de calor (PR=25 años)
1503300010972	2964	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300011909	5592	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300011913	5421	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300011947	4177	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300011951	4392	Alto	Muy Alto	Muy Alto
150330001256A	2126	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300013483	4274	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300013572	4314	Muy alto	Alto	Muy Alto
150330001377A	934	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300014053	3428	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300014072	208	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300014091	145	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300014956	350	Muy alto	Alto	Muy Alto
150330001498A	1002	Muy alto	Alto	Muy Alto

Fuente: Tomado del Atlas de Riesgo de Ecatepec de Morelos 2017.





Mapa 64 Riesgo por ondas cálidas

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

## V.2.2 Sequías

La sequía meteorológica es una anomalía atmosférica transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de las necesidades de las plantas, los animales y la sociedad. La causa principal es una disminución significativa en la precipitación pluvial promedio de una zona dada. Si este fenómeno perdura por varias temporadas, deriva en una sequía hidrológica caracterizada por la desigualdad entre la disponibilidad natural de agua y las demandas naturales de agua. En casos extremos se puede llegar a la aridez. Las consecuencias inmediatas de la sequía meteorológica son pérdida de cosechas, pérdida de cabezas de ganado vacuno, ovino y caprino y en casos agudos, insuficiencia de agua para uso doméstico e industrial.

### A. Peligro por Sequías

El Índice de Aridez de M. E. Hernández es una valoración del grado de humedad que existe en el ambiente mediante una sencilla ecuación que divide la precipitación promedio de un periodo de tiempo determinado, sobre la evaporación en el mismo periodo. La humedad es un elemento central para la clasificación de la sequía agrícola e hidrológica, por lo que su cálculo es necesario para este estudio.

De acuerdo a dicho Índice de Aridez, a nivel histórico (periodo de datos: 1961-1980) el municipio se encuentra en una zona subhúmeda. Sin embargo, los datos anteriores no necesariamente indican la probabilidad de sequía en escenarios futuros, por lo que se realizó el cálculo de periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años. El cálculo se realizó mediante la aplicación de la ecuación:

$$IA = \frac{P}{E}$$

Dónde:

- IA: índice de aridez;
- P: precipitación anual (mm);
- E: evaporación anual (mm)

Se tomaron los valores de la precipitación total anual desde 1951 hasta el año 2010 de las estaciones cercanas a la zona de estudio. En el siguiente ejemplo se muestran los datos de la estación meteorológica 15041 ubicada en la Ciudad de Ecatepec.

Tabla 74 Precipitación total anual y evaporación total anual en la estación meteorológica 15041.

Año	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Índice de Aridez
2000	462.5	1452.9	0.318
2002	707.9	1208.7	0.586
2003	596.5	1624.6	0.367
2004	723.2	1405.4	0.515
2005	446.0	1317.0	0.339
2006	477.7	919.2	0.520

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Con base en los anteriores datos se realizó el cálculo de los periodos de retorno con un análisis estadístico, cuyos resultados para la estación meteorológica 15041 fueron los siguientes:

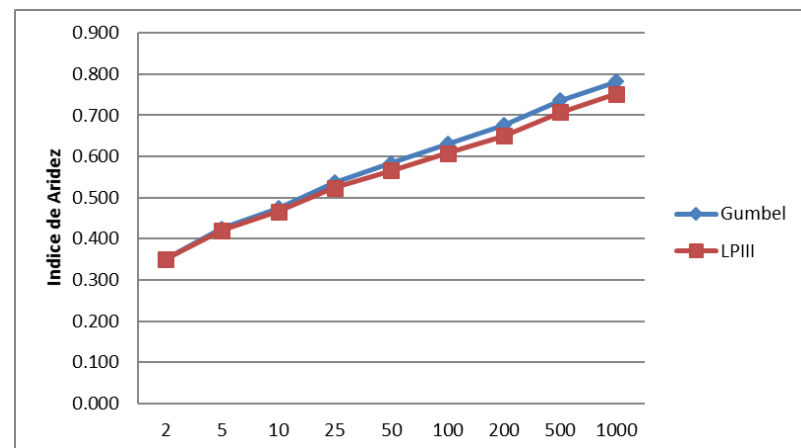
Tabla 75 Calculo del Periodo de Retorno (TR) del Índice de Aridez de la estación meteorológica 15041.

Año s	IA (Gumbel)	IA (Log Pearson III)
2	0.351	0.351
5	0.425	0.421
10	0.475	0.467
25	0.538	0.523
50	0.584	0.566
100	0.630	0.608
200	0.676	0.650
500	0.737	0.707
1000	0.782	0.752

Índice de Aridez	Grado de Aridez
<0.25	Árido
0.25-.50	semiárido
0.50-2.0	subhúmedo
>2.0	húmedo

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

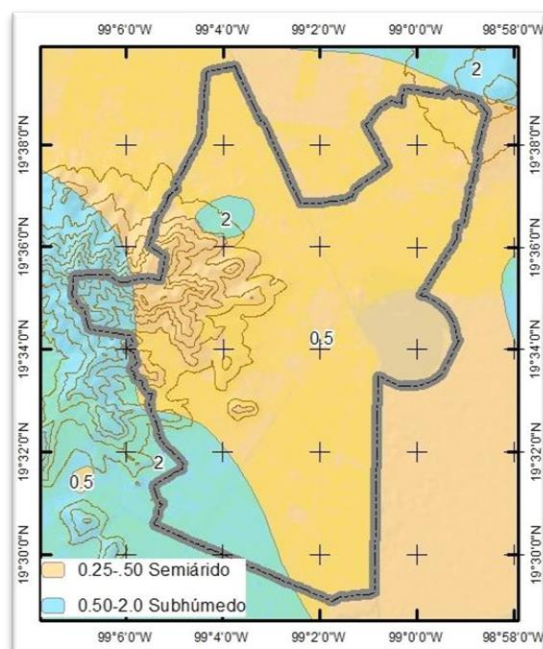
Gráfica 22 Representación de los Periodos de Retorno del Índice de Aridez, para la estación meteorológica 15041, con base en las distribuciones de Gumbel y Log- Pearson III ( LPIII).



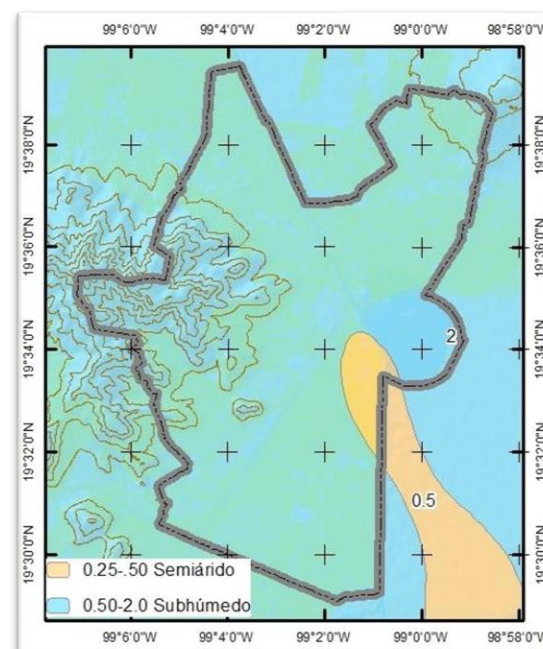
Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Además de la estación 15041, se analizaron los datos otras 25 estaciones meteorológicas para obtener la distribución geográfica de los periodos de retorno del índice de aridez, los cuales se presentan a continuación.

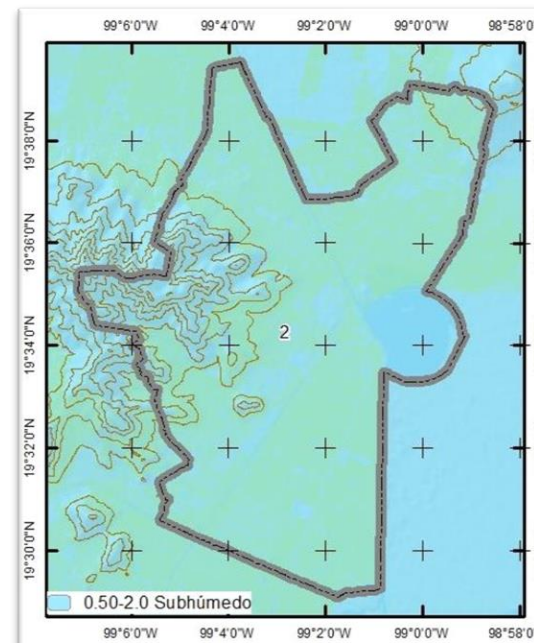
Ilustración 9 Periodo de Retorno del Índice de Aridez a 5, 10, 25 y 50 años.



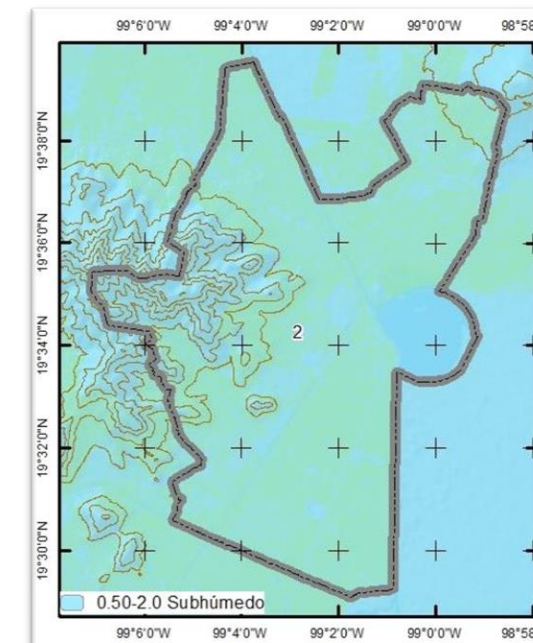
Periodo de retorno de 5 años



Periodo de retorno de 10 años



Periodo de retorno de 25 años

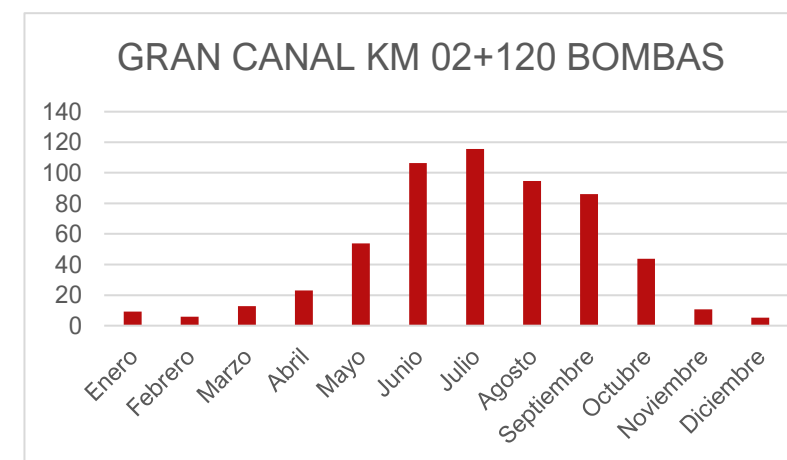


Periodo de retorno de 50 años

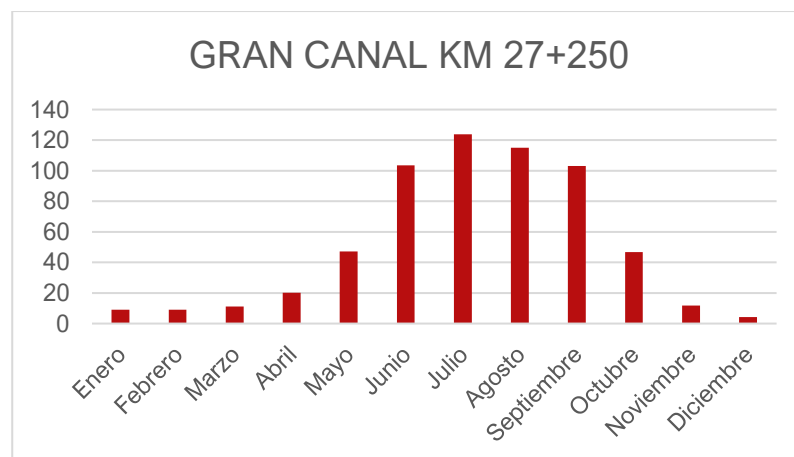
Fuente: Tomado del Atlas de Riesgo de Ecatepec de Morelos 2017.

Es importante hacer notar que según esta metodología, la sequía en el Municipio de Ecatepec es un evento que no se produciría en el futuro próximo. Aunque en principio la ausencia de sequía es un escenario positivo, el índice de aridez indica que posiblemente en un futuro la presencia de los fenómenos opuestos a la sequía, como las lluvias extremas, podrían ser más comunes, lo cual no es tampoco un escenario deseable.

Adicionalmente al análisis del índice de aridez, se realizó el estudio de la sequía intraestival en el Municipio de Ecatepec. La literatura especializada reporta que dicho fenómeno no se presenta en la zona de estudio, y para constatar dicha información, se graficaron los promedios históricos de 1951-2010 de las dos estaciones meteorológicas ubicadas dentro de los límites municipales. Ninguna presentó evidencias de sequía intraestival, como se muestra a continuación:







Gráfica 23 Promedio mensual histórico de precipitación (mm) en dos estaciones meteorológicas de interés.

Fuente: SMN, Proyecto de Base de Datos Climatológicos.

Por otro lado, se realizó un análisis de los datos del promedio de la precipitación mensual por año, con los que se calculó el Índice de Severidad de la Sequía Meteorológica. Los resultados del procesamiento de los datos indican que en la zona se presenta un grado de sequía meteorológica leve, es decir, existe una disminución mínima de la precipitación mensual de cada año con respecto al promedio mensual del periodo completo.

Para el caso de Ecatepec, se determinó la peligrosidad de la sequía meteorológica mediante el método de M. E. Hernández, el cual se diseñó para un escenario a futuro, utilizando el modelo climático de circulación general GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory). Este método proporciona un índice que determina el nivel de severidad de sequía meteorológica. En su aplicación para el Municipio de Ecatepec, se encontró que la probabilidad de sequía es 'fuerte' para todo el municipio, lo que implica una potencial insuficiencia de agua para los usos a urbanos en el mediano plazo.

Para obtener los resultados anteriormente expuestos, se utilizaron datos de precipitación media mensual de las estaciones meteorológicas cercanas; sin embargo, el periodo de años de observación de las estaciones es variable, por lo que sólo se consideró el lapso 1950-1980. El cálculo del índice de severidad para cada año en el periodo estudiado, se realizó con los datos de precipitación, comparados con sus respectivas medias, como se muestra a continuación:

Índice de Severidad (IS):

$$IS = (\sum Y - \sum X) / \sum X * \sum Y < \sum X$$

Donde:

- IS = Índice de Severidad
- $\sum Y$  = sumatoria de la Precipitación mensual registrada (2011)
- $\sum X$  = sumatoria de la Precipitación mensual normal (histórico)

\*Si  $\sum Y - \sum X$  es menor de 0.0, hay sequía meteorológica.

Se calculó el índice con la fórmula. El índice de severidad de la sequía meteorológica se clasifica en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2). Para determinar un escenario a futuro, se utilizó el modelo climático de Circulación General GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory), para simular los cambios en el equilibrio climático resultante del incremento de dos veces las concentraciones,

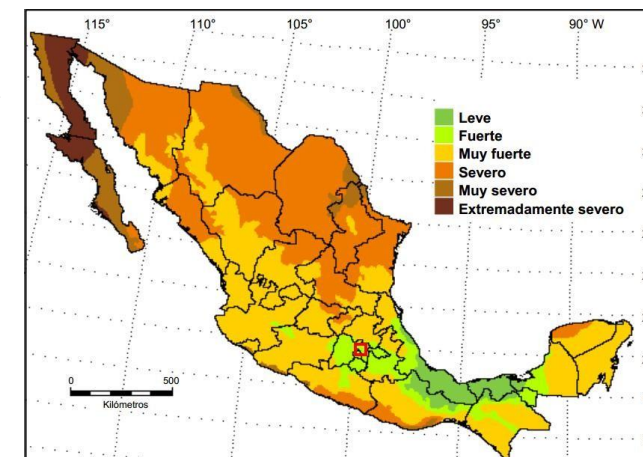


Ilustración 10 Índice de severidad de la sequía meteorológica, modelo Geophysical Fluid Dynamics Laboratory GFDL- R30.

Fuente: M. E. Hernández Cerda et al, Sequía Meteorológica, IGG UNAM.

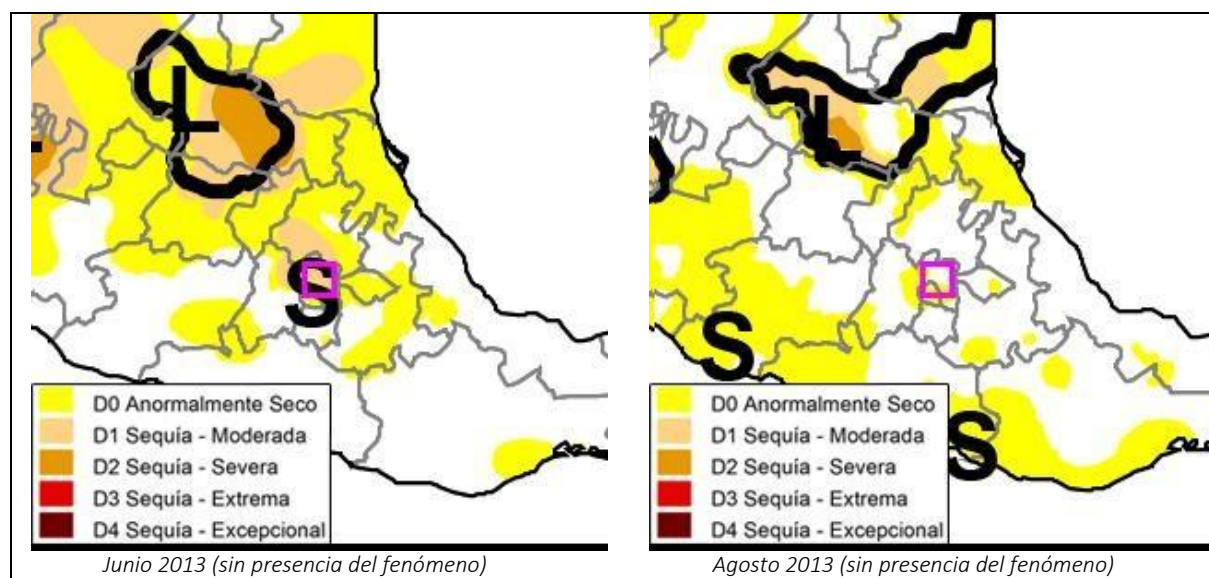
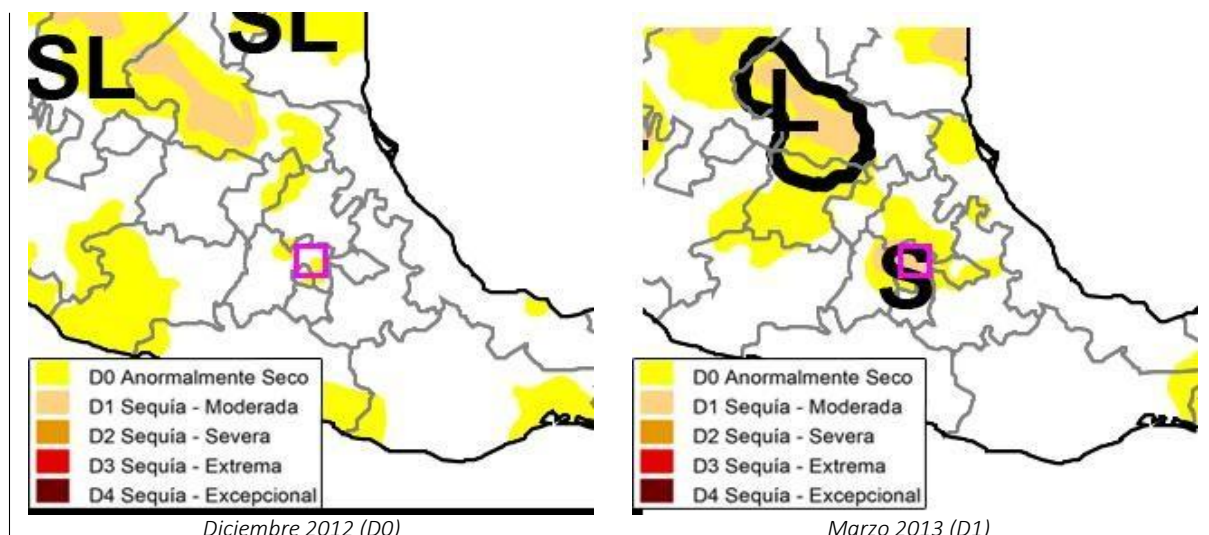
Del CO2. Los datos de precipitación media mensual se ajustaron a los cambios planteados por los modelos GFDL-R30 para simular los efectos de un posible incremento de dos veces la concentración de CO2. Esto se hizo al multiplicar los registros de precipitación media mensual de enero a diciembre de los treinta años estudiados por los cambios en porcentaje propuestos en condiciones de 2XCO2. De esta forma se obtuvo un archivo con datos de precipitación simulados, que se importaron a la base de datos para calcular el índice de severidad de la sequía meteorológica con un programa estadístico, que calcula el I.S. considerando la media mensual normal del periodo 1950-1980. Con los I.S. obtenidos para todas las estaciones modificadas, se generó el mapa de los escenarios futuros, mediante el trazo de isolinéas.

Sin embargo, la metodología empleada anteriormente es para escenarios a futuro, y no contempla los escenarios actuales, por lo que para este trabajo se han usado los datos del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM), el cual realiza una Clasificación de la Intensidad de la Sequía de acuerdo a los datos de anomalías de lluvia registradas por las estaciones meteorológicas locales de todo el país. La clasificación de la sequía se aplica principalmente para riesgos alimentarios y se divide en los siguientes rangos:

- **D0 Anormalmente Seco:** Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.
- **D1 Sequía Moderada:** Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
- **D2 Sequía Severa:** Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.

- **D3 Sequía Extrema:** Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
- **D4 Sequía Excepcional:** Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

Ilustración 11 Clasificación de la Intensidad de la Sequía.



Fuente: Monitor de Sequía de América del Norte (NADM)

A partir de los datos observados en el Monitor de la Sequía, se observa que este fenómeno hidrometeorológico comenzó a afectar al Municipio de Ecatepec en el mes de diciembre del año 2012, bajo la modalidad de tiempo “anormalmente seco”, alcanzando un pico en mayo 2013, al mostrarse una sequía moderada.

## B. Vulnerabilidad y Riesgo por Sequías.

Las sequías son algunos de los fenómenos más desastrosos porque la carencia de agua implica caídas sustanciales en la producción de alimentos. Inicialmente afectan la economía agropecuaria, pero pueden llegar incluso a acelerar la mortalidad de la población debido a la falta de agua, lo que conlleva a problemas de higiene, gastrointestinales, y eventualmente de deshidratación como fenómeno de salud pública.

La vulnerabilidad en el Municipio de Ecatepec, puede medirse de dos formas diferentes: por un lado, la exposición directa al fenómeno es baja en tanto que las actividades económicas no tienen vocación agropecuaria ni forestal; por otro lado, la exposición si puede ser indirecta toda vez que parte del abastecimiento de agua del Valle de México,

requiere de presencia de lluvias tanto local como regionalmente. En función del índice de vulnerabilidad social, elaborado por el Instituto Mexicano del Agua, en Ecatepec, la exposición de la sociedad al fenómeno de la sequía es baja. Los indicadores que se toman en cuenta para la construcción de este índice son salud, educación, vivienda, empleo e ingreso, y población (este último implica población indígena, densidad y dispersión).

Con base en lo anterior y en función del Índice de severidad de la sequía meteorológica, modelo Geophysical Fluid Dynamics Laboratory GFDL-R30, se estima que para el Municipio de Ecatepec, el riesgo de sequía es **BAJO**.

### V.2.3 Heladas y Ondas Gélidas

La helada es un fenómeno atmosférico que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua (0°C) y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies, el cual se presenta en las primeras horas del día (de las 3 a las 6 horas). Es un fenómeno que está estrechamente coligado a las temperaturas bajas las cuales, a diferencia de las heladas, pueden no congelar la humedad del aire, pero son condición necesaria para que ocurran las heladas. Ambos fenómenos son dañinos principalmente para la salud de la población, así como para los cultivos; también pueden entorpecer el funcionamiento de la infraestructura, como los caminos,

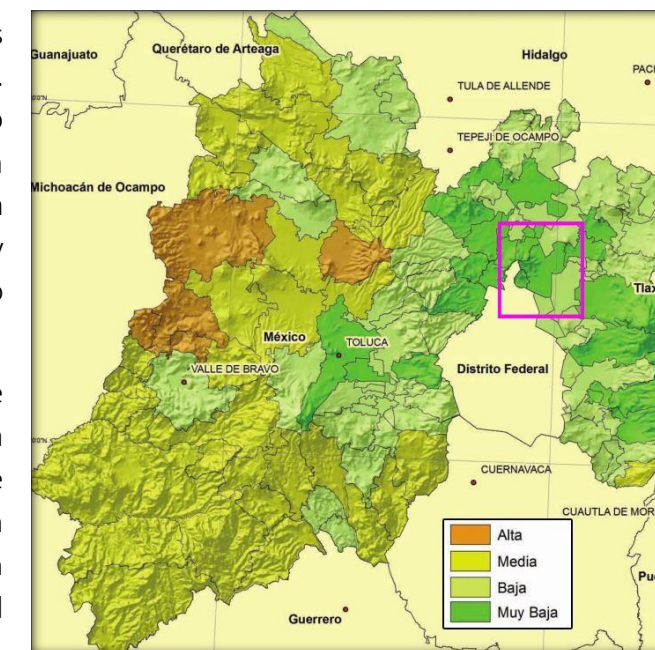


Ilustración 12 Vulnerabilidad social a fenómenos hídricos en el Estado de México.

Fuente: Atlas de Vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático en México, IMTA 2010



que se hacen inseguros por el hielo acumulado en el pavimento y pueden ocasionar accidentes. Son particularmente perjudiciales para las personas en situación de alta marginación, en donde los niños y adultos mayores son los más vulnerables. Las ondas gélidas se revisarán en el apartado de Heladas, debido a que son fenómenos que, en el Valle de México, por su condición templada, se originan y manifiestan por los mismos mecanismos.

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire húmedo cercano a la superficie de la tierra desciende a 0° C, en un lapso de 12 horas. Existen dos fenómenos que dan origen a las heladas; el primero consiste en la radiación, durante la noche, desde la Tierra hacia la atmósfera que causa la pérdida de calor del suelo; el otro es la advección, debido al ingreso de una gran masa de aire frío, proveniente del norte.

Las heladas por radiación se forman en los valles, cuencas y hondonadas próximas a las montañas, ya que son zonas de acumulación de aire frío. Durante la noche desciende el aire húmedo y se concentra en las partes bajas. Para que esta helada ocurra, se requiere de la ausencia de viento, cielo despejado, baja concentración de vapor de agua, y fuertes inversiones térmicas en la superficie. Este es el tipo de helada más común en la parte oriente del Municipio de Ecatepec.

### A. Peligro por Heladas y temperaturas bajas

El Municipio de Ecatepec se caracteriza por una relativa homogeneidad de condiciones de temperatura y humedad, aunque por su ubicación geográfica se encuentra entre dos tipos de climas, el templado subhúmedo al poniente y el semiseco templado al oriente. Según la época del año se producen diversos fenómenos atmosféricos, por ejemplo, en el invierno que es frío y seco, el municipio se encuentra bajo los efectos de los frentes fríos, que ocasionan descensos de temperatura. Estos descensos de temperatura son más evidentes en la Sierra de Guadalupe, sin embargo, también ocurren en la zona urbana.

De acuerdo con registros históricos del Servicio Meteorológico Nacional, las bajas temperaturas en promedio son inocuas, aunque en casos particulares llegan a presentarse como heladas (por debajo de los 0°C). En la siguiente tabla se observa el comportamiento histórico de las temperaturas mínimas en la región.

Tabla 76 Temperaturas mínimas promedio en las estaciones meteorológicas cercanas y dentro ( en negritas) del Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Temp. Mínima promedio	Temp. Mínima extrema	Fecha de mínima
9003	Aquiles Serdán 46	19°27'00 N	099°11'00 W	2839	10.2	-1.0	14/01/1986
9017	Cuautepec Barrio Bajo	19°11'00 N	099°08'15 W	2283	9.2	-4.0	31/12/1983
9021	Egipto 7	19°28'00 N	099°11'00 W	3220	11.8	0.0	28/01/1971
9025	Hacienda La Patera	19°31'00 N	099°09'00 W	3220	8.7	-7.0	26/12/1974
9029	Gran Canal Km. 06+250	19°28'36 N	099°05'29 W	2239	9.3	-5.0	12/01/1973
9043	San Juan de Aragón	19°27'55 N	099°04'45 W	2240	8.6	-5.5	25/02/1976
9047	Colonia Tacuba	19°27'00 N	099°11'00 W	2340	10.4	-1.0	24/02/1976
15008	Atenco	19°32'38 N	098°54'46 W	2245	6.9	-13.0	03/07/2003
15022	Chiconautla	19°39'24 N	099°01'02 W	2340	6.2	-10.0	16/01/1988

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Temp. Mínima promedio	Temp. Mínima extrema	Fecha de mínima
15040	Gran Canal Km 02+120 Bombas	19°36'35 N	099°03'36 W	2250	7.9	-7.0	14/01/1986
15041	Gran Canal Km 27+250	19°33'42 N	099°01'10 W	2236	5.6	-11.5	27/02/1976
15044	La Grande	19°34'34 N	098°54'50 W	2250	6.4	-9.5	25/02/1976
15047	Las Arboledas	19°33'46 N	099°12'57 W	2270	8.3	-6.8	26/12/2004
15059	Molino Blanco	19°28'39 N	099°13'15 W	2265	9.5	-3.0	04/02/1963
15081	Represa El Alemán	19°42'16 N	099°13'09 W	2365	7.1	-7.0	25/02/1976
15090	San Jerónimo Xonocahuacan	19°45'03 N	098°56'58 W	2265	6.9	-9.0	23/03/1986
15092	San Juan Ixhuatepec	19°31'18 N	099°06'52 W	2235	8.6	-6.5	29/02/1976
15098	San Martin Obispo	19°37'18 N	099°11'34 W	2255	8.3	-6.5	26/02/1976
15124	Tepexpan	19°36'41 N	098°55'18 W	2248	6.0	-8.0	29/11/1966
15125	Texcoco (DGE)	19°30'20 N	098°52'55 W	2250	6.1	-7.0	14/01/1986
15129	Tultepec	19°41'03 N	099°07'36 W	2245	6.1	-7.0	07/02/1976
15137	Amealco	19°31'05 N	099°06'39 W	2240	9.0	0.0	18/01/2005
15138	Atenco (CFE)	19°34'00 N	098°55'00 W	2245	6.5	-9.0	26/02/1976
15145	Plan Lago de Texcoco	19°27'02 N	098°55'54 W	2260	7.8	-7.5	14/01/1986
15163	Texcoco (SMN)	19°31'00 N	098°53'00 W	2255	7.3	-5.0	08/02/1968
15167	El Tejocote	19°26'36 N	098°54'10 W	2256	6.3	-8.0	12/02/1961
15170	Chapingo(DGE)	19°29'05 N	098°53'11 W	2250	7.6	-8.5	12/01/1956
15263	Acolman	19°38'24 N	098°54'46 W	2255	4.8	-8.0	23/11/2002
15383	Lago Nabor Carrillo	19°28'20 N	098°59'30 W	2234	6.8	-10.0	05/01/2009

Fuente: Normales Climatológicas 1951-2010, Servicio Meteorológico Nacional.

En el Municipio de Ecatepec, el fenómeno de las heladas no presenta variaciones con respecto a su frecuencia en el territorio municipal, se registran en promedio 25 días con heladas al año. Las heladas en Ecatepec se presentan durante los meses de noviembre a febrero.

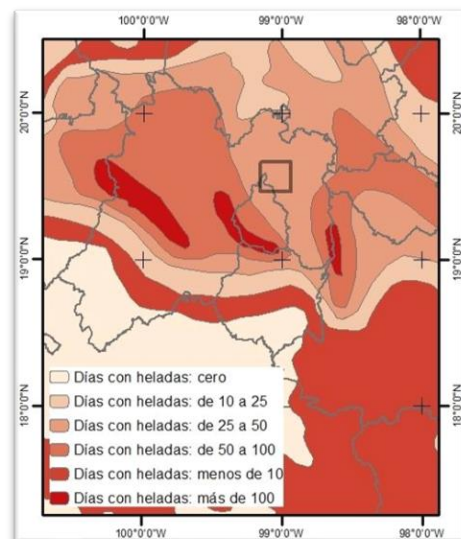


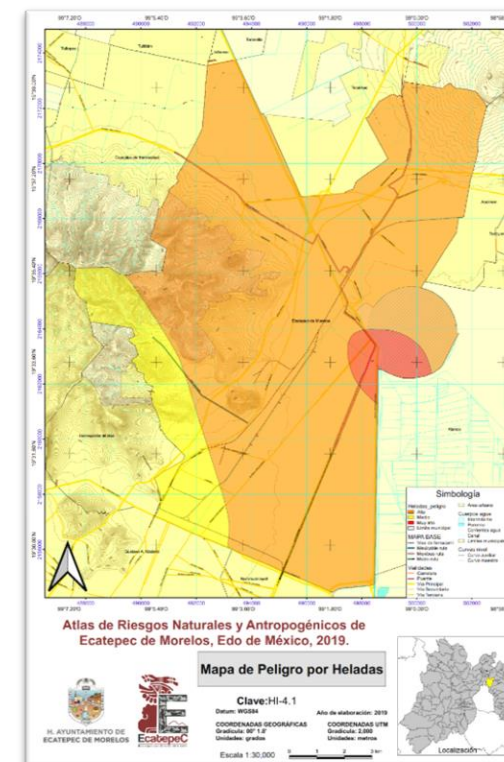
Ilustración 13 Frecuencia de heladas en el Municipio de Ecatepec.

Fuente: UNAM, Atlas Nacional de México

Según los criterios establecidos por el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED), el peligro por heladas es muy alto si hay más de 100 días al año con presencia de este fenómeno; alto si hay de 50 a 100 días; medio si hay de 25 a 50; bajo si hay de 10 a 25; y muy bajo si hay menos de 10 evento por año.

Además de la frecuencia de heladas, la intensidad de estas puede variar significativamente. La distribución geográfica de la intensidad de las heladas también obedece a los microclimas que produce la presencia de vegetación. En la parte de la Sierra, las heladas pueden alcanzar hasta los  $-6^{\circ}\text{C}$ , mientras que en el Valle, se han reportado temperaturas por debajo de los  $-12^{\circ}\text{C}$ .

La diferencia entre estos gradientes de temperatura es muy significativa debido a que una helada más intensa, puede ocasionar mayores daños que una helada de menor magnitud. Por ejemplo, una helada de  $0^{\circ}\text{C}$  causa daños principalmente a la agricultura, mientras que una de  $-11.5^{\circ}\text{C}$  puede causar muertes en adultos mayores y niños. Los daños que producen las diferentes intensidades de heladas se refieren en la siguiente tabla.



Mapa 65 Peligro por Heladas

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017..

Tabla 77 Daños por diferentes intensidades de heladas.

Temperatura	Intensidad	Daños
0 a $-3.5^{\circ}$	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad el ambiente se torna blanco por la escarcha.
$-3.6$ a $-6.4$	Moderada	Los pastos, las hierbas y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café o negruzco en su follaje. Aparecen los problemas de enfermedades en los humanos de sus vías respiratorias. Se comienza a utilizar la calefacción.
$-6.5$ a $-11.5$	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen del hielo. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.
$< 11.5$	Muy severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños elevados son en las zonas tropicales.

Fuente: SEDATU (2013).

## B. Vulnerabilidad y Riesgo por Heladas y Ondas gélidas.

Aunque las temperaturas sean las mismas en dos días o dos lugares diferentes, sus efectos pueden ser diferentes. Esto depende del viento, la humedad atmosférica y la radiación solar. Si hay viento y la humedad es alta ocurre el congelamiento. Por otra parte, el clima puede ser agradable con temperaturas de  $0^{\circ}\text{C}$ , siempre y cuando no exista viento y la radiación solar sea alta.

Normalmente un ser humano produce una capa de aire más cálida cerca de su cuerpo. Cuando el viento elimina esta capa, el cuerpo tiene que calentarse nuevamente. En este proceso aumenta el consumo de energía, por lo que la temperatura del cuerpo desciende. Otro efecto del viento es que provoca mayor evaporación en el cuerpo. Adicionalmente éste pierde energía cuando hay sudor. Por eso se siente un enfriamiento más rápido cuando el cuerpo está mojado. Por lo anterior, las temperaturas bajas son peligrosas cuando la humedad atmosférica es alta.

Las radiaciones solar y atmosférica ayudan al ser humano a mantener una temperatura agradable. Con la misma temperatura del aire se siente menos frío cuando hay sol, entonces el cuerpo puede absorber una parte de la radiación y calentarse de esta manera.

Aunque es un problema complejo, existen varios métodos para evaluar la vulnerabilidad de las personas a las bajas temperaturas. Para la zonificación de áreas vulnerables a heladas y bajas temperaturas es imprescindible estimar las características socioeconómicas de la población expuesta. En este caso, se utilizó



el método del índice de marginación elaborado por CONAPO con base a los datos del Censo de Población y Vivienda del INEGI.

El método utiliza los datos de: Tamaño de la localidad; Viviendas particulares habitadas; Porcentaje de Población de 15 años o más analfabeta; Porcentaje de Población de 15 años o más sin primaria completa; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin excusado; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada; Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas con piso de tierra; y Porcentaje de Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador. Con ellos se construye el índice de marginación, el cual tiene como corolario, entre mayor grado de marginación, hay menores probabilidades de presentar niveles adecuados de acceso a instituciones de salud, alimentación, condición sanitaria, conocimiento sobre cuidados a niños y ancianos, así como clase de vivienda, por lo que la vulnerabilidad se incrementa.

Los rangos establecidos presentan las siguientes características:

1. Vulnerabilidad muy baja: Manifiesta excelentes condiciones en la estructura social y económica de la población, que permiten resistir a las bajas temperaturas.
2. Vulnerabilidad baja: Tiene condiciones favorables en su estructura social, principalmente en la vivienda y servicios básicos, que permiten afrontar las consecuencias ocasionadas por bajas temperaturas.
3. Vulnerabilidad media: Expone valores intermedios en la estructura social de la población, que resulta en algunas dificultades como su organización para asimilar los estragos de las bajas temperaturas.
4. Vulnerabilidad alta: Muestra las carencias existentes en la estructura social y económica de la población, para afrontar bajas temperaturas. Además, requiere de ayuda y de periodos largos para solucionar sus necesidades básicas.
5. Vulnerabilidad muy alta: Presenta a la población con sus niveles más bajos en el sector educación, salud, vivienda e ingresos. Por ello, demanda de ayuda externa para recuperarse del desastre, así como de varios años para recobrar la estabilidad en la comunidad. Además, quedan secuelas de largo plazo. Esto implica la tarea de trabajar arduamente en programas de prevención y desarrollo social.

Una vez calculada la vulnerabilidad, se hace la función de riesgo con los datos previamente obtenidos de peligro por localidad, con la ecuación:

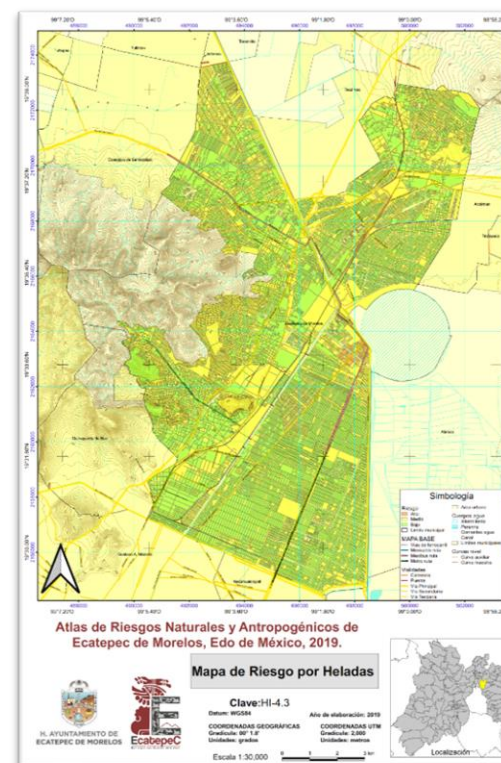
### C. **Riesgo = Peligro × Vulnerabilidad**

En general, se observa que los AGEBS de alta marginación son las que presentan muy alto riesgo por la intensidad de heladas. En general, si bien la recurrencia de heladas es baja, el riesgo general por intensidad de las Heladas en el Municipio de Ecatepec es **ALTO**. En función de lo anterior, el riesgo en calificado como Muy Alto en los AGEBS del Municipio de Ecatepec se desglosa de la siguiente manera:

Tabla 78 AGEBS con calificación de Riesgo Muy Alto por intensidad de las Heladas.

AGEB	Población	Vulnerabilidad	Peligro por heladas	Riesgo
1503300012023	2798	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300012061	7536	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300012269	3951	Alto	Muy Alto	Muy Alto
150330001256A	2126	Muy Alto	Alto	Muy Alto
1503300013229	4074	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300013483	4274	Muy Alto	Alto	Muy Alto
1503300013572	4314	Muy Alto	Alto	Muy Alto
150330001377A	934	Muy Alto	Alto	Muy Alto
1503300014053	3428	Muy Alto	Alto	Muy Alto
150330001498A	1002	Muy Alto	Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO y SMN



Mapa 66 Riesgo por heladas

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017..

## V.2.4 Tormentas de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbos son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento, características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm, y las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

### A. Peligro por granizadas

Para determinar el grado de peligro que existe por el fenómeno de granizadas en el Municipio de Ecatepec, se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas del municipio y zonas cercanas, cuyos registros se pueden consultar en el Proyecto Bases de Datos Climatológicos del Servicio Meteorológico Nacional. Con dichos datos se realizó mediante un sistema de información geográfica, una interpolación geoestadística bajo el método de "Natural Neighbor". Las estaciones utilizadas en dicho método, se presenta a continuación.

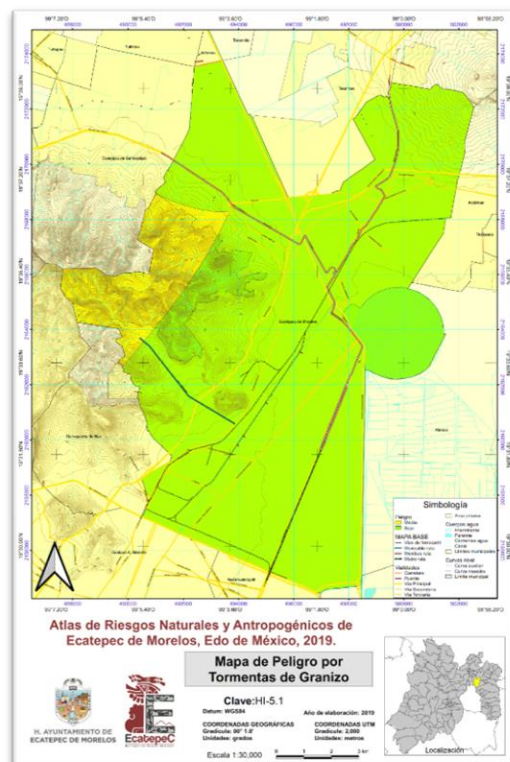
Tabla 79 Estaciones meteorológicas relevantes para el estudio del granizo en el Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Eventos de Granizo al año
9003	Aquiles Serdán 46	19°27'00 N	099°11'00 W	2839	3.7
9017	Cuatepec Barrio Bajo	19°11'00 N	099°08'15 W	2283	1.3
9021	Egipto 7	19°28'00 N	099°11'00 W	3220	1.5
9025	Hacienda La Patera	19°31'00 N	099°09'00 W	3220	0.0
9029	Gran Canal Km. 06+250	19°28'36 N	099°05'29 W	2239	0.3
9043	San Juan de Aragón	19°27'55 N	099°04'45 W	2240	0.4

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Eventos de Granizo al año
9047	Colonia Tacuba	19°27'00 N	099°11'00 W	2340	2.3
15008	Atenco	19°32'38 N	098°54'46 W	2245	1.5
15022	Chiconautla	19°39'24 N	099°01'02 W	2340	0.2
15040	Gran Canal Km 02+120 Bombas	19°36'35 N	099°03'36 W	2250	1.0
15041	Gran Canal Km 27+250	19°33'42 N	099°01'10 W	2236	0.4
15044	La Grande	19°34'34 N	098°54'50 W	2250	0.7
15047	Las Arboledas	19°33'46 N	099°12'57 W	2270	0.2
15059	Molino Blanco	19°28'39 N	099°13'15 W	2265	2.9
15081	Represa El Alemán	19°42'16 N	099°13'09 W	2365	0.0
15083	San Andrés	19°31'55 N	098°54'38 W	2244	3.4
15090	San Jerónimo Xonocahuacan	19°45'03 N	098°56'58 W	2265	1.1
15092	San Juan Ixhuatpec	19°31'18 N	099°06'52 W	2235	1.5
15098	San Martín Obispo	19°37'18 N	099°11'34 W	2255	2.4
15124	Tepexpan	19°36'41 N	098°55'18 W	2248	0.8
15125	Texcoco (DGE)	19°30'20 N	098°52'55 W	2250	2.2
15129	Tultepec	19°41'03 N	099°07'36 W	2245	0.2
15137	Amealco	19°31'05 N	099°06'39 W	2240	0.0
15138	Atenco (CFE)	19°34'00 N	098°55'00 W	2245	2.0
15145	Plan Lago de Texcoco	19°27'02 N	098°55'54 W	2260	0.6
15163	Texcoco (SMN)	19°31'00 N	098°53'00 W	2255	4.5
15167	El Tejocote	19°26'36 N	098°54'10 W	2256	0.1
15170	Chapingo (DGE)	19°29'05 N	098°53'11 W	2250	1.7
15263	Acolman	19°38'24 N	098°54'46 W	2255	0.0
15383	Lago Nabor Carrillo	19°28'20 N	098°59'30 W	2234	0.0

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Proyecto Bases de Datos Climatológicos.





Mapa 67 Peligro por tormentas de granizo

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Como resultado de la interpolación, y en función de los criterios del Atlas Nacional de Riesgos, se determinó que en el Municipio de Ecatepec, la presencia del fenómeno de granizadas es baja en prácticamente todo el territorio, con la salvedad del extremo occidental, en donde la frecuencia de las granizadas aumenta a media. En el extremo poniente, se encuentra la zona con mayor frecuencia de granizadas, la cual presenta 3 eventos al año.

En general, las zonas más afectadas del Municipio por tormentas de granizo son las laderas de la Sierra de Guadalupe ubicadas al poniente; el resto del territorio se encuentra con un grado bajo de peligro por dicho fenómeno.

## B. Vulnerabilidad y Riesgo por Granizadas

Para medir la vulnerabilidad de la población al fenómeno de granizadas, se usó el mismo criterio que sobre temperaturas bajas y heladas. Este consiste en la valoración socioeconómica de la población para determinar el grado de acceso que tendría a los servicios médicos, materiales de construcción de vivienda, y alimentación. Una vez calculada la vulnerabilidad, se hace la función de riesgo con los datos previamente obtenidos de peligro por localidad, con la ecuación:

### i. $Riesgo = Peligro \times Vulnerabilidad$

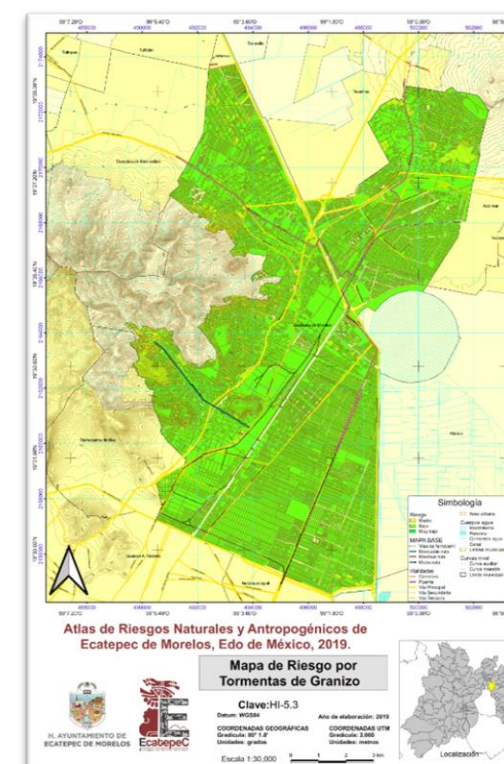
En función de lo anterior, el riesgo por granizadas en los AGEB's del Municipio de Ecatepec se desglosa de la siguiente manera (se omitieron los valores bajos y medios):

Tabla 80 Zonificación por riesgo muy alto por granizadas en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Población	Vulnerabilidad	Peligro por Tormentas de granizo	Riesgo
1503300014072	208	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300014091	145	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300014956	350	Muy Alto	Bajo	Alto

Fuente: Elaboración propia con datos de SMN y CONAPO.

En general, para el Municipio de Ecatepec, el riesgo por Tormentas de Granizo es **BAJO**.



Mapa 68 Riesgo por Tormentas de granizo

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

## V.2.5 Tormentas de nieve

Las nevadas, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones de cristales hexagonales planos.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas, y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve.

### A. Peligro por nevadas

Debido a la situación geográfica del Municipio de Ecatepec las nevadas son eventos extraordinarios. Este fenómeno ocurre rara vez se presentan en el Valle de México. Sin embargo, eventualmente pueden formarse nevadas en el municipio por influencia de corrientes frías provenientes del norte del país.

El CENAPRED ha identificado que el Municipio de Ecatepec tiene, en general, un peligro bajo por nevadas, debido a que el índice de frecuencia es de apenas <math>0.03</math>, es decir, que la probabilidad de que se presente el fenómeno es de menos de 3% durante el trimestre más frío del año.

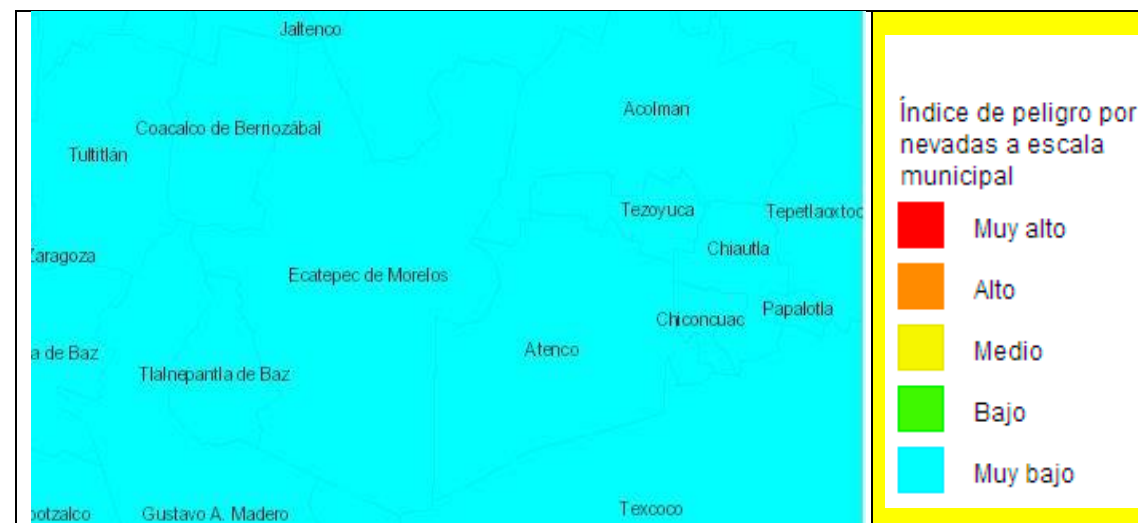


Ilustración 14 Índice de peligro por Nevadas en el Municipio de Ecatepec.

Fuente: CENAPRED, Atlas Nacional de Riesgos.

### B. Vulnerabilidad y riesgo por nevadas

Los efectos negativos de las nevadas se manifiestan de distintas maneras: daños a estructuras endebles y derrumbes de techos, apagones y congelamiento de drenajes. Además, pueden causar decesos en la población que no tiene la protección adecuada contra el frío, especialmente personas de alta marginación.

Para calcular la vulnerabilidad asociada a nevadas, se trabajó con el método de análisis de la marginación seguido y explicado en el apartado de heladas y temperaturas bajas. Sin embargo, debido a que el peligro es muy bajo, la exposición es también casi nula. Por lo tanto, el grado de Riesgo por Nevadas en el Municipio de Ecatepec es **MUY BAJO**.

## V.2.6 Tornados y Tormentas de polvo

El aire que circula sobre la Tierra se denomina viento, pero existen vientos de superficie y “vientos planetarios de altura”; estos últimos forman parte de la circulación general del aire en lo alto de la troposfera. La distribución desigual de la presión es lo que causa el movimiento del aire, ya que éste se desplaza desde las áreas de alta presión hacia áreas de baja presión, en un intento por lograr un equilibrio. Este gradiente de presión es la fuerza conductora que está detrás de todos los vientos, incluyendo los de superficie.

Los vientos de mayor intensidad pueden ser peligrosos ya que dañan a la infraestructura, produciendo ello a su vez, daños a las personas y a sus bienes. El fenómeno de los huracanes se mide, de hecho, en función de los vientos, toda vez que son ellos los que causan los mayores perjuicios a la sociedad.

No se consideró la influencia de los vientos generados por tornados ni por tormentas de polvo de corta duración, debido a que existe escasa información al respecto y por estimarlos como eventos de baja ocurrencia, que de manera perceptible sólo se presentan en algunas regiones de los estados de Sonora, Coahuila, Nuevo León, Chihuahua y Tamaulipas, tal y como lo reporta la National Climatic Data Center de Estados Unidos, en su análisis de zonas con probabilidad de presentar tornados y tormentas de polvo en América del Norte.

## V.2.7 Tormentas eléctricas

inundaciones y deslaves. Ahora bien, los rayos de las tormentas eléctricas son de tres tipos principales: descargas nube-nube, intranube y nube-tierra, siendo estos últimos los que interesan a este documento.

Los riesgos directos de los rayos nube-tierra (o mejor conocidos como rayos a tierra) son los incendios forestales, descargas a edificios o estructuras e incluso choques eléctricos a personas que producen desde heridas leves hasta la muerte. El riesgo a la navegación aérea por tormentas eléctricas queda fuera del alcance de la presente investigación.

Por otro lado, las lluvias extraordinarias implican una o varias precipitaciones que superan en volumen registrado al promedio histórico de las lluvias mensuales. Estas lluvias pueden acelerar y/o detonar

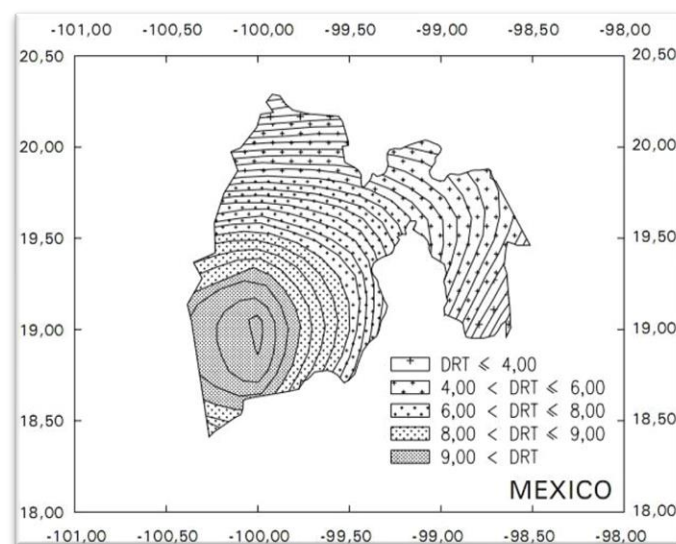


procesos de deslizamiento de laderas, erosión, derrumbes, hundimientos e inundaciones. Es importante aclarar que las lluvias normales también pueden causar los mismos efectos, aunque la probabilidad es ligeramente menor.

### A. Peligro por tormentas eléctricas

El Municipio de Ecatepec según datos del GHCC Lightning Team de la NASA, obtenidos a través del sensor Lightning Imaging Sensor (LIS), a bordo del satélite meteorológico TRMM, registró durante el periodo de enero 1998 a febrero 2012, hasta 2500 rayos. Sin embargo, es preciso aclarar que el sensor LIS mide los rayos de todo tipo, incluyendo nube-tierra, nube-nube, e intranube. Por ello, para determinar el peligro existente en el Municipio, se obtuvieron los datos de Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, los cuales reportan que el promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Municipio de Ecatepec oscila entre 4 a 6 rayos por km<sup>2</sup> por año.

Ilustración 15 Promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Estado de México.



Por otro lado, con los datos de las estaciones meteorológicas de la zona de estudio y aledañas, se identificó la distribución y la frecuencia de las tormentas eléctricas del periodo de 1951 a 2010. Éste fenómeno es frecuente en la mitad más húmeda del año, principalmente entre junio, julio, agosto y septiembre.

Para obtener el mapa de frecuencia de tormentas eléctricas, se realizó una interpolación mediante un sistema de información geográfica de los datos de las estaciones meteorológicas del SMN, los cuales tienen un periodo de datos.

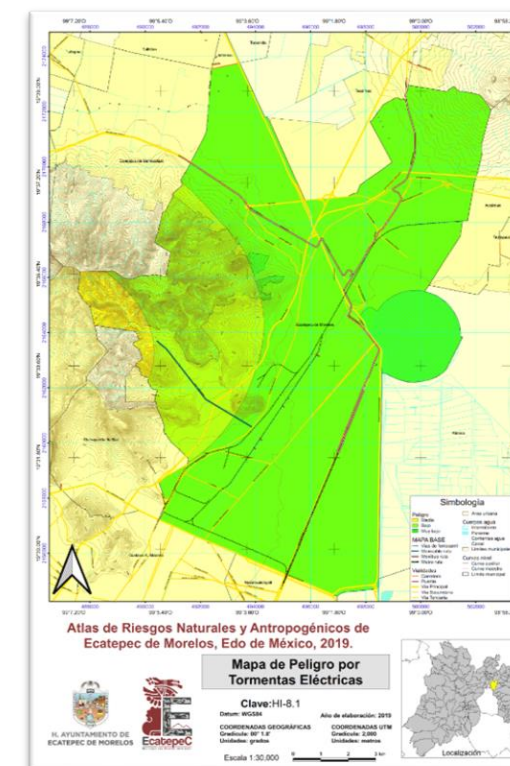
Fuente: NMX-J-549-ANCE-2005

Aproximadamente 30 años. La interpolación se realizó según el sistema de Natural Neighbor, el cual es un método de interpolación espacial en 2D, que se basa en la teselación de Voronoi de un conjunto discreto de puntos espaciales. Este método proporciona una aproximación más suave con relación a los datos reales, pero proporciona un modelado más coherente con el espacio. La ecuación básica en 2D es la siguiente:

$$f(x) = \sum_{i=1}^k w_i(x)a_i$$

Donde  $f(x)$  es el valor interpolado del punto  $x$ , para cualquier  $x$ , el valor de  $w_i(x)$  será siempre de entre 0 y 1. El método usado en el GIS propone una medida estándar para el cálculo de los pesos, y la selección de los puntos vecinos para la interpolación.

Como resultado de la interpolación anterior se obtuvo el mapa de frecuencias de tormentas eléctricas, donde se observa una muy baja presencia del fenómeno en el área urbana del municipio con una tendencia de incremento del peligro en el extremo poniente del polígono municipal. Con el análisis de los datos de las estaciones meteorológicas, se identificó que el gradiente de tormenta eléctrica en el municipio es de 0 a 10 eventos al año.



Mapa 69 Peligro por tormentas eléctricas

Fuente: Elaboración propia datos del Atlas Ecatepec 2017.

Tabla 81 Tormentas eléctricas en la región del Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Tormentas eléctricas al año
9003	Aquiles Serdán 46	19°27'00 N	099°11'00 W	2839	8.8
9017	Cuautepec Barrio Bajo	19°11'00 N	099°08'15 W	2283	139.3
9021	Egipto 7	19°28'00 N	099°11'00 W	3220	0.1
9025	Hacienda La Patera	19°31'00 N	099°09'00 W	3220	29.2
9029	Gran Canal Km. 06+250	19°28'36 N	099°05'29 W	2239	2.3
9043	San Juan de Aragón	19°27'55 N	099°04'45 W	2240	4.6
9047	Colonia Tacuba	19°27'00 N	099°11'00 W	2340	105.1
15008	Atenco	19°32'38 N	098°54'46 W	2245	10.5
15022	Chiconautla	19°39'24 N	099°01'02 W	2340	1.2
15040	Gran Canal Km 02+120 Bombas	19°36'35 N	099°03'36 W	2250	0.6
15041	Gran Canal Km 27+250	19°33'42 N	099°01'10 W	2236	0.4

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Tormentas eléctricas al año
15044	La Grande	19°34'34 N	098°54'50 W	2250	3.1
15047	Las Arboledas	19°33'46 N	099°12'57 W	2270	1.3
15059	Molino Blanco	19°28'39 N	099°13'15 W	2265	23.3
15081	Represa El Alemán	19°42'16 N	099°13'09 W	2365	0.1
15083	San Andrés	19°31'55 N	098°54'38 W	2244	24.4
15090	San Jerónimo Xonocahuacan	19°45'03 N	098°56'58 W	2265	6.1
15092	San Juan Ixhuatepec	19°31'18 N	099°06'52 W	2235	3.3
15098	San Martin Obispo	19°37'18 N	099°11'34 W	2255	5.7
15124	Tepexpan	19°36'41 N	098°55'18 W	2248	1.9
15125	Texcoco (DGE)	19°30'20 N	098°52'55 W	2250	26.5
15129	Tultepec	19°41'03 N	099°07'36 W	2245	1.3
15137	Amealco	19°31'05 N	099°06'39 W	2240	0.0
15138	Atenco (CFE)	19°34'00 N	098°55'00 W	2245	12.2
15145	Plan Lago de Texcoco	19°27'02 N	098°55'54 W	2260	0.3
15163	Texcoco (SMN)	19°31'00 N	098°53'00 W	2255	20.3
15167	El Tejocote	19°26'36 N	098°54'10 W	2256	6.7
15170	Chapingo (DGE)	19°29'05 N	098°53'11 W	2250	27.3
15263	Acolman	19°38'24 N	098°54'46 W	2255	0.0
15383	Lago Nabor Carrillo	19°28'20 N	098°59'30 W	2234	0.0

Fuente: Normales Climatológicas, Servicio Meteorológico Nacional.

### B. Vulnerabilidad y Riesgo por Tormentas eléctricas

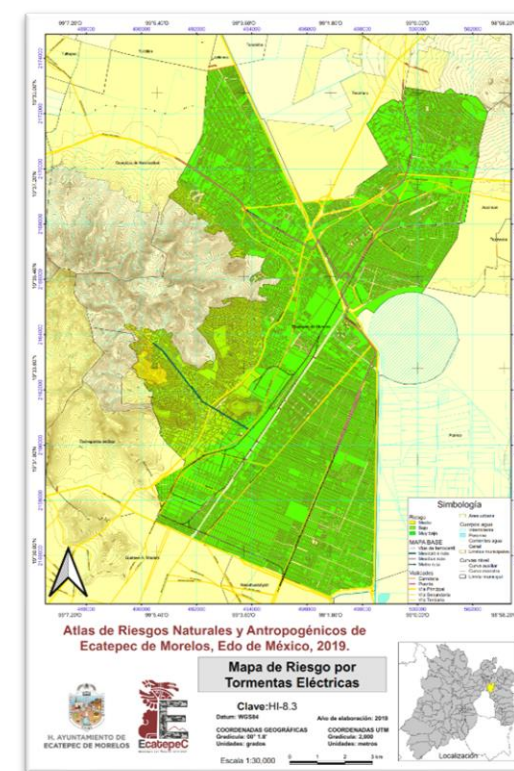
La vulnerabilidad a las tormentas eléctricas en el Municipio de Ecatepec, es de baja a muy baja debido a que la reglamentación de construcción local así como la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2008 exige que haya un sistema de pararrayos en todas las edificaciones importantes, tales como fábricas con sustancias flamables y hospitales. Estos instrumentos impiden que se afecten a las construcciones cercanas. Debido a ello, no existen reportes de daños por rayos en el municipio.

Por otro lado, considerando la densidad de rayos a tierra (DTR) y la frecuencia de tormentas eléctricas al año, se determinó que, en el Municipio de Ecatepec, el riesgo por tormentas eléctricas es **BAJO**. A continuación, se presenta la zonificación por AGEB donde se identificó el riesgo alto a nivel local.

Tabla 82 Zonificación de Riesgo Alto por Tormenta Eléctrica en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Población	Vulnerabilidad	Peligro por Tormentas Eléctricas	Riesgo
150330001256A	2126	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300012733	1360	Alto	Medio	Alto
1503300013106	4189	Alto	Medio	Alto
1503300013483	4274	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300013572	4314	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300013746	3047	Alto	Medio	Alto
150330001377A	934	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300014053	3428	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300014072	208	Muy Alto	Medio	Alto
1503300014091	145	Muy Alto	Medio	Alto
1503300014388	2731	Alto	Medio	Alto
1503300014392	3457	Alto	Medio	Alto
1503300014956	350	Muy Alto	Medio	Alto
150330001498A	1002	Muy Alto	Bajo	Alto

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE, IIE, SMN, CONAPO.



Mapa 70 Riesgo por tormentas eléctricas

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017..



## V.2.8 Lluvias extremas

Las tormentas eléctricas son un fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos en la atmósfera terrestre. Las tormentas eléctricas por lo general están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces granizo, por lo que asociado a este fenómeno se presentan Lluvias extremas

### A. Peligro por lluvias extraordinarias

Más allá de las tormentas eléctricas, las lluvias extraordinarias históricamente han causado los mayores desastres en el municipio, por lo que es necesario revisar su probabilidad. Estas lluvias, pueden presentar fenómenos de rayos, pero no es una condicionante. Incluso pueden ser lluvias poco intensas, pero muy prolongadas. Además, las lluvias extraordinarias pueden aparecer en varios episodios repartidos en varios días, y no necesariamente en una sola emisión.

Las lluvias extraordinarias, para considerarse como tales deben superar los valores promedio mensuales de precipitación más una desviación estándar para cada una de las cuatro principales estaciones meteorológicas de la zona, mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 83 Registros históricos de precipitación en las estaciones meteorológicas 15040 y 15041 del Municipio de Ecatepec.

Concepto	En e	Fe b	Ma r	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anu al
<b>15040 GRAN CANAL KM 02+120 BOMBAS</b>													
Normal	9.1	5.8	12.7	23.0	53.9	106.3	115.6	94.6	86.0	43.9	10.7	5.1	566.7
Máxima mensual	55.0	21.5	62.5	75.0	154.5	218.5	175.0	163.5	205.0	101.5	71.7	24.4	
Máxima diaria	42.0	15.0	29.0	30.0	38.5	53.5	40.0	35.1	63.0	51.5	21.4	13.4	
Año máxima	1967	1979	1978	1974	1976	1975	1981	1976	1979	1967	1980	1978	
<b>15041 GRAN CANAL KM 27+250</b>													
Normal	9.1	9.3	11.9	20.9	46.7	101.5	120.4	116.8	107.1	47.6	12.0	4.4	607.7
Máxima mensual	52.5	98.3	83.9	91.2	148.0	240.2	223.0	237.1	218.9	125.7	113.6	21.6	
Máxima diaria	41.0	37.7	48.4	52.4	52.6	55.1	61.6	72.1	76.5	68.5	46.7	12.0	
Año máxima	1967	2010	1971	1981	1975	1975	2003	2006	2003	2009	1992	1976	

Fuente: Normales Climatológicas, Servicio Meteorológico Nacional.

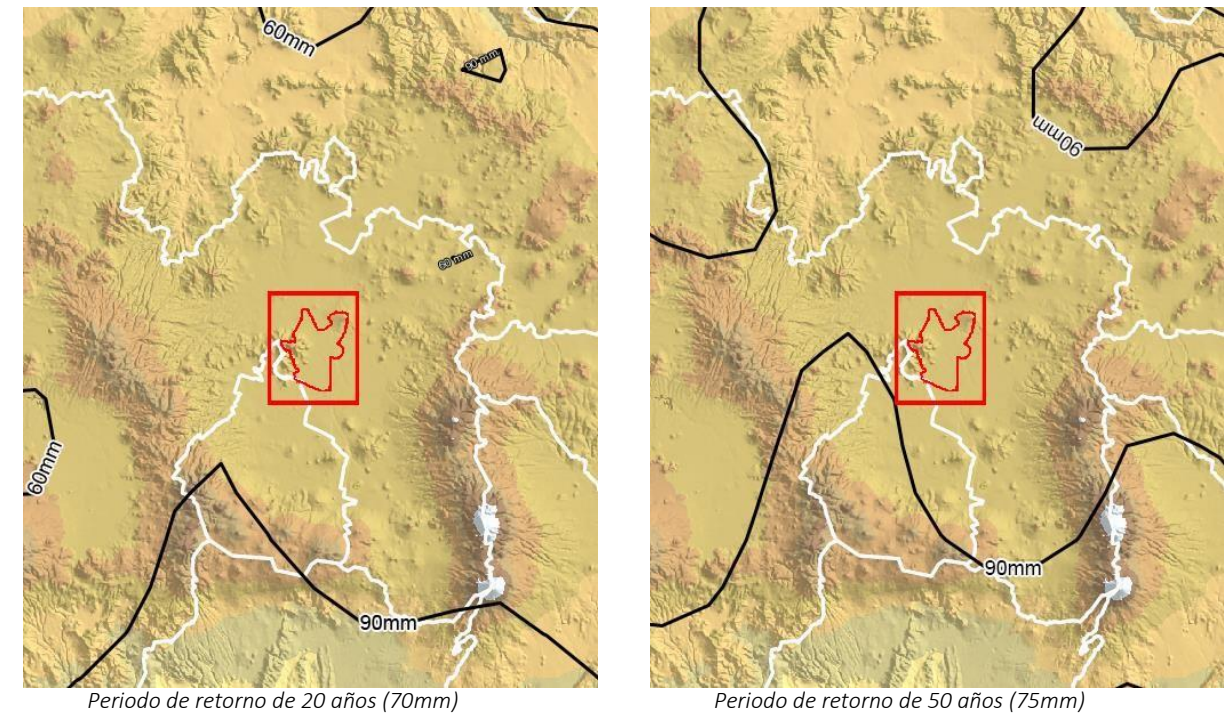
Ahora bien, las lluvias extraordinarias pueden afectar al Municipio de Ecatepec de varias maneras. Puede ser un cumulo de eventos a lo largo de varios días, incluso semanas, que como resultado sobrepasen el promedio de precipitación para el mes en el que ocurren. Pero también

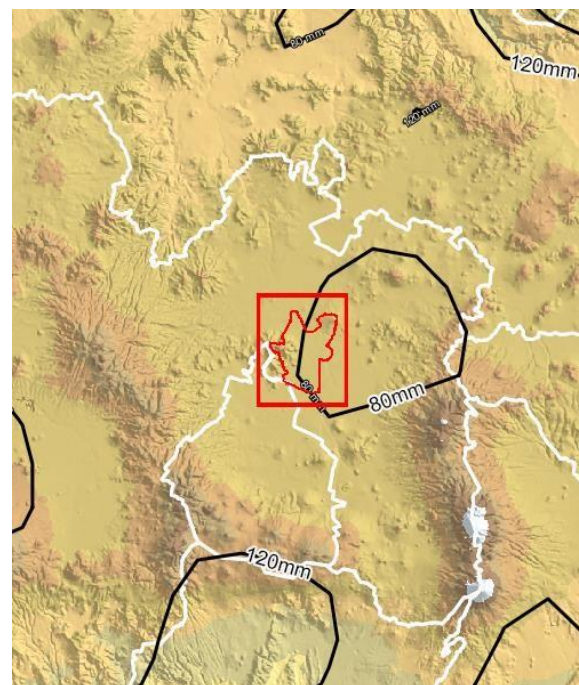
se pueden presentar como un solo evento o varios distribuidos en un máximo de 24 horas. El CENAPRED ha identificado las lluvias probables para distintos periodos de retorno para eventos de 24 horas, los cuales pueden interpretarse como los máximos esperados en un determinado espacio temporal.

De acuerdo con el CENAPRED, la lluvia probabilística para un evento de 24 y periodo de retorno de 20 años es de 70mm en el municipio. En el escenario de lluvias probabilísticas para un periodo de 50 años, la cantidad de lluvia se incrementa a 75mm; para un periodo de retorno de 100 años será de 80mm; para 200 años, 100mm. Por ejemplo, la precipitación máxima esperada para un periodo de retorno de 200 años, en Ecatepec es de 100mm, es decir, 100 litros de agua por metro cuadrado en un periodo de 24 horas. En este escenario, en un solo día, caería la lluvia equivalente al 16% del total anual.

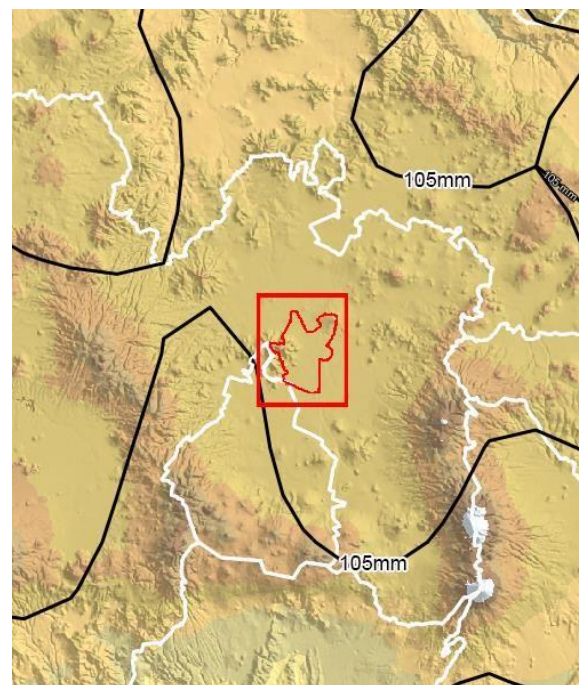
A continuación, se presentan los escenarios de las lluvias máximas probables para periodos de retorno de 20, 50, 100, 200, 500, 1000 y 2000 años para una duración de 24 horas.

Ilustración 16 Escenarios por lluvias probabilísticas a 20, 50, 100 y 200 años con una duración de 24 horas.





Periodo de retorno de 100 años (80mm)



Periodo de retorno de 200 años (100mm)

Fuente: CENAPRED – SIATL INEGI.

## B. Vulnerabilidad y Riesgo por Lluvias extraordinarias

Las tormentas eléctricas y en mayor grado las lluvias extraordinarias son fenómenos que a pesar de no representar peligros directos, están estrechamente asociados a otros peligros como procesos de remoción en masa e inundaciones. La vulnerabilidad a las lluvias extraordinarias, no se medirá en esta sección, sino que se tratará en los apartados de procesos de remoción en masa (en sus diversas modalidades) e inundaciones. Sin embargo, debido a que en general la vulnerabilidad para esos fenómenos fue de media a muy alta, por extensión, el riesgo por lluvias extraordinarias es **MUY ALTO** para el Municipio de Ecatepec.

### V.2.9 Inundaciones pluviales, fluviales, y costeras

Las inundaciones son un fenómeno en el cual se anega de agua un área determinada que generalmente está libre de ésta. El agua proviene del desbordamiento de ríos, represas, o escurrimientos de partes altas y se asocia a lluvias intensas, en el área o incluso en otras lejanas. A pesar de considerarse un fenómeno natural, tiene una alta influencia de los procesos de ocupación del territorio y construcción de infraestructura, ya que a menudo el riesgo existe cuando se establecen viviendas en zonas inundables y se crean embudos artificiales que impiden el libre tránsito de las avenidas de agua.

Las inundaciones son uno de los peligros más comunes en el Municipio de Ecatepec, a menudo las inundaciones se desarrollan lentamente, pero las más dañinas son repentinas e incluso finalizan en sólo unas horas, sin señales visibles de lluvia en la zona inundada. Las inundaciones repentinas consisten en una avenida de agua con gran fuerza de arrastre y con una carga de escombros que encuentra en su paso. Las

inundaciones ocurren sobre los márgenes de un río, canal o arroyo definido, pero también pueden generarse por la confluencia de aguas en zonas bajas. En este sentido es necesario acotar que las inundaciones a nivel municipal ocurren cuando un drenaje es sobrepasado en su capacidad. Los efectos individuales de las inundaciones generalmente son muy locales, afectando a un grupo de casas o algunas calles, pero el efecto sumado de varios puntos de inundación en un mismo evento afecta varias colonias del municipio.

Debido a la particular configuración del municipio, el peligro de inundación es muy alto debido a que las aguas de la Sierra bajan por arroyos cuyos márgenes están ocupados por viviendas, además de que parte importante del municipio formaba parte del sistema de embalses naturales que constituían el antiguo Lago de Texcoco. Aunque en la mayoría de los casos existen obras de infraestructura destinados a drenar las aguas, estas se llegan a ver sobrepasadas, provocando encharcamientos e inundaciones en zonas habitadas y con infraestructura vial. Además, son también susceptibles las áreas con microtopografía baja, que aunque no están cerca de los arroyos y canales, pueden inundarse debido a que se ubican en depresiones.

Para determinar el peligro por inundación en la zona, se realizó el análisis en función de la metodología del CENAPRED, el cual consiste en el cálculo del gasto líquido según varios periodos de retorno. Antes de calcular el gasto líquido ( $Q_p$ ), se debe determinar la pendiente, el área, la longitud del cauce principal, la precipitación esperada a varios periodos de retorno, el tiempo de concentración de la lluvia, y la intensidad de esta. A continuación, se presentan los cálculos para las zonas inundables del Municipio de Ecatepec.

#### A. San Cristóbal Ecatepec

En esta zona se han presentado inundaciones recurrentes desde el año de 2010, debido a la bajada de aguas brancas de laderas de la Sierra de Guadalupe, y a que es un lugar donde se han asentado de manera irregular viviendas que no cuentan con servicios de drenaje suficiente. En el 2012, se afectaron 266,000m<sup>2</sup>, incluyendo 15 viviendas, 50 locales comerciales, y un edificio de gobierno. El agua llegó a tener 10cm de tirante, mientras que en las vialidades hubo hasta 40cm.

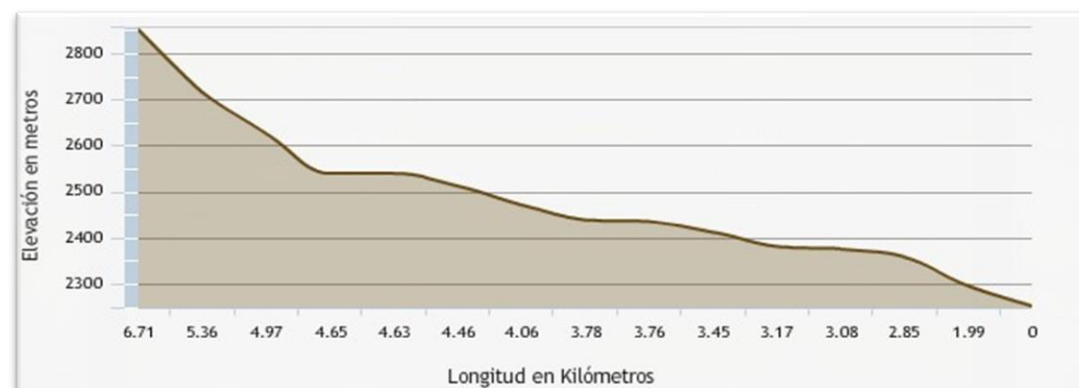


Ilustración 17 Delimitación de la microcuenca Venitas donde se ubica la zona de inundación de San Cristóbal Ecatepec.

Fuente: SIATL INEGI.



Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal es de 8.28%. Su longitud es de 6713m.



Gráfica 24 Perfil del terreno en la microcuenca Venitas.

Fuente: SIATL INEGI.

Para obtener el tiempo de concentración ( $t_c$ ), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

- $t_c$ =Tiempo de Concentración en horas.
- S= Pendiente media del cauce principal.
- L= Longitud del cauce principal en m.

Sustituyendo los valores de la pendiente y la longitud del cauce principal,

$$t_c = 0.000325 \frac{6713^{0.77}}{0.0828^{0.385}} = 45.01 \text{ min.}$$

Para que ocurran avenidas súbitas, el tiempo de concentración debe ser menor a 4 horas, por lo que en esta microcuenca, con un  $t_c$  de 45 minutos existe el peligro de que ocurra dicho fenómeno.

Por otro lado, se determinaron los valores de precipitación máxima para la microcuenca Las Venitas según diversos periodos de retorno en duraciones de 1 y 24 horas, los cuales se presenta a continuación.

Tabla 84 Periodos de retorno de lluvias en la microcuenca Venitas.

Duración de la Precipitación	hp PR 2 años	hp PR 10 años	hp PR 50 años	hp PR 100 años	hp PR 250 años
1 h (mm)	30	45	55	60	75
24 h (mm)	40	65	105	107	110

Fuente: CENAPRED.

Para calcular el gasto líquido fue necesario obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ), por lo que se realizó una interpolación entre los valores de la lámina de lluvia para  $d = 24$  horas y  $d = 1$  hora, para cada uno de los periodos de retorno considerados.

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ( $d = t_c = 0.75$  horas). A continuación, se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años (PR = 2 años):

$$hp \text{ PR } 2 (1h) = 30 \text{ mm}$$

$$hp \text{ PR } 2 (24h) = 40 \text{ mm}$$

$$hp(t_c) = \frac{hp(24) - hp(1)}{3.1781} * \ln t_c + hp(1)$$

Sustituyendo:

$$hp(t_c) = \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 0.75 + hp(30) = 29.09522 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 29.09 mm. Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{hp(t_c)}{t_c}$$

Sustituyendo por los valores de PR = 2 años;

$$i = \frac{29.09522 \text{ mm}}{0.75} = 38.788446 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 38.78 mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 85 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Venitas.

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (tc) mm	i mm/h
2 años	30	40	29.09522	38.78846
10 años	45	65	43.19043	57.57958
50 años	55	105	50.47609	67.29249
100 años	60	107	55.74752	74.32014
250 años	75	110	71.83326	95.76494

Fuente: Elaboración propia

El gasto de diseño se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q_p = 0.278 * C_e * i * A$$

En donde:

$Q_p$  = Gasto máximo o de pico en m<sup>3</sup>/s.

$C_e$  = Coeficiente de escurrimiento

$i$  = intensidad media de la lluvia mm/h

$A$  = Área de la microcuenca, en km<sup>2</sup>

Para determinar el coeficiente de escurrimiento se sigue el procedimiento de la NOM-011-CNA- 2000, en función del tipo y usos de suelos y del volumen de precipitación anual en la cuenca de estudio.

Con apoyo en los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos en la microcuenca de estudio, en tres diferentes tipos:

- i. A (suelos permeables)
- ii. B (suelos medianamente permeables) y
- iii. C (suelos casi impermeables)

Los tipos de suelo anteriores que se especifican en la tabla siguiente y, al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro  $K$

Tabla 86 Valores de  $K$  en función del tipo y uso de suelo ( A) y fórmulas para el cálculo del Coeficiente de Escurrimiento ( B).

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad; loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hileras	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% - Excesivo -	0,24	0,28	0,30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

A	
K: PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL ( $C_e$ )
Si $K \leq 0.15$	$C_e = K \frac{(P - 250)}{2000}$
Si $K > 0.15$	$C_e = K \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$

B

Fuente: CONAGUA

De acuerdo con las características de la microcuenca tributaria, de la tabla anterior se obtuvo un valor para el parámetro  $K$  de 0.32 (Combinación Suelo C + Zona Urbana.)

Una vez obtenido el valor de  $K$ , el coeficiente de escurrimiento anual " $C_e$ ", se calcula mediante las fórmulas de la tabla anterior.

Dado que  $K > 0.15$ , se utiliza la fórmula

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$



En donde

$C_e$  = Coeficiente de escurrimiento (adimensional).

K = parámetro que depende del uso, tipo y cubierta del suelo, 0.32.

P = Precipitación anual, 5.91.

Sustituyendo:

$$C_e = 0.32 * \frac{(591 - 250)}{2000} + \frac{(0.32 - 0.15)}{1.5} = 0.09083$$

Con base en lo anterior, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio, resultó  $C_e = 0.09$ . Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (8.85 km<sup>2</sup>) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, mediante la fórmula previamente expuesta

El gasto de diseño se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q_p = 0.278 * C_e * i * A$$

En donde:

$Q_p$  = Gasto máximo o de pico en m<sup>3</sup>/s.

$C_e$  = Coeficiente de escurrimiento

i = intensidad media de la lluvia mm/h

A = Área de la microcuenca, en km<sup>2</sup>

Sustituyendo para el ejemplo de PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 38.78846 \left(\frac{mm}{h}\right) * 8.85 (km^2) = 8.6677 m^3/s$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 87 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Venitas.

PR	I (mm/h)	Qp (m <sup>3</sup> /s)
2 años	38.78846	8.66770
10 años	57.57958	12.86678
50 años	67.29249	15.03724
100 años	74.32014	16.60764
250 años	95.76494	21.39971

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, con estos datos se debe determinar del área hidráulica permisible. El área hidráulica permisible es el área necesaria para que el flujo de escurrimiento o el gasto pico pase por una sección de un arroyo sin presentar desbordamientos en sus márgenes. Para la cuenca del ejemplo, se tiene que su tiempo de concentración es igual a 0.331 h. Con el valor del tiempo de concentración la velocidad del flujo es:

$$V = \frac{L}{t_c(s)} = \frac{6713m}{0.75 * 3600} = 2.48597 (m/s)$$

Lo que implica que el área hidráulica permisible sea, para el caso de PR = 2 años:

$$A_p = \frac{Q_p}{V} = \frac{8.66770 m^3/s}{2.48597 m/s} = 3.48665 m^2$$

Por lo tanto, es necesaria un área hidráulica permisible de 3.48 m<sup>2</sup> para un gasto total de 8.66 m<sup>3</sup>/s en esta microcuenca para un periodo de retorno de 2 años. En la siguiente tabla se muestran los valores de las áreas hidráulicas permisibles para los diferentes periodos de retorno considerados.

Tabla 88 Área hidráulica permisible en la microcuenca Venitas, para varios periodos de retorno.

PR	A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )
2 años	3.48665
10 años	5.17577
50 años	6.04885
100 años	6.68056
200 años	8.60821

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el modelado de los valores obtenidos en la superficie geográfica, se atendió a la metodología del CENAPRED para inundaciones urbanas, la cual se procesa a través del software Arc Gis y Hec Ras, con las extensiones Hec-Geo-Ras e Hydrology Modeling el proceso consiste en generar un vector de la corriente de agua a analizar, crear perfiles a partir de un Modelo Digital de Terreno (en este caso se dispone de un modelo obtenido por medio de LIDAR con una resolución espacial de 5x5m y altitudinal de 1cm) desde un GIS y exportarlos a HEC-Ras para la generación de datos hidráulicos unidimensionales. Una vez procesados, se regresan al GIS para generar el modelo en 3D. En el caso de la microcuenca de análisis, se obtuvieron los siguientes resultados.

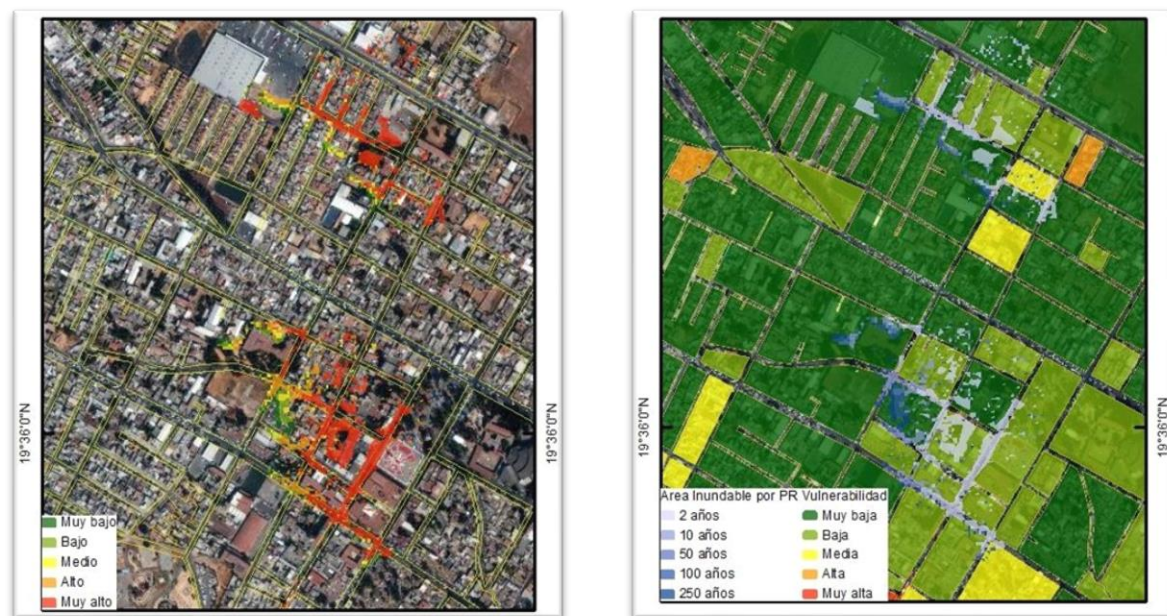


Ilustración 18 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, San Cristóbal Ecatepec.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

En cuanto al riesgo, este es una función del peligro y vulnerabilidad, por lo que su cálculo se realizó en función del siguiente parámetro:

$$R = (P \cdot V) / 2$$

En este sentido se procura que tanto la probabilidad de peligro, así como los grados de vulnerabilidad vayan de 1 a 5, donde 1 es muy bajo y 5 muy alto.

En la colonia Zona Centro de Ecatepec, se identificó que el tipo de vivienda más vulnerable corresponde al rango 3, por lo que su vulnerabilidad se clasifica como media, en función de la metodología del CENAPRED. Se muestra a continuación una figura esquemática del menaje de casa típico de la zona.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado

Tabla 89 Zonificación del Riesgo por Inundación en la Zona Centro de Ecatepec.

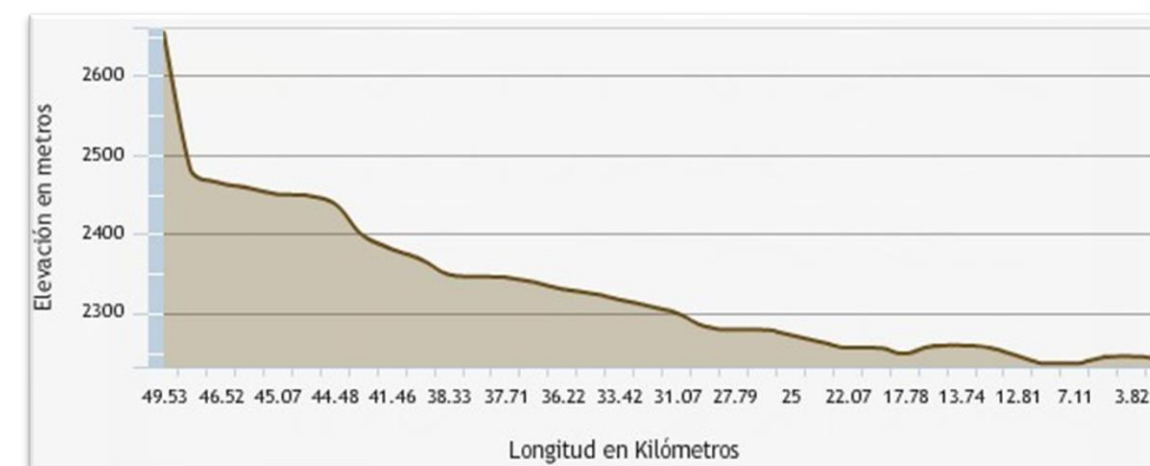
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010065	Fracc. San Bernabé, Res San Cristóbal, Hogares Marla	60	300	Baja	Muy Alto	Alto
1503300010135	Ecatepec Centro, Izcalli Ecatepec	70	350	Baja	Muy Alto	Alto

## B. Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec

La microcuenca Chiconautla es aquella que con drena la zona de inundación de estas colonias. Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal de esta microcuenca es de 0.82%. Su longitud es de 49532m.

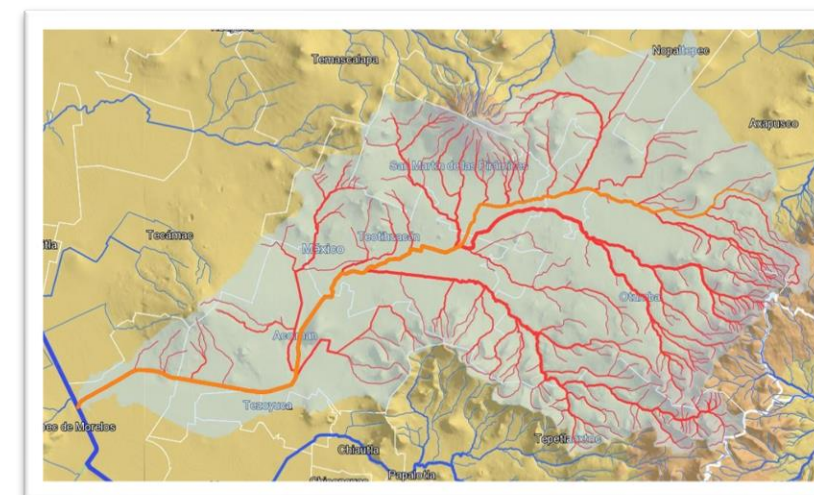
Para obtener el tiempo de concentración ( $t_c$ ), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{49532^{0.77}}{0.0082^{0.385}} = 8.51 \text{ horas} = 510.83 \text{ min.}$$



Gráfica 25 Perfil del terreno en la de la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.

Fuente: SIATL INEGI.



Gráfica 26 Delimitación de la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.



Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ( $d = t_c = 8.51$  horas). A continuación, se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años (PR = 2 años):

$$hp_{PR\ 2\ (1h)} = 30\ mm$$

$$hp_{PR\ 2\ (1h)} = 40\ mm$$

$$t_c = 8.51\ h$$

$$hp(t_c) = \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 8.51 + hp(30) = 36.738\ mm$$

Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{36.738\ mm}{8.51} = 4.315\ mm/h$$

Sustituyendo por los valores de PR = 2 años;

$$i = \frac{29.09522\ mm}{0.75} = 38.788446\ mm/h$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 4.315mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 90 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (tc) mm	i mm/h
2 años	30	40	36.739	4.315
10 años	45	65	58.478	6.869
50 años	55	105	88.695	10.418
100 años	60	107	91.673	10.767
250 años	75	110	98.586	11.579

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio, resultó  $C_e = 0.09$ . Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (546.95 km<sup>2</sup>) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, para el PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 4.315\ mm/h * 546.95\ km^2 = 59.594\ m^3/s$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 91 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.

PR	i (mm/h)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s)
2 años	4.315	59.594
10 años	6.869	94.857
50 años	10.418	143.872
100 años	10.767	148.703
250 años	11.579	159.917

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el modelado de los valores obtenidos en la superficie geográfica, se atendió a la metodología del CENAPRED para inundaciones urbanas. En el caso de la microcuenca de análisis, se obtuvieron los siguientes resultados.

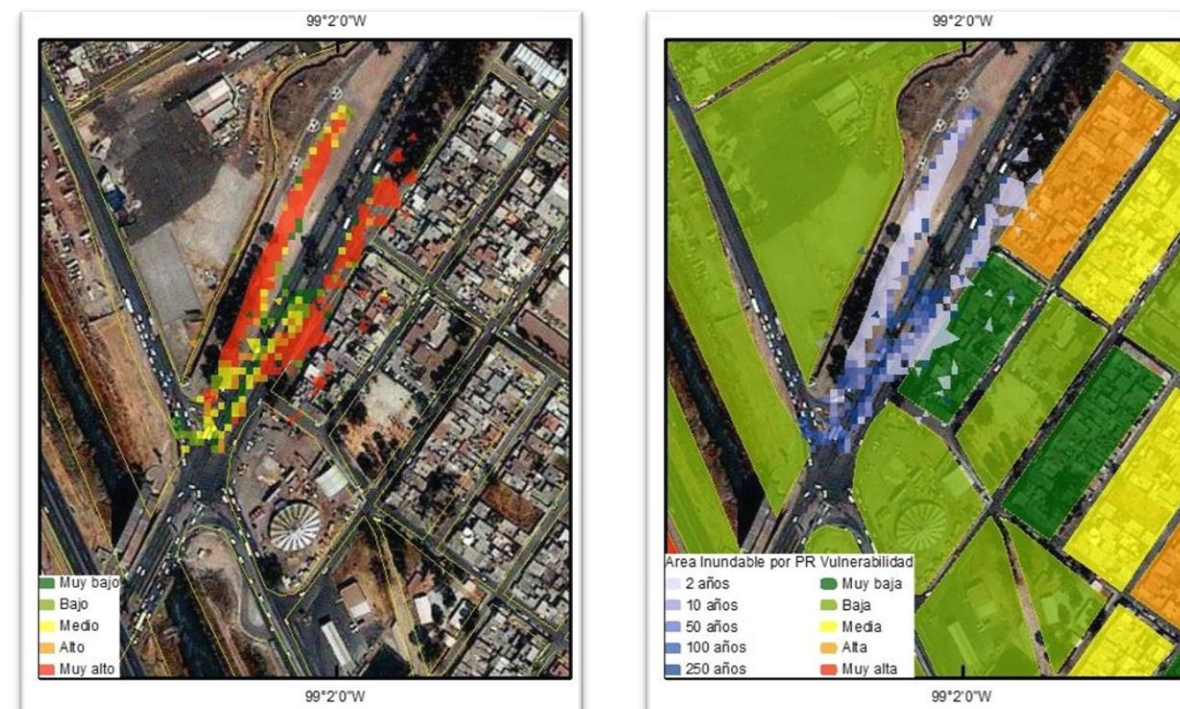


Ilustración 19 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado.



Tabla 92 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010101	Adolfo Ruiz Cortines	15	75	Alta	Muy Alto	Muy Alto
1503300014674	Unidad Hab. Héroes Ecatepec 1 2 3 4 T	-	-	Baja	Muy Alto	Alto

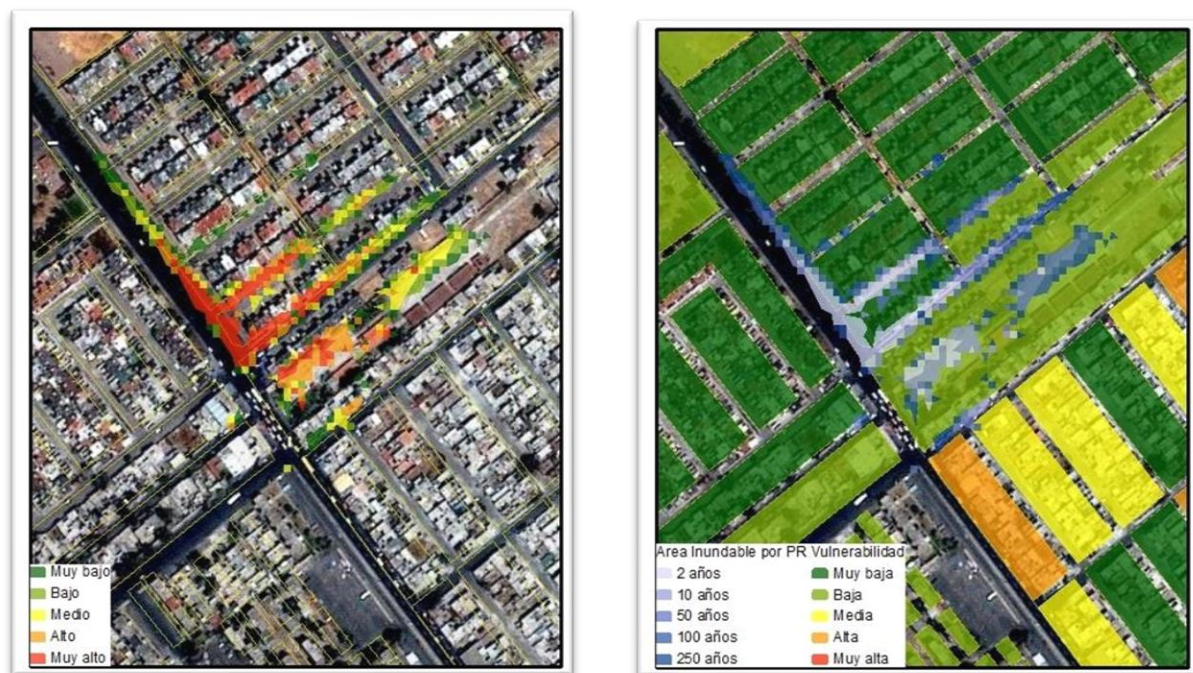
Fuente: Elaboración propia

### C. Jardines de los Báez

En Jardines de los Báez, desde el año 2006 hay inundaciones recurrentes en época de lluvias, por asentamientos diferenciales de terreno, lo que daña a la red de drenaje, impidiendo el flujo del líquido cuando ocurren las lluvias. En 2012 hubo 34,000m<sup>2</sup> de superficie dañada por este fenómeno, los cuales incluyeron 20 viviendas, y sus 100 habitantes.

Bajo el método anterior, y considerando esta zona como parte de la microcuenca Chiconautla, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 93 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos.



Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado.

Tabla 94 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013873	Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos	50	250	Baja	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

### D. Casas Reales

La colonias Casas Reales (al SW), Zopilocalco, y Ampliación 19 de Septiembre sufren continuas afectaciones debido a que el drenaje en ocasiones, se ve sobrepasado, principalmente por el aporte pluvial en época de lluvias. Esta zona de inundación corresponde a la microcuenca de Chiconautla, cuyos valores morfométricos ya fueron tratados anteriormente. Los resultados de la modelación de la superficie de inundación se presentan a continuación.

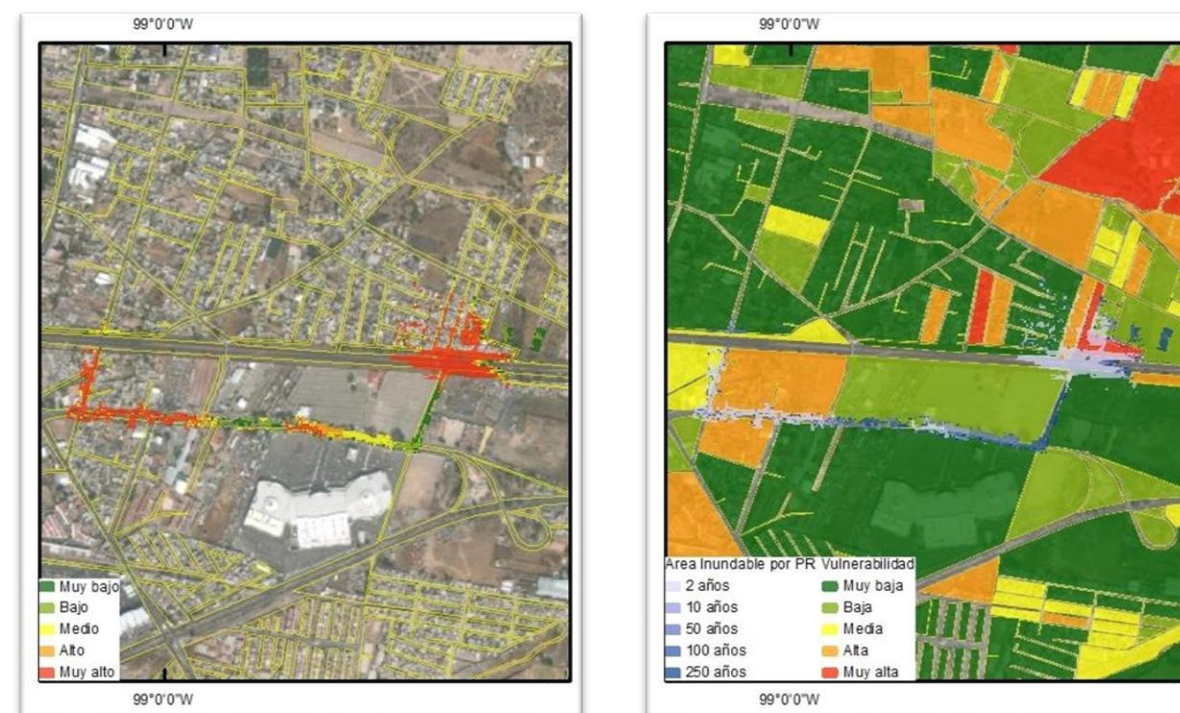


Ilustración 20 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Casas Reales.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 95 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Casas Reales, Zopilocalco, y Ampliación 19 de Septiembre.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012447	Casas Reales, Zopilocalco, y Ampliación 19 de Septiembre.	150	750	Alta	Muy Alto	Muy Alto

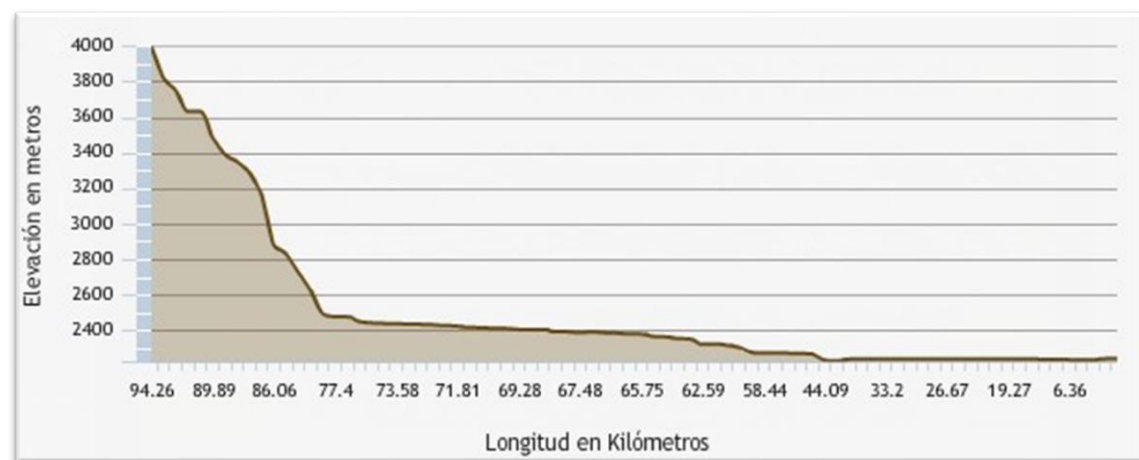
Fuente: Elaboración propia.



### E. Jardines de Morelos

En Jardines de Morelos se han registrado inundaciones recurrentes desde el año de 2004, debido a asentamientos diferenciales que afectan la infraestructura hidráulica. En el año 2012 se inundó en varios episodios un área de 40,000 m<sup>2</sup>, afectando a 675 habitantes y 150 viviendas, con un tirante de 20 cm, mientras que en las vialidades la inundación llegó hasta a 50 cm.

La colonia Jardines de Morelos, se ubica en la zona de la antigua planicie de inundación del Lago de Texcoco, microcuenca que se denomina Ecatepec Lacustre. Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal de esta microcuenca es de 1.86%. Su longitud es de 94266 m.



Gráfica 27 Perfil del terreno en la de la microcuenca Ecatepec lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.

Fuente: SIATL INEGI.

Para obtener el tiempo de concentración ( $t_c$ ), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{94266^{0.77}}{0.0186^{0.385}} = 10.19 \text{ horas} = 611.68 \text{ min.}$$

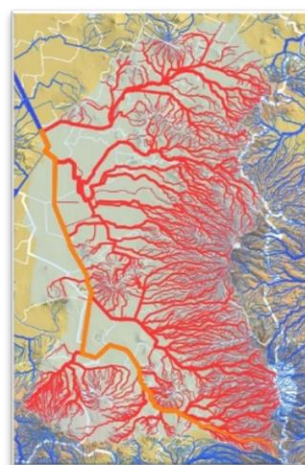


Ilustración 21 Delimitación de la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ( $d = t_c = 10.19$  horas). A continuación, se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años (PR = 2 años):

$$hp \text{ PR } 2 (1h) = 30 \text{ mm}$$

$$hp \text{ PR } 2 (1h) = 40 \text{ mm}$$

$$t_c = 10.19 \text{ h}$$

$$hp(t_c) = \frac{hp(24) - hp(1)}{3.1781} * \ln 10.19 + hp(30) = 37.305 \text{ mm}$$

Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{37.30584 \text{ mm}}{10.19} = 3.659 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 3.65934mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 96 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.

PR	$hp (1h)$ mm	$hp (24h)$ mm	$hp (t_c)$ mm	$i$ mm/h
2 años	30	40	37.306	3.659
10 años	45	65	59.612	5.847
50 años	55	105	91.529	8.978
100 años	60	107	94.337	9.254
250 años	75	110	100.570	9.865

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio resultó  $C_e = 0.09$ . Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (2672.49 km<sup>2</sup>) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, para el PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 3.65934 \text{ mm/h} * 2672.49 \text{ km}^2 = 246.93164 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 97 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.

PR	<i>I</i> (mm/h)	<i>Q<sub>p</sub></i> (m <sup>3</sup> /s)
2 años	3.659	246.932
10 años	5.847	394.577
50 años	8.978	605.842
100 años	9.254	624.430
250 años	9.865	665.687

Fuente: Elaboración propia.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado.



Ilustración 22 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Jardines de Morelos.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Bajo el método anterior, se obtuvieron los siguientes resultados para delimitación de riesgos.

Tabla 98 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Jardines de Morelos.

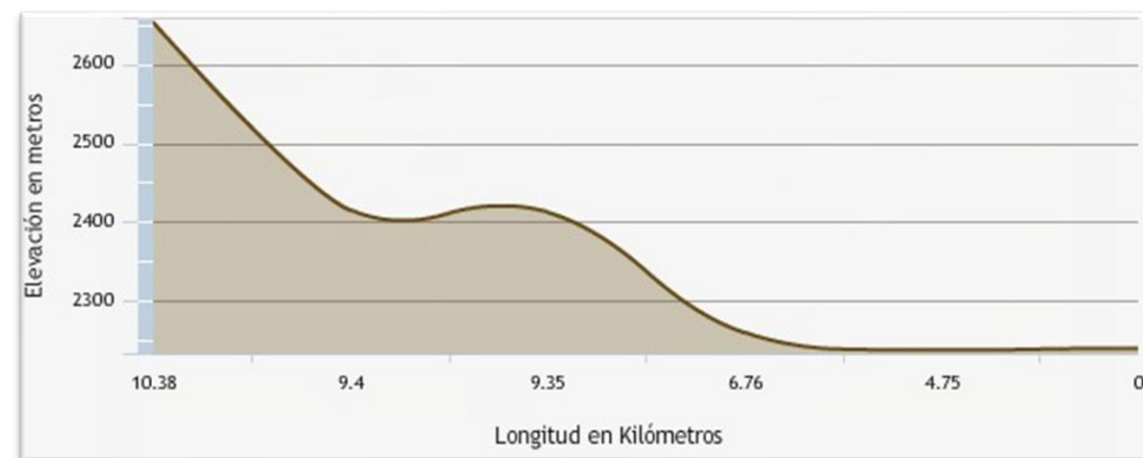
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013055 1503300011608	Jardines de Morelos	50	250	Baja	Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

## F. Los Laureles

En las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte) se han presentado inundaciones desde el 2007, debido a que es una zona baja donde hay acumulación de aguas broncas que bajan de las laderas adyacentes. En el 2012 se inundaron 107,000m<sup>2</sup>, los cuales dañaron a 36 viviendas y 180 personas, el tirante en viviendas fue de hasta 10cm y en las vialidades fue de hasta 40cm.

La microcuenca Tulpetlac es aquella que con drena la zona de inundación de estas colonias. Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal de esta microcuenca es de 4%. Su longitud es de 10386m.



Gráfica 28 Perfil del terreno en la de la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).

Fuente: SIATL INEGI

Para obtener el tiempo de concentración (*t<sub>c</sub>*), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{10386^{0.77}}{0.040^{0.385}} = 1.39 \text{ horas} = 83.35 \text{ min.}$$

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración (*d = t<sub>c</sub> = 1.39 horas*). A continuación, se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años (PR = 2 años)

$$hp \text{ PR } 2 (1h) = 30 \text{ mm}$$

$$hp \text{ PR } 2 (1h) = 40 \text{ mm}$$

$$t_c = 1.39 \text{ h}$$

$$hp(t_c) = \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 1.39 + hp(30) = 31.134 \text{ mm}$$

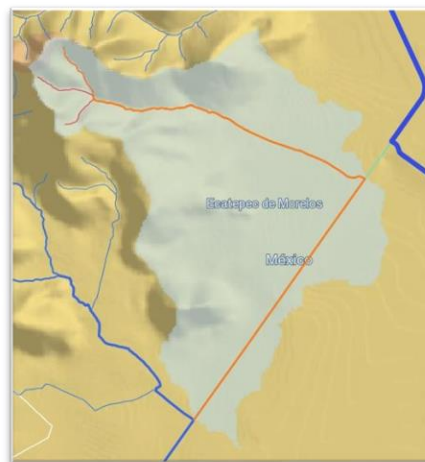


Ilustración 23 Delimitación de la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero ( norte).

Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{31.03429 \text{ mm}}{1.39} = 22.340 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 22.34 mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.



Fuente: SIATL INEGI

Tabla 99 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (tc) mm	i mm/h
2 años	30	40	31.034	22.340
10 años	45	65	47.069	33.883
50 años	55	105	60.171	43.315
100 años	60	107	64.861	46.691
250 años	75	110	78.620	56.595

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio, resultó  $C_e = 0.09$ . Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (17.82 km<sup>2</sup>) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, para el PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 22.340 \text{ mm/h} * 17.82 \text{ km}^2 = 10.051 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 100 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).

PR	I (mm/h)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s)
2 años	22.340	10.052
10 años	33.883	15.245
50 años	43.315	19.490
100 años	46.691	21.008

250 años	56.595	25.465
----------	--------	--------

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado.

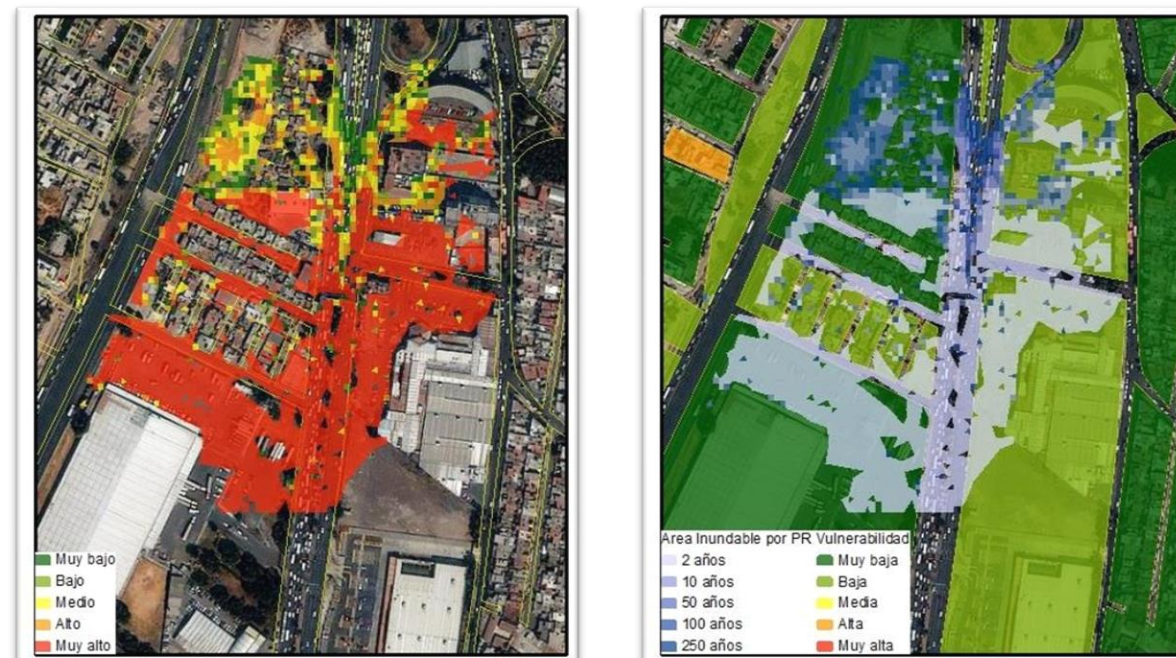


Ilustración 24 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero ( norte).

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Bajo el método anterior, se obtuvieron los siguientes resultados para delimitación de riesgos.

Tabla 101 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010205 1503300010099	Los Laureles	30	150	Baja	Alto	Medio
1503300010099	Nuevo Laredo	5	25	Baja	Muy Alto	Medio
1503300014759	Río Piedras	5	25	Baja	Muy Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

### G. Fuentes de San Cristóbal

Esta zona abarca porciones de las colonias Fuentes de San Cristóbal, La Alfalfa, 12 de Diciembre, Álamos de San Cristóbal; se inunda principalmente en los meses de verano cuando la temporada de lluvias aporta más agua de la que el drenaje subterráneo puede desaguar. Pertenece a la microcuenca del Centro de Ecatepec. Bajo el método descrito anteriormente se obtuvieron como resultados las siguientes modelaciones.





Ilustración 26 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Nuevo Laredo, Talleres Gráficos y Fovisste Morelos.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Ilustración 25 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Fuentes de San Cristóbal, La Alfalfa, 12 de Diciembre, Álamos de San Cristóbal.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 102 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Los Laureles, Rio Piedras y Nuevo Ladero (norte).

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010099	Fuentes de San Cristóbal, La Alfalfa, Álamos de San Cristóbal	40	200	Baja	Muy Alto	Alto
1503300010154	Fuentes de San Cristóbal, 12 de Diciembre	60	300	Baja	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 103 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Nuevo Laredo, Talleres Gráficos y Fovisste Morelos.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010258	Nuevo Laredo	50	250	Baja	Alto	Medio
1503300010277	Talleres Gráficos, Fovisste Morelos	10	50	Baja	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

## H. Nuevo Laredo, Fovisste Morelos

Estas colonias pertenecen a la microcuenca Tulpetlac. En la colonia Nuevo Laredo, cuando hay lluvias extraordinarias se inundan las vialidades hasta 30cm debido a que es una zona baja y con severos problemas de drenaje, ocurriendo de forma recurrente desde el año 2005. En el año 2012 se afectaron de mayo a octubre 50 viviendas y una población aproximada de 250 habitantes, para una superficie total de 58,000m<sup>2</sup>.

Como resultado del análisis se obtuvieron los siguientes modelos de inundación.

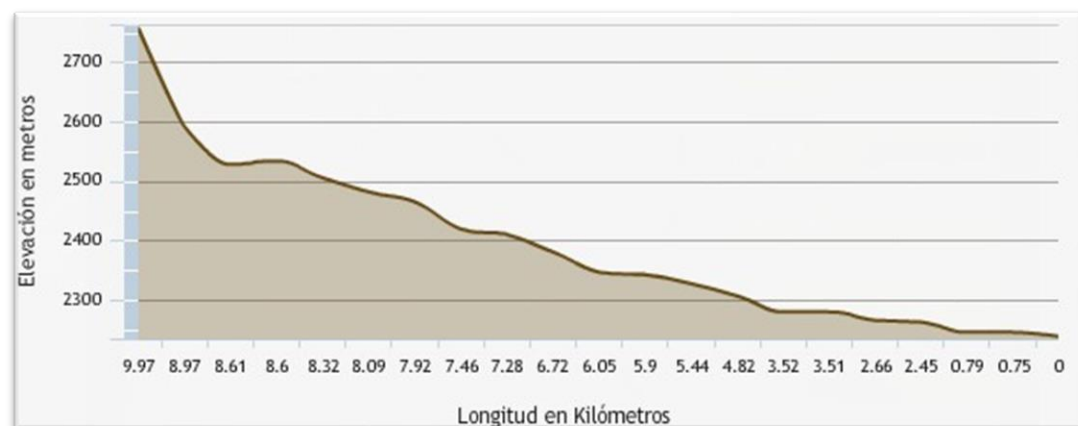


## I. Carlos Hank Gonzáles y Buenavista

En la colonia Hank Gonzáles, desde el año 2006 se han registrado inundaciones recurrentes debido a que la infraestructura hidráulica se torna insuficiente cuando bajan aguas broncas de las laderas adyacentes. En 2012 se afectaron por este fenómeno 19,000m<sup>2</sup>, incluyendo 100 viviendas con hasta un tirante de 40cm, y vialidades con un tirante de hasta 80cm. La población afectada fue de 500 habitantes.

La microcuenca Xalostoc es aquella que con drena la zona de inundación de esta colonia. Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal de esta microcuenca es de 5.12%. Su longitud es de 9973m.

Tabla 104 Perfil del terreno en la de la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.



Fuente: SIATL INEGI.

Para obtener el tiempo de concentración ( $t_c$ ), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{9973^{0.77}}{0.0512^{0.385}} = 1.22 \text{ horas} = 73.46 \text{ min.}$$

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ( $d = t_c = 1.39$  horas). A continuación, se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años (PR = 2 años)

$$hp_{PR 2 (1h)} = 30 \text{ mm}$$

$$hp_{PR 2 (1h)} = 40 \text{ mm}$$

$$t_c = 1.22 \text{ h}$$



Ilustración 27 Delimitación de la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.

Fuente: SIATL INEGI.

$$hp(t_c) = \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 1.22 + hp(30) = 30.636 \text{ mm}$$

Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{30.636 \text{ mm}}{1.22} = 25.022 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 25.022 mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 105 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.

PR	$hp$ (1h) mm	$hp$ (24h) mm	$hp$ ( $t_c$ ) mm	$i$ mm/h
2 años	30	40	30.637	25.023
10 años	45	65	46.274	37.794
50 años	55	105	58.185	47.522
100 años	60	107	62.994	51.450
250 años	75	110	77.229	63.077

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio, resultó  $C_e = 0.09$ . Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (17.82 km<sup>2</sup>) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, para el PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 25.022 \text{ mm/h} * 37.11 \text{ km}^2 = 23.446 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.



Tabla 106 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.

PR	$I$ (mm/h)	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)
2 años	25.023	23.447
10 años	37.794	35.414
50 años	47.522	44.529
100 años	51.450	48.210
250 años	63.077	59.105

Fuente: Elaboración propia.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado.



Ilustración 28 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Carlos Hank Gonzáles y Buenavista.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 107 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Carlos Hank Gonzáles y Buenavista.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013657	Carlos Hank Gonzáles	50	250	Alta	Muy Alto	Muy Alto
1503300013430	Buenavista	20	100	Alta	Muy Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

## J. San Pedro Xalostoc

Las colonias San Pedro Xalostoc y Santa Clara, pertenecientes a la microcuenca Xalostoc, se inundan cuando las aguas de las laderas de la Sierra de Guadalupe bajan en época de lluvias y el drenaje no es suficiente para desaguarlas. El modelado del área de inundación dio como resultado lo siguiente.

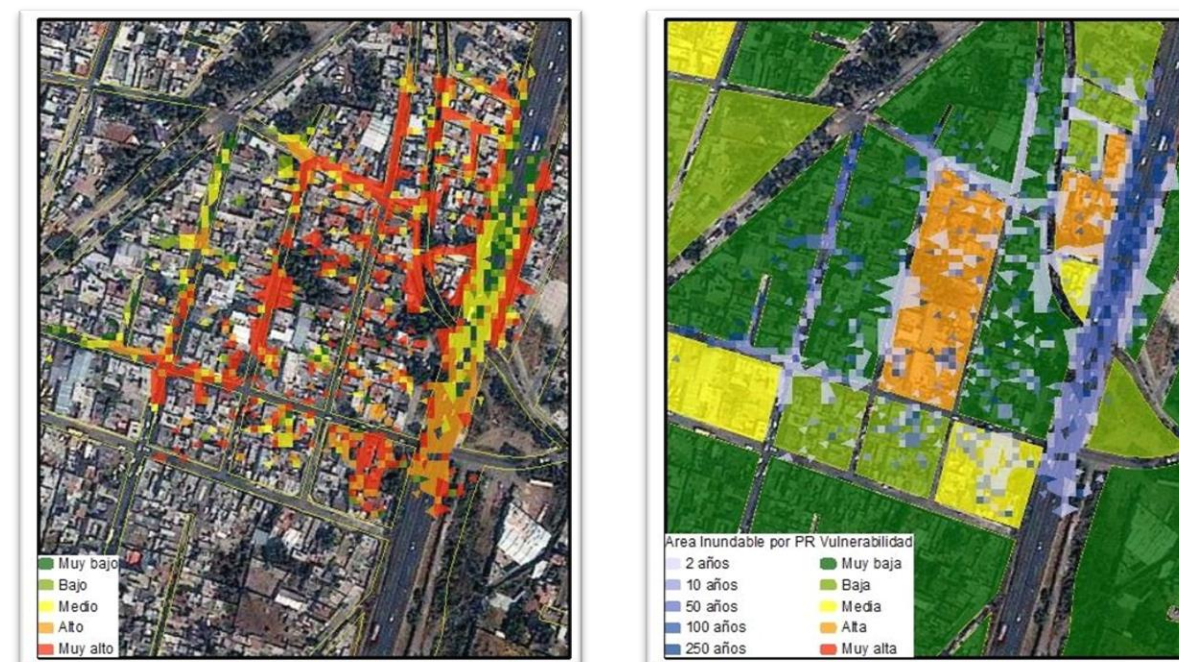


Ilustración 29 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia San Pedro Xalostoc.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 108 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia San Pedro Xalostoc.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010648	San Pedro Xalostoc, Santa Clara	70	350	Alta	Muy Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.



### K. Industrial Cerro Gordo

La Zona industrial de Cerro Gordo sufre afectaciones por las aguas del cerro homónimo, que en época de lluvias superan el desfogue del drenaje público. Esta zona pertenece a la microcuenca Xalostoc.

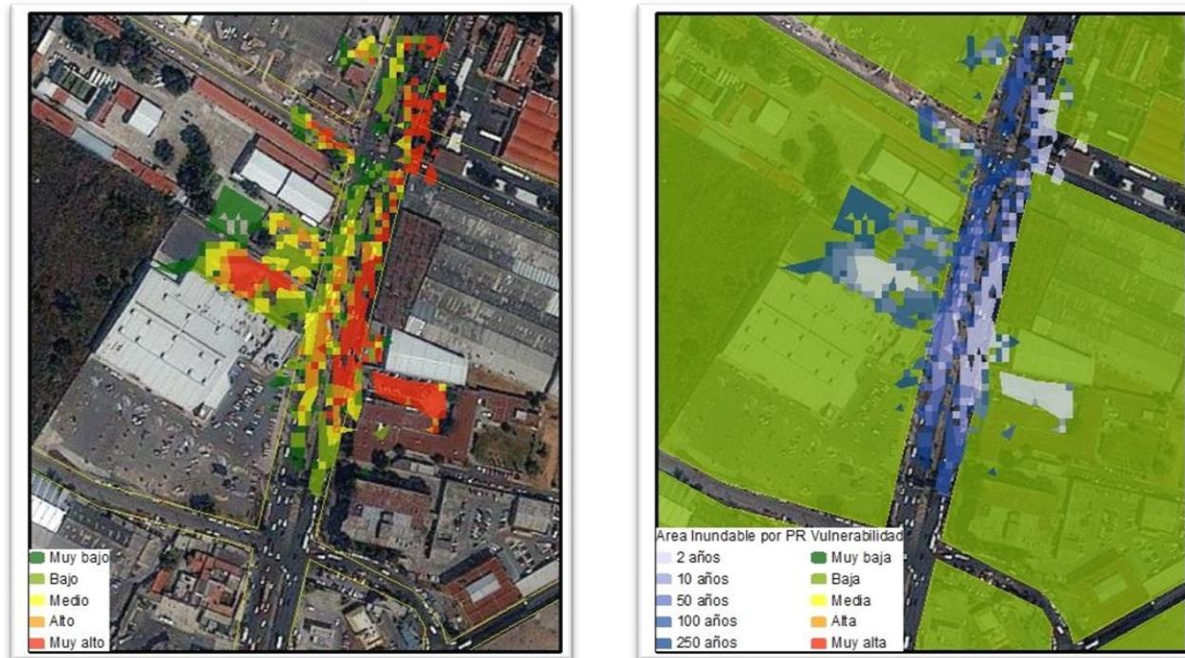


Ilustración 30 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Industrial Cerro Gordo.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 109 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Industrial Cerro Gordo.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
150330001046A	Industrial Cerro Gordo	10	50	Baja	Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

### L. Santa Clara y Rinconada Santa Clara

Estas colonias pertenecen a la microcuenca Xalostoc. Desde el año 2005 se han registrado inundaciones constantes debido a la insuficiente red de drenaje que colapsa cuando bajan aguas broncas de las laderas adyacentes. En el 2012, la superficie afectada ascendió a 93,000m<sup>2</sup>, afectando a las vialidades con un tirante de hasta 30cm que impedía la circulación. No hubo población afectada en sus propiedades.

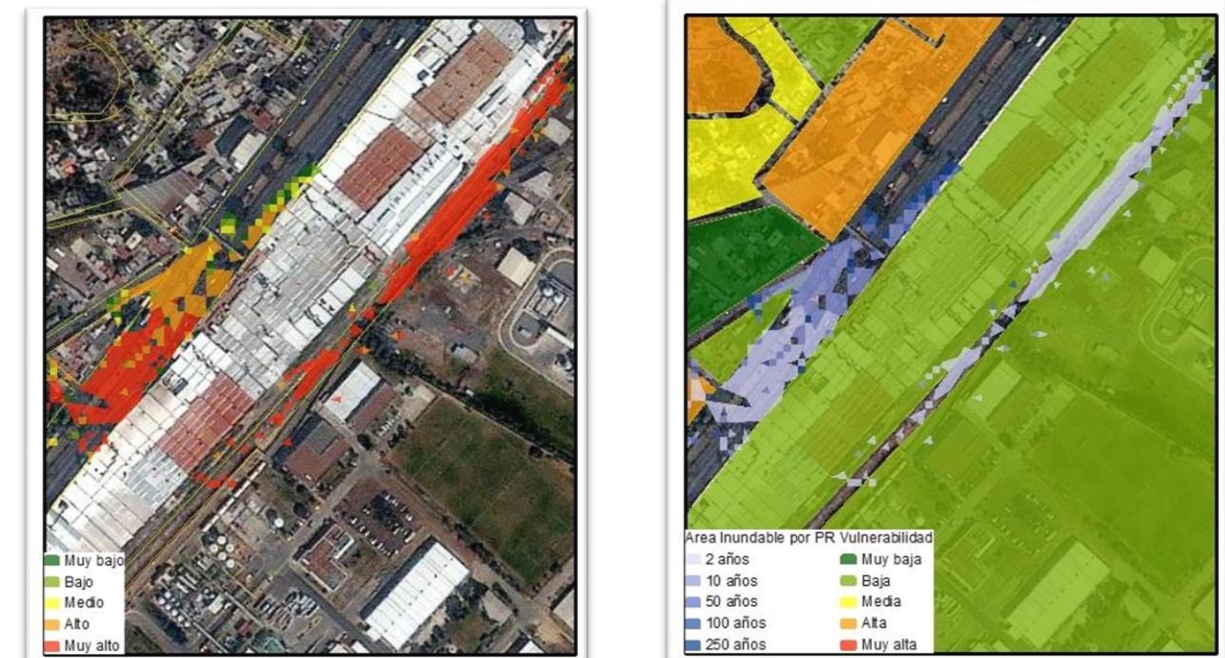


Ilustración 31 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Santa Clara y Rinconada Santa Clara.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 110 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Santa Clara y Rinconada Santa Clara.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013534	Santa Clara, Rinconada Santa Clara	20	100	Baja	Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

### M. Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara

En estas colonias las inundaciones se producen debido a subsidencia del terreno y dislocamientos en la red del drenaje, lo cual facilita que el agua de lluvia se anegue. Pertenecen a la microcuenca Ecatepec Lacustre.





Ilustración 32 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 111 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
150330001053A	Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara	80	400	Baja	Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia

## N. Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc

Estas colonias pertenecientes a la microcuenca Xalostoc, comparten un área de inundación, al sur de Rinconada Santa Clara y al este de Cuauhtémoc Xalostoc, la cual se debe a la deficiencia en el sistema de drenaje local, particularmente cuando hay agua extra de origen pluvial. En esta zona es común que los vecinos construyan diques para evitar la entrada de agua a sus viviendas.

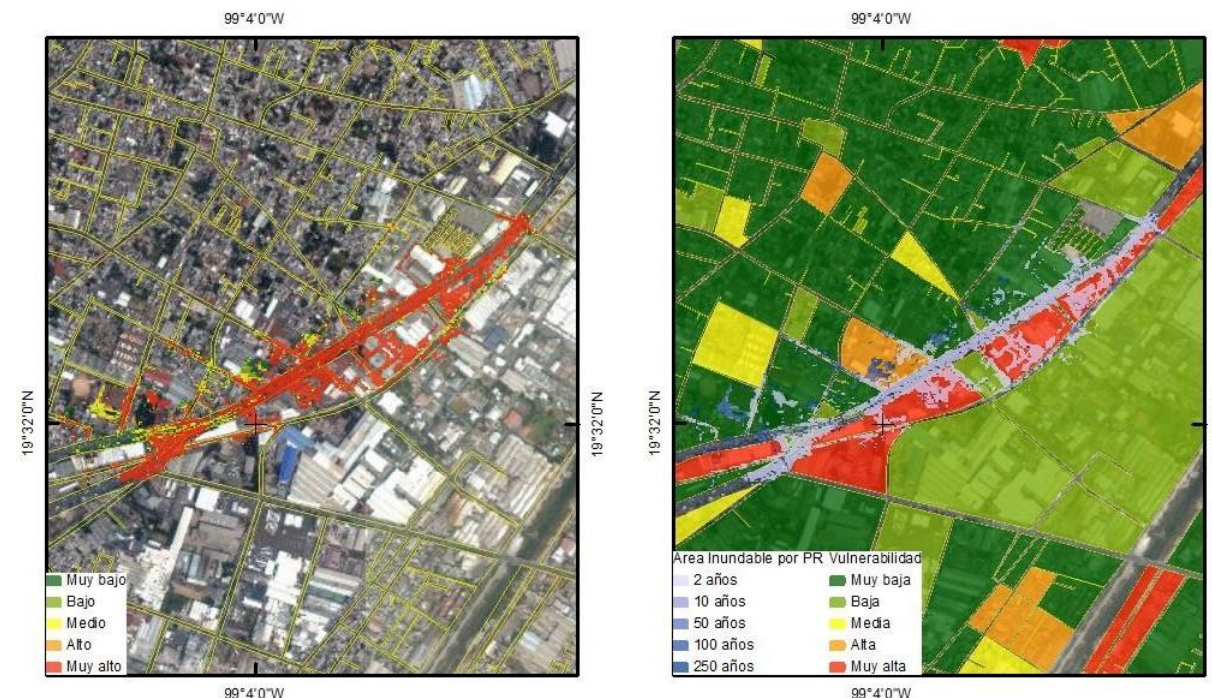


Ilustración 33 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 112 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
150330001078A 1503300013534	Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc	80	400	Alta	Muy Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

## O. San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc y Rustica Xalostoc

Al sureste del Municipio de Ecatepec hay una gran zona de inundaciones, que en una parte está comprendida por porciones de las colonias San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc y Rustica Xalostoc. Esta área es drenada por la microcuenca Xalostoc, analizada anteriormente. Al igual que en los casos ya tratados, el origen común de estas inundaciones son las condiciones del sistema de drenaje, afectado por la presencia adicional de líquido en época de lluvias.



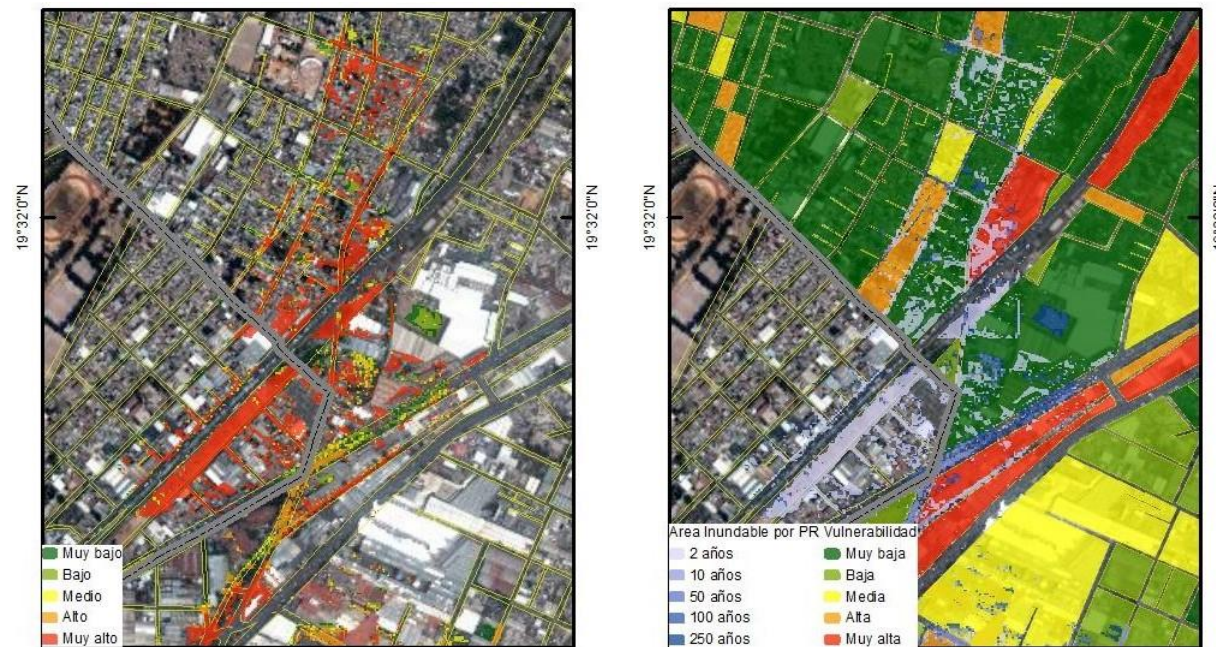


Ilustración 34 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc, Rustica Xalostoc.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 113 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc, Rustica Xalostoc.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012841 150330001078A	San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc, Xalostoc, Rustica Xalostoc	120	600	Media	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

### P. Rustica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc

Desde el año 2003 hay inundaciones recurrentes en las colonias Rustica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc en los meses de mayo a octubre, debido a asentamientos diferenciales del terreno y a bajadas de aguas brancas de laderas de la Sierra de Guadalupe. En el año 2012, se inundó un total de 432,000m<sup>2</sup> afectando a 60 viviendas, 3 industrias y 57 edificios de instalaciones diversas, afectando a una población de 300 personas, con tirantes de 40cm en las vialidades y 10cm al interior de las construcciones. Esta zona pertenece a la microcuenca Xalostoc

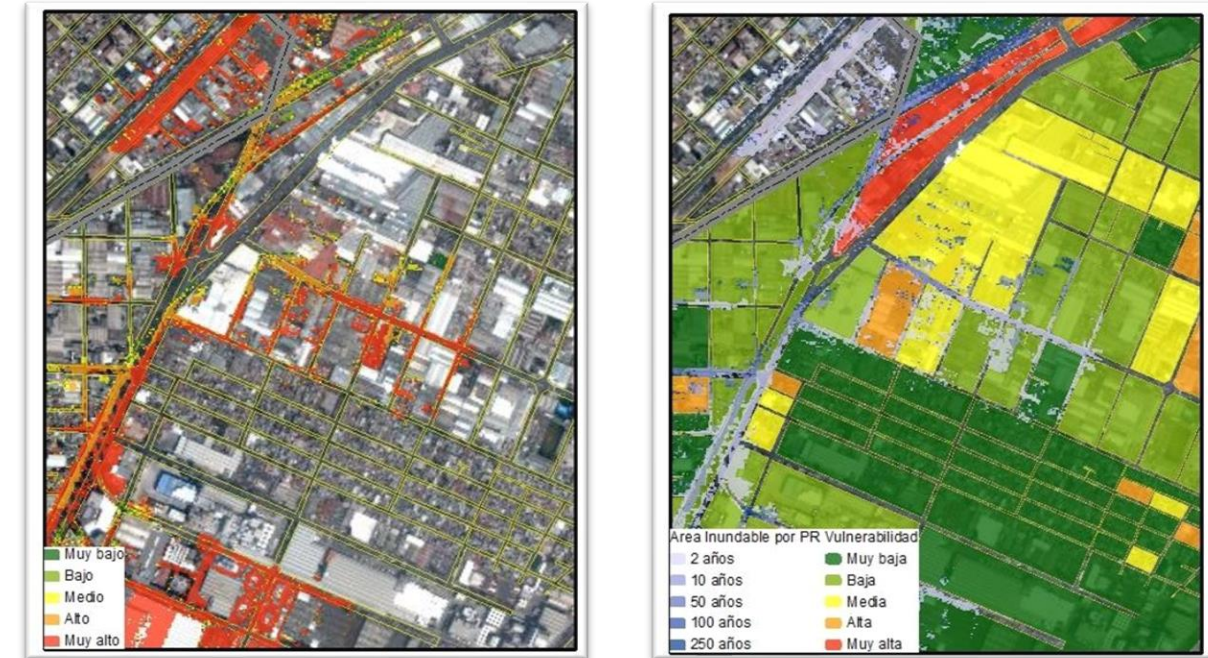


Ilustración 35 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Rustica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 114 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Rustica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010987 150330001078A 150330001103A 1503300011044	Rústica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc	80	400	Media	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

### Q. Viveros Xalostoc

En esta porción de la microcuenca Xalostoc, desde 2003 se tienen repotes de que las colonias Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec, y División del Norte, en época de lluvias sufren de inundaciones recurrentes, debido principalmente a la bajada de aguas brancas de las laderas de la Sierra de Guadalupe y a una deficiente operación de la red de drenaje. En 2012 se afectaron 246,000m<sup>2</sup> de superficie, incluyendo 300 habitantes, 50 viviendas, 5 locales comerciales y 3 industrias; en las viviendas hubo hasta 20cm de tirante mientras en las vialidades el máximo fue de 50cm.

En La Urbana Ixhuatepec desde hace 7 años se reportan inundaciones en esta colonia, principalmente debido al descenso de aguas brancas de la Sierra de Guadalupe. En el 2012, se afectaron 150 viviendas y una población aproximada de 750 personas, cuyas propiedades se anegaron hasta 30cm, mientras las vialidades tuvieron hasta 60cm de inundación. La superficie impactada fue de 70,000m<sup>2</sup>.



En la colonia División del Norte, se registró una inundación en el año 2012, la cual abarcó una superficie de 37,000m<sup>2</sup>, que afectó a 300 personas, 67 casa y 5 locales comerciales, con un tirante de 10cm, mientras que en las vialidades llegó a tener hasta 40cm.



Ilustración 36 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 115 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300011114 1503300011059 1503300011190	Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec	300	1500	Bajo	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

### R. Río de Luz y Los Reyes Ecatepec

En esta porción de la microcuenca de Ecatepec Lacustre, se han presentado inundaciones recurrentes desde 2007, debido a que es una zona que gradualmente ha ido sufriendo asentamientos diferenciales del terreno, dañando a la infraestructura hidráulica de drenaje. Sin embargo, en el año 2012, las inundaciones fueron causadas principalmente debido al taponamiento del drenaje por la existencia de basura. Los eventos de ese año afectaron a 50 personas, 10 casas y 13,000m<sup>2</sup> de área, con tirantes de hasta 80cm en las vialidades y 50cm en las viviendas.

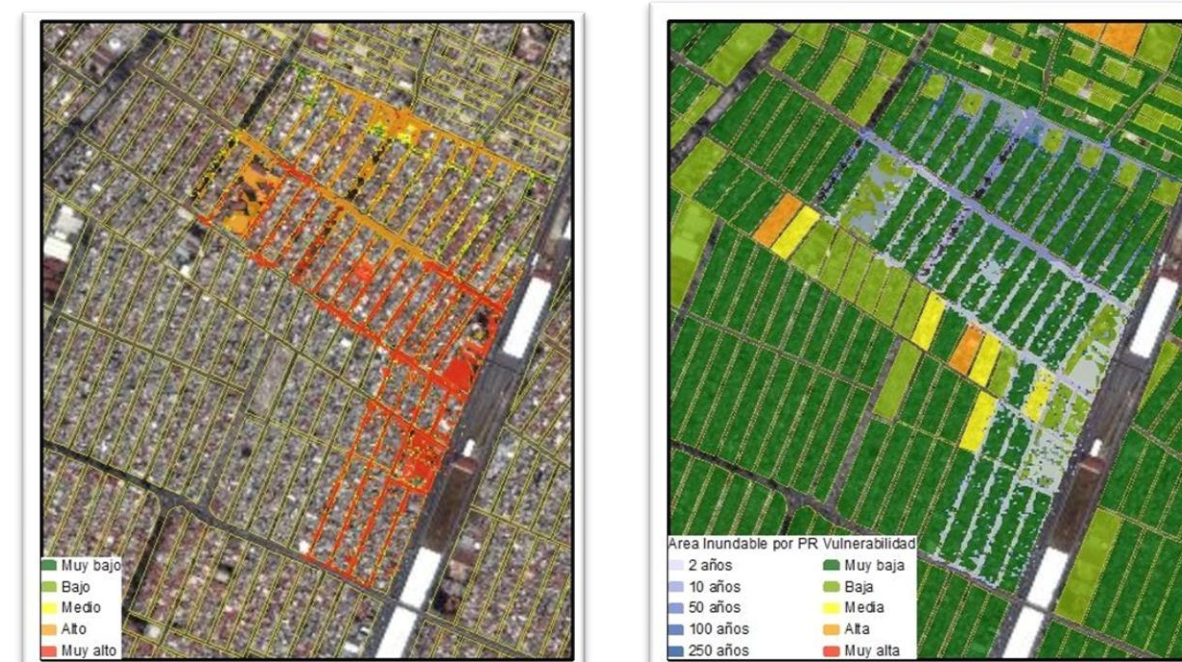


Ilustración 37 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Río de Luz y Los Reyes Ecatepec.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 116 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Río de Luz y Los Reyes Ecatepec.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013676 1503300013661 1503300010402 1503300010436	Río de Luz y Los Reyes Ecatepec	600	3000	Bajo	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

### S. Emiliano Zapata 1ra Secc.

En esta porción de la microcuenca Ecatepec Lacustre, desde el año 2004 se registran inundaciones en esta colonia debido a que existen asentamientos diferenciales del terreno que dislocan la infraestructura de drenaje existente, impidiendo que esta elimine el agua excedente de las lluvias. En el 2012 se afectaron 179,000m<sup>2</sup> de área, incluyendo 200 viviendas y 900 habitantes. Las viviendas fueron anegadas hasta por 20cm mientras que las vialidades lo fueron hasta por 50cm.





Ilustración 38 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Emiliano Zapata 1ra Secc.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.



Ilustración 39 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Valle de Santiago Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 117 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Emiliano Zapata 1ra Secc.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010883 1503300010830	Emiliano Zapata 1ra Secc	80	400	Medio	Medio	Medio

Fuente: Elaboración propia.

## T. Valle de Santiago

En esta porción de la microcuenca de Ecatepec Lacustre, desde el año 2001, se han presentado inundaciones recurrentes de origen pluvial en la Colonias Valle de Santiago, Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara, con un área de afectación de 460,000m<sup>2</sup>. Estas inundaciones se deben principalmente a asentamientos diferenciales del terreno, los cuales a su vez provocaron dislocamientos y contrapendientes en la red de drenaje, lo que impide drenar eficientemente el agua proveniente de la lluvia. Entre mayo y octubre del año 2012, se presentaron inundaciones debido a precipitaciones pluviales extraordinarias y granizadas, el tirante llegó a tener más de 40cm en las vialidades y hasta 10cm dentro de las casas. Se afectaron 500 viviendas y 50 locales comerciales, para un total aproximado de 2500 habitantes y una superficie de 106,000m<sup>2</sup>.

Tabla 118 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Valle de Santiago Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012822 1503300010703 1503300010760 1503300010737 1503300010614	Valle de Santiago Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara	800	4000	Medio	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

## U. CiudadAzteca 2da Sección, Fracc. Profopec Polígono 1

En esta porción de la microcuenca de Ecatepec Lacustre, las colonias Ciudad Azteca, 2da Sección, Fracc. Profopec Polígono 1 han padecido desde el año 2003 de inundaciones recurrentes debido principalmente a la saturación del sistema de drenaje, misma que se presenta con lluvias fuertes. Además de lo anterior, su microtopografía baja, debido a asentamientos diferenciales, incrementa la susceptibilidad a inundarse. En el 2012, se afectaron en temporada de lluvias 90 viviendas las cuales llegaron a presentar tirantes de hasta 20cm, mientras que las vialidades se anegaron hasta por 50cm de agua. Los afectados se contabilizaron en 450 personas, 90 viviendas en una superficie de 263,000m<sup>2</sup>.



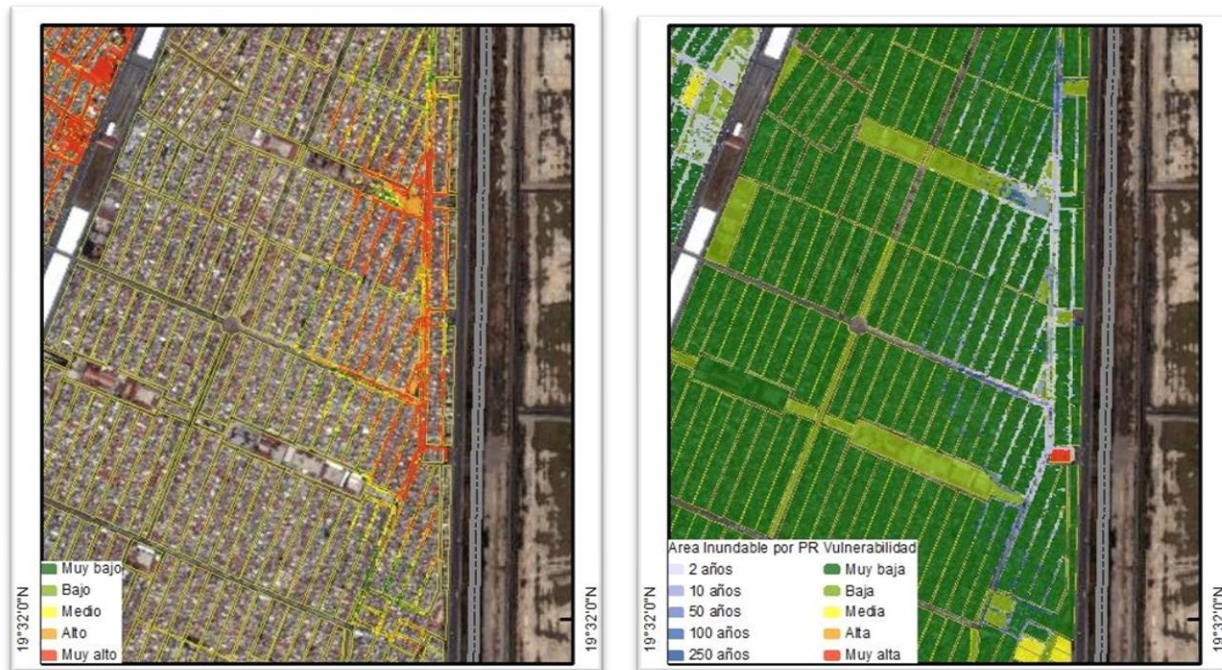


Ilustración 40 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Ciudad Azteca 2da Sección y Fracc. Profopec Polígono 1 .

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.



Ilustración 41 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 119 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Ciudad Azteca 2da Sección y Fracc. Profopec Polígono 1 .

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012095 1503300010455 1503300010578 1503300010440	Ciudad Azteca 2da Sección y Fracc. Profopec Polígono 1	500	2500	Bajo	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 120 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012926 1503300012930 1503300011311 1503300011186 1503300011966 1503300011928	Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc	800	4000	Bajo	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

## V. Valle de Aragón 2ª y 3ª secc.

En esta zona de la microcuenca de Ecatepec Lacustre, se han reportado inundaciones recurrentes en Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc., desde el 2007, debido al desbordamiento de cauces, asentamientos diferenciales del terreno, y red de drenaje insuficiente. En 2012, se inundó una superficie de 163,000m<sup>2</sup>, en diferentes eventos. Se afectaron 241 casas, y una población de 1085 personas. Las vialidades se anegaron hasta 50cm, y las viviendas hasta 20cm.



## W. Sagitario V

En esta zona de la microcuenca de Ecatepec Lacustre se han registrado inundaciones desde el año 2008, debido a asentamientos diferenciales del terreno, que a su vez provocan daños a la infraestructura de la red de drenaje. En el 2012, se inundó entre mayo y octubre, un área de 100,000m<sup>2</sup>, que afectó a 500 habitantes y 85 viviendas, así como a 15 locales comerciales, que se anegaron hasta 10cm, mientras que las vialidades se anegaron hasta 40cm.



Ilustración 42 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Sagitario V, Ejercito del Trabajo, Unidad Hab. Asa Sagitario, Héroes de Granaditas, Nicolás Bravo, Pedro Ojeda Paullada, Granjas Independencia, Ampl. Valle de Aragón II, Granjas Independencia 1,

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 121 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Sagitario V, Ejercito del Trabajo, Unidad Hab. Asa Sagitario, Héroes de Granaditas, Nicolás Bravo, Pedro Ojeda Paullada, Granjas Independencia, Ampl. Valle de Aragón II, Granjas Independencia 1, Un

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300011932 1503300011970 1503300011966 1503300011928	Sagitario V, Ejercito del Trabajo, Unidad Hab. Asa Sagitario, Héroes de Granaditas, Nicolás Bravo, Pedro Ojeda Paullada, Granjas Independencia, Ampl. Valle de Aragón II, Granjas Independencia 1, Unidad Croc Avenida Central, Renacimiento de Aragón	1200	6000	Bajo	Muy Alto	Alto

## X. Quinto Sol

Las colonias Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, Ecatepec Federación, Petroquímica Ecatepec, es otra de las zonas que constantemente se inunda. Los reportes datan del 2005, cuando debido a asentamientos diferenciales del terreno, la red de drenaje ha sufrido contrapendientes y dislocamientos, que a su vez en época de lluvias, provoca que el agua se anegue. En el 2012, se inundó una superficie de 113,000m<sup>2</sup>, afectando a 30 viviendas y 150 habitantes; el agua llegó hasta los 10cm en las casas y hasta 40cm en las vialidades.



Ilustración 43 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, E catepec Federación, Petroquímica Ecatepec.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 122 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, Ecatepec Federación, Petroquímica Ecatepec.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300011824 1503300013197 1503300011792 150330001320A 1503300010968 1503300011881 1503300010949	Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, Ecatepec Federación, Petroquímica Ecatepec	1000	5000	Bajo	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.



### Y. Barrio Nuevo Tultitlán

Las colonias Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje, también sufren de inundaciones habituales en época de lluvias, en especial la Unidad Habitacional Barrio Nuevo y la calle Francisco Villa.



Ilustración 44 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 123 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300014496	Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje	200	1000	Bajo	Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

### Z. Guadalupe Victoria

La colonia Guadalupe Victoria sufre inundaciones recurrentes en época de lluvias, en especial en las calles Cerezo, Agave, Bonanza y Seco, así como en la calle principal Francisco Villa.

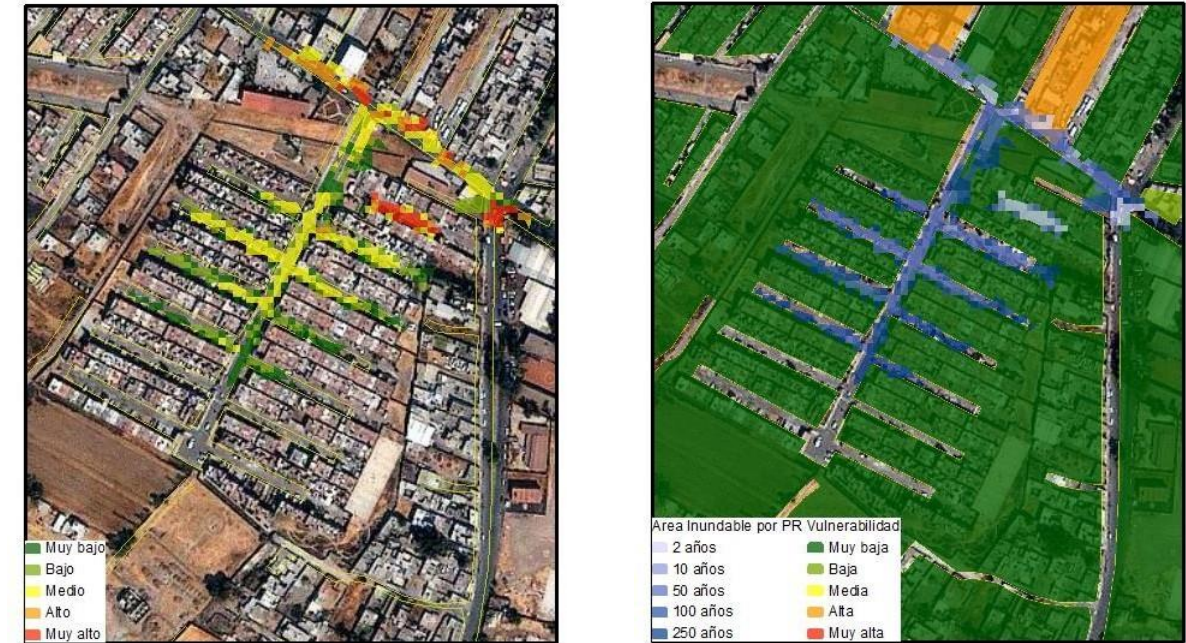


Ilustración 45 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Guadalupe Victoria.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

Tabla 124 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Guadalupe Victoria.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300014570	Guadalupe Victoria	150	750	Muy Bajo	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

En general, se establece que el riesgo por inundaciones en el Municipio de Ecatepec, es **MUY ALTO**.



### V.3 Fenómenos químico-tecnológicos

Los accidentes mayores relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas, se presentan con poca frecuencia; sin embargo, el costo social, ambiental y económico es elevado. La principal herramienta para combatir estos accidentes es la prevención y el primer paso es la adecuada identificación de los peligros asociados al almacenamiento, transporte y distribución de las sustancias y materiales peligrosos. En este capítulo se presentan los procedimientos para la elaboración de mapas de peligro debido al almacenamiento y transporte terrestre de sustancias y materiales peligrosas, así como el transporte por ductos de sustancias peligrosas.

En las últimas décadas, en Ecatepec ha habido un proceso de aumento de la población así como un proceso de industrialización. La actividad productiva en las diferentes instalaciones industriales generalmente implica el manejo y almacenamiento de sustancias químicas, así como su transporte por las vías de comunicación o mediante tuberías. Muchas de estas sustancias son peligrosas debido a sus propiedades de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, reactividad y corrosividad. Dichas sustancias son clasificadas como peligrosas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social para los centros de trabajo de acuerdo con la NOM-018-STPS-2000 Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de acuerdo al Reglamento para el Transporte Terrestre de Sustancias y Materiales Peligrosos y la NOM-002-SCT-2003 Listado de sustancias y materiales más usualmente transportados; y por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de acuerdo al Primero y segundo listados de actividades altamente riesgosas, y en el caso de los residuos peligrosos la NOM-052-ECOL-1993 Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Durante el ciclo de uso de sustancias químicas peligrosas pueden presentarse como consecuencia de un accidente, los siguientes eventos:

- Fuga o derrame de sustancias tóxicas en estado gaseoso, líquido y sólido
- Almacenamiento riesgoso
- Incendios y Explosiones
- Transporte riesgoso

Los accidentes con sustancias químicas pueden tener efectos negativos sobre:

- La población: provocando muerte lesión, invalidez, intoxicación o enfermedad, ya sea a corto, mediano o largo plazo.
- El ambiente: produciendo contaminación del suelo, aire, agua superficial y agua subterránea.
- Las construcciones: ocasionando daño a equipos, instrumentos, instalaciones industriales, casas y comercios
- La economía: debido a la suspensión de actividades productivas, pérdida de empleos, gastos de reconstrucción de viviendas y servicios públicos, así como gastos para el auxilio de la población afectada.

Los sistemas expuestos a los peligros derivados del almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas, así como de los incendios, explosiones, fugas y derrames están integrados por la zona urbana, las vías de comunicación, vivienda e infraestructura básica como son: hospitales, clínicas, centros de salud, estaciones de bomberos, centros de recreación de emergencia, instalaciones de protección civil, e, escuelas, estancias infantiles, centros de reunión pública, edificios de gobierno, cruz roja, otros sistemas afectables de interés

Para ello, se deberá usó la información sobre uso de suelo, actividad económica y población de instituciones locales y estatales, así como la generada por INEGI, PEMEX, SCT, entre otras. Las características del sistema expuesto que se analizaron son la población y los efectos a la salud que ocasione el evento, que pueden ser intoxicaciones, quemaduras y en casos extremos la muerte.

El Municipio de Ecatepec de Morelos ha sufrido un acelerado crecimiento demográfico y económico, como gran parte de los municipios conurbados a la ciudad de México, en el presente capítulo abordaremos el tema de los riesgos químicos, no sin antes tener una breve introducción, la población del municipio proviene en gran medida de la reubicación de los afectados del sismo del 85, que actualmente son las colonias de Prados Sur, Prados Norte, Prados Ecatepec y la Unidad Habitacional la Pradera. Debido a su rápido crecimiento el municipio enfrenta graves problemas de insuficiencia en los servicios, además de que la mayoría de sus habitantes se trasladan al Distrito Federal a realizar sus actividades ya sean académicas o laborales.

La actividad económica de Ecatepec hasta antes de los años 40, tenía una preeminencia en las actividades del sector primario (agricultura, ganadería etc.), las dos primeras empresas en llegar a este municipio fueron: Asbestos de México en 1932 y Kelvinator y Almexa, instaladas en 1938. Actualmente la economía se basa en la industria, el comercio y los servicios. Existe una gran cantidad de fábricas, por mencionar algunas, encontramos las instalaciones de Grupo Jumex, ubicado en Vía Morelos 272, Colonia Santa María Tulpetlac, y no muy distante La Costeña, ubicada en Vía Morelos 268, col. Santa María Tulpetlac, ambas productoras mexicanas. A pesar de que muchos de sus habitantes laboran en la Ciudad de México, muchos otros ecatepecenses trabajan en el municipio, así como en otros de los municipios aledaños.

Por el número de industrias (más de 1.500), principalmente medianas y pequeñas, el municipio ocupa el 4° lugar de los municipios más industrializados del país; cuenta con un parque que es el Parque Industrial Xalostoc y ocho zonas industriales que son: Urbana Ixhuatepec-Cuauhtémoc Xalostoc, Rústica-Benito Juárez Xalostoc, Esfuerzo Nacional, Industrial Santa Clara, Industrial Tulpetlac, Industrial Cerro Gordo, Industrial Jajalpa y Guadalupe Victoria, así como una infinidad de pequeños centros industriales en zonas de uso mixto entre las que destacan: Conjunto

Industrial Filadelfia, Industrial Morelos, Francisco Villa, Granjas Valle, Av. Nacional y San Isidro Atlautenco.

En los años cuarenta y cincuenta, se instalaron una gran cantidad de empresas principalmente de los ramos químico, fundición, textil y metal mecánico entre las que sobresalían Sosa Texcoco, Aceros Tepeyac, Aceros Ecatepec, Alfombras Mohawk, Volkswagen, Kelvinator, Laminadora Kreimerman, OMSA, Onimex, Papelera San Cristóbal, General Electric, Química Hoechst, Babcock Wilcox y Corporación Textil Mexicana, La Libertad, Texanta, Acabados Textiles, Valvoline, Esso y Shell, que tuvieron que cerrar sus puertas por razones de viabilidad financiera o cambio de domicilio.

Actualmente, en Ecatepec están asentadas importantes empresas de capital nacional, así como de procedencia alemana, suiza, sueca, francesa, irlandesa, española y norteamericana. Algunas de las industrias más representativas son: Fábrica de Jabón la Corona, La Costeña, Jumex, Bayer, Cydsa, Basf, Kimberly Clark, Clariant, American Standard, SCA, Granos El Patrón, Almexa, Primo, Rassini, Grupo Sigma, Plymouth, Kraft, Envases Cuevas, American Textil, Smurfit Cartón y Papel de México, Mexalit, Con Alimentos, Sonoco, Reyma, Colchones América, Forenza, Colchones Carreiro, Victor, Filte, Fenoresinas, Nylco,

Escalumex, Miromex, All Tub, Flowserve, Cubasa, Arell, NeolSym, Electroquímica, IEQ, Vitro Crinamex, Radiadores Continental, Blindajes Alemanes, Camendo, Derichebourg y APSA.

Por su tipo de proceso, las panaderías y tortilleras, también están consideradas del giro industrial, existen más de 10,949 empresas, según datos del Directorio Nacional de Unidades Económicas de INEGI en 2013. De ese tipo en el territorio municipal sin considerar las establecidas dentro de las tiendas de autoservicio.

Por su tamaño, las industrias en Ecatepec, están agrupadas según su tamaño; las de más de 50 trabajadores en la Unión Industrial del Estado de México (UNIDEM) y las de menores dimensiones en Canacindra, Coparmex o Cámara de Comercio de Ecatepec.

Debido al desarrollo industrial de la zona, el flujo, utilización y manejo de sustancias peligrosas se ha hecho cotidiano en esta demarcación, razón por la cual el presente instrumento servirá para determinar las zonas de mayor probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de carácter destructivo por sustancias de origen químico.

Los accidentes mayores relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas se presentan con poca frecuencia; sin embargo, el costo social, ambiental y económico es elevado. La principal herramienta para combatir estos accidentes es la prevención y el primer paso es la adecuada identificación de los peligros asociados al almacenamiento, transporte y distribución de las sustancias y materiales peligrosos.

En la “Metodología establecida por el Centro Nacional de Prevención de Desastres para identificación de peligros y riesgos químicos” se incluye una introducción a la aplicación de los conceptos de peligro y riesgo por sustancias químicas; asimismo se presentan los procedimientos para la elaboración de mapas de peligro debido al almacenamiento de sustancias peligrosas, transporte terrestre de sustancias y materiales peligrosos, y al transporte por ductos de sustancias peligrosas.

### V.3.1 Fugas y derrames



Foto 8 Fuga de gas en un poliducto de Pemex en Colonia Alta Villa, 2014

Fuente: <http://www.impactonoticias.com.mx/>

Las fugas y derrames se refieren a la emanación de alguna sustancia inflamable y/o tóxica, fuera de los espacios a los que está confinada, generalmente por algún accidente fortuito, o bien por un acto premeditado que deriva en la filtración.

El derrame es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas, de cualquier recipiente que lo contenga, como tuberías, equipos, tanques, camiones cisterna, carros tanque, furgones, etc. La fuga se presenta cuando hay un cambio de presión debido a rupturas en el recipiente que contenga el material o en la tubería que lo conduzca.

Las fugas y derrames son relativamente frecuentes en el municipio, debido a que la industria requiere del almacenamiento y transporte de sustancias de alto valor económico, y que son constantemente vandalizadas con el objetivo de sustraer ilegalmente dichas sustancias, actos que generalmente son los que producen las fugas y derrames; también es frecuente que durante alguna construcción, se hagan perforaciones que dañan la infraestructura subterránea de transporte de las sustancias.

A continuación, se presentan las fugas y derrames ocurridos en el pasado reciente en el municipio de Ecatepec.

Tabla 125 Fugas y derrames en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
8/09/2011	Fuga de gas en ducto de 14" de Maxigas. No hubo lesionados, se desalojaron 1000 personas del Hotel Fiesta Inn y del centro comercial Las Américas, se cerró la circulación de la Av. Central y Primero de Mayo, así como al Mexibus.	Av. Central frente al Centro Las Américas
4/02/2014	Derrame de gasolina por toma clandestina en el poliducto Tuxpan-Azcapotzalco de Pemex. Se evacuó a tres colonias. No hubo lesionados	Calle Temazcaltepec y Gran Canal, Colonia Alta Villa
4/11/2015	Fuga de gas en escuela por ruptura de tubo de Maxigas. No hubo lesionados, se evacuó a 1500 personas de los alrededores.	Escuela de Gastronomía Careme, calle Melchor Ocampo, San Cristóbal Centro.
26/07/2016	Fuga de gas en tubería de Maxigas. No hubo lesionados	Av. México esquina calle Colombia, Colonia Jardines de Cerro Gordo.
7/09/2016	Fuga de gas en el ducto Venta de Carpio-Santana de Pemex, por toma clandestina. No hubo lesionados	Santo Tomás Chiconautla

Fuente: elaboración propia con datos de la prensa local.

En función de lo anterior, se determinó que el riesgo por fugas y derrames en el Municipio de Ecatepec es **ALTO**.

### V.3.2 Almacenamiento de Sustancias Peligrosas

Los accidentes en el almacenamiento de sustancias químicas pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas en los equipos, errores humanos, pérdida de servicios, fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, etc.), desviaciones en los parámetros del proceso y causas premeditadas.

Para la determinación del peligro por el almacenamiento de sustancias peligrosas se identificaron y ubicaron las instalaciones industriales, comerciales y de servicios que manejan sustancias y materiales peligrosos, las cuales representan un peligro a la población, al ambiente y a las instalaciones debido a las características de peligrosidad de las sustancias químicas que almacenan.

El propósito de la identificación de peligros es obtener la siguiente información:

- Tipo y cantidad de sustancias peligrosas que se manejan



- Localizar las instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas
- Localizar las instalaciones de servicios que usan o almacenan materiales peligrosos
- Identificar las propiedades físicas y químicas de las sustancias peligrosas y determinar sus características de peligrosidad.
- Determinar el tipo de evento que puede ocurrir como consecuencia de una liberación de material peligroso, tal como incendio, explosión o nube tóxica.

Para realizar esta identificación se tomaron en cuenta las actividades e instalaciones considerando las disposiciones federales y estatales enlistadas a continuación:

- Actividades altamente riesgosas de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, considerando:
  - El primer listado de actividades altamente riesgosas DOF 28 de marzo 1990
  - El segundo listado de actividades altamente riesgosas DOF 4 de mayo de 1992
- Adicionalmente, a los listados anteriores se deberán considerar las instalaciones y actividades contempladas en el campo de aplicación de las siguientes normas oficiales mexicanas y disposiciones legales, con la finalidad de complementar la anterior información:
  - NOM-003-SECRE-2011 Sistemas de distribución de gas natural y de gas LP por ductos
  - NOM-007-SECRE-2010 Sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos
  - NOM-013-SECRE-2012 Terminales de almacenamiento de gas natural licuado
  - NOM-028-STPS-20122. Sistema para la administración del trabajo-seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas
- Fábricas, plantas industriales, talleres, comercios y demás establecimientos que se dediquen a las actividades y operaciones industriales y comerciales que se realicen con armas, municiones, explosivos, artificios y sustancias químicas, de acuerdo a la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y su Reglamento.
- Instalaciones nucleares y radiactivas, de acuerdo a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear y el Reglamento General de Seguridad Radiológica.
- Instalaciones que almacenen sustancias en cantidad igual o superior a la establecida para riesgo de incendio ordinario de acuerdo al Apéndice A de la NOM-002—STPS-2010, Condiciones de seguridad - prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- Instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y normatividad correspondiente.
- Generadores de residuos peligrosos de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento; se exceptúa a los microgeneradores que se encuentren sujetos a los planes de manejo de los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes.

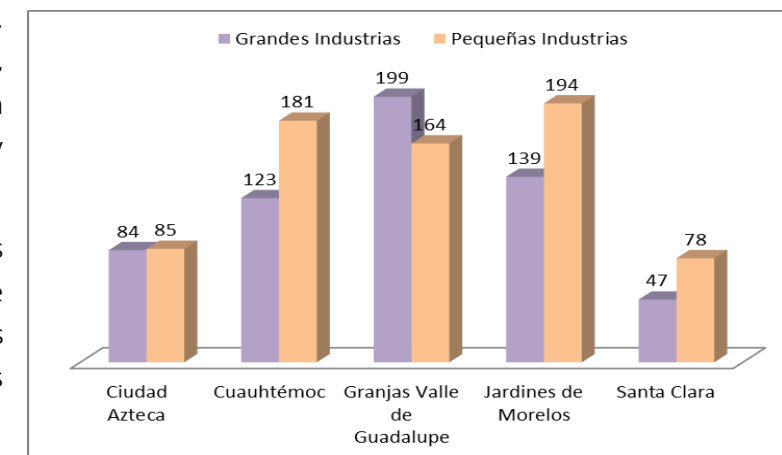
## A. Industria

Actualmente la industria del Municipio presenta diferencias muy marcadas, por una parte están las grandes industrias con alta productividad, calidad y capacidad tecnológica que han trascendido los mercados

regionales nacionales e internacionales. Como contraparte está la mediana, pequeña y micro industria que presentan dificultades de liquidez financiamiento y obsolescencia tecnológica.

Debido al crecimiento descontrolado de las actividades industriales en Ecatepec, se pueden encontrar en casi todas las colonias instalaciones que utilizan sustancias químicas peligrosas.

Por lo tanto existen colonias en las que se pueden encontrar un mayor número de ese tipo de establecimientos, dentro de los que se destacan fábricas, fábricas de sustancia químicas, industria, industria alimenticia, comercio con productos químicos, purificación, embotellado de agua, tortillerías y vulcanizadoras. Las colonias que cuentan con mayor número de este tipo de establecimientos son: Ciudad Azteca, Cuauhtémoc, Granjas Valle de Guadalupe, Jardines de Morelos y Santa Clara. En el siguiente gráfico muestra el número de industrias de cada una de las colonias antes mencionadas.

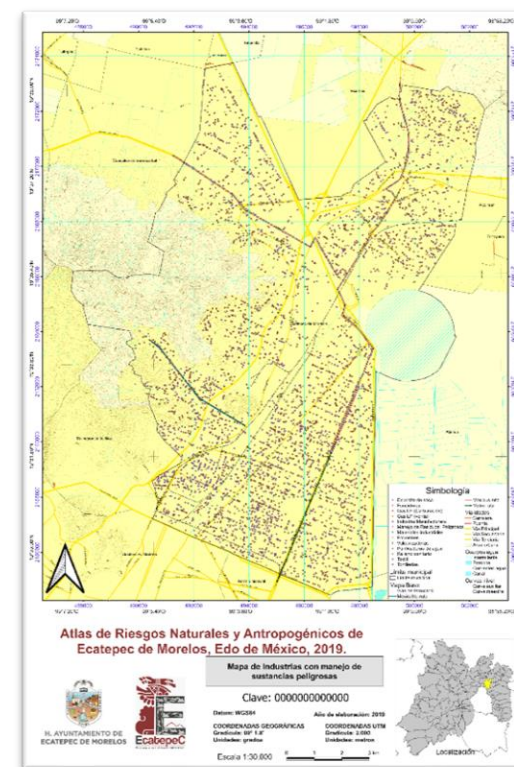
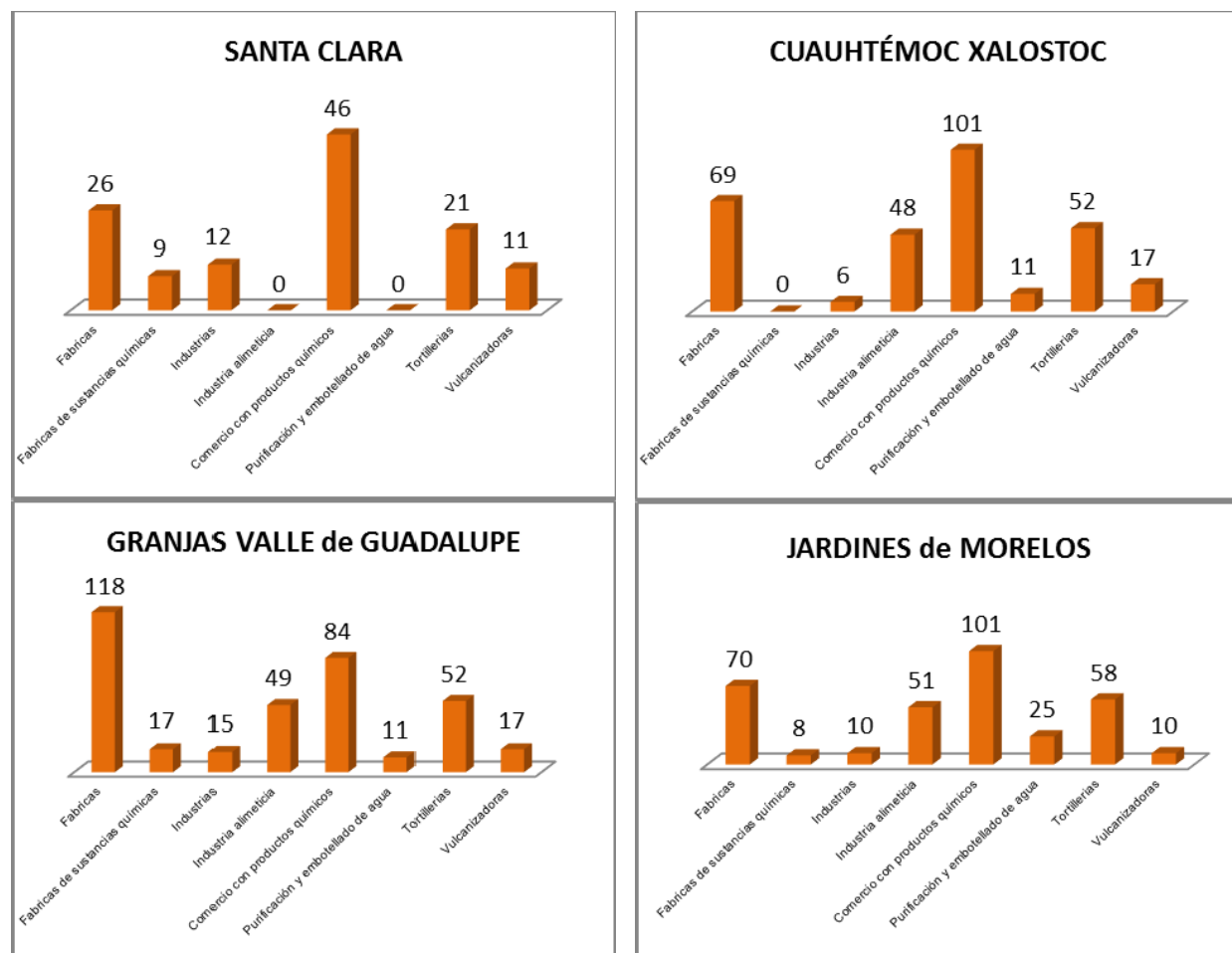


Gráfica 29 Número y tipo de industrias en las colonias industriales del Municipio de Ecatepec

Fuente: INEGI.

Algunas de estas colonias se encuentran dentro del corredor industrial de Ecatepec, el cual compuesto por 21 colonias dentro de las que destacan las colonias Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc. Ambas ubicadas en el centro del corredor industrial y comunicadas por dos grandes vías: la Autopista México Pachuca y la Vía José María Morelos. En estas colonias el mayor número de instalaciones que se presentan son comercios con productos químicos, seguido de instalaciones catalogadas en el rubro de fábrica. Fuera del corredor industrial encontramos tres principales colonias: Granjas Valle de Guadalupe con 363 pequeñas y grandes industrias con manejo de sustancias químicas peligrosas; Jardines de Morelos con 333; y Ciudad Azteca con 169 industrias de este tipo. En la colonia Granjas Valle de Guadalupe se presenta el mayor número de industrias. Se encuentra ubicada al Sur del Municipio entre la Av. Río de los Remedios, Ruta 1 Ejercito del Trabajo y Av. Central. Presenta la mayor cantidad de instalaciones de tipo Fábrica, seguido de comercios con productos químicos. Jardines de Morelos, ubicado al noreste del municipio y se encuentra comunicado por la Avenida Central al poniente de la colonia, el mayor número de instalaciones con manejo de sustancias químicas peligrosas se encuentra en las de tipo comercio con productos químicos, seguido de instalaciones de tipo fábrica.

Ciudad Azteca se encuentra al oriente del municipio, la atraviesa la Avenida Central. Presenta un menor número de instalaciones con respecto a las antes mencionadas, pues es una colonia habitacional. Sin embargo, todas las actividades relacionadas con el manejo de sustancias químicas peligrosas se hacen presentes en esta colonia.



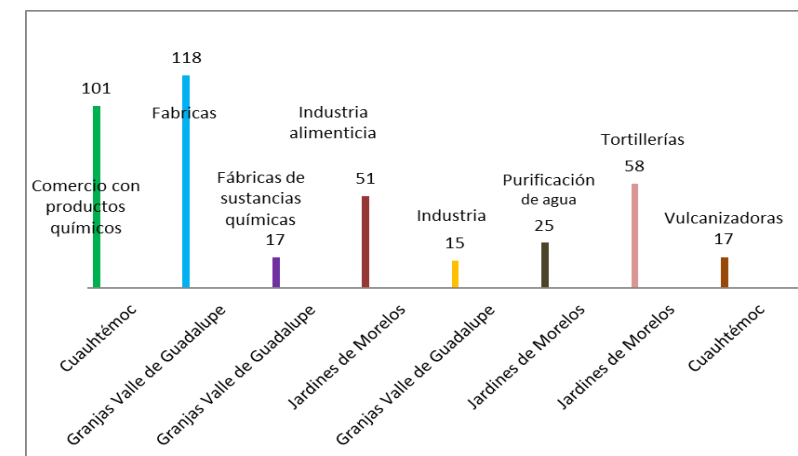
Mapa 71 Peligro por almacenamiento de sustancias peligrosas en industrias

Fuente: elaboración propia con datos del DENUE

El mayor número de instalaciones con sustancias químicas se presentan en las colonias: Granjas Valle de Guadalupe, Jardines de Morelos y Cuauhtémoc Xalostoc; como muestra la siguiente gráfica.

Gráfica 30 Industrias y comercios que usan sustancias peligrosas por colonia.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.



Gráfica 31 Colonias con mayor presencia de industrias y comercio que usan sustancias peligrosas en el Municipio de Ecatepec.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.

El parque Industrial de Ecatepec se encuentra en 21 colonias del municipio, algunas de estas con uso de suelo habitacional, en total 162,592 personas habitan la superficie territorial del parque. La colonia con más habitantes es San Francisco Xalostoc, con un total de 21,521 personas, seguido de Tulpetlac con 18,486 habitantes y en tercer lugar Santa Clara con 15,403 habitantes, solo por mencionar las 3 colonias de mayor población, como se puede ver es una zona densamente poblada en donde interactúa la actividad industrial



y el día a día cotidiano de cualquier asentamiento humano, razón por la cual las autoridades de Protección Civil deberán de vigilar el estricto cumplimiento de las normas de seguridad por parte de las empresas aquí establecidas ya que ante cualquier incidente catastrófico, las repercusiones a la población de la zona pudieran ser de pérdidas humanas y materiales incuantificables, a continuación se presenta una tabla que señala puntualmente la cantidad de habitantes por cada colonia del parque industrial:

Tabla 126 Población por colonia con zonas industriales del Municipio de Ecatepec.

Colonia	Población
Ampl San José Xalostoc	4025
Benito Juárez Norte Xalostoc	9581
Benito Juárez Xalostoc	3205
Cuauhtémoc Xalostoc	7550
El Cardenal Xalostoc	2973
Esfuerzo Nacional	966
Industrial Cerro Gordo	7,960
Industrial Xalostoc	970
Jardines de Xalostoc	6,520
La Urbana Ixhuatepec	4,103
Rinconada Santa Clara	5,189
Rustica Xalostoc	4,604
Salado Xalostoc	5,234
San Francisco Xalostoc	2,1521
San Miguel Xalostoc	5,282
San Pedro Xalostoc	15,348
Santa Clara	15,403
Santa María Xalostoc	3,849
Tulpetlac	18,486
Villa de Guadalupe Xalostoc	13,008
Viveros Xalostoc	6,815
<b>Total</b>	162,592

Fuente: INEGI.

## B. Gaseras y Gasolineras

A escala mundial, México es uno de los principales consumidores de gas LP como combustible de uso doméstico e industrial. Su producción, transporte, distribución y uso final, implican diferentes riesgos a la población. Generalmente, se presentan fugas e incendios que involucran este producto, en el hogar, comercios y también, en instalaciones industriales.

El gas licuado de petróleo es un combustible usado ampliamente en el Estado de México, siendo uno de los países con mayor consumo en el ámbito mundial tanto a nivel doméstico como industrial. Su producción está registrada desde principios de siglo, aunque es hasta 1946 cuando se inicia su comercialización como

una estrategia para sustituir el uso de combustibles vegetales como leña y carbón en las casas habitación. En los años sesenta adquiere una importancia relevante gracias al desarrollo tecnológico del proceso productivo que reduce su costo de elaboración, además de una mayor disponibilidad al mejorar su transporte y manejo, lo cual se reflejó al intensificar su uso, hasta lograr que en la actualidad tres de cada cuatro hogares mexicanos lo usen para satisfacer sus distintas necesidades. Este combustible está compuesto por una mezcla de propano y butano (61% y 39%, respectivamente); en condiciones normales se encuentra en estado gaseoso, aunque para fines prácticos de almacenamiento, distribución y transporte se licúa y maneja bajo presión para mantenerlo en estado líquido.

La demanda anual de gas LP es de aproximadamente 8.6 millones de toneladas. El 63% de la distribución de gas LP se realiza mediante cilindros portátiles con capacidades de 20, 30 y 45 kilogramos, principalmente. El 36.4% corresponde al servicio estacionario, con aproximadamente dos millones de tanques fijos. El uso más importante de los tanques portátiles es el de satisfacer la demanda de tipo doméstica y en algunos casos, de tipo comercial para sitios donde se preparan y venden alimentos, sobre todo en puestos semifijos y móviles. Para el caso de tanques estacionarios, estos se usan comúnmente en comercios, restaurantes, industrias, hoteles y moteles, y baños públicos, entre los más importantes.

En el caso de las pipas, éstas alimentan tanques estacionarios de distinta capacidad, desde 200 hasta 5000 litros; los de menor capacidad, comúnmente de 200 litros, se ubican en domicilios particulares (unifamiliares); los de 500 a 1000 litros en edificios de departamentos (multifamiliares), donde abastecen a varios usuarios; cilindros de capacidades desde 500 hasta 5000 litros se usan, principalmente, en instalaciones de tipo comercial, industrial y de servicios.

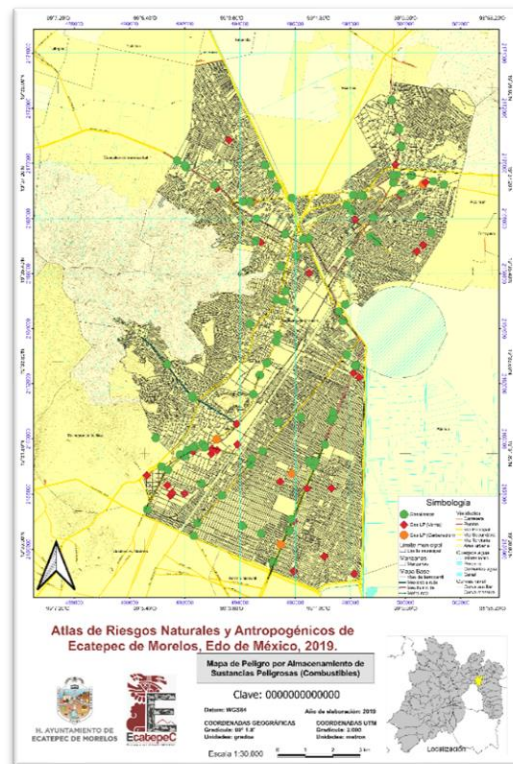
Entre el Estado de México y el Distrito Federal consumen el 28% del total nacional. El Municipio de Ecatepec no es la excepción con su alta concentración industrial y poblacional el gas Lp, representa el principal combustible tanto para la actividad comercial como habitacional.

De acuerdo al mismo Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1991-1994, el criterio U (apartado 3), indica las distancias mínimas para establecer cualquier uso habitacional; para el caso de cualquier ducto de petróleo o sus derivados, tal como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 127 Distancias mínimas entre construcciones habitacionales e instalaciones que manejen derivados del petróleo.

Sitio	Distancia de separación mínima (m)
Ducto de petróleo o sus derivados / construcción habitacional.	50
Zonas industriales o de almacenamiento de alto riesgo / construcción habitacional.	50
Zonas industriales, semipesados o zonas de almacenaje a gran escala de bajo riesgo / construcción habitacional.	25
Zonas industriales ligeras y/o medianas / construcción habitacional.	10

Fuente: Muñoz 1992.



Mapa 72 Peligro por almacenamiento de sustancias peligrosas en gaseras y gasolineras

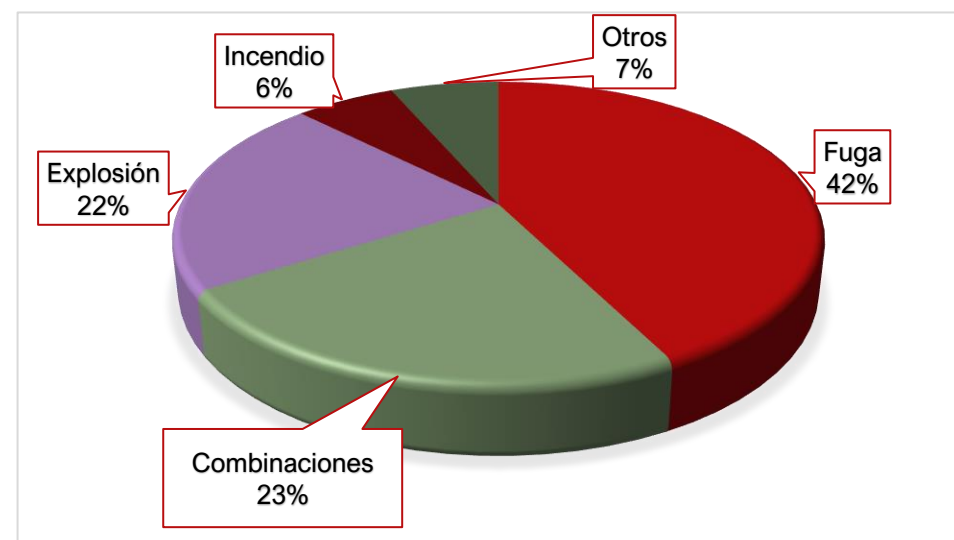
Fuente: elaboración propia.

Como resultado de varios años de sistematizar información sobre accidentes, se ha encontrado que después del aceite crudo de petróleo, el gas LP es la sustancia que más frecuentemente se encuentra relacionada en accidentes en fuentes fijas.

Una explosión puede ocasionar ondas expansivas y la generación de proyectiles que pueden causar la muerte o lesiones a los individuos que se encuentre ubicados dentro del radio de afectación, ocasionar daño estructural a las construcciones por el colapsamiento de muros, ventanas y estructuras de soporte. Efectos similares, aunque en algunos casos con mayores áreas de afectación, son el resultado de la explosión de nubes de gases o vapores combustibles, liberadas por la ruptura de contenedores o de ductos.

En el caso de los incendios, estos pueden provocar quemaduras de diverso grado de severidad dependiendo de la exposición a radiaciones térmicas, cuya magnitud depende de la intensidad del calor radiado y del tiempo de duración de la exposición. La muerte de los individuos expuestos a un incendio puede producirse no solo por la exposición a la radiación térmica, sino por la disminución de oxígeno en la atmósfera (ocasionado por el consumo de éste durante el proceso de oxidación del combustible) o por la exposición a gases tóxicos generados.

En forma particular, los accidentes ocasionados en México por gas LP, van desde fugas e incendios de pequeña magnitud, hasta explosiones que pueden dañar la estructura de casas habitación, comercios e industrias. Un registro de dichos accidentes se encuentra en las bases de datos ACQUIM (Accidentes Químicos), que recopila los accidentes ocurridos en fuentes fijas y tuberías, y ACARMEX (Accidentes Carreteros en México); que contiene información sobre accidentes ocurridos en el transporte.



Gráfica 32 Tipos de eventos donde se involucra gas LP.

Fuente: ACQUIM.

Los accidentes que involucran gas LP en México afectan tanto zonas industriales como habitacionales. El accidente puede consistir en fuga, incendio, explosión o la combinación de ellos. De acuerdo a los resultados de la base de datos ACQUIM (2000), los accidentes se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Respecto a la incidencia de accidentes carreteros de LP en los estados, es el Estado de México el que presenta el

mayor número de accidentes (14%), seguido de Michoacán, Puebla y Veracruz con 7%.

Para el caso particular del Municipio de Ecatepec se tienen identificadas 13 gaseras con una capacidad promedio de 10,000 litros de gas LP cada una, para el trazado de las áreas de peligro de cada estación, se siguió a la metodología de la Guía para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales, en su versión de Fenómenos Químicos, publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Consideraciones que se tomaron para la realización del presente método:

- Se considera que el incidente que se presenta es el máximo posible, ya sea que ocurra en la industria o en el transporte terrestre.
- Los criterios para calcular el área donde se tiene el 100% de muerte debido a nubes tóxicas son: Concentración de la sustancia a un LC50 durante 30 minutos, para los seres humanos. Con estas condiciones se sobreestima, para el área de dicha concentración y se subestima, para la zona que está afuera de la concentración antes señalada, ya que algunas personas pueden ser sensibles a la sustancia en cuestión.
- Se calcula la dispersión para gases tóxicos a una estabilidad atmosférica de clase D, con la velocidad de viento de 5 m/s, estos factores se tomaron como condiciones ambientales promedio.
- Para incendio se considera la distancia a la cual se alcanza una radiación de 5-10 Kw/m<sup>2</sup> durante 30 minutos que causaría la muerte del 100% de las personas en dicha área.
- Para nubes explosivas, se consideró una presión de 0.3 bares para la zona de alto riesgo y de un bar para las inmediaciones.

Siguiendo la metodología anterior se aplicó el método para todas y cada una de las gaseras registradas en el municipio, obteniendo los siguientes resultados:



Tabla 128 Peligro por Gaseras en el Municipio de Ecatepec.

Razón Social	AGEB's	Colonia	Población En Zona de Peligro	Capacidad	Radio de Afectación	Dirección
Carbumatico S.A. Estaciones de Carburación (Gaseras) Hoja de C.V.	1503300011928006, 1503300011877050, 1503300011932016, 1503300011877017,	Solidaridad 90, Granjas Independencia, Granjas Independencia 2, Sagitario V	987	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av. Valle de Guadiana Mz 347 Col Granjas Independencia li
Unigas S.A. de C.V.	1503300010031011, 1503300011398008, 1503300011398002,	Guadalupe Victoria, La Joya	1555	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av. José López Portillo N 400 Col La Joya
Trendi Carburación S.A. de C.V.	503300013229048,	Ejidos Tulpetlac	119	3 Tanques de 2800 Lts	50 M	Av Adolfo López Mateos (R-1) N 54 Col Ejidos de Tulpetlac
Trendi Carburación S.A. de C.V.	1503300010794001, 1503300010667015, 1503300010845004, 1503300010845002,	El Cardenal Xalostoc, Esfuerzo Nacional, Santa María Xalostoc	595	1 Tanque de 25000 Lts	100 M	Av. Ferrocarril Sn Mz 22 Lt 18 Col Esfuerzo Nacional
Servicio de Carburación Tesoyuca S.A. de C.V.	1503300012061050, 153300012273004,	Ejido Tulpetlac, Congreso de La Unión	1261	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av Central Sn Santa María Atlahuacan Parcela 155 Col Ejidos Tulpetlac
Gasomatico S.A. de C.V.	1503300011970035, 1503300011932014, 1503300011970014,	Ejército del Trabajo, Unidad Habitacional Asa Sagitario	795	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av Valle del Don Mz 35 Lt 24 Col Granjas Independencia
Gas Constelación S.A. de C.V.	1503300013464005, 1503300013464006, 1503300013464007,	Venta de Carpio, Ampl 19 de Septiembre	110	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av Central N 3 Col Santa Cruz Venta de Carpio
Gas Carburante Arvizu S.A. de C.V.	1503300013464014, 1503300013464009, 1503300013464015,	Zopilocalco, Casas Reales, Ampl 19 de Septiembre	1182	1 Tanque de 5000 Lts	25 M	Carretera Texcoco-Lechería N 32-A Col San Isidro Atlautenco
Gas Carburante 2002 S.A. de C.V.	50330001142a019, 150330001142a002,	San Cristóbal Centro	182	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Carretera Texcoco-Lechería K 45.5 Col del Carmen
Gas América S.A. de C.V.	1503300013587030, 1503300014797037, 1503300014797035,	San Ignacio, El Gallito	729	1 Tanque de 5000 Lts	25 M	Vía Morelos 332 Col Santa Clara Coatlita
Consorcio T.F.L. S.A. de C.V.	1503300010099021, 1503300010099022,	Renovación Jalapa	0	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Vía Morelos Km 21.5 Col San José Jajalpa
Combugas S.A. de C.V.	1503300010760024, 1503300010760023, 1503300010760028, 1503300010760027,	Laderas del Peñón	190	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Ladera Citlaltepec N 37 Col Laderas del Peñón
Combugas del Valle de México S.A. de C.V.	1503300010277021, 1503300014763030,	Santa María Tulpetlac, Tulpetlac	292	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Vía Morelos N 244 Col Santa María Tulpetlac

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de estas la de mayor capacidad de almacenamiento y distribución es Trendi Carburación S.A. de C.V. cuya capacidad es de un tanque de 25,000 litros, ubicada en la colonia Esfuerzo Nacional y con una población en zona de peligro de 595 habitantes, Unigas S.A. de C.V. con capacidad de dos tanques de 5,000 litros cada uno ubicado en la Colonia Guadalupe Victoria es la gasera que de forma directa afectaría con daños mortales a la mayor población dentro del municipio, que hace un total de 1,555 habitantes de población fija del mismo modo una de las gaseras que pudiera provocar mayores daños de forma directa es Servicio de Carburación Tesoyuca S.A. de C.V. en el Ejido Tulpetlac con una población fija en zona de peligro de 1261 habitantes, los anteriores solo por mencionar algunos casos, sin embargo en la tabla anterior se hace mención de cada una de las gaseras identificadas por la unidad de protección civil municipal, en la cual se señala tanto la capacidad de almacenamiento como la población en zona de peligro.

### C. Tortillerías.

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 1465 tortillerías por todo el municipio de acuerdo al DENUE 2013 (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas), de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración:

Tabla 129 Tortillerías en el Municipio de Ecatepec.

Colonia	No. de Tortillerías
Jardines de Morelos	77
Granjas del Valle de Guadalupe	37
Carlos Hank González	35
Jardines de Tepeyac	28
Miguel Hidalgo	26
San Agustín	26
Luis Donald Colosio	21
Ciudad Azteca 2da Secc.	19
Jardines de Santa Clara	19
San Pedro Xalostoc	18
Los Bordos	18
Ciudad Azteca	17
Ejido de San Cristóbal	16
Valle de Santiago	16

Fuente: Elaboración propia con datos del DENUE INEGI.

Con respecto a la colonia San Pedro Xalostoc, es una de las colonias con más de 15 tortillerías y que se encuentra localizada dentro de la zona industrial de Ecatepec, se encuentran 8 escuelas y 2 iglesias, que en caso de algún siniestro pudieran estar dentro del área de influencia o bien reaccionar ante un evento explosivo aledaño.

### D. Vulcanizadoras.

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 446 vulcanizadoras para todo el municipio, de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración.

Tabla 130 Vulcanizadoras en el Municipio de Ecatepec.

Colonia	Vulcanizadoras
Jardines de Morelos	19
Granjas del Valle de Guadalupe	14
Ejido de San Cristóbal	12
Carlos Hank González	8
Ciudad Azteca	8
San Agustín	8
Cuauhtémoc Xalostoc	7
Tulpetlac	7
Ecatepec de Morelos Centro	7

Colonia	Vulcanizadoras
Miguel Hidalgo	7
Ciudad Azteca 2da Secc	6
Jardines de Santa Clara	6
Valle de Anáhuac	6

Fuente: Elaboración propia con datos del DENUE INEGI.

Con respecto a las colonias Cuauhtémoc Xalostoc y Tulpetlac, que son colonias con más de 5 Vulcanizadoras y se encuentran en el Corredor Industrial de Ecatepec, se encuentran 7 y 9 escuelas, 1 y 4 iglesias, respectivamente, así como algunos centros comerciales importantes como bodega Alianza en Cuauhtémoc Xalostoc mientras que en Tulpetlac, existe una Bodega Aurrera y una Comercial Mexicana que en caso de algún siniestro pueden llegar a ser afectadas.

### E. Fundidoras

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 11 fundidoras para todo el municipio, que se localizan en estas colonias:

Tabla 131 Fundidoras por tipo de actividad en el Municipio de Ecatepec

Colonia	Nombre	Actividad
Barrio Nuevo Tultitlán	Corazones Shell	Moldeo de Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas
Carlos Hank González	Moldeo Por Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas	Moldeo de Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas
El Chamizal	Taller de Fundición	Moldeo de Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas
El Gallito	Tornos Taller	Moldeo de Fundición de Piezas <u>Metálicas</u> No Ferrosas
Esfuerzo Nacional	Alusuiza S.A. de C.V.	Moldeo Por Fundición de Piezas de Hierro y Acero
Fracc El Calvario	Taller de Fundición	Fundición y Refinación de Otros Metales No Ferrosos
Industrial Cerro Gordo	Met Mex Peñoles Bodega México	Fundición y Refinación de Metales Preciosos
Jardines de Tepeyac	Corporativo Compactometales S.A. de C.V.	Moldeo Por Fundición de Piezas de Hierro y Acero
Miguel Hidalgo	Fundidora	Moldeo Por Fundición de Piezas de Hierro y Acero
Rinconada Santa Clara	Perss Alum	Moldeo de Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas
Santo Tomas Chiconautla	Fundidora Santo Tomas S.A. de C.V.	Fundición y Refinación de Otros Metales No Ferrosos

Con respecto a las 3 fundidoras que se encuentran en colonias del corredor Industrial, se encuentran para Esfuerzo Nacional 1 escuela y 1 iglesia, en Industrial Cerro Gordo, se localizan 6 escuelas, 6 hospitales, 3 iglesias, 3 Sorianas, 2 Bodegas Aurrera, 1 Chedraui y una Mega y para Rinconada Santa Clara se localiza 1 iglesia, que en caso de algún siniestro estas pueden ser afectadas.

### F. Comercio de Productos Químicos.

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 2464 comercios de comercialización de productos químicos para todo el municipio, de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración:

Tabla 132 Comercios de productos químicos en el Municipio de Ecatepec.

Colonia	No de Comercios
Jardines de Morelos	151
Granjas del Valle de Guadalupe	74
Jardines de Tepeyac	52
San Agustín	49
Miguel Hidalgo	48
Jardines de Santa Clara	40
Nuevo Valle de Aragón	37
Ecatepec de Morelos Centro	35
Ciudad Azteca 2da Secc	34
Luis Donaldo Colosio	29
Ciudad Azteca	27
Cuauhtémoc Xalostoc	27
Valle de Aragón 3ra Secc	27
Carlos Hank González	26
Ejido de San Cristóbal	26
Secc Tláloc	25

Fuente: Elaboración propia con datos del DENUE INEGI.

Los comercios con productos químicos se han dividido en secciones, de estos por la cantidad de comercios que existen sobresalen los comercios al por menor de artículos para la limpieza y comercios al por menor en ferreterías y tlapalerías, como se muestra en la siguiente tabla con respecto a las colonias con más de 25 establecimientos que comercian con productos químicos.

Con respecto a la colonia Cuauhtémoc Xalostoc que se encuentra en el Corredor Industrial de Ecatepec, se encuentran 7 escuelas y 1 iglesia, así como una Bodega Aurrera que en caso de algún siniestro pueden llegar a ser afectadas.



### G. Purificadoras y embotelladoras

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 400 purificadoras y embotelladoras de agua para todo el municipio, de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración:

Tabla 133 Purificadoras y Embotelladoras en el Municipio de Ecatepec.

Colonia	No.
Jardines de Morelos	34
Granjas del Valle de Guadalupe	10
Miguel Hidalgo	9
Jardines de Tepeyac	8
Ciudad Azteca 2da Secc	7
16 de Septiembre	6
Ejido de San Cristóbal	6
Jardines de Santa Clara	6
Unid Hab Heroes Ecatepec 1 2 3 4	6
Valle de Aragón 3ra Secc	6
Carlos Hank González	5
Ciudad Azteca	5
El Chamizal	5
Nueva Aragón	5
San Agustín	5
Tulpetlac	5
Villa de Guadalupe Xalostoc	5

Fuente: Elaboración propia con datos del DENU E INEGI.

Con respecto a las colonias Tulpetlac y Villa de Guadalupe Xalostoc, que son de las colonias que tienen de 5 o más purificadoras y embotelladoras de agua y se localizan en el corredor industrial se encuentran en la Colonia Tulpetlac, 9 escuelas, 4 iglesias, 1 Bodega Aurrera y 1 Comercial Mexicana y en la colonia Villa de Guadalupe Xalostoc se localizan 8 escuelas, 2 hospitales, 3 iglesias y una tienda 3B, que en caso de algún siniestro pueden resultar afectadas.

### H. Textil

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 343 industrias de confección textil y de prendas de vestir para todo el municipio, de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración de ellas:

Tabla 134 Industrias textiles por actividad textil en el Municipio de Ecatepec.

Colonias	Acabado de Productos Textiles	Confección de Cortinas, Blancos y Similares	Confección de Costales	Confección de Otros	Confección de Cuero.	Confección de Prendas.	Confección de Productos de Textiles
Jardines de Morelos	0	1	0	0	0	13	1
Granjas del Valle de Guadalupe	1	0	1	0	2	6	0
Secc Tláloc	0	0	0	0	1	8	0
Villa de Guadalupe Xalostoc	0	0	0	1	0	2	0
Ciudad Azteca	0	0	0	0	0	4	0
Ecatepec de Morelos Centro	0	0	0	0	0	3	0
Miguel Hidalgo	1	1	0	1	0	1	0
San Agustín	0	0	0	0	0	4	0
Jardines de Santa Clara	1	0	0	1	0	3	0
Secc Tonatiah	0	0	0	0	0	1	0
Valle de Anáhuac	0	0	0	0	0	2	0
Ampl San José Xalostoc	0	1	0	0	0	1	0
Jardines de Tepeyac	0	0	0	0	0	0	0
Rinconada de Aragón	0	0	0	1	0	2	0
San Pedro Xalostoc	0	0	0	0	0	4	0
Secc Tláloc	0	0	0	0	1	8	0
Villa de Guadalupe Xalostoc	0	0	0	1	0	2	0
Ciudad Azteca	0	0	0	0	0	4	0
Ecatepec de Morelos Centro	0	0	0	0	0	3	0
Miguel Hidalgo	1	1	0	1	0	1	0
San Agustín	0	0	0	0	0	4	0
Jardines de Santa Clara	1	0	0	1	0	3	0
Jardines de Morelos	0	1	7	0	0	1	0
Granjas del Valle	0	0	3	1	0	0	2
Secc Tláloc	0	0	3	0	1	1	0

Fuente: Elaboración propia con datos del DENU E INEGI.

### V.3.3 Incendios y explosiones

#### A. Gasolina y Diesel

Las gasolineras son uno de los sitios de almacenamiento flamables más constantes en las áreas urbanas, debido a su importancia para el abastecimiento de combustible de los automóviles. Generalmente, se encuentran en zonas densamente pobladas, y contiguos a zonas residenciales. Aunque son comercios con un estricto control del almacenamiento del combustible, mismo que se verifica constantemente, por la naturaleza del químico que manejan, son susceptibles a presentar un accidente. La afectación debido a un accidente químico depende de diversos factores como son la cantidad de sustancia liberada, la distancia y distribución de los asentamientos humanos alrededor de la gasolinera, la dirección y velocidad del viento, las condiciones climatológicas, la existencia y efectividad de equipo de control y combate de la emergencia, y la existencia de personal capacitado para atender el evento.

#### i. Peligro por explosiones en gasolineras

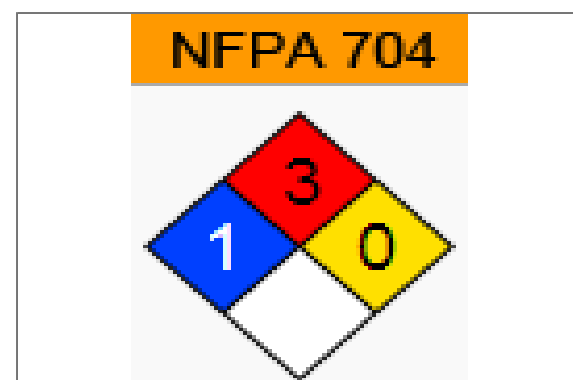


Ilustración 46 Diamante de peligro por la gasolina.

El peligro inherente a las gasolineras o estaciones de servicio franquicia PEMEX se puede definir como: cualquier situación que tenga el potencial de causar lesiones a la vida o daños a la propiedad y al ambiente. En la identificación de peligros a nivel municipal se deben determinar las actividades peligrosas que existen, tal como las gasolineras que manejan y/o almacenan sustancias peligrosas (gasolina y diésel) en grandes volúmenes, dónde se ubican, qué tipo de accidente pueden ocasionar y las posibles consecuencias a la población.

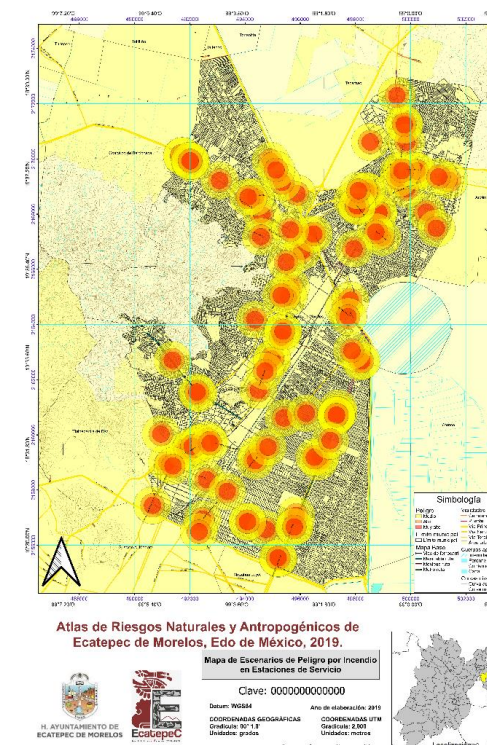
El análisis de peligros es una tarea laboriosa, debido a que un análisis completo de los peligros existentes puede requerir

de una gran cantidad de información, datos y recursos, y aun así, no reducir de manera significativa el grado de incertidumbre propio de un evento multifactorial con un componente azaroso amplio, tal como un incendio o una fuga de material.

Explicación:

- Azul/Salud: 1 causan irritación, pero solo daños residuales menores aún en ausencia de tratamiento médico
- Rojo/Inflamabilidad: 3 puede encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental
- Amarillo/Inestabilidad/reactividad, 0 Normalmente estable y no es reactivo con agua. Fuente: NFPA.

Para este caso, se estableció un proceso de selección inicial con objeto de limitar la profundidad del análisis, y destinar los recursos al análisis de los peligros más importantes, en este caso, de explosión. Se elaboró un modelo para un evento de explosión en un tanque de 40,000 litros en proceso de rellenado, con una velocidad del viento muy baja, condiciones atmosféricas muy estables y terreno plano; además, el modelo no incorporó los efectos de reacciones químicas, mezclas químicas, ni otras interacciones con materiales diferentes al de la eventual explosión.



Mapa 73 Peligro por incendios y explosiones en gasolineras y gaseras

Fuente: Elaboración propia datos del Municipio de Ecatepec.



Foto 9 Explosión tanques con Gas LP

Fuente: Twitter Protección Civil y Bomberos de Ecatepec (@PCB\_Ecatepec)

Las tres divisiones propias del modelo son los diferentes grados de impacto de la onda expansiva de la explosión. En los primeros 15 metros se esperan daños fuertes, como mortandad de seres humanos, daños graves a la salud, daños a infraestructura sólida; en los siguientes 15 metros, habría vidrios rotos, caída de falsos cielos, y otras estructuras similares. De los 30 a los 45 metros habría fuertes vibraciones en las viviendas, pero sin que cayeran objetos al suelo.



## B. Gas LP

Tabla 7.14 Explosiones e incendios recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
9/6/2016	Explosión de tanque estacionario, tres heridos	Calle Harlinton, Colonia Las Vegas Xalostoc
3/6/2016	Incendio en Bodega de madera, no hubo lesionados	Carretera Lechería Texcoco, frente a Central de Abastos de Ecatepec
20/4/2016	Explosión de tanque estacionario, dos muertos, 11 heridos	Calle Mar de Coral, Colonia Prados de Santa Clara

Fuente: Prensa local.

## C. Transporte de Sustancias Peligrosas

Los accidentes en el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos son eventos en los que puede ocurrir una liberación de éstos y tener un impacto considerable al ambiente, a las propiedades y a las personas próximas al sitio del incidente. El riesgo en el transporte depende en primer lugar de las características peligrosas de cada sustancia, material o residuo, las cuales se manifestarán en las consecuencias específicas de los eventos que puedan presentarse.

El transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos incluye al autotransporte, transporte ferroviario y transporte de sustancias peligrosas por ductos o tuberías.

### i. Transporte terrestre



Los accidentes en el transporte terrestre de sustancias peligrosas son eventos que se consideran poco frecuentes; sin embargo, la liberación accidental de la sustancia es un incidente posible que puede impactar considerablemente al ambiente, a los bienes materiales y a las personas próximas al sitio del incidente

Foto 10 Explosión de pipa de gas en San Pedro Xalostoc, 2013.

Fuente: La Jornada, Alfredo Domínguez

Las actividades productivas (industriales, comerciales y de servicios) utilizan gran diversidad de sustancias, y requieren de la movilización de materiales y residuos peligrosos diariamente y en grandes cantidades. Las sustancias se transportan por carretera, por ferrocarril y por barco; la selección del medio de transporte depende del estado físico de la sustancia, la cantidad a transportar, las vías de comunicación disponibles y los costos involucrados, entre otros factores.

El transporte y la distribución de materiales industriales por carretera representan más del 50% del uso de vehículos de autotransporte federal. Algunas de las sustancias peligrosas más transportadas son gas L.P.,

gas natural, diésel, combustóleo, gasóleo, turbosina, entre otras. Le siguen en importancia sustancias peligrosas como los ácidos (ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido acético, entre otros), las bases (hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, etc.), y los compuestos inorgánicos (como el amoníaco y el hipoclorito de sodio). Las cantidades transportadas pueden ser muy variadas -desde algunos miles de litros hasta cantidades de 40,000 a 80,000 litros en cada unidad de transporte.

En el Municipio de Ecatepec, el transporte terrestre de sustancias peligrosas se lleva a cabo por las carreteras, las vialidades principales, así como por ductos y tuberías subterráneas.

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores el Municipio de Ecatepec es una entidad altamente industrializada que cuenta con el Parque Industrial Xalostoc y ocho zonas industriales que son: Urbana Ixhuatepec-Cuauhtémoc Xalostoc, Rústica-Benito Juárez Xalostoc, Esfuerzo Nacional, Industrial Santa Clara, Industrial Tulpetlac, Industrial Cerro Gordo, Industrial Jajalpa y

Guadalupe Victoria, esto provoca que a lo largo y ancho del municipio haya un flujo constante de vehículos pesados que transportan sustancias peligrosas.

Para el presente análisis se hizo una selección de las vías terrestres de mayor aforo vehicular dentro del municipio tomando en cuenta su jerarquía de tránsito de acuerdo a los parámetros establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (si es urbana o rural, si esta pavimentada, nivel de interconexión, límites de velocidad y número de carriles). Con estos elementos es que se divide a la red vial del Municipio de Ecatepec en 5 categorías:

1. Carretera Inter-estatal
2. Autopistas y vías rápidas
3. Ejes viales
4. Calles colectoras
5. Calles locales.

De acuerdo al informe técnico de metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos publicado en 2002 por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, establece dentro de las metodologías de evaluación, que de acuerdo al número de accidentes registrados, entre el número de camiones que circulan sobre determinada vialidad se puede establecer la tasa de accidentes por cada millón de camiones que fluyen por un eje vial con características específicas que se muestran a continuación:

Debido a que las fuentes oficiales de información carecen de elementos para aplicar el método sugerido por CENAPRED, este estudio se acotará a establecer las zonas de flujo terrestre de sustancias peligrosas acorde al tipo de carretera, nivel de interconexión y densidad industrial de la zona.

A continuación, se hace una breve descripción de las principales vías de flujo de sustancias peligrosas, por su nivel de interconexión e importancia vial para el municipio.

Autopista México- Pachuca: Es una de las principales vías de transporte de sustancias químicas atraviesa el municipio con una dirección suroeste-noreste en un tramo de 18.2 km y es la principal carretera inter-estatal que cruza la entidad, comienza en la Ciudad de México pero posee una salida a San Cristóbal Ecatepec que conecta con el Circuito Exterior Mexiquense para salir a la carretera Lechería- Texcoco, también la autopista

tiene un ramal que se dirige al sitio arqueológico de las pirámides de Teotihuacán y continua hacia la zona norte del Estado de Veracruz e Hidalgo, se considera una de las autopistas de mayor aforo vehicular a nivel nacional y un importante número de vehículos que transitan por esta vialidad son vehículos que transportan sustancias químicas, principalmente gas LP, diésel y gasolina.

Vía Morelos: Es una de las de mayor flujo de sustancias químicas en el municipio, es la continuación de la Avenida Centenario, comienza en los límites con la delegación Gustavo A. Madero y con el municipio de Tlalnepantla, atraviesa por importantes zonas industriales de Ecatepec como Xalostoc, Santa Clara, Tulpetlac, San Andrés entre otras. Es la vía mediante la cual se surten los insumos y combustibles industriales para empresas y fábricas como Jumex, La Costeña, Agromit, solo por mencionar algunas, esta vía concluye entroncando en la Carretera libre a Pachuca o Av. Nacional, en la colonia Venta de Carpio, atraviesa todo el corredor industrial del municipio en una distancia de 19.2 km

Avenida Central: Atraviesa todo el largo del municipio prácticamente en dirección norte-sur comienza en los límites con la delegación Gustavo A. Madero, es la continuación de las avenidas Oceanía y Avenida 608. Atraviesa toda la zona de Aragón desde el Bosque de Aragón, pasando por varias colonias como San Juan de Aragón, Bosques de Aragón, Valle de Aragón en todas sus secciones, Melchor Múzquiz, Fuentes de Aragón, Jardines de Aragón, Rinconada de Aragón. La Avenida Central continúa después de Aragón pasando por otras colonias como Ciudad Azteca, Río de Luz, Industrias, Progreso de la Unión, Alfredo del Mazo, Valle de Ecatepec, Juan de la Barrera, Las Américas, Jardines de Morelos, 19 de septiembre y finaliza en la colonia Venta de Carpio, después de pasar la Central de Abastos de Ecatepec, misma a la que debe su nombre "Central". Sobre esta avenida corre la línea B del Sistema de Transporte Colectivo Metro y la primera ruta del Mexibús que corre de Ciudad Azteca a Tecámac utilizando un carril confinado en el tramo de Av. Central que comprende de Plaza Aragón a Venta de Carpio. La avenida no solo es de suma importancia para el Municipio de Ecatepec, sino también para toda la Ciudad de México ya que forma parte del Eje Troncal Metropolitano que conecta el sur de la ciudad (Xochimilco) con el norte (Ecatepec). Los principales elementos urbanos que se ubican sobre Avenida Central son: el centro comercial "Multiplaza Bosques" ubicado en los comienzos de la avenida en la col. Bosques de Aragón, el centro comercial "Soriana Aragón" ubicado en la col. Valle de Aragón 3a. sección, el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, el Centro Comercial "Center Plaza", el centro comercial "Plaza Aragón", la UNITEC, el centro comercial de la "Mega Comercial Mexicana Avenida Central", el CECyT 3 del I.P.N., el centro comercial "Plaza Las Américas", el Hospital "Las Américas", el centro comercial de "Chedraui Palomas" y la Central

de Abastos de Ecatepec. Es la zona de mayor flujo comercial dentro del municipio e importante por que funciona como la vía de acceso de los principales centros de abasto alimenticios para el municipio e importante por sus características y nivel de conexión para el traslado de combustible.

Autopista Circuito Exterior Mexiquense: Esta autopista comienza en los límites de Ecatepec con el Anillo Periférico, la cual es la vialidad que marca los límites al sur del municipio y llega hasta la autopista a Querétaro. Esta autopista en su tramo Periférico-Las Américas sirve como libramiento de la Avenida Central para evitar el tráfico varios automovilistas usan esta autopista en horas pico. También esta autopista conecta a la autopista a Indios Verdes para todos los habitantes de San Cristóbal y los Héroe Bosques. Por su nivel de inter-conectividad con la zona industrial de Querétaro y el Bajío en general, funciona como

libramiento los vehículos provenientes del estado de Hidalgo y norte de Veracruz, es una vía de importante flujo terrestre de sustancias químicas.

Las vías aquí descritas son las que por su nivel de conectividad, número de carriles y capacidad, son las de tránsito de vehículos de traslado de sustancias químicas, algunos de estos solo de tránsito y otros que tienen como destino final el parque industrial del municipio, los vehículos que circulan son autotankes y carrotankes de capacidades variables.

Para obtener un análisis completo del nivel de peligro y riesgo al cual está expuesto el municipio por el flujo terrestre de sustancias peligrosas es necesario ampliar el presente estudio con mayores elementos de información como:

- Identificación del Material transportado por cada unidad de transporte (de acuerdo con los carteles de las unidades, la hoja de emergencia en transportación o las etiquetas de los envases).
- Peso o volumen transportado, lo anterior podrá deducirse de acuerdo a las características de las unidades de transporte contenidas en la norma oficial mexicana NOM-012-SCT2- 1995 Fecha en que se realiza el conteo de unidades de transporte.
- Hora del día en que se realiza el conteo.
- Número total de unidades que transportan materiales peligrosos por unidad de tiempo (puede ser por hora, día, mes y año); el número total de unidades puede agruparse para cada tipo de unidad (C2-R2, T2-S1, T2-S2, etc.) para lo cual utilice la norma oficial mexicana NOM-012-SCT2-1995.
- Catálogo de accidentes ocurridos por traslado de sustancias con su respectiva ficha técnica de identificación.

Con los elementos de información hasta ahora recopilados por parte de las fuentes oficiales, fue posible la identificación de vialidades de flujo terrestre de sustancias peligrosas por tipo de vialidad.



Tabla 135 Accidentes por transporte de materiales peligrosos recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
7/5/2013	Explosión de pipa de gas. Hubo 22 muertos, 31 heridos, 45 viviendas destruidas o dañadas, 30 vehículos dañados	Kilómetro 14 de la Autopista México Pachuca, Col. San Pedro Xalostoc
18/8/2016	Pipa de gas tiene fuga luego de accidente de tránsito. No hubo lesionados, se cerró la carretera Texcoco-Lechería y se desalojó a decenas de personas.	Carretera Texcoco-Lechería a la altura de Av. Chopos, Col. Ejidos de San Cristobal.

Fuente: prensa local.

## ii. Transporte por Ductos

El transporte por ductos o tuberías de sustancias peligrosas se realiza de acuerdo con las disposiciones de la Secretaría de Energía y, en el caso de Petróleos Mexicanos se aplica adicionalmente normatividad propia. Se deberá entender por ductos o tuberías de sustancias peligrosas a los sistemas de transporte y los sistemas de distribución de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas.

De acuerdo a la Guía para básica para la elaboración de atlas de riesgos estatales y municipales del CENAPRED Para determinar la distancia de seguridad de un ducto se utilizará la tabla siguiente, en la cual se indica dicha distancia de acuerdo con el diámetro nominal de la tubería, la presión de operación y la sustancia transportada. La distancia se mide en ambos lados a lo largo del eje del ducto.

Tabla 136 Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos.

Diámetro (Pulgadas)	Área de trampas de diablos	Gasoducto		Oleoducto y Gas oleoducto	Gasoducto	
		100 > P 80 kg/cm'	80 > Pk 60 kg/cm'		50 > P as kg/cm'	P < 15 kg/cm'
48	250 m	200 m	150 m	150 m	100 m	50 m
36	250m	200m	150m	150m	100m	50 m
30	250m	200m	150m	150m	100m	50m
24	200 m	150 m	150 m	100 m	100 m	50 m
20	200m	150m	100m	100m	100m	50 m
18	150m	100m	100m	100m	75m	35m
16	150m	100 m	100m	75m	75m	35m
14	150m	100m	75m	75m	n m	35m
12	150 m	100 m	75 m	75 m	75 m	35 m
10	100m	75m	75m	75m	50m	35 m
8	loom	75m	75m	50m	50m	35m
6	75m	75m	75m	50m	35m	35m
a	75 m	50 m	50 m	35m	35 m	35 m
3	50m	35m	35m	35m	35m	35m
2	35m	35m	35m	35m	35m	35m

Fuente: Hernández et al, 2003

Estas distancias de seguridad fueron desarrolladas a partir del análisis de diversos accidentes y del empleo de modelos de simulación. En la simulación de consecuencias se emplearon las siguientes cantidades umbral:

Tabla 137 Tipos de riesgo.

Tipo de Riesgo	Umbral
Relación térmica (jet fire y pool fire)	1.4 Kw/m <sup>2</sup>
Inflamabilidad (flash fire)	4 %
Explosividad	0.5 lb/pulg <sup>2</sup>

Fuente: Hernández et al, 2003

Para el caso particular de Ecatepec, este cuenta con la presencia de ductos de Pemex en el extremo suroeste, justo en la zona limítrofe entre la delegación Gustavo A. Madero y el propio municipio, son 4 ductos que se describen a continuación:

1. Oleoducto de 18 pulgadas, Venta de Carpio- Azcapotzalco.
2. Poliducto de 14 pulgadas, Poza Rica- Azcapotzalco.
3. Poliducto 12 pulgadas, Azcapotzalco-Añil.
4. Turbosinoducto 8 pulgadas, Azcapotzalco-ASA.

Estas instalaciones van sobre la frontera suroeste del municipio y lo intersectan en una distancia de 2.4 km sobre el Periférico, colinda con el parque industrial Xalostoc.

La metodología establece que cuando exista más de un ducto en el derecho de vía, debido a que no se tiene información suficiente sobre el posible impacto de la ruptura de un ducto a otro(s) se considerará la distancia mayor determinada para los ductos que se alojan en el derecho de vía. Razón por la cual en este caso en particular el área de seguridad será de 100 metros.

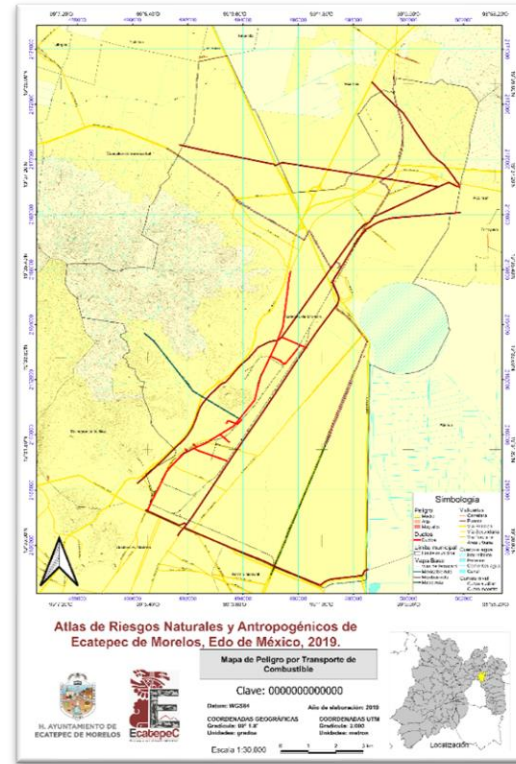
Las instalaciones colindan con una zona densamente poblada entre las colonias Nueva Atzacolco y Juan González Romero en el Distrito Federal, así como con Industrial Xalostoc, Altavilla y Ampliación San José en el Estado de México, el ducto se ubica a 90 metros de la zona habitacional, aunque hasta ahora aún no se tiene registro de accidentes en esta zona producto del mismo.

Para el caso específico de las explosiones, la zonificación de peligro resultó como se expresa en la siguiente tabla:

Tabla 138 Zonificación de Peligro por Explosiones.

AGEB's	Colonia	Población En Zona de Peligro	Escuelas	Iglesias	Tortillerías	Comercio
1503300011203	Las Vegas Xalostoc	6	0	0	0	0
1503300011218, 1503300011222, 1503300011237, 1503300011241,	Altavilla	2486	Jardín de Niños Luis G Urbina, Jardín de Niños Lázaro Cárdenas del Río	Sagrado Corazón de Jesús	1	Waldo's, 2 Tiendas de Abarrotes,

Fuente: Elaboración Propia.



Mapa 74 Peligro por transporte de sustancias peligrosas en ductos.

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.



## V.4 Fenómenos Sanitario-Ecológicos

La clasificación del SINAPROC agrupa en esta categoría los eventos relacionados con el área de salud esencialmente las epidemias y las plagas; con la contaminación de aire, agua, suelos y alimentos. El objetivo del sistema sanitario es principalmente la protección de la salud, dando seguimiento para aplicar las medidas preventivas y contrarrestar los efectos en la población. Lo que corresponde a temas ecológicos es una rama que estudia y analiza las interacciones de los seres vivos con su entorno, en este caso la interacción de la población en el municipio y las modificaciones del entorno por los diferentes procesos sociales, económicos, ambientales y de adecuación del espacio.

El Fenómeno Sanitario-Ecológico se define en la Ley General de Protección Civil, publicada en el 2012 y con la última reforma en el 2018, en su Artículo 2 Fracción XXVI como: agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias y plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

### V.4.1 Epidemias o plagas

Dentro del documento de Orientaciones Terminológicas del 2011 publicado por el Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), instancia dedicada a la prestación de servicios de salud y seguimiento de las enfermedades que padecen la población; una epidemia es un aumento inusual en el número de nuevos casos de una enfermedad en una población humana. La población puede incluir a todos los habitantes de una determinada área geográfica, la población de una escuela o una institución similar o todas las personas de una cierta edad o sexo; por ejemplo, los niños o las mujeres de una región.

Se relaciona esencialmente con las enfermedades de tipo infeccioso y con la aparición de condiciones particularmente favorables a la transmisión de las mismas, sean estas condiciones de tipo ambiental o social.

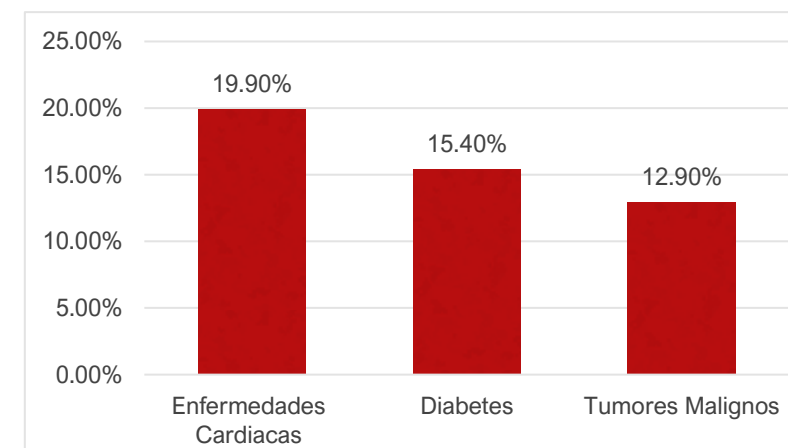
Por otro lado, el concepto de plaga se refiere a cualquier ente biótico que el hombre considera perjudicial para su salud o su economía. Existen plagas de interés médico, tales como los vectores de enfermedades humanas (moscos, piojos, etc.); plagas de interés veterinario (pulgas, garrapatas) y plagas agrícolas que afectan a las plantas cultivadas, o a los productos vegetales cosechados.

Debe entenderse como plaga una situación en la que un animal produce daños económicos, normalmente físicos, a intereses de las personas (salud, cultivos, cosechas, animales domésticos y/o domesticados, materiales o medios naturales).

## A. Epidemia de diabetes

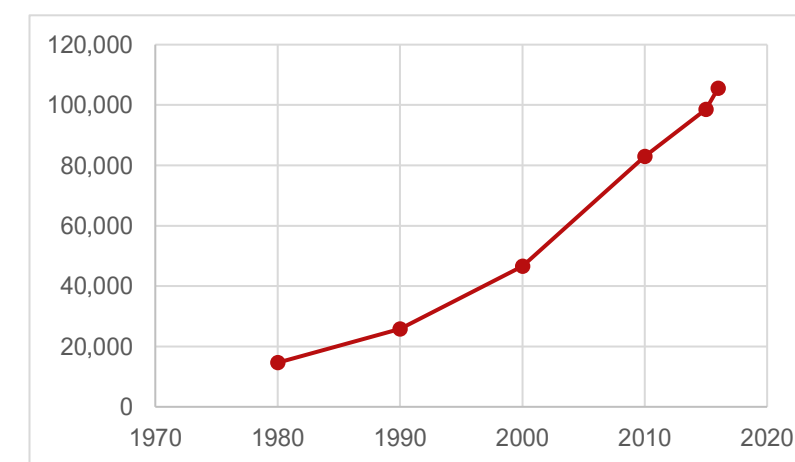
El ISEM menciona en su publicación de Talleres y Programas; que la diabetes es un padecimiento en el cual el azúcar (o glucosa) en la sangre se encuentra en un nivel elevado. Esto se debe a que el cuerpo no produce o no utiliza adecuadamente la insulina, una hormona que ayuda a que las células transformen la glucosa (que proviene de los alimentos) en energía. Sin la suficiente insulina, la glucosa se mantiene en la sangre y con el tiempo, este exceso puede tener complicaciones graves.

Según el Instituto Nacional De Estadística Y Geografía (INEGI) en el 2016, las principales causas de muerte fueron las enfermedades cardiacas, la diabetes y los tumores malignos (Gráfica 34).



Gráfica 34 Principales Causas de Mortalidad en México

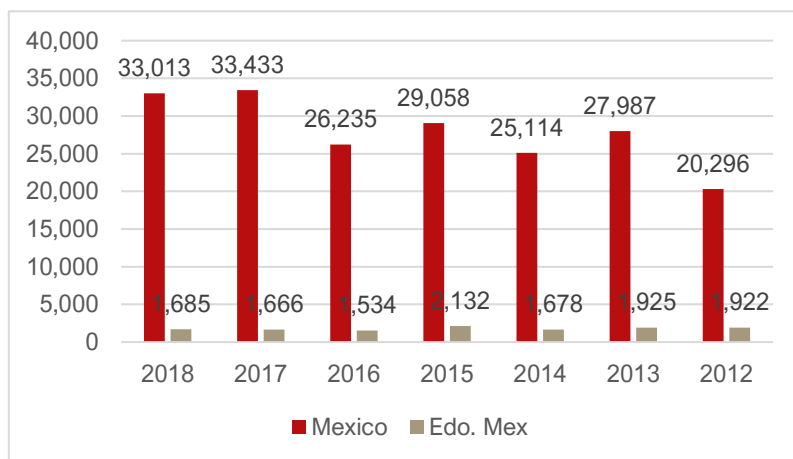
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2016



Gráfica 33 Defunciones en México por Diabetes

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI Estadísticas de Mortalidad 2016

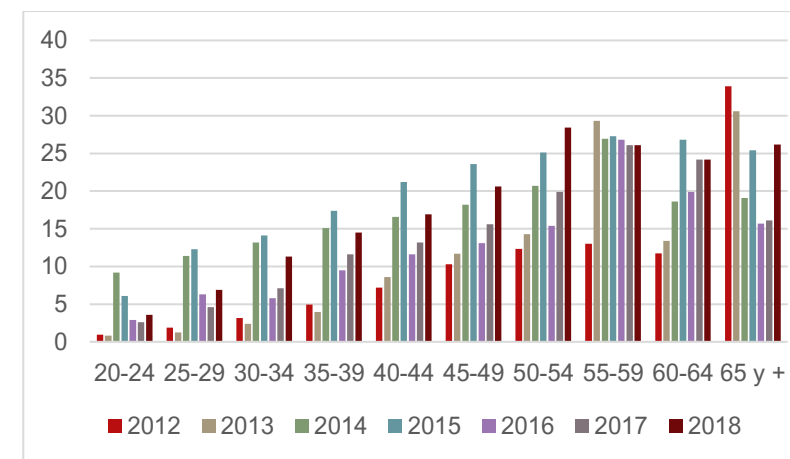
En México, se incrementaron significativamente los fallecimientos por la diabetes, tomando en cuenta las Estadísticas de Mortalidad, del INEGI, desde 1980 a 2016, ocasionada por los estilos de vida poco saludables son altamente prevalentes entre niños, adolescentes y adultos mexicanos, propiciando un aumento importante de la obesidad y sobrepeso, principal factor de riesgo modificable de la diabetes (Gráfica 33).



Cada año el Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), detecta, en promedio, 15 mil nuevos casos de diabetes mellitus. En la siguiente grafica podemos observar los casos reportados de diabetes a nivel nacional y a nivel Estado de México (Gráfica 35).

Gráfica 35 Casos Registrados de Diabetes a nivel nacional y nivel Estado de México

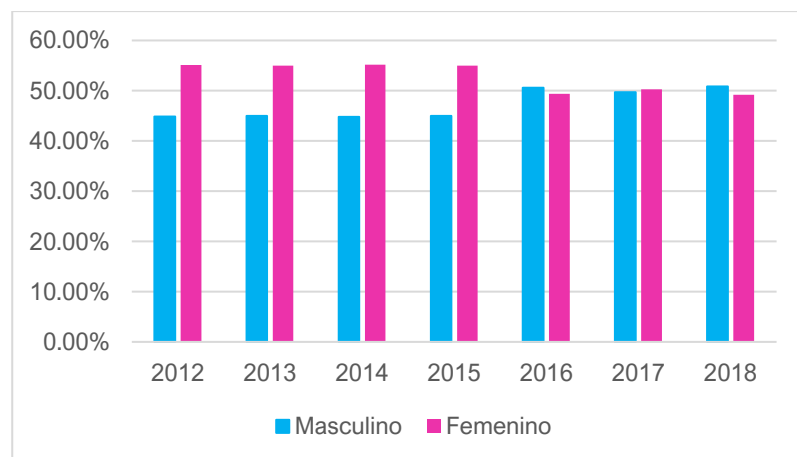
Fuente: Elaboración propia con datos de Boletines Diabetes Mellitus de Dirección de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades No Transmisibles 2012-2018



Gráfica 37 Casos Reportados de Diabetes por Edad

Fuente: Elaboración propia con datos de Boletines Diabetes Mellitus de Dirección de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades No Transmisibles 2012-2018

La distribución de los casos reportados por sexo se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 36 Casos Reportados de Diabetes por Genero.

Fuente: Elaboración propia con datos de Boletines Diabetes Mellitus de Dirección de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades No Transmisibles 2012-2018

Como se puede observar en la gráfica, son más los casos reportado de mujeres en los años 2012, 2013, 2014 y 2015 (Gráfica 36).

La distribución de casos por edad se muestra a continuación: (Gráfica 37).

En el Estado de México las edades que presentan este tipo de enfermedad están en el rango 50 a los 60 años.

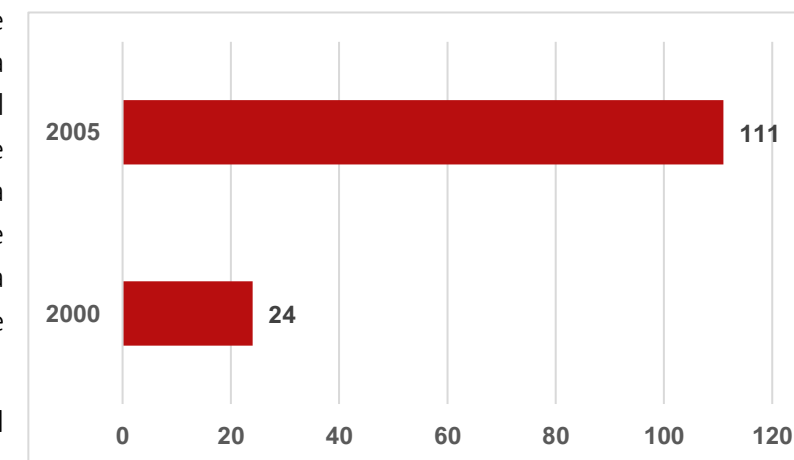
Es por eso que el gobierno local en coordinación con el DIF municipal realiza diversas acciones en favor de la salud, como son las jornadas médicas, con las que se han recolectado pruebas de glucosa. Las autoridades invitaron a la población a realizarse la prueba de detección de diabetes porque de esa manera se puede controlar de manera temprana ese padecimiento.

### B. Epidemia de rabia

Según el ISEM, en su publicación de Talleres y Programas; la rabia es una zoonosis de los mamíferos causada por el Lyssavirus (virus de la rabia), y se transmite al hombre principalmente por la saliva de animales infectados, a partir de una mordedura, rasguño o una lamedura sobre mucosa o piel, con solución de continuidad.

El comportamiento de la rabia animal durante el período 2001-2005, tuvo un incremento del 462.5% de 24 casos en el 2000 a 111 en 2005 (Gráfica 38)

En el 2011, se presentaron 18 casos positivos de rabia por perro de los cuales 6 se dieron en Ecatepec (Ver Tabla 139 Casos de Rabia en Ecatepec).



Gráfica 38 Comportamiento de la Rabia Animal durante el período de 2000-2005.

Fuente: Elaboración propia con datos del ISEM (Temas y Programas: Rabia)

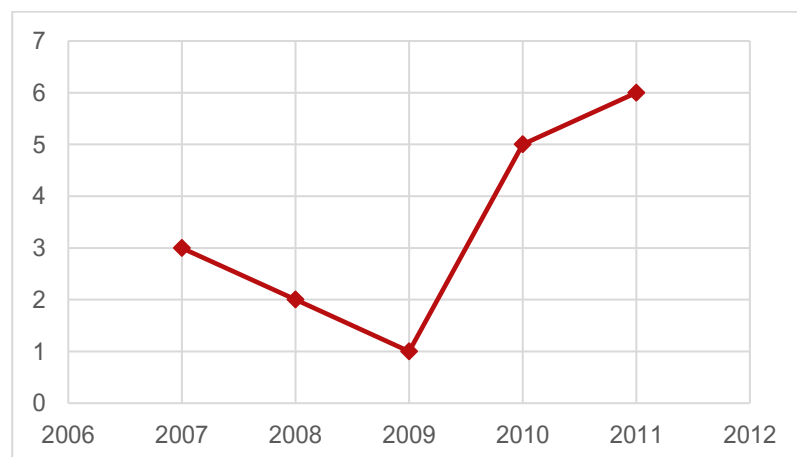


Tabla 139 Casos de Rabia en Ecatepec

Municipio	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Fecha de último caso
Tultitlan	13	1	0	0	0	0	0	2	11-jun-12
<b>Ecatepec</b>	<b>51</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>23-may-11</b>
San Martín de las Pirámides	1	0	0	0	0	0	0	0	25-ene-05
Tecámac	3	6	3	0	1	2	7	0	16-jun-11
Tultepec	2	1	0	0	0	0	0	0	13-feb-06

Fuente: Elaboración propia con información del ISEM Temas y Programas: Rabia)

El Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades, resguarda los reportes de los casos de rabia, en el 2007 se reportaron 3, en 2008 se reportaron 2, en el 2009 solo existió un caso, en el 2010 se incrementó a 5 casos reportados y en el año 2011 se reportaron 6 casos. Después del 2012 no se han presentado casos de rabia canina en el Municipio de Ecatepec (Gráfica 39).



Gráfica 39 Casos de Rabia Reportados en el Municipio de Ecatepec

Fuente: Elaboración propia con información del CENAPRECE



Figura 10 Virus de la rabia

Fuente: Tomada de la página Clínica del Viajero de la UNAM

### C. Plagas de fauna nociva

Se considera dentro de la fauna nociva urbana aquellas especies animales que son capaces de ocasionar daños a la salud como transmisores de enfermedades epidémicas o destruyendo bienes personales (alimentos, instalaciones, equipos), haciéndoles perder su eficacia, presentación o su valor u originando también daños materiales (Ver Tabla 140 Principales especies de fauna nociva en Ecatepec).

Tabla 140 Principales especies de fauna nociva en Ecatepec

Las principales especies consideradas dentro del grupo de fauna nociva en Ecatepec son:			
Cucarachas		Hormigas	
Ratas		Moscas	
Ratones		Pececillos de plata	
Mosquitos		Piojos	
Arañas		Pulgas	
Chinches		Garrapatas	

Fuente: Elaboración propia con datos del ISEM.

Algunos de estos animales son transmisores de enfermedades infecciosas, mientras que otros son causa de intoxicaciones de diferente severidad, como la picadura por arañas ponzoñosas. En el caso de los roedores, son portadores de enfermedades gastrointestinales como salmonela o amibas, también transmiten la rabia, además de los daños ocasionados a la economía familiar e industrial. Las cucarachas transmiten infecciones

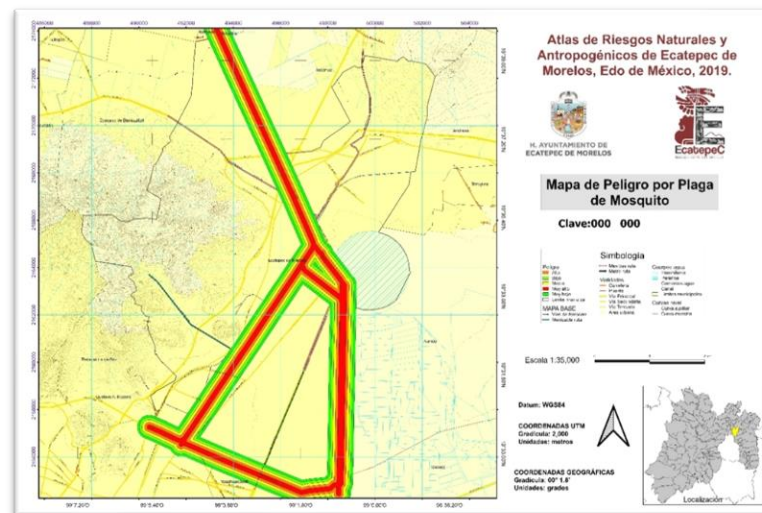
intestinales, tifoidea, fiebre, dermatitis y reacciones alérgicas como el asma. Este tipo de fauna se desarrolla principalmente en el sistema de drenaje.

En el año 2013 en atención a la salud y bienestar de los habitantes del municipio de Ecatepec, el gobierno local a través de la Dirección de Protección Civil y Bomberos, ha realizado programas de saneamiento y control de plagas de fauna nociva, con el fin de evitar la proliferación de enfermedades provocadas por cucarachas y ratas.

#### D. Plaga de mosquitos

En el Municipio de Ecatepec se han presentado este tipo de plaga en algunas áreas del territorio, debido a la traspotación de aguas residuales por método de cielo abierto.

Las especies que se reproducen son: *Aedes Aegypti* y *Aedes albopictus*, ya que las condiciones ambientales favorecen su propagación.



Mapa 75 Peligro por plaga de mosquito

Fuente: Elaboración propia con Información del ISEM

Los mosquitos pueden ser el vector por el cual se transmiten diferentes enfermedades. Las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) representan un importante problema de salud pública en México. Dentro de las ETVs, la más importante en México es el dengue y el chikungunya.

Estas enfermedades no se han presentado en Ecatepec, pero es necesario hacer notar que la presencia de los mosquitos portadores de estos problemas de salud, están presentes dentro del territorio municipal en cantidades que, en ciertas zonas, califican como plagas. Su alta adaptabilidad los ha hecho resistentes a las condiciones ambientales del Municipio y no debe descartarse que puedan transmitir enfermedades graves en un futuro.

En el año 2015, se reportó una plaga de mosquitos en las colonias; Altavilla, Ampliación Pedro Ojeda Paullada, Ampliación Nicolás Bravo, Las Flores de Aragón y Valle de Aragón 3ra Sección Oriente, derivado de su cercanía al Río de los Remedios, el cual es el criadero de estos insectos. Como resultado, la Dirección de Protección Civil y Bomberos trabajó en la zona durante una semana, realizando una fumigación por aspersión y nebulización con productos biodegradables que no dañan la salud ni al ambiente, pero que tienen la capacidad de eliminar al vector.

Las estrategias de control de dengue incluyen acciones como la eliminación de posibles objetos que acumulen agua (tinacos, pilas, llantas y floreros, entre muchos otros) y la aplicación de químicos para eliminar las larvas de los mosquitos y a los mosquitos adultos; para ello, es necesaria la participación de todos los sectores y la sociedad.

### V.4.2 Contaminantes en Ecatepec

La contaminación ambiental se caracteriza por la presencia de sustancias en el medio ambiente que causan un daño a la salud y al bienestar de la población o que ocasionan desequilibrio ecológico. Esto sucede cuando las sustancias contaminantes exceden ciertos límites considerados como tolerables; se trata en general de fenómenos que evolucionan lentamente en el tiempo y su efecto nocivo se manifiesta por un deterioro progresivo de las condiciones ambientales. Las principales fuentes de contaminación en el municipio de Ecatepec son las actividades industriales, el transporte urbano, así como los procesos que se generan en los asentamientos humanos.

#### A. Contaminación del aire

Dentro del Manual 1 Principios de Medición de la Calidad del Aire, publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); la contaminación del aire es uno de los principales problemas ambientales y de salud pública de México y del mundo.

El Índice de Calidad del Aire es un indicador que permite, entre otras cosas, evaluar el estado de la contaminación atmosférica y comunicar al público cuál es la calidad del aire que respira (Tabla 141).

Tabla 141 Contaminantes Atmosféricos Monitoreados

Contaminantes atmosféricos que se Monitorean:	
Dióxido De Azufre	(SO <sub>2</sub> )
Monóxido De Carbono	(CO)
Dióxido De Nitrógeno	(NO <sub>2</sub> )
Ozono	(O <sub>3</sub> )
Partículas Suspendedas	PM <sup>10</sup> y PM <sup>2.5</sup>

Fuente: Elaboración propia con datos de la SEMARNAT

El Índice de Calidad del Aire se adaptará a los límites de protección a la salud que establecen las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental aplicables a los contaminantes criterio: O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, PM<sup>10</sup> y PM<sup>2.5</sup> (Tabla 142).

Tabla 142 Límites del Índice de Calidad del Aire

Contaminante	Valores Límite permisibles vigentes	Forma de integración al Índice de Calidad del Aire
O <sub>3</sub>	0.095 ppm, promedio horario	Promedio horario referido al punto corte 100
	0.070 ppm, máximo anual del promedio móvil de 8 horas	Valor considerado como promedio horario referido al punto de corte 50
NO <sub>2</sub>	0.210 ppm, promedio horario	Promedio horario referido al punto de corte 100
SO <sub>2</sub>	0.110 ppm, máximo promedio de 24 horas	Promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 100
	0.025 ppm, promedio anual	Valor considerado como el promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 50



Contaminante	Valores límite permisibles vigentes	Forma de integración al Índice de Calidad del Aire
CO	11.0 ppm, máximo anual como promedio móvil de 8 horas	Promedio móvil de 8 horas referido al punto de corte 100
PM <sup>10</sup>	75 µg/m <sup>3</sup> , promedio 24 horas	Promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 100
	40 µg/m <sup>3</sup> , promedio anual	Valor considerado como el promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 100
PM <sup>2.5</sup>	45 µg/m <sup>3</sup> , promedio 24 horas	Promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 100
	12 µg/m <sup>3</sup> , promedio anual	Valor considerado como el promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 100

Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT)

a) Para el O<sub>3</sub> y el NO<sub>2</sub>, el Índice de Calidad del Aire se obtendrá a partir de concentraciones promedio de una hora; b) El SO<sub>2</sub> derivará de una concentración obtenida como promedio móvil de 24 horas; c) El CO derivará de una concentración obtenida como promedio móvil de 8 horas; y d) Las PM<sup>10</sup> y las PM<sup>2.5</sup> derivarán de concentraciones obtenidas como promedio móvil de 24 horas.

El índice calcula los contaminantes representándolos con una escala que va de 0 a 500, donde el valor de 100 se asigna al valor indicado por la Norma Oficial Mexicana para cada contaminante. Un valor menor a 100 se considera satisfactorio y con un bajo riesgo para la salud. Cualquier nivel superior a 100 implica algún riesgo para la salud, entre más grande es el valor del índice, mayor es la contaminación y el riesgo.

El propósito del índice es facilitar la comprensión del vínculo entre los niveles de contaminación del aire y los efectos en la salud. Con este fin, el índice se divide en cinco categorías, cada una corresponde a un intervalo en el índice y señala el nivel de riesgo para la salud. Para simplificar su interpretación cada intervalo se representa mediante un color (Tabla 143).

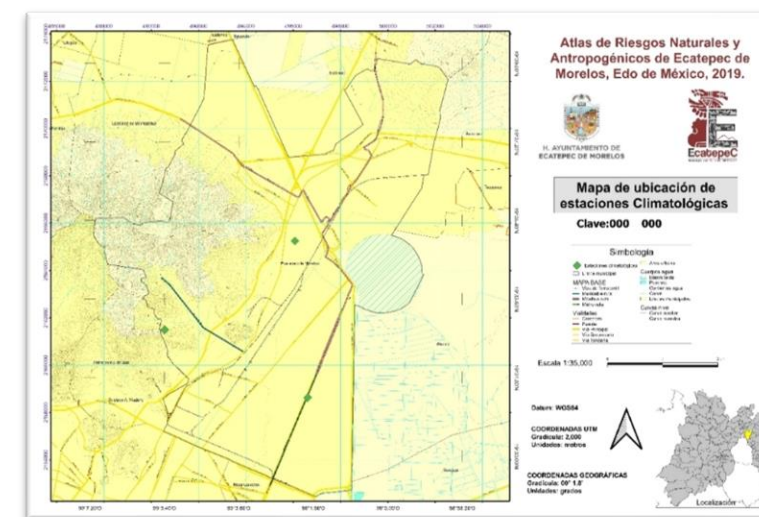
Tabla 143 Índice de Calidad del Aire

Categoría	Intervalo	Riesgo a la salud	Recomendaciones
Buena	0-50	Bajo. Existe poco o ningún riesgo para la salud	Se puede realizar cualquier actividad al aire libre
Regular	51-100	Moderado. Los grupos susceptibles pueden presentar síntomas en la salud	Las personas que son extremadamente susceptibles a la contaminación deben considerar limitar la exposición al aire libre
Mala	101-150	Alto. Los grupos susceptibles presentan efectos en la salud	Los niños, adultos mayores, personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como personas que realizan actividad física al aire libre deben limitar la exposición
Muy Mala	151-200	Muy Alto. Todos pueden presentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos susceptibles experimentan efectos graves	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar la exposición al aire libre y resto de la población debe limitar la exposición al aire libre
Extremadamente Mala	201-300	Extremadamente Alto. Toda la población tiene probabilidades de experimentar efectos graves en la salud	Toda la población debe evitar la exposición al aire libre

Categoría	Intervalo	Riesgo a la salud	Recomendaciones
Peligrosa	301-500	Peligro. Toda la población experimenta efectos graves en la salud	Suspensión de actividades al aire libre

Fuente: Elaboración propia con datos de SINAICA 2019

El índice de calidad del aire se reporta cada hora los 365 días del año, para cada una de las 45 estaciones automáticas de monitoreo de la calidad del aire.



Mapa 76 Ubicación de estaciones de monitoreo

Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Monitoreo Atmosférico

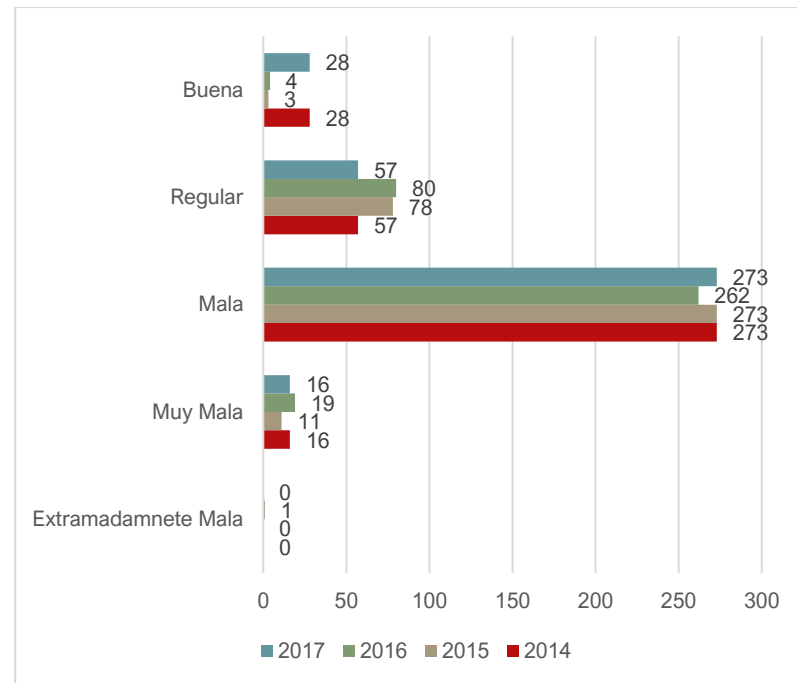
En el territorio del municipio de Ecatepec existen tres estaciones de monitoreo de Calidad del Aire, ubicadas en (Tabla 144):

Tabla 144 Estaciones de Monitoreo

Clave	Nombre	Alcaldía o Municipio	Entidad
LLA	Los Laureles	Ecatepec de Morelos	Estado de México
SAG	San Agustín	Ecatepec de Morelos	Estado de México
XAL	Xalostoc	Ecatepec de Morelos	Estado de México

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema de Monitoreo Atmosférico

Tomando en cuenta los Informes Anuales de la Calidad del Aire emitidos por SINAICA, podemos registrar un histórico donde se determina que del año 2014 al año 2017 la calidad del aire se mantiene en la categoría de MALA a REGULAR (Gráfica 40).



Gráfica 40 Registro Histórico del índice de Calidad en el Aire 2014-2017

Fuente: Elaboración propia con datos Sistema de Monitoreo Atmosférico (Informes Anuales)

El Municipio de Ecatepec, en el mes de noviembre de 2019 se monitoreo el comportamiento de la Calidad del Aire, comportándose con calidades Buenas, Regulares y Malas, lo que coincide con las tendencias presentadas (Ver Tabla 145 Monitoreo del Comportamiento de la Calidad en el Aire en noviembre 2019).

Tabla 145 Monitoreo del Comportamiento de la Calidad en el Aire en noviembre 2019

Estado de México				
Clave	Municipio	Calidad	Parámetro	Índice
ATI	Atizapán	BUENA	PM10	35
CHO	Chalco	MANTENIMIENTO		
CUT	Tepotztlán	BUENA	PM10	39
FAC	Naucalpan	BUENA	PM10	33
FAR	Nezahualcóyotl	BUENA	PM2.5	47
LLA	Ecatepec	BUENA	O3	16
LPR	Anexo de Tlalnepantla	BUENA	O3	8
NEZ	Nezahualcóyotl	REGULAR	PM2.5	52
SAG	Ecatepec	BUENA	CO	6
TLA	Tlalnepantla	BUENA	O3	14
TLI	Tultitlan	BUENA	PM10	45
VIF	Coacalco	BUENA	PM10	38
XAL	Ecatepec	REGULAR	PM2.5	55

Estado de México				
Clave	Municipio	Calidad	Parámetro	Índice
ATI	Atizapán	BUENA	PM10	34
CHO	Chalco	MANTENIMIENTO		
CUT	Tepotztlán	BUENA	PM10	39
FAC	Naucalpan	BUENA	PM10	34

Estado de México				
Clave	Municipio	Calidad	Parámetro	Índice
FAR	Nezahualcóyotl	REGULAR	PM2.5	62
LLA	Ecatepec	BUENA	SO2	10
LPR	Anexo de Tlalnepantla	BUENA	CO	13
NEZ	Nezahualcóyotl	REGULAR	PM2.5	68
SAG	Ecatepec	BUENA	NO2	15
TLA	Tlalnepantla	REGULAR	PM2.5	60
TLI	Tultitlan	BUENA	PM10	50
VIF	Coacalco	BUENA	PM10	50
XAL	Ecatepec	REGULAR	PM10	73

Estado de México				
Clave	Municipio	Calidad	Parámetro	Índice
ATI	Atizapán	BUENA	PM10	44
CHO	Chalco	MANTENIMIENTO		
CUT	Tepotztlán	REGULAR	PM10	55
FAC	Naucalpan	BUENA	PM10	39
FAR	Nezahualcóyotl	REGULAR	PM2.5	67
LLA	Ecatepec	BUENA	SO2	18
LPR	Anexo de Tlalnepantla	BUENA	CO	11
NEZ	Nezahualcóyotl	REGULAR	PM2.5	79
SAG	Ecatepec	BUENA	NO2	15
TLA	Tlalnepantla	REGULAR	PM2.5	74
TLI	Tultitlan	REGULAR	PM10	61
VIF	Coacalco	REGULAR	PM10	60
XAL	Ecatepec	MALA	PM10	103

Estado de México				
Clave	Municipio	Calidad	Parámetro	Índice
ATI	Atizapán	BUENA	PM10	49
CHO	Chalco	MANTENIMIENTO		
CUT	Tepotztlán	REGULAR	PM10	58
FAC	Naucalpan	BUENA	PM10	43
FAR	Nezahualcóyotl	REGULAR	PM2.5	78
LLA	Ecatepec	BUENA	NO2	18
LPR	Anexo de Tlalnepantla	BUENA	CO	15
NEZ	Nezahualcóyotl	REGULAR	PM2.5	77
SAG	Ecatepec	BUENA	NO2	14
TLA	Tlalnepantla	REGULAR	PM2.5	74
TLI	Tultitlan	REGULAR	PM10	63
VIF	Coacalco	REGULAR	PM10	81
XAL	Ecatepec	MALA	PM10	106

Fuente: Elaboración propia con información de SEDEMA

Tabla 146 Categoría de Calidad del Aire y Amenaza

Categoría de Calidad del Aire	Amenaza
Bueno	Muy Bajo / Bajo
Regular	Medio
Mala y Muy Mala	Alto
Extremadamente Mala y Peligrosa	Muy Alto



Fuente: Elaboración propia con información de SEDEMA

Derivado de los datos históricos analizados y comparación con los parámetros mínimos de Calidad de Aire respirable el municipio de Ecatepec presenta condiciones en la Calidad del aire MALAS, por lo que podríamos determinar que el peligro por contaminación del aire es ALTO (Ver Tabla 146 Categoría de Calidad del Aire y Amenaza).

## B. Contaminación del agua

El organismo de Servicios de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Ecatepec de Morelos, (SAPASE), define la contaminación del agua como una alteración, generalmente provocada por desechos industriales, peligrosos, sólidos y/o domésticos, que la vuelve impropia para el consumo humano, la industria, la agricultura, las actividades recreativas, así como para los animales.

En Ecatepec el agua llega por medio de una red hidráulica que recorre todo el municipio, la cual es alimentada por 86 pozos profundos y así mismo por medio del sistema Cutzamala.

En el documento Análisis Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable A Nivel Local: El Caso Del Municipio De Ecatepec, México, publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (UNESCO), el sistema de abastecimiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento se realiza a través del Organismo Operador descentralizado de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), denominado como Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ecatepec de Morelos (SAPASE), el cual atiende al 92% de la población. El restante 8% es atendido por organismos independientes cuya administración corre a cargo de los pueblos originarios de la zona.

Se consideran como fuentes de abastecimiento del agua potable a aquellos cuerpos de agua superficial y/o acuíferos, susceptibles de ser explotados para el consumo humano, y que para el caso del municipio de Ecatepec están conformados por los siguientes elementos: 1) los pozos profundos operados por SAPASE; 2) los acueductos Los Reyes- Ecatepec y el acueducto Chiconautla; y 3) el Sistema Lerma-Cutzamala.

Los tres últimos considerados como agua en bloque la cual es administrada por la CONAGUA, Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM) y el Sistema de Agua de la Ciudad de México (SACM).

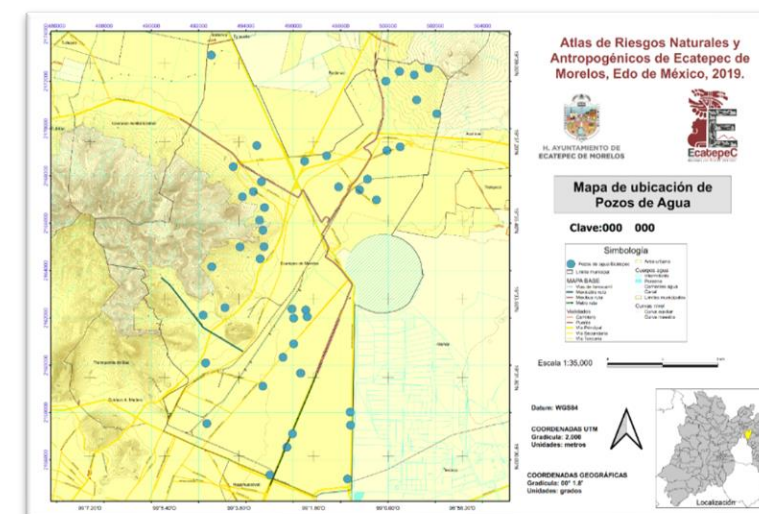
Tabla 147 Fuentes de abastecimiento de agua potable en Ecatepec

Fuente		Organismo que administra el agua	Infraestructura	%	Suma %
Interna	SAPASE				
	Organismos Independientes	Pozos profundos	11,30%		
Externa	CAEM, CONAGUA	Sistema Lema-Cutzamala	18.90%	34.30%	
	SACM	Acueducto Chiconautla	11,70%		
	CAEM	Ramal Los Reyes-Ecatepec	3,70%		
<b>Total</b>				100%	100%

Fuentes: Elaboración propia con datos de SAPASE, 2007 y CONAGUA, 2005

Se observa como fuente principal de abastecimiento interna a los pozos profundos principalmente administrados por el SAPASE, los cuales producen un abasto de 65.70%, mientras que el abastecimiento externo del agua es de 34,30%. Sin embargo, si se toma en cuenta que del porcentaje total de agua proporcionada por el Sistema Lerma-Cutzamala es de 18.90%, veremos que es un porcentaje menor y la dependencia de abasto es a través de los pozos localizados en la zona (Ver Tabla 147 Fuentes de abastecimiento de agua potable en Ecatepec).

De los 86 pozos existentes en Ecatepec, 25 se encuentran a menos de un kilómetro de fuentes de filtración de lixiviados o filtraciones hídricas que pueden contaminar los mantos fríaticos que alimentan los pozos, por lo que el peligro por fuentes de agua potable en el municipio es de nivel MEDIO, por la cantidad de personas que pueden ser afectadas.



Mapa 77 Pozos Profundos en Ecatepec.

Fuente: Elaboración propia con Información del SAPASE

Las principales sustancias contaminantes del agua son (Ver Tabla 148 Sustancias Contaminantes del Agua).

Tabla 148 Sustancias Contaminantes del Agua

Sustancias Contaminantes	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	(DBO <sup>5</sup> )
Demanda Química de Oxígeno	(DQO)
Sólidos Suspendedos Totales	(SST)
Coliformes Fecales	(CF)

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA

### i. Demanda Química de Oxígeno

Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato, permanganato, etc. Por el total de materias oxidables orgánicas e inorgánicas. Es un parámetro más rápido que el anterior ya que es de medición casi inmediata, la unidad de medida son ppm de O<sub>2</sub>.

Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm.

### ii. Demanda Química de Oxígeno

Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios, se suele referir al consumo en 5 días (DBO<sub>5</sub>), también suele emplearse, pero menos el (DBO<sub>21</sub>) de 21 días. Se mide en ppm de O<sub>2</sub> que se consume.

Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm, un contenido superior es sinónimo de contaminación por infiltración freática. En las aguas superficiales es muy variable y dependerá de las fuentes contaminantes aguas arriba. En las aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350 ppm. En las aguas industriales puede alcanzar varios miles de ppm, como, por ejemplo: fabricación de aceites, alcoholes, industria de la alimentación, etc.

### iii. Sólidos Suspendidos Totales

En Ecatepec, la CONAGUA, a través de la Red Nacional de Monitoreo cuenta con 2 sitios de muestreo de aguas superficiales, y 2 de aguas subterráneas, como se puede apreciar a continuación (Ver Tabla 149 Sitios de Muestro de la Calidad del Agua en Ecatepec).

Tabla 149 Sitios de Muestro de la Calidad del Agua en Ecatepec

Clave	Tipo	Sitio	Organismo de Cuenca	Cuenca / Acuífero	Cuerpo de Agua	Subtipo
OCAVM2701	Superficial	Clariant Productos Químicos, SA de CV (Aguas Arriba)	Aguas del Valle de México	Ciudad de México	Gran Canal	Descarga
OCAVM2751	Superficial	Kilometro 27+500	Aguas del Valle de México	Cuenca Ciudad de México	Gran Canal	Canal
OCAVM2750	Subterránea	Pozo 10 Bis Norte Los Reyes	Aguas del Valle de México	Acuífero Cuautitlán-Pachuca	NA	NA
OCAVM2752	Subterránea	Pozo 27 Norte Los Reyes	Aguas del Valle de México	Acuífero Cuautitlán-Pachuca	NA	NA

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA

El análisis de la calidad del agua consideró los indicadores antes mencionados, y la calidad del agua en sitios de muestreo se determinaron a través de un semáforo el cual considera 3 colores, verde, amarillo y rojo (Ver Tabla 150 Resultados de la Calidad del Agua Superficial en Ecatepec).

Tabla 150 Resultados de la Calidad del Agua Superficial en Ecatepec

Clave	OCAVM2701	OCAVM2751
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)</b>	83.1 mg/l	136.05 mg/l
<b>Cualidad DBO</b>	Contaminada	Fuertemente contaminado
<b>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</b>	608.545 mg/l	373.82 mg/l
<b>Cualidad DQO</b>	Fuertemente contaminado	Fuertemente contaminado
<b>Sólidos Suspendidos Totales (SST)</b>	88	116
<b>Cualidad SST</b>	Aceptable	Aceptable
<b>Coliformes Fecales (CF)</b>	3 NMP/100 ml	4600 NMP/100 ml
<b>Cualidad CF</b>	Excelente	Contaminada
<b>Toxicidad (TOX)</b>	7.0922 UT	3333.3333 UT
<b>Cualidad TOX</b>	Toxicidad alta	Toxicidad alta
<b>Semáforo</b>	ROJO	ROJO

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA 2016

Es oportuno mencionar que los sitios con monitoreo de calidad del agua están ubicados en zonas con alta influencia antropogénica. De acuerdo con los resultados de las evaluaciones de calidad del agua para los indicadores DBO<sub>5</sub> y DQO aplicadas a los sitios de monitoreo, se determinó que el agua en Ecatepec está clasificada como fuertemente contaminados.

En el caso de los SST, el municipio tiene aguas superficiales con calidad aceptable, mientras que los coliformes fecales oscilan entre cualidades excelentes a contaminadas, dependiendo del sitio de muestreo.

En lo que corresponde a toxicidad, la calidad en todos los casos de muestreo dentro del municipio fue declarada como 'toxicidad alta'. Muestreros realizados en el 2016 por CONAGUA.

### A. Aguas residuales

En el Manual De Depuración De Aguas Residuales Urbanas, publicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), menciona que la generación de aguas residuales es una consecuencia inevitable de las actividades humanas. Estas actividades modifican las características de las aguas de partida, contaminándolas e invalidando su posterior aplicación para otros usos.

Las aguas residuales están constituidas por aguas negras o urbanas, y aguas blancas o de lluvia. Las aguas negras o urbanas, son guas que se originan por los vertidos de la actividad humana, de origen doméstico,



servicios municipales de limpieza, vertidos industriales, etc. Las aguas negras de origen domestico están constituidas por aguas fecales, aguas de lavado, entre otras.

## B. Canales de aguas negras

La hidrografía del municipio de Ecatepec de Morelos está compuesta principalmente por escurrimientos de tipo intermitente y canales que transportan aguas negras fuera del territorio de la Ciudad de México (Ver Tabla 151 Elementos Hidrológicos en Ecatepec).

Tabla 151 Elementos Hidrológicos en Ecatepec

Tipo	Nombre
Canal	Gran Canal de Desagüe
Arroyo	Arroyo La Guiñada
Salina	Depósito de Evaporación Solar El Caracol
Salina	El Caracol

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Carta Topográfica E14A29, E14B21, E14A39 y E14B31 Esc. 1:50000

### V.4.3 Contaminación del suelo

En la Evaluación De Sitios Contaminados Y Propuesta De Acciones Para Su Restauración, del CENAPRED, menciona que la contaminación del suelo tiene serias consecuencias ambientales, debido a la migración de contaminantes hacia el aire y el agua superficial y subterránea, efectos nocivos sobre la salud humana cuando la población entra en contacto con el suelo contaminado, por ejemplo, por la construcción de desarrollos habitacionales.

Esta contaminación se debe principalmente a la mala disposición de materiales peligrosos en terrenos baldíos, patios traseros de las industrias, tiraderos municipales y barrancas, fugas de tanques y contenedores subterráneos, fugas de tuberías y ductos, lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento, así como en rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto, aguas residuales descargadas sin tratamiento previo, fugas de alcantarillados, aplicación de agroquímicos y derrames accidentales de sustancias químicas durante su transporte (Ver Tabla 152 Principales causas de Contaminación en el Suelo).

Los problemas relacionados con la contaminación del suelo recientemente han adquirido más relevancia porque ha surgido mayor conocimiento del riesgo potencial que representa para la salud pública y el ambiente, así como por el tamaño del problema y del costo que implica su restauración.

La contaminación del suelo también tiene impactos ecológicos, por ejemplo; los metales ocasionan impactos adversos sobre las comunidades de microorganismos y hongos en el suelo. Asimismo, varios contaminantes son capaces de dañar los cimientos de las construcciones.

Tabla 152 Principales causas de Contaminación en el Suelo

Las principales causas de contaminación del suelo son
Disposición inadecuada de residuos peligrosos en terrenos baldíos y patios traseros de las industrias
Fugas de tanques y contenedores subterráneos
Fugas de tuberías y ductos

Lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento
Derrames accidentales de sustancias químicas, en especial durante su transporte
Aplicación de sustancias en el suelo, tales como agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes)
Aguas residuales descargadas sin tratamiento previo
Lixiviación de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto
Fugas de alcantarillados

Fuente: Elaboración propia con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

La contaminación del suelo también tiene impactos ecológicos, por ejemplo; los metales ocasionan impactos adversos sobre las comunidades de microorganismos y hongos en el suelo. Asimismo, varios contaminantes son capaces de dañar los cimientos de las construcciones.

### V.4.4 Rellenos Sanitarios

Un relleno sanitario es un método diseñado para la disposición final de Residuos Sólidos (basura), que consiste en depositar los desechos sobre suelos, los cuales se esparcen y compactan reduciendo su tamaño al menor volumen posible, para ocupar un área menor.

La mala disposición final de los residuos sólidos urbanos puede causar efectos nocivos como los que se describen a continuación (Ver Tabla 153 Efectos nocivos en el Ambiente y en la Salud de la Población).

Tabla 153 Efectos nocivos en el Ambiente y en la Salud de la Población.

Efectos nocivos en el ambiente y en la salud de la población:
Posibles infecciones, enfermedades y epidemias
Contaminación del suelo y del manto freático
Generación de líquidos y gases indeseables
Posibilidad de incendios
Impacto estético negativo
El polvo y residuos ligeros

Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría del Medio Ambiente

A nivel nacional el Estado de México, al ser la Entidad Federativa más poblada ocupa el primer lugar en generación de RSU, actualmente en la entidad existen: 20 rellenos sanitarios; uno se encuentra dentro del territorio de Ecatepec de Morelos, en la zona de Santa María Chiconautla (Ver Tabla 154 Rellenos Sanitarios Cercanos al Municipio de Ecatepec).

Tabla 154 Rellenos Sanitarios Cercanos al Municipio de Ecatepec

RELLENOS SANITARIOS CERCANOS AL MUNICIPIO DE ECATEPEC			
Municipio	Operación a cargo	Ubicación	Nombre del relleno
	AYMTO	Empresa Privada	
Ecatepec	X		Ejido de Santa María Chiconautla
Tecámac		Rs Wast SA de CV	Camino Mozoyuca s/n Reyes Acozac Tecámac
Tlalnepantla de Baz		Proactiva Medio Ambiente MMA SA de CV	Camino Viejo a las Minas s/n San Pedro Barrientos, Tlalnepantla de Baz

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Manejo Integral de residuos, Secretaría del Medio Ambiente

El relleno sanitario de Santa María Chiconautla, tiene una dimensión de 2.5 hectáreas y recibe todos los días mil 700 toneladas de basura en promedio, según la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México (SMA).

En el Municipio se generan en promedio de 2 mil 400 toneladas de basura, según datos de la SMA, de las cuales 700 toneladas no se disponen adecuadamente y son arrojadas en tiraderos clandestinos, barrancas, el Gran Canal, Río de los Remedios, e incluso en plenas zonas urbanas como El Chamizal, Villa de Guadalupe Xalostoc, Tablas del Pozo, San Agustín, entre otros lugares (Ver Tabla 155 Basura generada en Ecatepec).

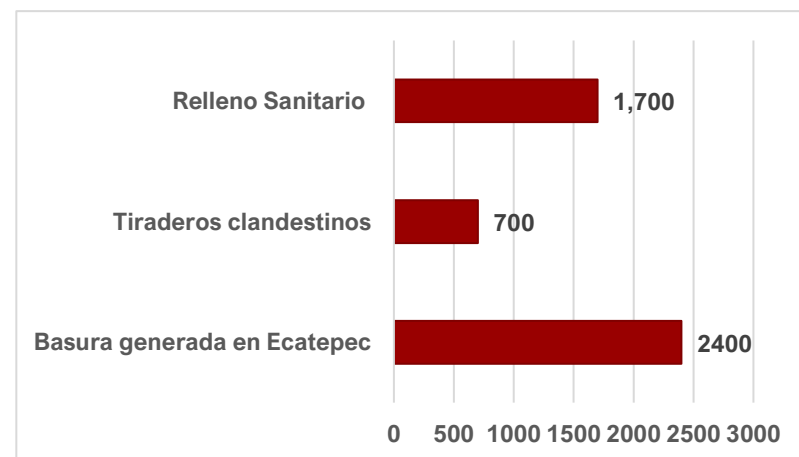
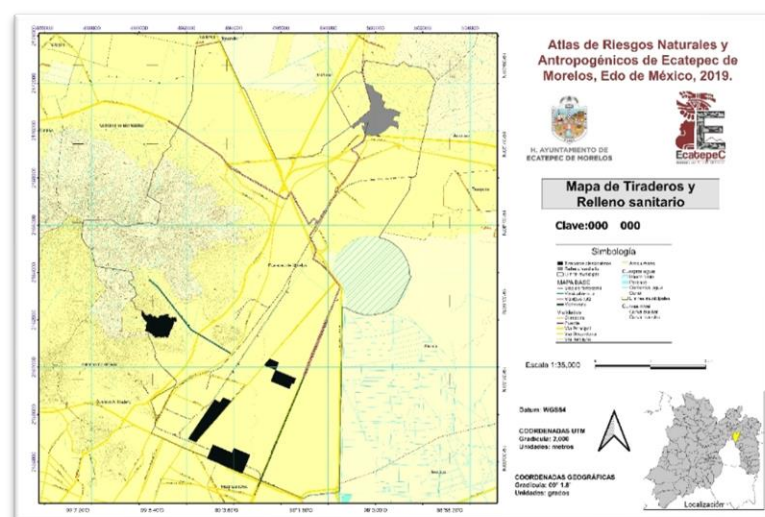


Tabla 155 Basura generada en Ecatepec

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Manejo Integral de residuos, Secretaría del Medio Ambiente



Mapa 78 Tiraderos clandestinos y relleno sanitario de Santa María Chiconautla

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Manejo Integral de residuos, Secretaría del Medio Ambiente

La degradación que se observa en el municipio de Ecatepec es principalmente degradación física por pérdida de la función productiva, ocasionada por la urbanización y las actividades.

## A. Contaminación de los alimentos

La contaminación de los alimentos consiste en la presencia de sustancias de origen biológico o químico y riesgosas o tóxicas para la salud del consumidor.

La contaminación biológica alimentaria es un fenómeno que se presenta por la invasión de microbios patógenos durante la elaboración, la manipulación, el transporte y la distribución de los alimentos, u

originada por el mismo consumidor. Las principales causas son las siguientes (Ver Tabla 156 Causas de Contaminación Biológicas):

Tabla 156 Causas de Contaminación Biológicas

Causas de contaminación biológica:
Animales enfermos que dan origen a productos contaminados. Tal es el caso de vacas lecheras con tuberculosis, que producen leche con el bacilo de la TBC; la leche y el queso que producen la fiebre de Malta, especialmente de origen caprino; la carne de cerdo infectada con triquina, y muchos otros casos.
Portadores de enfermedades que manipulan alimentos y los contaminan. Los casos más patéticos son los enfermos de TBC, de cólera, de tifoidea, y de enfermedades gastrointestinales, entre otros.
La contaminación de alimentos durante la elaboración, manipulación, transporte y distribución al público por falta de las previsiones sanitarias requeridas. Son muy frecuentes los casos de verduras contaminadas por riego y lavado con aguas servidas; la manipulación de alimentos en lugares sucios (suelo, polvo, etc.); el contacto de los mismos con animales, como los perros; el transporte en forma no higiénica (sin refrigeración, sin cobertura, etc.); y el deterioro por almacenamiento prolongado sin las medidas necesarias (refrigeración).

Fuente: Elaboración propia con información de SAGARPA

La contaminación química alimentaria se debe a la presencia de elementos o sustancias químicas provenientes de desechos de actividades humanas, de la adición deliberada de sustancias a los alimentos, o sustancias tóxicas de origen natural, que convierten a un alimento en peligroso para la salud. Este tipo de contaminación puede ser causada por (Ver Tabla 157 Causas de Contaminación Química Tabla 157 Causas de Contaminación ).

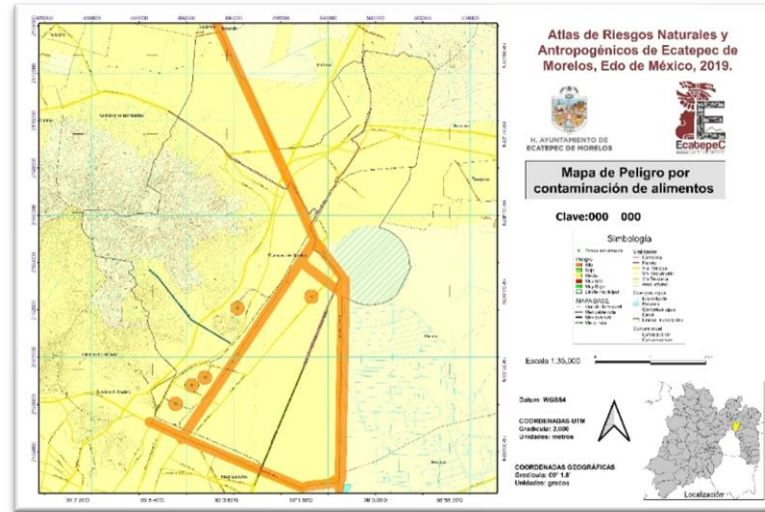
Tabla 157 Causas de Contaminación Química

Causas de contaminación química:
La presencia de metales pesados, por lo general tóxicos, en bajas concentraciones. Los principales son plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cobalto, estaño y manganeso.
Pesticidas (plaguicidas, biocidas o agrotóxicos), que son diversas sustancias químicas usadas para el control de plagas (ratas, insectos, hongos, etc.) como carbamatos, insecticidas órganoclorados, insecticidas órganofosforados, fungicidas y herbicidas, utilizados en los cultivos y algunos muy peligrosos, como el DDT.
Restos de medicamentos y sustancias de crecimiento aplicados a los animales, como antibióticos y hormonas.
Aditivos para preservar y colorear los alimentos, hoy usados intensamente en la industria alimentarla.
Sustancias tóxicas naturales como micotoxinas, biotoxinas y alérgenos.

Fuente: Elaboración propia con información de SAGARPA

Las sustancias químicas adicionadas a los alimentos son numerosas y las consecuencias del uso de algunas de ellas para la salud son detectadas después de varios años. Estas sustancias químicas son responsables de enfermedades como el cáncer, de mutaciones genéticas, de alergias y de una serie de alteraciones de la salud de gran complejidad.





Mapa 79 Peligro por Contaminación de Alimentos

*Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Manejo Integral de residuos, Secretaría del Medio Ambiente*

En el Municipio de Ecatepec, los alimentos que se venden en la vía pública pueden contaminarse fácilmente por vía aérea, principalmente si están cerca de vialidades muy transitadas o en calles sin pavimentar. Esos mismos alimentos pueden manipularse sin condiciones de higiene adecuadas, tanto por los comensales como por los vendedores, lo que incrementa la posibilidad de contaminación. Otra posible fuente de contaminación la constituyen las altas temperaturas en los meses de abril a julio, debido a que los alimentos tienden a conservarse durante menor tiempo, incrementando la morbilidad por enfermedades gastrointestinales en esas fechas.

## V.5 Fenómenos Socio-Organizativos

Este apartado aborda los procesos y factores que se desarrollan derivados de la conducta humana denominados fenómenos socio organizativos y que pueden tener como consecuencia errores o conductas premeditadas que causen daños o pérdidas. La ley de protección civil define este tipo de fenómenos como: Agente perturbador el que se genera con motivo de errores humanos o por acciones premeditadas que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población tales como : concentraciones de carácter religioso, eventos masivos populares, demostraciones de inconformidad social, terrorismo, sabotaje, vandalismo, accidentes aéreos marítimos, terrestres, e interrupción o afectación de servicios básicos o infraestructura estratégica (Gobernación, 2018). A continuación, se describen los temas que de este tipo se pueden manifestar en el municipio de Ecatepec de Morelos.

### V.5.1 Eventos masivos

Se le considera evento masivo aquel en el que confluyen un grupo determinado de personas, para llevar a cabo algún evento artístico, cultural, deportivo, religioso, etc.

Dentro del reglamento de la ley general de protección civil, en su Artículo 70 fracciones V, VI, VII, VIII y XI, define las diferentes acciones consideradas como eventos masivos y se clasifican de la siguiente manera:

- Fiestas patronales,
- eventos culturales,
- Eventos deportivos,
- inconformidad social.

#### B. FIESTAS PATRONALES

Estos eventos congregan una gran cantidad de personas y están programados con antelación al ser de carácter religioso tiene como características: se llevan a cabo en las mismas fechas y lugares (atrios, calle aledañas a los centros religiosos,) para celebrar o venerar deidades religiosas, generalmente se realizan por habitantes de la zona que organizan dichas festividades, sin embargo, también pueden ser puntos de concentración de población flotante dependiendo de las actividades que se lleven. Se tiene el registro de 8 fiestas patronales dentro del municipio, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla 158 Calendario de Fiestas patronales

FECHA	CELEBRACIÓN	LUGAR
3 de mayo	Día de la Santa Cruz	Cerro de Ehecatl
15 de mayo	San Isidro	San Isidro
29 de junio	Día de San Pedro y San Pablo	San Pedro
25 de junio	Feria del Santo Patrono San Cristóbal	San Cristóbal
12 de agosto	Santa Clara	Santa Clara Cuautitlán

FECHA	CELEBRACIÓN	LUGAR
18 de septiembre	Virgen de la Natividad	Santa María
25 de noviembre	Cristo Rey	Santa María Tulpetlac
12 de diciembre	Virgen de Guadalupe	Guadalupe Victoria Santa María Tulpetlac
21 de diciembre	Patrono de Santo Tomas	Santo Tomas
30 de noviembre	San Andrés Apóstol	San Andrés de la Cañada

*Elaboración propia datos del Municipio de Ecatepec.*

Algunas de las actividades llevadas a cabo dentro de estas son: Instalación de juegos pirotécnicos, juegos mecánicos, presentación de grupos musicales, venta y consumo de comida y alcohol, lo que puede provocar riñas y heridos al gestionar inapropiadamente el espacio donde se lleve a cabo el evento.

Protección Civil del Gobierno del Estado de México, genera cada año un programa de festividades, en el que, de manera general, se explican los posibles escenarios que se pueden generar, entre las recomendaciones más destacadas se mencionan:

- ✓ Convocar a reunión a las dependencias involucradas en este Programa Preventivo, en el marco del Consejo Estatal de Protección Civil, con el fin de tratar asuntos relacionados a la coordinación de acciones, ante la presencia de posibles riesgos en la celebración de festividades.
- ✓ Identificar con prioridad los municipios con mayor número de población y de celebración de festividades.
- ✓ Coadyuvar con las autoridades municipales para fomentar la prevención, mediante la implementación de medidas preventivas durante los días y en los lugares identificados en donde exista mayor concentración de personas.
- ✓ Los municipios identificados con riesgos por la celebración de festividades implantarán el programa Municipal de Prevención de Accidentes para Festividades, con base al calendario respectivo municipal de festividades.

No se tiene registros ni datos históricos donde se reporten incidentes graves. en el municipio durante alguna festividad. Suponiendo que se ha tenido un adecuado control y coordinación de los eventos o que no se ha llevado un registro de alguna eventualidad.

Tabla 159 posibles Eventos y sus consecuencias en fiestas patronales

EVENTO	CONSECUENCIAS POSIBLES
Interrupción de servicios vitales	Pueden generarse debido a una acción específica o dirigida por el hombre, como producto de una concentración masiva de población, a causa de una conducta antisocial, por descuido o negligencia en la operación de los sistemas vitales
Accidentes vehiculares	Graves lesiones y la muerte. Pérdida de bienes. Retraso en el tránsito de personas y transporte de bienes y servicios. Destrucción o daños a las vías de comunicación y otros servicios vitales. Encadenamiento con otras emergencias a consecuencia de incendios, explosiones, derrames y fugas de sustancias peligrosas.
Fuegos artificiales	Lesiones físicas y muerte Explosiones e incendios. Pérdida de extremidades, vida y lesiones físicas graves
Concentraciones masivas de población	Insolación y golpe de calor en temporada de estiaje. Atropellamientos por vehículos y por multitudes sin control. Problemas de tipo psicológico y afectaciones sociales.



EVENTO	CONSECUENCIAS POSIBLES
	Incendios y explosiones. Hipotermia . Robo de pertenencias, riñas callejeras, uso de armas punzo cortantes y de fuego.
Ferias y palenques	Lesiones y pérdida de la vida. Pérdida parcial y/o total de los bienes. Colapso de graderías. Uso de armas de fuego y punzo cortantes. Incendios. Riñas
Peregrinaciones	Lesiones físicas y muerte. Insolación y golpes de calor. Riñas. Explosiones e incendios.

Elaboración propia datos del Atlas Ecatepec 2017.

#### iv. Festividades dentro del municipio

##### a) Festividad de La Sta. Cruz, Cerro Ehecatl.



Imagen 8 Polígono de Exposición de la Festividad de la Santa Cruz

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

En las diferentes festividades que se dan dentro de Ecatepec mencionamos las principales, el día 3 de mayo de cada año se festeja el día de la santa cruz comienzan 2 días antes los preparativos y culminan el día tres de mayo, subiendo una cruz de madera (construida por los trabajadores de la construcción) al cerro Ehecatl, desde el santuario del calvario, posterior a esto se da la verbena popular y los juegos pirotécnicos, esto conlleva una importante cantidad de personas aglomeradas en un espacio reducido, sin embargo no se reporta alguna contingencia desde el 2015.

Tomando en cuenta el sitio en donde se lleva a cabo dicha festividad, como se ejemplifica, es un lugar abierto, (atrio y parque del santuario), tiene un área de 161.37 m<sup>2</sup>, se determinó que en esta área puede haber una afluencia aproximada de 789 personas tomando como referencia la ocupación de 6 visitantes por metro cuadrado.



Imagen 9 Santuario del Calvario, Festividad de la Santa Cruz Ecatepec



Imagen 10 Polígono de la festividad

Tabla 160 Analisis de exposición de la festividad de la Santa Cruz

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de la Sta. Cruz	
ÁREA TOTAL	0.79 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	23,485
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	4,858
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	2,357
TOTAL, DE VIVIENDAS	6,637
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0
ESCUELAS	19
SUPER MERCADOS	4
AEROPUERTOS	0
HOTELES	1
BANCOS	1
GASOLINERAS	0
PRESAS	0
U.P. PECUARIA	0
COLONIAS	14
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	789

Elaboración propia datos del Atlas Nacional de Riesgos

Imagen 11 Polígono de la Festividad

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos



##### b) Festividad de San Isidro Atlautenco

Se celebra a San Isidro Labrador musulmán de nacimiento, Isidro de Merlo y Quintana, fue un Labrador mozárabe, se le concede la gracia de "hacedor de lluvias", se le venera para que las cosechas sean propicias, recordemos que anteriormente en el municipio las áreas de cosecha eran muy extensas y por ello la veneración a este santo del pueblo era tan grande que sigue prevaleciendo hasta nuestros días, el pueblo se concentra en el atrio de la iglesia y celebra su fiesta en el cabo de 2 días, cada año se concentran un gran



número de feligreses y nativos del lugar por los usos y costumbres.

Tomando en cuenta el sitio en donde se lleva a cabo dicha festividad, como se ejemplifica en la imagen, es un lugar abierto, tiene un área de 183.80 m<sup>2</sup>, se determinó que en esta área puede existir un aforo de 1,103 personas aproximadamente.



} Imagen 12 Iglesia de San Isidro Atlautenco imagen Instagram

Imagen 13 festividad San Isidro Atlautenco, fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED, Elaboración Propia

Tabla 161 Analisis de exposición de la festividad de San Isidro

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de San Isidro Atlautenco	
ÁREA TOTAL	0.79 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	34,897
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	8,953
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	1,308
TOTAL DE VIVIENDAS	10,807
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0
ESCUELAS	8
SUPER MERCADOS	0
AEROPUERTOS	0
HOTELES	0
BANCOS	0
GASOLINERAS	1
PRESAS	0
U.P.PECUARIA	0
COLONIAS	9
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	1,103

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

### c) Festividad de San Pedro Xalostoc.

Se festeja a San Pedro y San Pablo, 2 de los principales apóstoles de la iglesia católica, que por remembranza se documenta que el municipio de Ecatepec tiene raíces muy profundas de esta, la fiesta se lleva acabo cada año en el jardín y calles colindantes a la iglesia de San Pedro Xalostoc.

Tomando en cuenta el sitio en donde se lleva a cabo dicha festividad, como se ejemplifica en la , es un lugar abierto, (atrio y jardín), tiene un área de 432.17 m<sup>2</sup>, determinando 6 personas por metro cuadrado el aforo aproximado seria de 2,053.



Imagen 14 Polígono de la festividad de San Pedro Xalostoc

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED



Imagen 14 Iglesia de San Pedro Xalostoc Google



Imagen 15 festividad San Pedro Xalostoc, fuente Atlas Nacional de Riesgo CENAPRED, Elaboración Propia

Tabla 162 Analisis de exposición de la festividad de San Pedro Xalostoc

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de San Pedro Xalostoc	
ÁREA TOTAL	0.78 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	45,562
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	10,284
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	3,736
TOTAL DE VIVIENDAS	12,415
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0
ESCUELAS	16
SUPER MERCADOS	3
AEROPUERTOS	0
HOTELES	0
BANCOS	0
GASOLINERAS	0
PRESAS	0
U.P.PECUARIA	0
COLONIAS	8
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	2,053

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED



**d) Festividad de San Cristóbal**



Esta celebración es de las más largas del municipio pues dura más allá de los 20 días se celebra cada año entre el 12, 14 de julio al 4, 5 de agosto, teniendo un aforo de personas de diferentes tamaños, el día que más contingencia de personas se tiene es el día 25 de julio.

Imagen 16 Polígono de la Festividad de San Cristóbal

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Tomando en cuenta el sitio en donde se lleva a cabo dicha festividad, como se ejemplifica, es un lugar abierto, tiene un área de 1,075.86 m<sup>2</sup> determinando 6 personas por metro cuadrado el aforo aproximado sería de,6,456.



Imagen 17 San Cristóbal Ecatepec, Google imagen



Imagen 18 San Cristóbal Ecatepec fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Tabla 163 Analisis de exposición de la festividad de San Cristobal

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de San Cristóbal Ecatepec.	
ÁREA TOTAL	0.78 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	22,363
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	4,079
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	2,206
TOTAL DE VIVIENDAS	7,511
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	1
ESCUELAS	29
SUPER MERCADOS	20
AEROPUERTOS	0
HOTELES	1
BANCOS	16
GASOLINERAS	1
PRESAS	0
U.P.PECUARIA	0
COLONIAS	8
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	6,456

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

**e) Festividad de Santa Clara Coatitla**



Se celebra a Santa Clara de Asís, de acuerdo con las tradiciones del pueblo mexicano, en esta festividad tenemos como marco representativo la elaboración de un tapete colorido de aserrín, sobre las calles del poblado que será por donde se abre paso la procesión con la santa a cuestras.

Imagen 19 Polígono de la Festividad de Santa Clara Coatitla

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Tomando en cuenta el sitio en donde se lleva a cabo, como se ve, es un lugar abierto, tiene un área de 730.19 m<sup>2</sup> determinando 6 personas por metro cuadrado el aforo aproximado sería de,4,382 personas.



Imagen 20 Festividad de Santa María Cuatitla

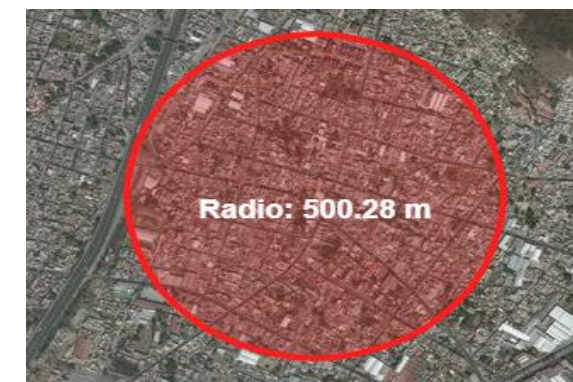


Imagen 21 Santa Clara Cuatitla fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED, Elaboración Propia

Tabla 164 Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de Santa Clara Coatitla.	
ÁREA TOTAL	0.78 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	26,926
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	5,802
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	2,464
TOTAL DE VIVIENDAS	7,915
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	1
ESCUELAS	16
SUPER MERCADOS	2
AEROPUERTOS	0
HOTELES	0
BANCOS	1
GASOLINERAS	0
PRESAS	0
U.P.PECUARIA	0
COLONIAS	2
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	4,382



**f) Festividad de Santa María Chiconautla**



Su festividad se lleva a cabo el 8 de septiembre y se da por la natividad de la virgen. Se lleva a cabo todos los años en la misma fecha, sin antecedente histórico de algún percance.

Imagen 22 Polígono de la Festividad de Santa María Chiconautla

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

El lugar donde se lleva a cabo la festividad como se muestra en la

Imagen 22, cuenta con un área total de 643.65 m<sup>2</sup>, determinando 6 personas por metro cuadrado el aforo aproximado sería de, 3,862 personas.



Imagen 23 Festividad de Sta. María Chiconautla



Imagen 24 Santa María Chiconautla fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED, Elaboración Propia

Tabla 165 Analisis de exposición de la festividad de Santa María Chiconautla

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de Santa María Chiconautla	
ÁREA TOTAL	0.78 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	27,946
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	7,235
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	1,633
TOTAL DE VIVIENDAS	7,362
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	2
ESCUELAS	9
SUPER MERCADOS	2
AEROPUERTOS	0
HOTELES	0
BANCOS	0
GASOLINERAS	1
PRESAS	0
U.P.PECUARIA	0
COLONIAS	3
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	3,862

**g) Festividad Santa María Tulpetlac**



En este pueblo de Ecatepec se celebra todos los años a Cristo rey, esta es la segunda fiesta con más concurrencia de la población dentro del municipio, el área total es de 722.61 m<sup>2</sup>, como se muestra en la

Imagen 22 , determinando 6 personas por metro cuadrado el aforo aproximado sería de, 4,336 personas.

Imagen 25 Polígono de la Festividad de Santa María Tulpetlac

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED



Imagen 26 Google Sta. María Tulpetlac.



Imagen 27 Santa María Tulpetlac fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED, Elaboración Propia.

Tabla 166 Analisis de exposición de la festividad de Santa María Tulpetlac

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de Santa María Tulpetlac.	
ÁREA TOTAL	0.79 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	18,571
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	3,821
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	2,149
TOTAL DE VIVIENDAS	5,368
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	1
ESCUELAS	18
SUPER MERCADOS	3
AEROPUERTOS	0
HOTELES	0
BANCOS	0
GASOLINERAS	0
PRESAS	0
U.P.PECUARIA	0
COLONIAS	11
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	4,336

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED



**h) Festividad de Guadalupe Victoria**



El primer nombre de esta localidad fue Tecpayocan “lugar donde se trabaja la piedra”, después fue conocido como Coatlalpan “lugar de piedras rojizas” o “lugar donde abundan las serpientes”.

Imagen 28 Polígono de la Festividad de Guadalupe Victoria

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Posteriormente se conoció como Ranchería Pueblo Nuevo, y el 31 de mayo de 1934 se erige como el pueblo de Guadalupe Victoria, desde ese entonces hasta la fecha todos los años se celebra a la Virgen de Guadalupe en la misma fecha, no se tiene dato histórico de algún percance en dichas festividades, el área total donde se realiza el evento es de 422.24 m<sup>2</sup>, determinando 6 personas por metro cuadrado el aforo aproximado sería de, 2,534 personas dentro del polígono referenciado en la imagen anterior.



Imagen 29 Google Festividad Virgen de Guadalupe en Guadalupe Victoria.

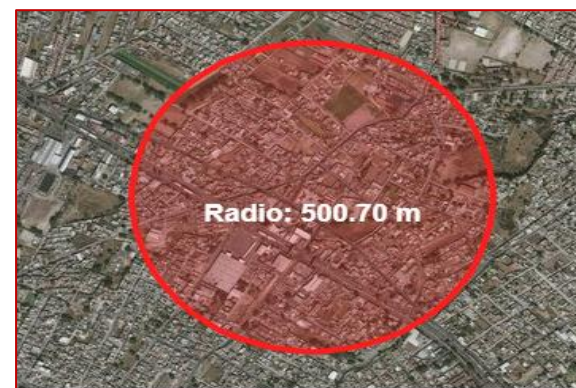


Imagen 30 Festividad Virgen de Guadalupe en Guadalupe Victoria fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED, Elaboración Propia.

Tabla 167 Analisis de exposición de la festividad de Guadalupe Victoria

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de Guadalupe Victoria.	
ÁREA TOTAL	0.82 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	24,260
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	5,557
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	1,615
TOTAL DE VIVIENDAS	6,985
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	1
ESCUELAS	11
SUPER MERCADOS	4
AEROPUERTOS	0
HOTELES	0
BANCOS	8
GASOLINERAS	0
PRESAS	0

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de Guadalupe Victoria.	
U.P.PECUARIA	0
COLONIAS	9
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	2,534

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

**i) Festividad de la 5ta Aparición Santa María Tulpetlac**



Considerado lugar Santuario, pues es aquí donde la Virgen de Guadalupe se le aparece a Juan Bernardino tío de Juan Diego indígena que atestiguo la aparición de ésta ante las autoridades canónicas de aquel entonces, el festejo se lleva a cabo en el atrio del santuario y calles aledañas a este contando con un área de 504.60 m<sup>2</sup>, como se muestra en la Imagen 31 determinando 6 personas por metro cuadrado el aforo aproximado sería de, 3,028 personas.

Imagen 31 Polígono de la Festividad de la Quinta aparición

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED



Imagen 32 Festividad de la 5ta Aparición, Sta. María



Imagen 33 Festividad de la 5ta Aparición, Sta. María Tulpetlac fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Tabla 168 Analisis de exposición de la festividad de la Quinta Aparición

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de La Quinta Aparición.	
ÁREA TOTAL	0.80 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	39,294
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	8,832
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	3,613
TOTAL DE VIVIENDAS	10,876
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0
ESCUELAS	10
SUPER MERCADOS	0
AEROPUERTOS	0
HOTELES	0
BANCOS	0
GASOLINERAS	0
PRESAS	0
U.P.PECUARIA	0
COLONIAS	8



LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	3,028

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

U.P.PECUARIA	0
COLONIAS	5
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	2,445

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

**j) Festividad de Santo Tomás Chiconautla**



En Tomás Chiconautla se da la celebración anual cada 21 de diciembre, en las inmediaciones del atrio y calles aledañas se brinda el festejo teniendo un área total de 407.24 m<sup>2</sup>, como se muestra en la Imagen 34 determinando 6 personas por metro cuadrado el aforo aproximado sería de, 2,445 personas.

Imagen 34 Polígono de la Festividad de Santo Tomas Chiconautla

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED



Imagen 35 Festividad Sto. Tomás Chiconautla



Imagen 36 Festividad Sto. Tomás Chiconautla fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

**k) Festividad de San Andrés de la Cañada**



En San Andrés de la cañada cada año el 30 de noviembre, se lleva a cabo su fiesta patronal recientemente con la creación del Mexicable la explanada de su estación terminal que coincide con el atrio de la iglesia fue restaurado y el área total es de 363.75 m<sup>2</sup>, como se muestra en la Imagen 37 determinando 6 personas por metro cuadrado el aforo aproximado sería de, 2,445 personas.

Imagen 37 Polígono de la Festividad de San Andrés de la Cañada

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED



Imagen 38 San Andrés de la Cañada.

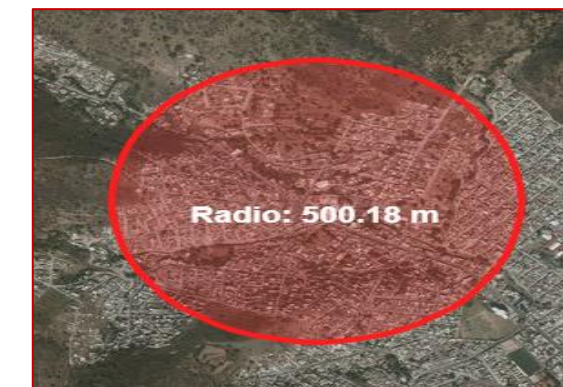


Imagen 39 Festividad de San Andrés de la Cañada fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Tabla 169 Analisis de exposición de la festividad de Santo Tomas Chiconautla

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de Santo Tomás Chiconautla.	
ÁREA TOTAL	0.77 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	7,961
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	2,023
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	480
TOTAL DE VIVIENDAS	2,255
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0
ESCUELAS	2
SUPER MERCADOS	1
AEROPUERTOS	0
HOTELES	1
BANCOS	1
GASOLINERAS	0
PRESAS	0

El análisis que se realizó en todos estos puntos de fiestas patronales parte desde la ubicación, posterior la delimitación del área de concentración y por último el área de dispersión encontrando lo que en la tabla siguiente se ejemplifica, para el diagnóstico del riesgo se contempla el número de personas, los espacios y las actividades que se realizan.

En todos estos no se encontró antecedentes de accidentes donde la vida de alguna persona se expusiera de forma desfavorable, por ello el riesgo con el que se evalúan las anteriores es: **BAJO** ■

Aunque cabe mencionar que al tener contacto con juegos pirotécnicos y con la propia concentración de personas, es importante tener actualizados los planes de contingencia y contar siempre con el auxilio de protección civil para tener a la mano las medidas precautorias.



Tabla 170 Elaboración Propia Datos del Atlas de Riego CENAPRED

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Festividad de San Andrés de la Cañada.	
ÁREA TOTAL	0.81 Km <sup>2</sup>
POBLACIÓN TOTAL	21,215
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	5,609
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	903
TOTAL DE VIVIENDAS	5,584
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0
ESCUELAS	4
SUPER MERCADOS	0
AEROPUERTOS	0
HOTELES	0
BANCOS	0
GASOLINERAS	0
PRESAS	0
U.P. PECUARIA	0
COLONIAS	4
LENGUAS INDÍGENAS	0
INAH	0
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	2,445

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Macro misa Papal.	
POBLACIÓN MENOR A 12 AÑOS	346
POBLACIÓN MAYOR A 60 AÑOS	343
TOTAL DE VIVIENDAS	612
ESCUELAS	0
COLONIAS	1
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	300,000

Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

## D Misa Multitudinaria "El Caracol".

Otra Celebración que fue única, y convoco a centenares de gente, el evento masivo hasta el día de hoy más grande que se ha dado hablando de celebraciones, la misa masiva que tuvo lugar el día 14 de febrero del 2016 en la Unidad de Estudios Superiores de Ecatepec y predio adyacente denominado el Caracol, en la colonia Las Américas, se hicieron delimitaciones que hicieron que en el sitio que tiene 45 hectáreas, permitirán restringir el cupo a solo 300 mil asistentes y es de mencionar que confirmados por la autoridad fue el aforo que se dio, no se registraron incidentes de relevancia algunas insolaciones y baja de presión de algunos asistentes sin llegar al traslado de alguno la atención se dio in situ sin mayor problema.



Imagen 40 Misa Masiva El Caracol.



Imagen 41 Misa Masiva fuente Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Tabla 171 Ecatepec de Morelos CENAPRED Atlas de Riesgo

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Macro misa Papal.	
ÁREA total	3.4 Km <sup>2</sup>
PERÍMETRO DE CONCENTRACIÓN POBLACIONAL	152,000m <sup>2</sup>
POBLACIÓN ALEDAÑA	2,076

## v. Fiestas Patrias



Imagen 42 Google Fiestas patrias Ecatepec de Morelos



Imagen 43 Festejo de las fiestas patrias Ecatepec de Morelos CENAPRED Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED..

Se dan en la cabecera municipal cada 15 de septiembre, se comienza por el acto cívico de honores a la bandera, el grito de independencia dado por el edil y posterior a esto los juegos pirotécnicos y la verbena popular, el aforo de personas en estas festividades es variado, pero dado a que son invitados a la verbena diversos grupos musicales la asistencia de personas depende mucho del cartel de artistas, tomando en cuenta el área total que es de 671.37 m<sup>2</sup>.

destinada a diversas actividades propias del evento queda un área de 470 m<sup>2</sup>, con un promedio de 1,880 personas.

Sin embargo, este año la asistencia fue de 50 mil personas las que asistieron a estas fiestas populares realizadas en Ecatepec, reunidas en la explanada y kiosco municipal, la celebración registró saldo blanco,

debido a los operativos de seguridad implementados por autoridades locales, Protección Civil, y la restricción en la venta de bebidas alcohólicas.

Teniendo en cuenta el análisis de susceptibilidad de CENAPRED, se obtiene que la variable arroja un índice **BAJO** ■

### Accidentes derivados del comportamiento



El ser humano tiene como característica el ser social e interactuar con sus congéneres de forma pacífica y amigable, sin embargo, también se puede dar situaciones de conflicto debido a actitudes o momentos de crisis en los que se desboque el ánimo y confluya en una agresión hacia el mismo.

Imagen 44 Polígono 30-30 CENAPRED, Elaboración propia.

*Tabla 172 Ecatepec de Morelos CENAPRED Atlas Nacional de Riesgo*

En la madrugada del 6 de julio del 2014, se llevó a cabo un baile de música popular mexicana y el aforo de personas fue rebasado, debido a una trifulca interna entre los asistentes se dio un desplazamiento masivo hacia las salidas provocando que las personas pasaran por encima de estas y que se subieran a una barda que separaba el predio de un estacionamiento que se encuentra ahí, propiedad del centro comercial adyacente provocando que hubieran varios heridos que fueron trasladados a la Cruz Roja, Clínica 68 del IMSS en Tulpetlac y del ISSEMYM, para su atención médica, a pesar de, fallecieron tres personas.

Es importante tomar en cuenta la práctica de simulacros a los municipios que tengan festividades en zonas con alta y muy alta marginación; así como los que cuenten con un mayor número de población.

El lugar de celebración de eventos es un descampado que cuenta con un área total de 1,669 m<sup>2</sup> descontando un 35% de su área para almacenamiento y ubicación de escenario queda un perímetro de 1,085 m<sup>2</sup>, dado que el aforo idóneo es de 4 personas por metro cuadrado este sería de 4,340 personas paradas con espacio suficiente para moverse.

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y EXPOSICIÓN. Explanada 30-30.	
AREA	1,669 m <sup>2</sup>
PERÍMETRO DE CONCENTRACIÓN POBLACIONAL	1,185 m <sup>2</sup>
COLONIAS	2
Total de personas por mt <sup>2</sup> en el perímetro	7,110



Imagen 45 Lienzo charro de Sta. María Tulpetlac



Imagen 46 Lienzo charro "La Valentina" de los fragoso Guadalupe Victoria.

Se cuenta además con dos recintos que promueven la charrería dentro del municipio uno de ellos es el lienzo charro llamado Rancho Alegre de Tulpetlac y el otro es el lienzo charro "La Valentina", creado por la familia Fragoso en el pueblo de Guadalupe Victoria ambas asociaciones afiliadas a la Federación Mexicana de Charrería.

En el lienzo charro "Rancho Alegre", tiene un área de gradería para 850 personas sentadas, en el redondel o ruedo caben alrededor de 1600 personas. aforo máximo de 2,500 personas.

En el lienzo charro la valentina se tiene un aforo aproximado de 350 personas sentadas y alrededor de 1600 de pie con un total aproximado de 1,950 personas.

Las especificaciones estándar de un lienzo charro consisten en una manga de lienzo de 12 metros de ancho por 60 metros de largo que conduce a un círculo o redondel "ruedo" de 40 metros de diámetro y son dictadas por el Reglamento General de Competencias de la Federación Mexicana de Charrería.

Se ofrece charreadas, jaripeos, rodeos corridas de toros en ambos recintos, y participan en el desfile de cada año en el municipio el 16 de septiembre por calles de Guadalupe Victoria y Centro de San Cristóbal Ecatepec.

### vi. CONCENTRACIONES MASIVAS.

Las concentraciones masivas se interpretan como la convergencia de una gran cantidad de personas en un área delimitada, variando el tamaño de estas, la concentración de población por sí misma no tiene que ser trágica o terminar en un accidente o un desastre, para que esto suceda deben involucrarse otros factores como son el desconocimiento o incumplimiento de las medidas de seguridad y autoprotección, la imprudencia, el desorden la falta de preparación y el no acatar las normas y medidas.

Por lo anterior cada evento de este tipo deberá ser analizado previamente para evaluar el riesgo y tomar medidas de prevención o corrección. En el municipio desde el 2015 hasta la fecha se han llevado a cabo estos eventos de índole masiva por entretenimiento u otras causas sin ningún antecedente histórico de incidente alguno.

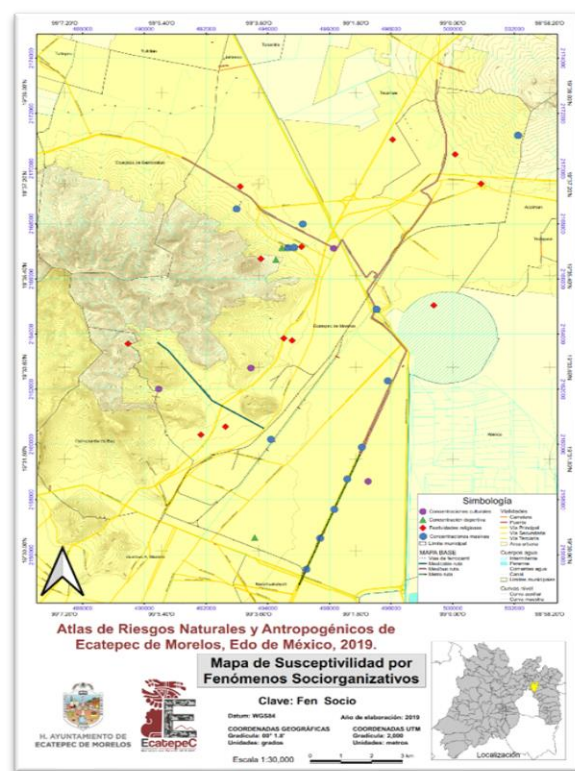


tomando en cuenta la valoración señalada por CENAPRED, el riesgo de que ocurra algún incidente existe, aunque al momento de la evaluación es: **BAJO** ■



Gráfica 41 Eventos Masivos

Fuente: Elaboración propia Datos de Medios de Comunicación.



Mapa 80 Susceptibilidad por Fenómenos Socio organizativos

Fuente: Elaboración Propia Datos Medios de Comunicación.

### vii. Eventos Deportivos y Culturales.

Los eventos deportivos en el municipio se han caracterizado por una peculiaridad, son encabezados por deportistas habitantes del municipio que han sido reconocidos en su especialidad, esto enfocado a dar

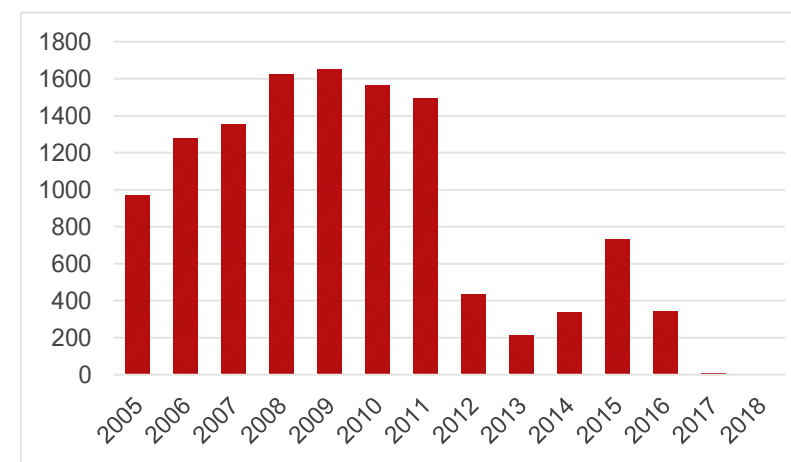
aliciente a los demás pobladores para que se hagan partícipes de dichas disciplinas, los datos que se tienen como referencia son peleas de box que han ganado popularidad, eventos de lucha libre, y eventos nacionales de tae kan do.

Los eventos culturales son aquellos en que las bellas artes son reconocidas y admiradas en el municipio se cuenta con una sinfónica juvenil, y por medio de contratación o participación de grupos artísticos del municipio.

Los eventos de este origen han ocurrido esporádicamente, Se tienen algunos registros que no permiten hacer una evaluación detallada y la falta de datos de los percances que se han suscitado en ellos, adicionalmente gracias a la planeación y programación que se realiza año con año se han evitado situaciones que provoquen algunas crisis. la medición obtenida es: **BAJO** ■

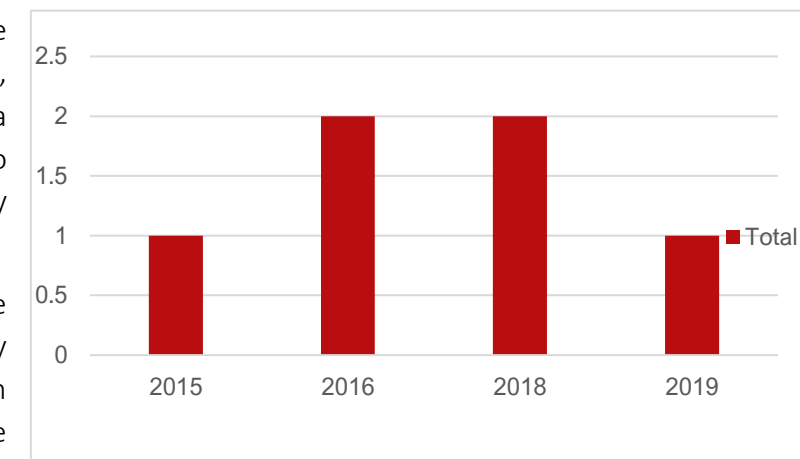
### viii. Accidentes de Transporte.

En su mayoría los accidentes terrestres son de carácter vehicular, hay diferentes factores que incrementan el riesgo de que estos sucedan dentro del municipio, la principal ser una zona de paso del centro hacia el interior de la república y viceversa, esto hace que el tráfico de transporte pesado que es considerable más el tránsito de vehículos locales sature las principales carreteras, el ser el municipio más poblado del Estado de México.



Gráfica 42 Total de Personas Heridas.

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

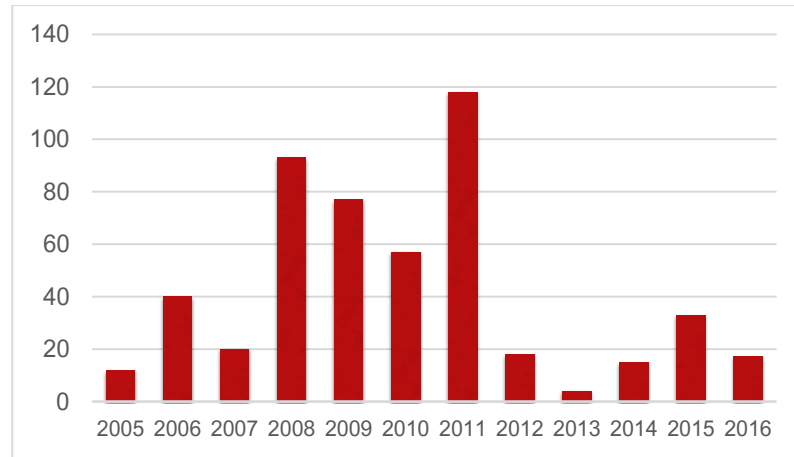


Gráfica 43 Eventos Deportivos.

Fuente: Elaboración propia Datos de Medios de Comunicación.

Se tiene una tasa de 1268 automóviles por cada 1000 viviendas (particular habitada), la cual supera la tasa nacional de 442 automóviles, por lo que en este municipio existe un número importante de vehículos en circulación.

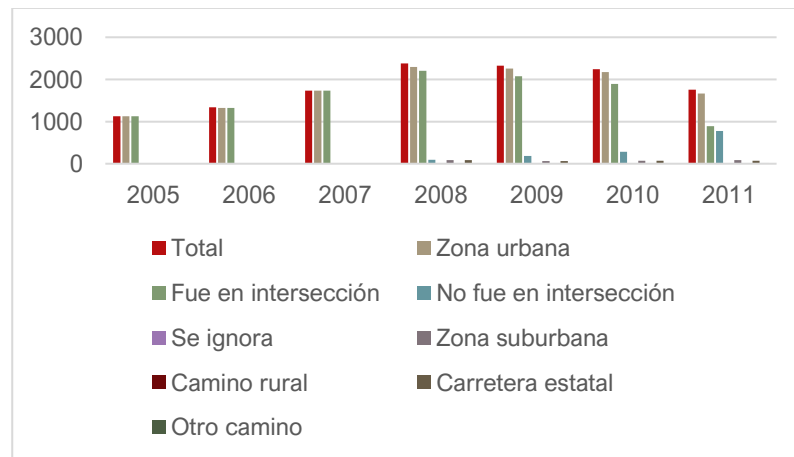
Las vías primarias del municipio son la Autopista México-Pachuca, Autopista México-Pirámides, Carretera Federal libre a Pachuca, Carretera Federal México- Texcoco-Lechería, Circuito Exterior Mexiquense, que en su total son 55 kilómetros de los cuales 16 son del Troncal Federal y 39 Alimentadoras estatales, en su mayoría los accidentes se suscitan en éstas.



Gráfica 44 Total de Personas Fallecidas.

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Tomando como referencia los datos del año 2015 se registraron 3,430 accidentes con una tasa de 207 siniestros por cada 100,000 habitantes. Con respecto al número total de muertes por accidentes de tránsito, En Ecatepec, se tuvo un total de 33 fallecidos con una tasa de 1.99 fatalidades por cada 100,000 habitantes (INEGI, 2005, 2018.)

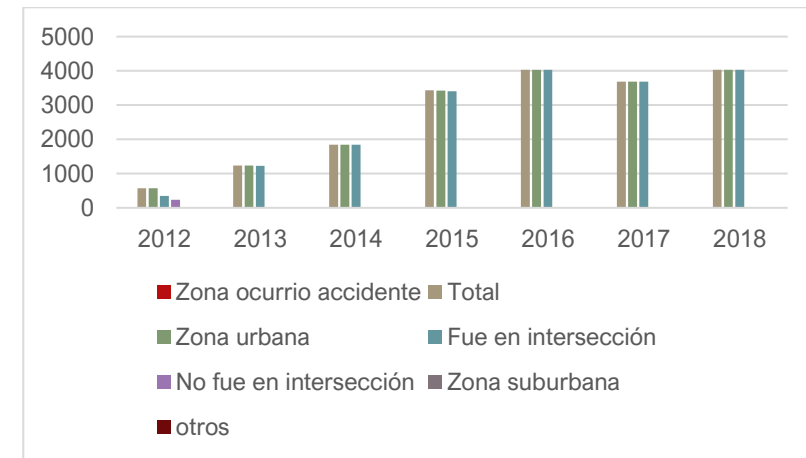


Gráfica 45 Zona Ocurrencia Accidente.

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Tabla 173 INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Zona ocurrió accidente</b>							
Total	1129	1335	1736	2382	2323	2240	1755
Zona urbana	1127	1324	1732	2297	2261	2171	1667
Fue en intersección	1127	1321	1730	2203	2079	1890	892
No fue en intersección	0	3	2	94	182	281	775
Se ignora	0	0	0	0	0	0	0
Zona suburbana	2	11	4	85	62	69	88
Camino rural	0	6	1	1	0	0	0
Carretera estatal	0	0	2	84	62	69	71
Otro camino	2	5	1	0	0	0	17
Sin evento	0	0	0	0	0	0	0
Total	1129	1335	1736	2382	2323	2240	1755



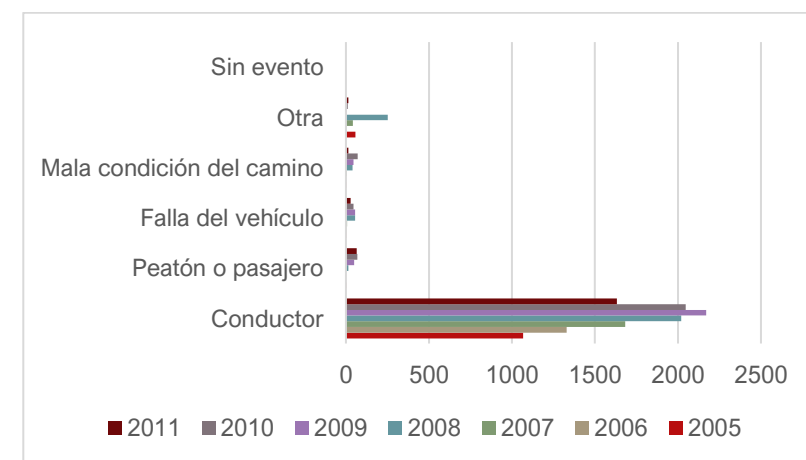
Gráfica 46 Zona Ocurrencia Accidente.

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Tabla 174 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Zona ocurrió accidente</b>							
Total	574	1240	1847	3430	4027	3684	4031
Zona urbana	574	1239	1841	3423	4027	3684	4031
Fue en intersección	343	1230	1840	3403	4027	3684	4031
No fue en intersección	231	9	1	20	0	0	0
Zona suburbana	0	1	6	7	0	0	0
otros	0	2	12	14	0	0	0
Carretera estatal	0	1	6	7	0	0	0
Carretera estatal	0	0	0	0	0	0	0
Otro camino	0	0	0	0	0	0	0
Sin evento	0	0	0	0	0	0	0
Total	574	1240	1847	3430	4027	3684	4031

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 47 Causas de Accidente.

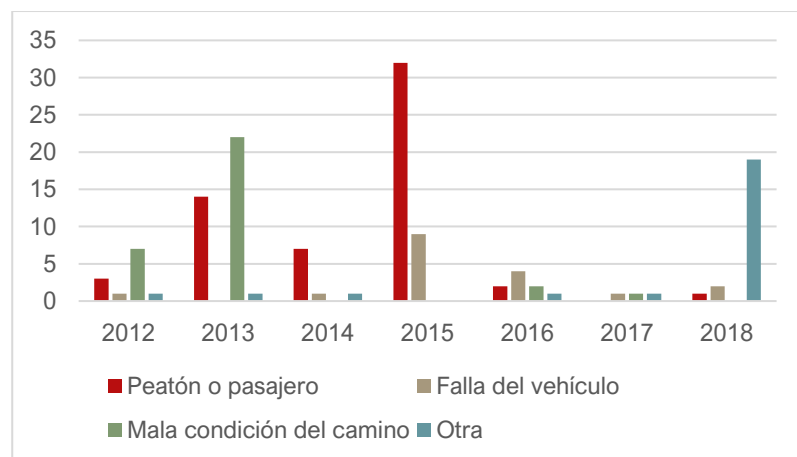
Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.



Tabla 175 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Causa del accidente</b>							
Conductor	1068	1330	1682	2020	2170	2047	1632
Peatón o pasajero	1	0	0	14	49	68	65
Falla del vehículo	1	3	7	56	56	45	29
Mala condición del camino	1	1	6	40	45	70	15
Otra	58	1	41	252	3	10	14
Sin evento	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1129</b>	<b>1335</b>	<b>1736</b>	<b>2382</b>	<b>2323</b>	<b>2240</b>	<b>1755</b>

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 48 Causas del Accidente.

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Tabla 176 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Causa del accidente</b>							
Conductor	562	1203	1838	3389	4018	3681	4009
Peatón o pasajero	3	14	7	32	2	0	1
Falla del vehículo	1	0	1	9	4	1	2
Mala condición del camino	7	22	0	0	2	1	0
Otra	1	1	1	0	1	1	19
Sin evento	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>574</b>	<b>1240</b>	<b>1847</b>	<b>3430</b>	<b>4027</b>	<b>3684</b>	<b>4031</b>

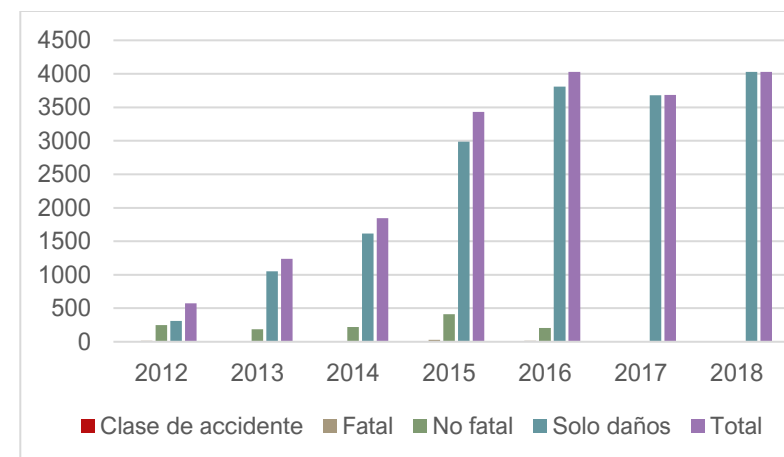
Gráfica 49 Clase de Accidente.

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Tabla 177 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Clase de accidente</b>							
Fatal	11	35	19	61	52	39	39
No fatal	595	714	808	876	858	833	781
Solo daños	523	586	909	1445	1413	1368	935
<b>Total</b>	<b>1129</b>	<b>1335</b>	<b>1736</b>	<b>2382</b>	<b>2323</b>	<b>2240</b>	<b>1755</b>

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 50 Clase de Accidente.

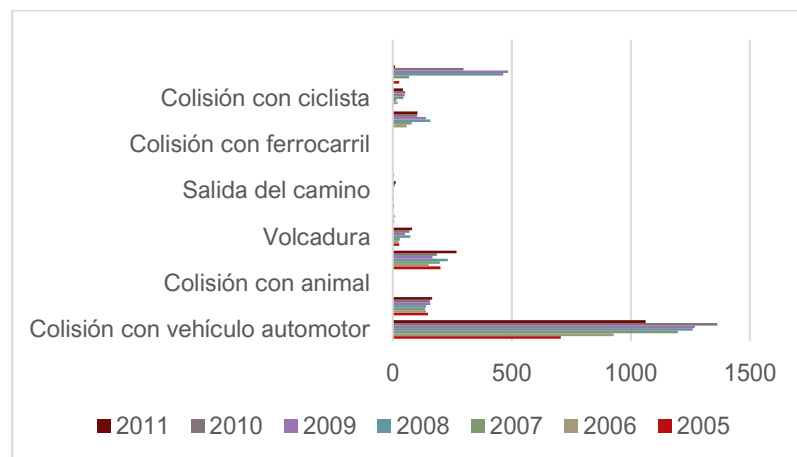
Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Tabla 178 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Clase de accidente</b>							
Fatal	15	3	11	31	14	0	0
No fatal	249	186	221	413	204	4	1
Solo daños	310	1051	1615	2986	3809	3680	4030
<b>Total</b>	<b>574</b>	<b>1240</b>	<b>1847</b>	<b>3430</b>	<b>4027</b>	<b>3684</b>	<b>4031</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 180 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.



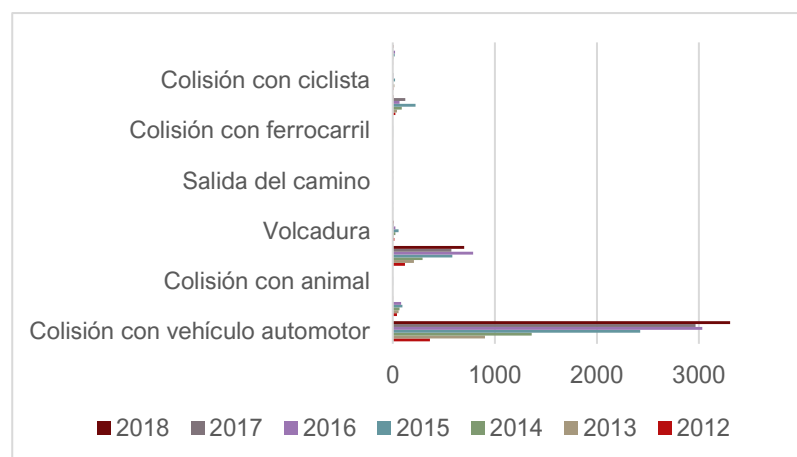
Gráfica 51 Tipo de Accidente.

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Tabla 179 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Tipo de accidente</b>							
Colisión con vehículo automotor	706	928	1198	1260	1269	1363	1062
Colisión con peatón (atropellamiento)	148	140	136	140	158	156	165
Colisión con animal	1	1	1	1	0	0	0
Colisión con objeto fijo	201	151	198	231	167	186	268
Volcadura	27	24	29	74	51	70	81
Caída de pasajero	5	3	8	2	2	4	6
Salida del camino	4	3	1	4	0	9	12
Incendio	5	0	0	2	1	0	2
Colisión con ferrocarril	0	1	1	2	1	1	2
Colisión con motocicleta	1	58	80	157	140	102	104
Colisión con ciclista	4	20	15	45	50	52	43
Otro	27	6	69	464	484	297	10

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

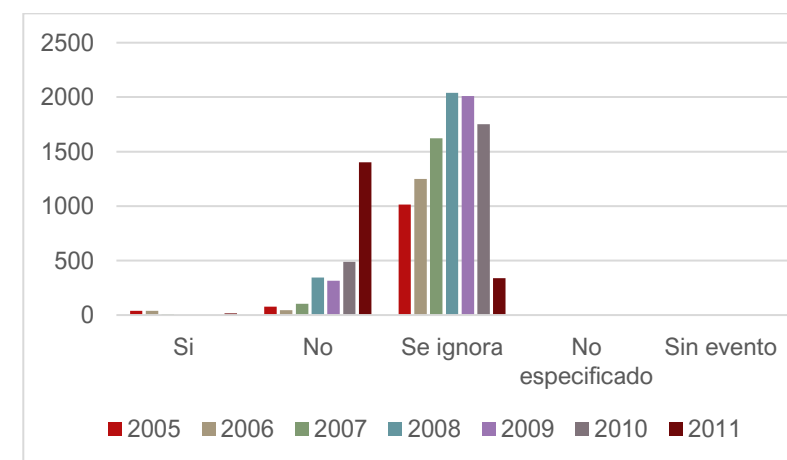


Gráfica 52 Tipo de Accidente.

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Tipo de accidente</b>							
Colisión con vehículo automotor	364	904	1362	2424	3032	2966	3306
Colisión con peatón (atropellamiento)	41	57	67	95	81	3	1
Colisión con animal	0	0	1	1	3	0	0
Colisión con objeto fijo	120	208	293	585	786	574	699
Volcadura	16	11	24	56	26	9	11
Caída de pasajero	0	0	1	0	1	0	0
Salida del camino	0	0	0	0	1	0	1
Incendio	0	0	0	0	0	0	0
Colisión con ferrocarril	0	1	2	4	1	0	0
Colisión con motocicleta	24	42	88	224	67	124	8
Colisión con ciclista	8	15	4	22	6	5	0
Otro	1	2	5	19	23	3	5
Total	574	1240	1847	3430	4027	3684	4031

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.



Gráfica 53 Condición de Aliento Alcohólico.

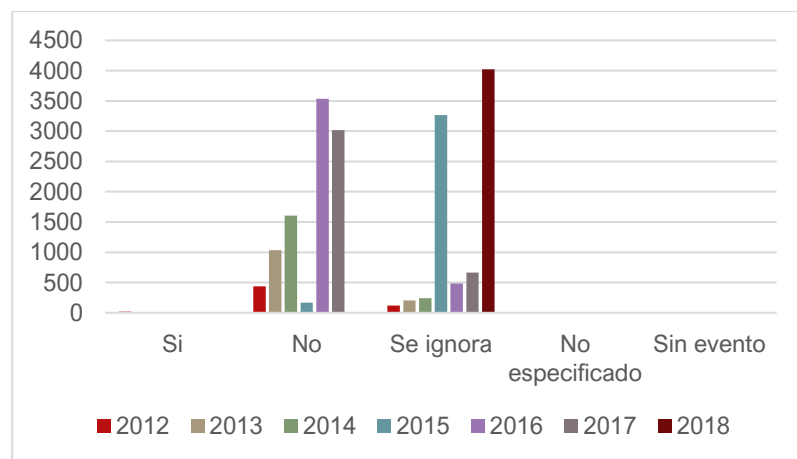
Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Tabla 181 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Condición de aliento alcohólico</b>							
Si	38	39	10	0	0	0	14
No	78	46	104	343	314	487	1402
Se ignora	1013	1250	1622	2039	2009	1753	339
No especificado	0	0	0	0	0	0	0
Sin evento	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.





Gráfica 54 Condición de Aliento Alcohólico.

Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Tabla 182 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

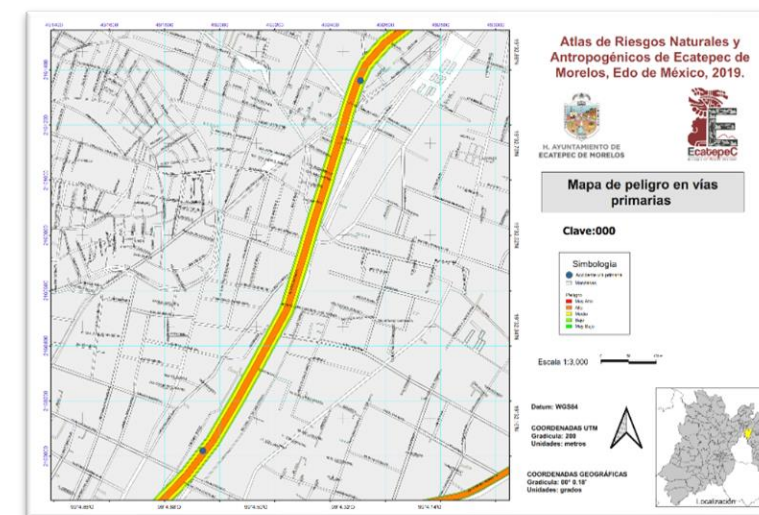
Histórico de Accidentes Terrestres en Ecatepec de Morelos.							
AÑOS	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Condición de aliento alcohólico</b>							
Si	19	2	0	0	4	5	0
No	437	1034	1608	165	3537	3015	11
Se ignora	118	204	239	3265	486	664	4020
No especificado	0	0	0	0	0	0	0
Sin evento	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, de todo lo antes expuesto, entre las causas principales de los accidentes fatales en Ecatepec destacan:

- Imprudencia del conductor o del peatón,
- Exceso de velocidad de
- Conducción del vehículo en estado de ebriedad.

Las muertes por tipo de víctima en el mismo periodo se distribuyeron de la siguiente manera: el 31.3% de las personas fallecidas fueron los conductores de los vehículos, el 39.6% los peatones, los pasajeros significaron un 25%, y finalmente, los ciclistas un 4.2%.



Mapa 81 Peligro y área de Influencia en Vías primarias.

Fuente: Elaboración propia



Mapa 82 Peligro y área de Influencia en Vías Secundarias.

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las vialidades dentro del municipio se realizó el análisis de la vía primaria denominada Carretera México-Pachuca, tratando de ejemplificar como es su distribución se dice que cuenta con 8 carriles cuatro con circulación hacia el norte, y cuatro con circulación hacia el sur, cada uno de estos con un ancho de 3.5 m, dando un total de 28 m, se le sumo 1.5 m de barrera central, 2 metros de cada lado reservados al acotamiento, más un excedido de 1.5 m de cada lado, esto con la finalidad de darle mayor seguridad a la vialidad, por lado es de 31.5 m de cada uno separados por el metro y medio de la barrera central, la mayoría de los accidentes ocurren en el carril central y de baja teniendo este punto como el de mayor impactación con un 60%, el 95% en intersecciones, en los acotamientos y excedidos, solo el 20% y el otro 30% con diferentes causas.

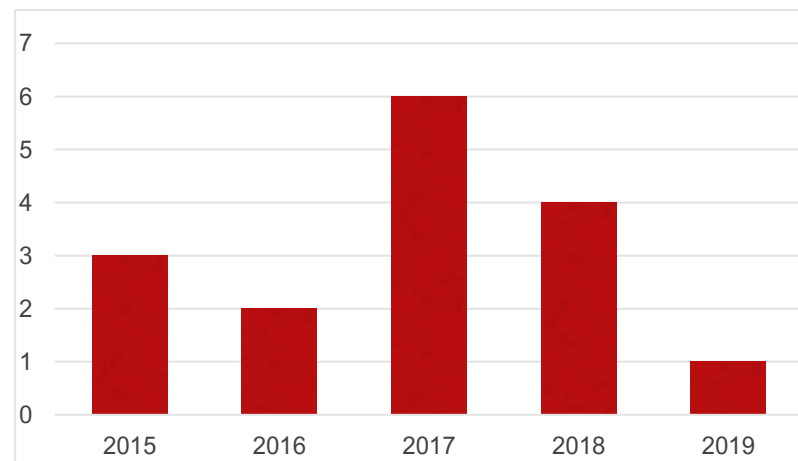
las medidas estándar de los carriles para autopistas y carreteras, donde la velocidad rebasa los 60 km/h. es de 3.50 m, con un excedido de 1m la carretera México-Pachuca, considerada vía primaria cuenta con 8 carriles divididos por una barrera central de 1.5 m y quedando 4 carriles para cada lado de la circulación, el total de carriles suman 20 m, más el acotamiento que mide 2 m, y un excedido de 1.5 m.

En el caso de las vialidades secundarias, como lo es la Vía Morelos que cuenta con 4 carriles, 2 hacia el norte y 2 hacia el sur, cada carril mide 3.5 m con una barra central de 1m, y acotamiento de 50 cm. La mayoría de los accidentes en este caso se dan, en los carriles de baja y velocidad media ya que a las colisiones son por accenso y descenso de pasajeros, el 90% de los automotores involucrados son autotransporte público, y debido al gran aforo vehicular el riesgo de accidentes aumenta.

La evaluación obtenida de este fenómeno es: que, al tener en su territorio carreteras de acceso a la Ciudad de México, tiene mayor susceptibilidad de ocurrencia de accidentes por los diferentes factores expuestos anteriormente, la categoría obtenida en esta variable es de **ALTO**

### ix. Accidentes relacionados al Mexibus

El Mexibus es un sistema de autobús de tránsito rápido que se encuentra en el Estado de México y el Distrito Federal. En la porción que se encuentra dentro del Municipio de Ecatepec, el Mexibus tiene una longitud de 14.6 km en la línea 1 y de 8 km en la línea 2, hay 16 estaciones de la línea Mexibus II y 22 estaciones de la línea Mexibus I. Los accidentes relacionados con el tienen que ver principalmente con la invasión del carril confinado por parte de vehículos particulares, motocicletas, peatones y transporte público de otras categorías. Generalmente, son los invasores del carril quienes producen el accidente, y quienes resultan más afectados. A continuación, se presentan los accidentes más recientes relacionados al Mexibus dentro del Municipio.



Gráfica 55 Accidentes Mexibus.

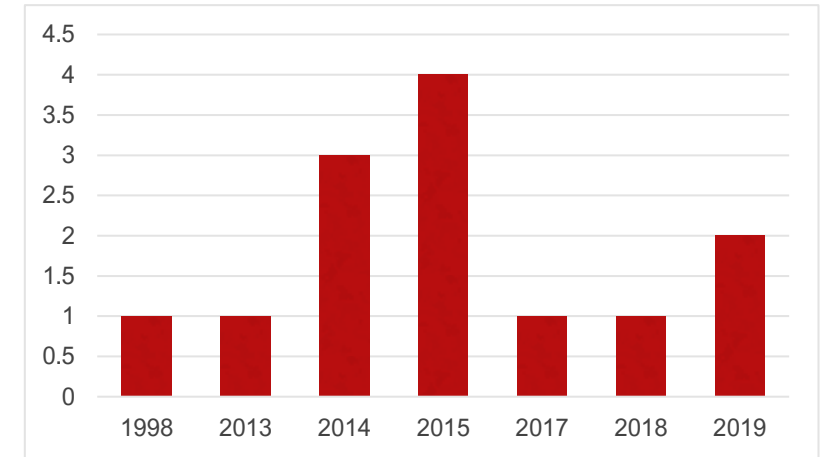
Fuente: Elaboración propia Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.

Los datos que se tiene en accidentes de este transporte público reflejan un índice menor a los de transporte privado, bien sea por que es de reciente creación o por que las medidas internas de este son efectivas y han decantado en una tasa baja de susceptibilidad, por tanto, la variable obtenida en este caso es: **BAJO**

### x. Accidentes Ferroviarios

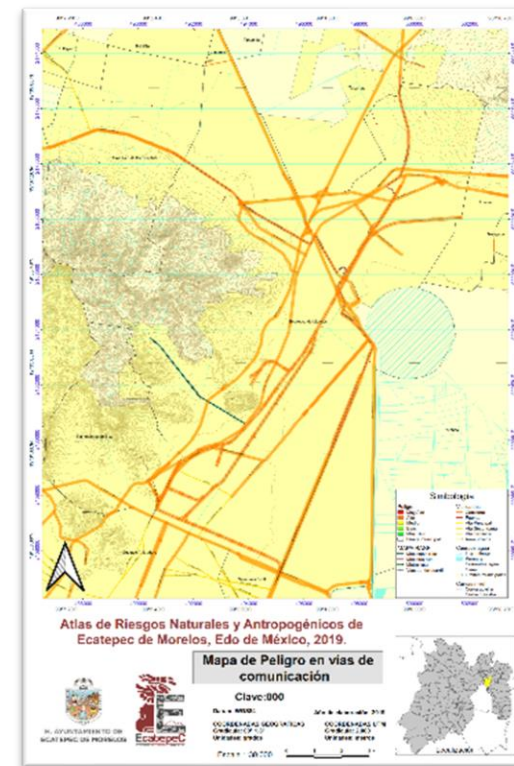
Los accidentes ferroviarios que se han dado en el municipio han sido pocos teniendo su pico en el año 2015 registrándose 4 accidentes, esto no permite ver que donde se presentan principalmente son en los cruces de vías, dándose la mayoría sobre Avenida Carlos Hank González.

En estos la mayor perdida es de índole material no obstante también se encuentra reportes de personas accidentadas y desgraciadamente fallecidas, también se tiene un registro de descarrilamiento de furgones debido a la falta de mantenimiento de los durmientes.



Gráfica 56 Accidentes Ferroviarios.

Fuente: Elaboración propia Datos Diversos Medios de Comunicación.



En la Gráfica anterior se muestra la cantidad de accidentes por año, tomando en cuenta lo anterior, así como el número de accidentados y personas fallecidas, se realizó el cálculo de frecuencia y tasas de ocurrencia llegando a la conclusión que el grado de peligro obtenido es:

**BAJO**

Mapa 83 Mapa de Peligro en Vías de Comunicación.

Fuente: Elaboración propia





Mapa 84 DE peligro En Vías de Ferrocarril.

Fuente: Elaboración propia

### V.5.2 Terrorismo Sabotaje y Vandalismo.

De acuerdo con la Resolución 1566 del Consejo de Seguridad de la Organización de las Naciones Unidas (2004), el terrorismo se define como Actos criminales, inclusive contra civiles, cometidos con la intención de causar la muerte o lesiones corporales graves o de tomar rehenes con el propósito de provocar un estado de terror en la población en general, en un grupo de personas o en determinada persona, intimidar a una población u obligar a un gobierno o a una organización internacional a realizar un acto, o a abstenerse de realizarlo.

Y en el entorno de la legislación de nuestro país en el código penal federal se menciona lo siguiente:

(Codigo Penal Federal, 2017)Terrorismo: Artículo 139. Se impondrá pena de prisión de seis a cuarenta años y hasta mil doscientos días multa al que utilizando sustancias tóxicas, armas químicas, biológicas o por cualquier otro medio violento, intencionalmente realice actos en contra de bienes o servicios, ya sea públicos o privados, o bien, en contra de la integridad física, emocional, o la vida de personas, que produzcan alarma, temor o terror en la población o en un grupo o sector de ella, para atentar contra la seguridad nacional o presionar a la autoridad o a un particular, u obligar a éste para que tome una determinación.

En el municipio de Ecatepec de Morelos, en los últimos años se han detectado ciertos actos que por la autoridad el INAI (Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales) se ha reconocido la actividad bélica y se le ha pedido a la autoridad competente la SEIDO (subprocuraduría especializada en investigación de delincuencia organizada) que aclare si existen grupos terroristas en la Nación sin obtener una respuesta contundente.

“Aunque las autoridades oculten las cosas, adelantamos que las bombas seguirán *explosionando* en lugares públicos durante estas fechas, lo demostraron los cómplices de la Secta Pagana de la Montaña y lo reiteramos nosotros.” químicas, biológicas o por cualquier otro medio violento, intencionalmente realice actos en contra de bienes o servicios, ya sea públicos o privados, o bien, en contra de la integridad física,

emocional, o la vida de personas, que produzcan alarma, temor o terror en la población o en un grupo o sector de ella, para atentar contra la seguridad nacional o presionar a la autoridad o a un particular, u obligar a éste para que tome una determinación.

En el municipio de Ecatepec de Morelos, en los últimos años se han detectado ciertos actos que por la autoridad el INAI(Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales) se ha reconocido la actividad bélica y se le ha pedido a la autoridad competente la SEIDO (subprocuraduría especializada en investigación de delincuencia organizada) que aclare si existen grupos terroristas en la Nación si obtener una respuesta clara más sin embargo estos actos se han documentado y a continuación se mencionan.

Un grupo anárquico denominado “Individualistas tendiendo a lo salvaje “, hicieron llegar este escrito después de detonar una bomba en Coacalco de Berriozábal, “Por medio de este breve comunicado, nos responsabilizamos del explosivo detonado a las afueras del centro comercial Power Center en Coacalco, Estado de México el 26 de diciembre del presente año.

“Abandonamos la bomba en el puente peatonal al filo de las 20:00 hrs, la detonación se escuchó a varios metros a la redonda y dañó una de las estructuras de concreto del puente sin que se registraran heridos, una lástima.

“Nuestro odio misantrópico se traduce en heridas y terror para los humanos que pululan por todos lados con esas asquerosas ansias de consumo desenfrenado, que se ..... TODOS.

“Aunque las autoridades oculten las cosas, adelantamos que las bombas seguirán *explosionando* en lugares públicos durante estas fechas, lo demostraron los cómplices de la Secta Pagana de la Montaña y lo reiteramos nosotros.

Se han registrado otros actos Como el ocurrido el 13 de febrero de este año un artefacto que hizo explosión en la capilla del Santísimo de la Catedral de Ecatepec; horas antes elementos del Ejército mexicano desalojaron a usuarios y funcionarios.

“El 22 de febrero fueron quemadas dos unidades articuladas del Mexibús a unas horas de una falsa alarma de bomba en la plaza comercial Las Américas de Ecatepec. Este hecho desató el pánico entre los vecinos porque cerca del lugar se ubica una gasolinera. Pesquisas apuntaron a que el incendio de las unidades pudo ser provocado por bombas molotov. En todos estos casos, **no hubo** detenidos” (Exelsior)



Imagen 47 Datos de Medios de Comunicación.

Imagen 48 Datos de Medios de Comunicación.



Imagen 49 Datos de Medios de Comunicación.

Fuente: [excelsior.com.mx/nacional/el-grupo-terrorista-its-pone-en-jaque-al-estado-de-mexico/1299712](http://excelsior.com.mx/nacional/el-grupo-terrorista-its-pone-en-jaque-al-estado-de-mexico/1299712)

### V.5.3 El Sabotaje

El sabotaje es considerado un riesgo artificial, como una actividad dañina y perjudicial para cualquier instalación el cual se ejecuta con el propósito de paralizar de manera parcial o total las actividades que en ella se realizan. Además de la paralización de las actividades, también se busca con el sabotaje producir daños a las estructuras de los edificios, a las maquinarias y equipos, destrucción de archivos y otros bienes de la organización, pudiéndose extender los mismos atentando contra la integridad física de las personas.

Esta acción normalmente puede ser realizada por algún empleado o miembro de la organización, o bien por un elemento extraño que penetra a la instalación con la finalidad de llevar a cabo este propósito. Existen diferentes motivos que le asisten a un saboteador para producir daños en maquinarias, equipos, áreas restringidas, almacenes, depósitos, archivos clasificados y otras dependencias. Estos motivos pueden ser por dinero, venganza, odio, ideología, chantaje, inconformidad, presión, crear pánico, por razones de acción bélica que forma parte de las operaciones para destruir al enemigo o neutralizar el flujo o apoyo de abastecimiento logístico a las unidades militares.

Cabe señalar que existen diferentes tipos de sabotaje; entre los cuales podemos mencionar los siguientes: sabotaje mecánico, sabotaje psicológico, sabotaje químico, sabotaje incendiario, sabotaje bacteriológico, sabotaje con explosivos militares e industriales, sabotajes con artefactos explosivos improvisados, sabotaje mediante acciones de interferencias en las comunicaciones y otras actividades realizadas con el fin de lograr el propósito planteado al inicio del enfoque de este riesgo.

Algunas medidas generales, procedimientos o acciones que se pueden aplicar en una instalación para contrarrestar o minimizar la posibilidad de ocurrencia del Sabotaje; son las siguientes:

- Establecer y operar un eficiente sistema de identificación, registro y control de personas, paquetes y vehículos.
- Disponer de adecuados equipos y dispositivos de detección de intrusos y de artefactos explosivos.
- Efectuar supervisiones constantes en las áreas de trabajo para detectar posibles saboteadores internos. Esta actividad puede ser coordinada, dirigida y apoyada por supervisores de guardia como miembros de la Fuerza de Protección.

- Elaborar y divulgar internamente los planes de emergencia para atender situaciones de sabotajes.
- Mantener en lo posible registros de personas con antecedentes de actividades subversivas o de sabotaje. Sería conveniente establecer coordinaciones con los organismos de Seguridad del Estado.
- Llevar un control de empleados y obreros descontentos o que con frecuencia asumen una actitud negativa en contra de las disposiciones establecidas en la instalación ya que podrían ser considerados como potenciales saboteadores.
- Elaborar y conducir un eficiente programa educativo en materia de protección física de instalaciones con el propósito de orientar al personal sobre aspectos relacionados a los daños que podrían producirse en casos de sabotajes y las consecuencias legales.
- Hacer uso adecuado de la Fuerza de Protección en cuanto a las actividades de vigilancia y observación se refiere. En las puertas de acceso es conveniente emplear hombres con mucha malicia, habilidad y astucia, así como también tengan un gran sentido de responsabilidad en el cumplimiento de sus funciones. Con la ayuda de los dispositivos de detección que se utilizan en apoyo, este personal contribuirá favorable. (Civil).

### V.5.4 Vandalismo

Vandalismo: Actos lascivos en contra de la sociedad que perturban la paz pública (CENAPRED, Fenómenos socio-organizativos)

El vandalismo es un delito que se da cuando una persona destruye o profana los bienes de otra persona sin permiso.

El vandalismo es una categoría amplia de delitos que se utiliza para describir una variedad de conductas. En general, el vandalismo incluye cualquier conducta intencional destinada a destruir, alterar o profanar los bienes que pertenece a un tercero.

Las conductas comunes que pueden conducir a un cargo por vandalismo incluyen:

- Rociar pintura en los bienes de otro con el propósito de profanarlos;
- Arrojar huevos al automóvil o ventana de otro;
- Pasar una llave (o rayar) por la pintura del automóvil de alguien;
- Romper las ventanas de alguien;
- Profanar los bienes públicos con un grafiti y otras formas de "arte";
- Pinchar los neumáticos de alguien;
- Dañar bancos del parque y
- Alterar o derribar señales de tránsito;
- Patear o dañar los bienes de alguien con sus manos o pies, entre otras conductas.

Además, una persona que posee los medios para cometer actos de vandalismo, incluida la posesión de una broca, cortadora de vidrio u otra sustancia, también puede enfrentar cargos por vandalismo en determinadas circunstancias (por ejemplo, una persona menor de dieciocho años que lleva una lata de pintura en aerosol en un parque o en propiedad escolar). (Internacional)



El vandalismo está cubierto por leyes estatales y varía según el estado. Algunos estados se refieren a los actos de vandalismo como "daños delictivos", "transgresión maliciosa", "conducta maliciosa" u otros términos. En un esfuerzo por controlar el impacto del vandalismo, muchos estados tienen leyes específicas que pueden disuadir ciertas formas de vandalismo. Por ejemplo, algunos estados tienen "leyes locales de contenedores de aerosol" que limitan la compra de contenedores de pintura en aerosol u otras "herramientas de vandalismo" que podrían utilizarse para pintar grafitis o con fines de vandalismo.

Además, algunos estados tienen leyes que prohíben el vandalismo a ciertos tipos de bienes, como automóviles, iglesias, propiedad escolar e instalaciones gubernamentales.

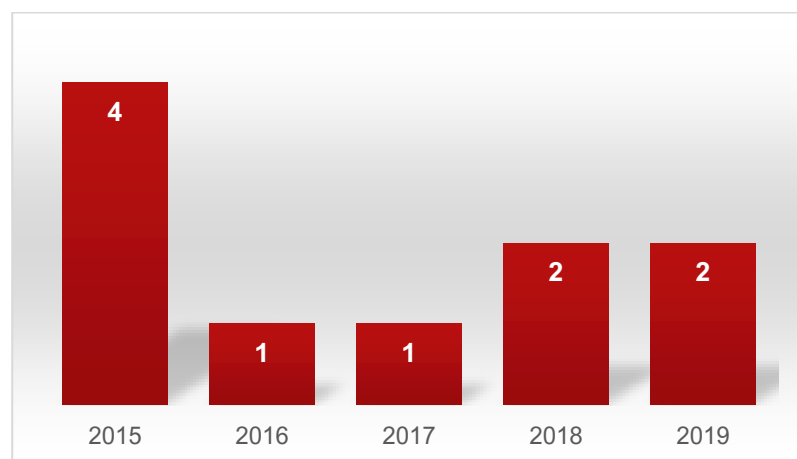
Por otra parte, algunos estados tienen leyes que prohíben los actos específicos de vandalismo, como romper ventanas, pintar grafitis y usar sustancias artificiales para destruir propiedad ajena.

(Codigo Penal Federal, 2017) En el artículo 381. Del Código Penal Federal se hace mención de lo siguiente: Además de la pena que les corresponda conforme a los artículos 370 y 371, se aplicarán al delincuente las penas previstas en este artículo, en los casos siguientes:

VIII. Cuando se cometa aprovechando las condiciones de confusión que se produzcan por catástrofe o desorden público;

Esta figura jurídico penal es conocida comúnmente como *rapiña*, o vandalismo.

En el municipio se tienen diversas noticias acerca de vandalismo, pero ninguna confirmada oficialmente por parte de la autoridad en la prensa nacional se tiene los siguientes datos.



Gráfica 57 Vandalismo.

Fuente: Elaboración propia Datos de Medios de Comunicación.

En función de lo anterior, se determinó que el riesgo por vandalismo en el Municipio de Ecatepec es **BAJO**.

### V.5.5 Interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica.

Los Servicios básicos que da el municipio más aquellos que son de servicio paraestatal, como es el agua y la luz, que dependen de la iniciativa privada y del estado, y todo aquel servicio prioritario, como lo es la el surtir de enceres de necesidades básicas que son vendidos en la central de abastos, los 135 mercados

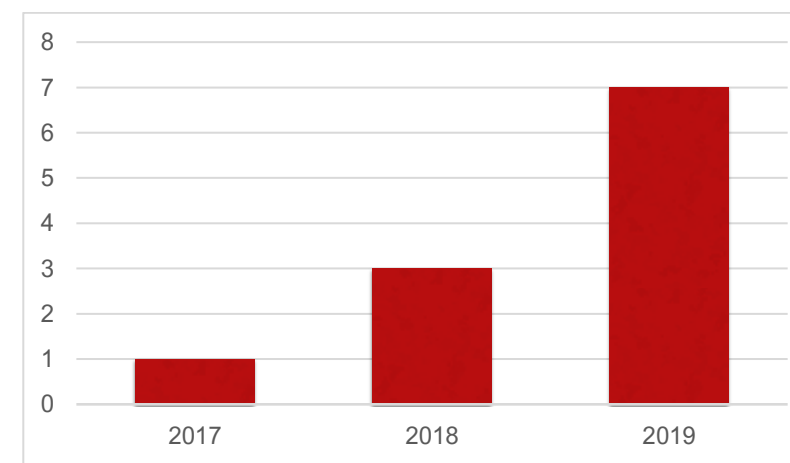
locales y 256 mercados sobre ruedas, son consideradas infraestructuras estratégicas, para que el municipio funcione adecuadamente y brinde a la población existente todos los recursos necesarios para su bienestar.

La infraestructura estratégica "es aquella que es indispensable para la provisión de bienes y servicios públicos y cuya destrucción o inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad nacional". Conforme al artículo 2 fracción XXXI de la Ley General de Protección Civil.

La Organización de Estados Americanos define a las infraestructuras estratégicas también "instalaciones críticas", debido a que si alguna deja de funcionar tendrá un gran impacto, por la vital importancia de su funcionamiento, la OEA considera que toda aquella estructura hecha por el ser humano que por su función o tamaño y/o importancia, o bien proporcione algún servicio vital a la comunidad aunque su infraestructura no sea de gran tamaño, pueda ser dañada o expuesta a afectación alguna, pues es indispensable su funcionalidad para el libre desarrollo de la comunidad.

Las afectaciones a estos servicios como a sus instalaciones pueden darse por algún fenómeno natural, o bien por un fenómeno antropogénico, este último por 2 vertientes falta de conocimiento o por decisión propia y calculada.

En el municipio se cuentan con estos datos acerca del tema:



Gráfica 58 Afectación a Instalaciones Estratégicas.

Fuente: Elaboración propia Datos de Medios de Comunicación.

Estas acciones no han tenido repercusiones mayores pues se han detectado a tiempo y la acción de las autoridades fue oportuna.

Por lo que en base a lo anterior se determina la variable de susceptibilidad en el Municipio como:

BAJO. ■

### C. INCONFORMIDAD SOCIAL

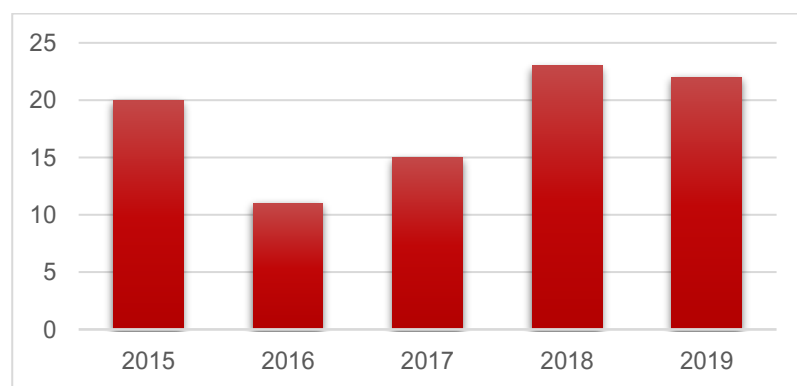
La inconformidad social parte del descontento popular, por una causa definida, la mayoría de las veces es por la falta de algún servicio básico o por el incumplimiento de parte de alguna autoridad a las promesas realizadas para la mejoría de la población, algunas veces por la conmemoración de algún hecho histórico, o algún hecho trágico, siendo así las principales causas por las que pudiera darse este fenómeno, cabe mencionar que en muy pocas ocasiones se han visto rebasados ocasionando en el marco de una historia o hartazgo colectivo, ataque a la autoridad u otras personas así como a la propiedad ajena.

La representación de este tipo de eventos se hizo, primeramente, identificando el tipo de eventos que se han dado dentro del municipio de Ecatepec desde el 2005 hasta la fecha, se identificaron los tipos de fenómenos mediante la investigación, acopio, estudio y elaboración de la base de datos, tomando en cuenta toda la información compilada.

Una vez elaborado el catálogo de eventos se identificaron las frecuencias de las variables obtenidas. Por ejemplo, número de eventos anuales en el municipio y/o localidad, lugares de mayor incidencia o daños y pérdidas, la cual dependió de la disponibilidad de información.

Las demostraciones de inconformidad social en el municipio tienen dos componentes primordiales: por un lado, la inseguridad, en cualquiera de sus vertientes, como feminicidios, homicidios, robos, desapariciones y violencia, generalmente hacia la mujer; y por otro lado, hay una creciente inconformidad social por el déficit hídrico en algunas de las colonias de Ecatepec, misma que puede expresarse de manera más violenta cada vez, debido al estrés colectivo que genera la escasez del líquido. Este tipo de manifestaciones de inconformidad pueden convertirse en un problema mayor de gobernabilidad en el futuro próximo, si el agua no es apropiadamente suministrada a las colonias con escasez. En este último caso el patrón de localización no se puede definir, pero como se verá en el apartado de riesgos sanitarios, se puede estimar la ubicación del fenómeno en función de la ubicación de las colonias con mayor déficit de agua. Y cabe mencionar que a pesar de que hay gran inconformidad, los datos de daño al patrimonio ajeno son muy dispersos.

En función de lo anterior, la susceptibilidad por demostraciones de inconformidad social en el Municipio de Ecatepec se considera como **ALTO**



Gráfica 59 Inconformidad Social.

Fuente: Elaboración propia Datos de Medios de Comunicación.

## V.6 Fenómenos del espacio exterior

### V.6.1 Radiación Ultravioleta

La radiación solar ultravioleta (UV) se refiere a la radiación emitida por el sol con una longitud de onda ( $\lambda$ ) entre 100 y 400 nanómetros (1 nm=10<sup>-9</sup>m). La radiación ultravioleta C (UV-C), que tiene una  $\lambda$  entre los 100 y 280 nm, se absorbe completamente en la atmósfera principalmente en la capa de ozono, este tipo de radiación es nociva para la vida en el planeta. Una fracción de la radiación con  $\lambda$  entre 280 y 320 nm, que corresponde a la ultravioleta B (UV-B), atraviesa la atmósfera, mientras que la mayor parte de la radiación con  $\lambda$  entre 320 y 400 nm, que corresponde a la ultravioleta A (UV-A), alcanza la superficie. Es por esto que en la superficie la intensidad de la radiación UV-A es mayor que la de la radiación UV-B.

La radiación se mide en unidades de irradiancia y se define como la cantidad de energía incidente por unidad de tiempo y unidad de área y se expresa en unidades de W/m<sup>2</sup>.

Por su latitud y altitud el municipio de Ecatepec recibe una cantidad importante de radiación solar. Durante el año, la intensidad de la radiación varía con la declinación solar y es máxima en el verano y mínima en los meses de invierno. A lo largo del día, la intensidad de la radiación solar UV depende principalmente del ángulo de elevación del sol, aumenta a medida que el sol asciende y es máxima cuando alcanza el punto más alto en el cielo, entre las 12:00 y 14:00 horas.






Las nubes pueden dispersar una pequeña fracción de la radiación UV, mientras que los contaminantes absorben una porción significativa provocando reacciones fotoquímicas, para formar compuestos secundarios como el ozono. Esto explica por qué los mayores niveles de radiación UV se alcanzan durante los días sin nubes ni contaminación.

Las radiaciones ultravioleta forman parte de los rayos solares y su intensidad se ve influida por muchos factores.




- La elevación del sol: cuanto más alto está el sol en el cielo, mayor es la intensidad de las radiaciones ultravioleta.
- Latitud: cuanto más cerca se está del ecuador, más intensas son las radiaciones ultravioleta.
- Protección de las nubes: la radiación ultravioleta es más intensa cuando el cielo está despejado, pero pueden ser intensas aun cuando el cielo esté nublado.
- Altitud: la intensidad de las radiaciones ultravioleta aumenta 5% por cada 1000 metros de altitud.
- Capa de ozono: este gas absorbe una parte de las radiaciones ultravioleta del sol. A medida que la capa de ozono se adelgaza, aumenta la cantidad de radiaciones ultravioleta que llegan a la superficie terrestre.
- Reflexión por el suelo: muchas superficies reflejan los rayos del sol y aumentan la exposición general a las radiaciones ultravioleta (por ej., el césped, la tierra y el agua reflejan menos de 10%; la nieve recién caída, hasta 80%; la arena seca de las playas, 15%; y la espuma del mar, 25%).



En cantidades pequeñas, la radiación ultravioleta es beneficiosa para la salud y desempeñan una función esencial en la producción de vitamina D. Sin embargo, la exposición excesiva a ellas se relaciona con diferentes tipos de cáncer cutáneo, quemaduras de sol, envejecimiento acelerado de la piel, cataratas y otras enfermedades oculares. También se ha comprobado que estas radiaciones aminoran la eficacia del sistema inmunitario.

-  La exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta ocasiona varias alteraciones crónicas de la piel.
-  Melanoma maligno cutáneo: cáncer maligno de la piel potencialmente mortal.
-  Carcinoma espinocelular: cáncer maligno que generalmente avanza con menor rapidez que el melanoma y ocasiona la muerte con menor frecuencia.
-  Carcinoma basocelular: cáncer cutáneo de crecimiento lento que predomina en las personas mayores.
-  Fotoenvejecimiento: pérdida de la firmeza de la piel y aparición de queratosis solares.

Las radiaciones ultravioleta también tienen efectos negativos sobre los ojos: ocasionan los efectos agudos conocidos como fotoqueratitis (inflamación de la córnea) y fotoconjuntivitis (inflamación de la conjuntiva). Estos efectos desaparecen por completo, se previenen fácilmente usando gafas protectoras y no se acompañan de lesiones a largo plazo. Algunos efectos crónicos de las radiaciones ultravioleta son:



-  Cataratas: enfermedad de los ojos en la que el cristalino se va opacando poco a poco, lo que va disminuyendo la visión y acaba causando ceguera.
-  Terigión: carnosidad blanca o de color crema que aparece en la superficie ocular.
-  Carcinoma epidermoide de la córnea o de la conjuntiva: tumor raro de la superficie ocular.






En otros aspectos de salud, las radiaciones ultravioleta disminuyen la eficacia del sistema inmunitario porque modifican la actividad y la distribución de las células que desencadenan las respuestas inmunitarias. La inmunodepresión puede reactivar el virus del herpes simple en los labios («herpes labial»). Se estima que entre 50% y 90% de los cánceres de piel están causados por las radiaciones ultravioleta.

Los niños y los adolescentes son particularmente vulnerables a los efectos nocivos de las radiaciones ultravioleta. La exposición excesiva de los niños a estas radiaciones probablemente

intervenga en la aparición del cáncer de piel en etapa posterior de la vida. Aún no se conocen los mecanismos que intervienen, pero puede ser que la piel sea más susceptible a los efectos nocivos de las radiaciones ultravioleta durante la niñez. El tipo de piel también es importante. Las personas de piel clara sufren más quemaduras solares y tienen un riesgo más elevado de cáncer de piel que las de piel oscura. Sin embargo, a pesar de que la incidencia de cáncer de piel es menor en las personas de piel oscura, los cánceres suelen detectarse más tarde, en un estadio más peligroso. El riesgo de lesiones cutáneas, envejecimiento prematuro de la piel e inmunodepresión es independiente del tipo de piel.

La OMS recomienda las siguientes medidas para protegerse de la exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta.

-  Limitar el tiempo que se pasa bajo el sol de mediodía.
-  Preferir la sombra.

-  Usar prendas protectoras, como un sombrero de ala ancha para proteger los ojos, el rostro y el cuello.
-  Usar gafas de sol cerradas a los lados que den una protección de 99% a 100% contra las radiaciones ultravioleta A y B.
-  En las zonas de la piel que no estén cubiertas por la ropa, untar abundantemente y renovar con frecuencia un filtro solar de amplio espectro con un factor de protección solar (FPS) de 30+. La mejor protección se logra resguardándose a la sombra y vistiendo ropa protectora en vez de aplicar filtros solares. Estos no deben usarse con la idea de prolongar el tiempo que se pasa al sol, y las personas que se untan filtro solar para broncearse deben ser conscientes de la necesidad de limitar el tiempo que se exponen al sol.
-  Evitar las camas bronceadoras: el uso de estos aparatos antes de los 35 años de edad se acompaña de un aumento de 75% del riesgo de melanoma maligno. Las camas y las lámparas bronceadoras no deberían usarse a menos que sea bajo supervisión médica. La OMS recomienda prohibir su uso en los menores de 18 años.
-  Proteger a los bebés y los niños pequeños: siempre se debe mantener a los niños a la sombra.


Estimular a los niños para que tomen las precauciones sencillas descritas anteriormente evitará lesiones a corto y a largo plazo sin impedir que disfruten el tiempo que pasan a la intemperie. Los mayores deben procurar que los niños estén debidamente protegidos. Si bien la protección contra la exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta es la preocupación principal desde el punto de vista de la salud, estas radiaciones, en pequeña cantidad, son esenciales para la buena salud porque intervienen en la producción de la vitamina D por el organismo, la cual fortalece los huesos y el sistema osteomuscular.

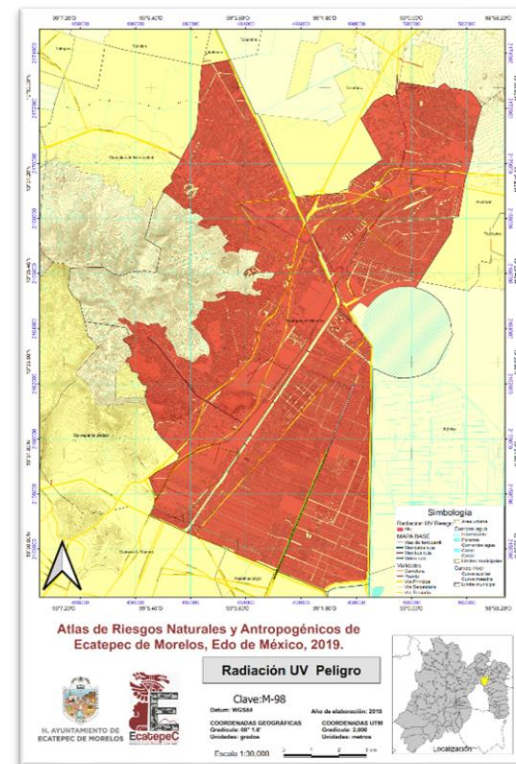
En el municipio de Ecatepec, la radiación ultravioleta se mide en la estación de monitoreo de San Agustín. En 2014 el promedio anual de la radiación UVA y UV-B fue de 2.1 y 0.081 W/m<sup>2</sup>, respectivamente. Entre los meses de marzo y octubre se observaron los niveles máximos de radiación UV. La irradiancia máxima de UV-A se registró con un valor de 6.04 W/m<sup>2</sup>, mientras que para UV-B el valor máximo de irradiancia se registró con un valor de 0.312 W/m<sup>2</sup>. Si bien la intensidad de radiación UV-B que incide en la ciudad es menor que la de UV-A, la primera es de mayor energía y en consecuencia provoca un mayor daño en la salud humana, aun a valores bajos de intensidad.

Si bien la radiación ultravioleta se mide en términos de energía, la OMS recomienda emplear un índice para comunicar los riesgos a la población. El índice UV solar mundial (IUV) de la OMS es una manera sencilla para comunicar la intensidad de la radiación UV en la superficie terrestre y es un indicador de su capacidad de producir lesiones cutáneas, se usa como un medio para hacer conciencia en la población y advertir a las personas sobre la necesidad de adoptar medidas de protección cuando se exponen a la radiación UV. De acuerdo con las autoridades de salud, el cáncer de piel se encuentra entre las primeras causas de mortalidad por cáncer entre la población de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, incluyendo Ecatepec.

Actualmente el valor del IUV se estima utilizando la intensidad de la radiación UV-B. En Ecatepec, con excepción de los meses de diciembre y enero, la intensidad de la radiación UV alcanza valores que corresponden a un IUV mayor a 6, es decir, con un riesgo de causar daño en la piel sin protección en un tiempo relativamente corto (menor a 30 min). Entre marzo y septiembre el IUV supera con frecuencia el

valor de 11 durante periodos que van de 1 a 3 horas. Un valor igual o superior a 11 corresponde a una intensidad Extremadamente Alta e implica un riesgo considerable de daño en prácticamente todos los fototipos de piel, en un periodo de tiempo muy corto (menos de 15 min). El periodo del día con el mayor riesgo por radiación UV, se encuentra entre las 11:00 y las 16:00 horas. En 2014 se registraron 251 días con un IUV igual o mayor a 8, que corresponde a una intensidad Muy Alta. De estos, en 101 días se registraron valores iguales o mayores a 11, que corresponden a una intensidad Extremadamente Alta.

En función de lo anterior, se estima que el riesgo por radiación ultravioleta en todo el municipio de Ecatepec es MUY ALTO 



Mapa 85 Peligro por Radiación UV

Fuente: Tomado de Atlas de Riesgos de Ecatepec de Morelos 2017.



## VI IDENTIFICACIÓN DE LOS BIENES EXPUESTOS Y SU VULNERABILIDAD

Dando razón a la memoria de la humanidad, el hombre como ser vivo al igual que las demás especies han tenido diferentes situaciones de exposición y a condiciones a través de su evolución, pues el hombre nace sin protección alguna, al enfrentarse con los fenómenos naturales, la convivencia con otras especies que habitan su entorno, el medio natural que lo envuelve y a la problemática social situaciones de convivencia, ideología y jerarquías sociales, lo llevan a tener vulnerabilidad ante su entorno.

A través de la historia ha ido evolucionando y superando las adversidades que ha vivido desde que como especie tuvieron que enfrentar en donde establecerse y a través del acierto error darse cuenta de que lugares eran adecuados y no para ubicar sus viviendas, luego ver que las sequías, heladas, temporales, inundaciones, incendios y otros fenómenos, también eran factores preponderantes para hacerlo susceptible al no estar seguro en el lugar que había elegido, ya establecido fue como surgen los factores que se denominaran de aquí en adelante fenómenos sociales, pues el hecho de vivir en grandes concentraciones de personas, en lugares no amplios y que a esto añadimos que todo pequeño cambio afecta, teniendo como resultado una mayor exposición.

En medio de ella, la población humana crece día a día, ocupando los suelos sin verificar que sea una zona segura, comprometiendo y aumentando así el número de personas que pueden ser dañadas. Pues, muchos de los usos territoriales no son planificados con sentido de previsión y prevención. La falta de conocimiento sobre las problemáticas ambientales, en términos de riesgo, es una de las razones por las cuales no se acciona el sentido precautorio y adaptación del entorno ambiental por parte de la población.

En ese sentido, es muy importante diferenciar entre los distintos tipos de vulnerabilidad, mientras la física se asocia más a las características constructivas de la infraestructura, la social se centra más en los rasgos sociales, económicos, culturales y demográficos de la población.

Dentro del Municipio de Ecatepec veremos los grados de vulnerabilidad en diferentes ámbitos dentro del entorno de la localidad, y desde la capacidad de respuesta de las autoridades encargadas del resguardo de la población y sus bienes, esta se medirá mediante metodología del CENAPRED,

### VI.1 Grado de vulnerabilidad social ante fenómenos de origen natural

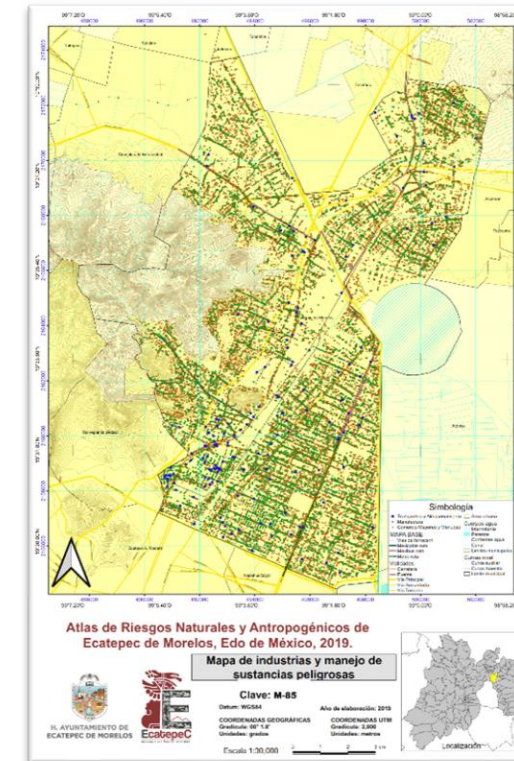
#### VI.1.1 Inventario de bienes expuestos

La lista de datos realizada en esta entrega fue generada por medio de la consulta de la base de datos del DENUe con fecha de actualización del mes de abril del año en curso, para el apartado de escuelas públicas y privadas los datos fueron tomados del Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED).

Dentro de este entregable se representarán parcialmente los mapas generados y una breve descripción de estos, ya que las bases de datos utilizadas son extensas, el formato utilizado será anexado de forma digital.

#### A. Cotejo de datos (inmuebles industriales de manejo de sustancias peligrosas)

Los datos que se han tomado de referencia dentro de este inciso son comparados y examinados, con aquellos inmuebles que pertenecen al rubro primario de economía (manufactura) o de manejo y utilización de sustancias peligrosas. A través de este análisis se generó un mapa preliminar de la ubicación de estos puntos, el cual es utilizado para el desarrollo de los peligros asociados a los Fenómenos Químico – Tecnológicos.



Mapa 86 Industria en el Municipio y transporte de sustancias peligrosas

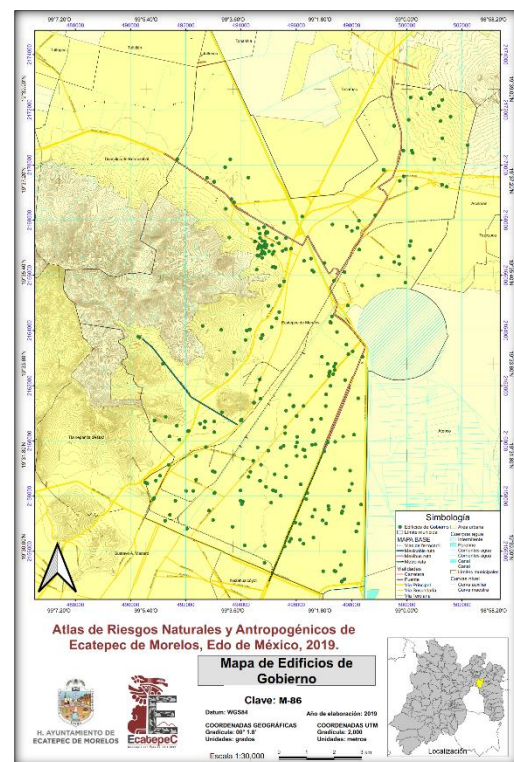
Fuente: Elaboración propia con datos del DENUe

#### B. Cotejo de inmuebles e instancias de gobierno

El comparativo de datos de los inmuebles gubernamentales se ordenó con los siguientes criterios: base de datos dentro del municipio, registro en el Directorio de Unidades (DENUe), así como su ubicación física, permitiendo verificar su operación y descartando aquellos que se encuentran fuera de servicio, para finalmente tener como resultado el siguiente mapa.

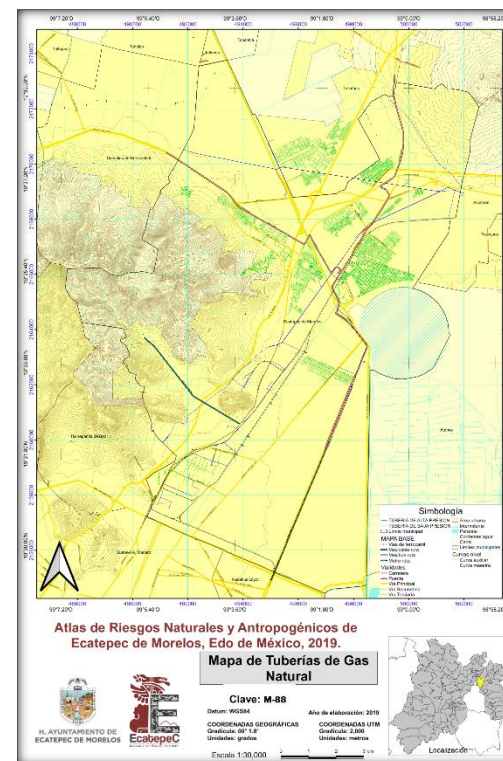


### D. Ubicación de ductos existentes para la transportación de Gas Natural



Mapa 87 Inmuebles e instancias de gobierno.

Fuente: Elaboración propia datos del DENUE



Mapa 89 Tuberías de Gas Natural.

Por el desarrollo y crecimiento del municipio de Ecatepec es importante identificar y localizar los ductos que transportan sustancias inflamables como es el Gas Natural y es considerado dentro de los fenómenos químicos como un generador de alto riesgo de explosividad, se ha contado con el apoyo de las compañías gaseras que operan en el municipio, la información fue recabada y proporcionada por la dirección general de protección civil y bomberos de Ecatepec de Morelos. El mapa que se muestra a continuación es el resultado donde resaltan las líneas de Alta Presión y Baja presión, esta información se considera de uso confidencial y estratégico por lo cual el municipio decidirá si está es publicada o se mantendrá en reserva.

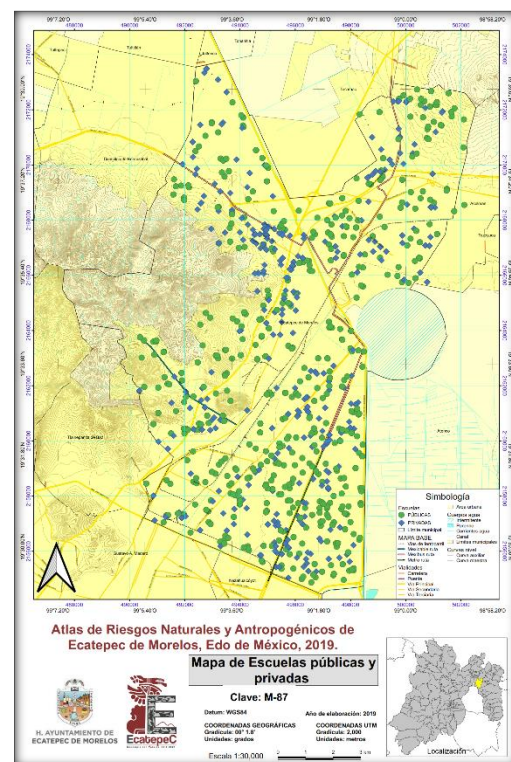
Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección de Protección Civil y Bomberos de Ecatepec.

### C. Cotejo de escuelas públicas y privadas

Para el cotejo de escuelas fue consultado el Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED) de la Secretaría de Educación Pública, cuya base de datos contiene la georreferencia del inmueble, datos generales (teléfono, dirección, nombre del plantel), horario laboral, cantidad de personas que ocupan el inmueble y su clasificación de servicio (público o privado). Como resultado se generó el siguiente mapa que muestra gráficamente a través de puntos los planteles escolares y su distribución en el municipio.

Mapa 88 Escuelas

Fuente:  
Elaboración propia  
datos del SIGED

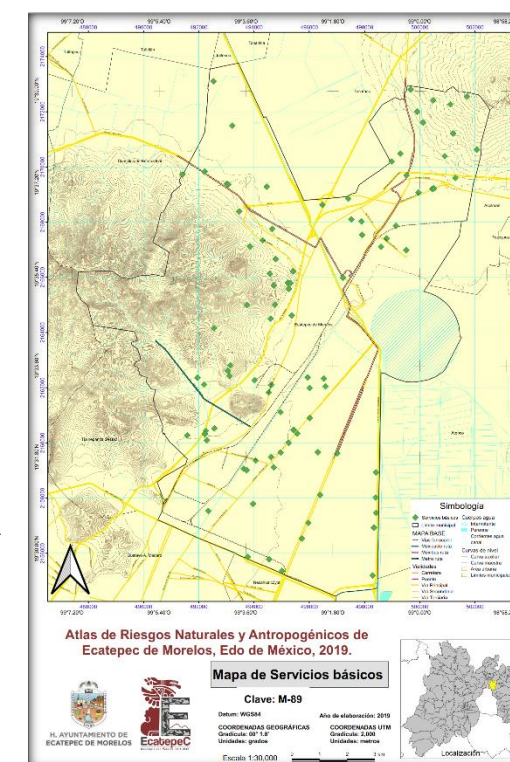


### E. Integración de información con la que se cuente de servicios básicos y de abastecimiento (agua, gas, drenaje, electricidad)

Para poder determinar el grado de exposición ante peligros y/o amenazas, de los servicios públicos básicos y privados (agua, drenaje, electricidad y gas), se han tomado bases de datos de diferentes dependencias de gobierno, así como compañías del sector privado. Se realizó el análisis, clasificando, ordenando y depurando la información, dando como resultado la integración de datos representada en el siguiente mapa.

Mapa 90 Servicios básicos y privados (luz, agua drenaje, electricidad)

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección de Protección Civil y Bomberos de Ecatepec





## VI.1.2 Determinación de indicadores de Vulnerabilidad

De acuerdo con el CENAPRED, la vulnerabilidad social se define como “el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de esta frente a fenómenos perturbadores. Para determinar la vulnerabilidad tendremos que plantearnos dos interrogantes ¿a qué peligros son vulnerables las personas?, y segundo ¿qué es lo que hace a una población vulnerable a la amenaza o el peligro? Y para resolver dichas interrogantes deberemos conocer los diferentes tipos de vulnerabilidad que existen.

- A. Vulnerabilidad social.
- B. Vulnerabilidad económica.
- C. Vulnerabilidad alimentaria.
- D. Vulnerabilidad física
- E. Vulnerabilidad laboral.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, el riesgo se compone de tres elementos (exposición, vulnerabilidad y peligro) sin embargo en el que mayor incidencia se puede tener para disminuir los niveles del riesgo es en la vulnerabilidad.

### F. Características Sociales y Económicas

Como menciona Allan Lavell, los desastres son problemas no resueltos del desarrollo, es decir que mientras aumente la cobertura en servicios de salud y educación, se mejoren las condiciones de vida de la población y se vinculen los análisis de riesgo con el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, no sólo se estará resolviendo, sino que la vulnerabilidad de la población disminuirá considerablemente. (Lavel, 2018)

Las características socioeconómicas: Consiste en el análisis de información estadística relacionada con las condiciones básicas de bienestar y desarrollo de la población y basándonos en la metodología que nos marca CENAPRED los siguientes puntos se analizarán bajo estas condiciones.

## VI.1.3 Evaluación de Vulnerabilidad de los sistemas expuestos

### A. Capacidad de respuesta

La capacidad de respuesta se estima mediante la aplicación de cuestionario a las autoridades responsables de Protección Civil en el municipio.

El cuestionario consta de 24 preguntas que tienen la finalidad de conocer la capacidad de prevención y respuesta del municipio, el principal objetivo es evaluar de forma general el grado en el que se encuentra

capacitado y equipado el personal de protección civil en el municipio para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia. (Tabla 183)

Tabla 183 Cuestionario de Capacidad de Respuesta

No	Pregunta	SI	NO
1	¿El municipio cuenta con una unidad de protección civil o con algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?		
2	¿Cuenta con un plan de emergencia?		
3	¿Cuenta con un consejo municipal de Protección Civil? Cada cuando sesiona		
4	¿Existe una Ley Municipal de Protección Civil?		
5	¿Conoce los programas federales de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres?		
6	¿Cuenta o utilizan algún mecanismo de alerta temprana?		
7	¿Cuenta con canales de comunicación a través de los cuáles se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia?		
8	¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?		
9	¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?		
10	¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?		
11	¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?		
12	¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas, etc. para casos de emergencia?		
13	¿Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DINCOSA, LICONSA, etc.) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.?		
14	¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan Familiar de Protección Civil?		
15	¿Cuántas personas integran el personal operativo de la Unidad Municipal?		
16	¿El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?		
17	¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro? Atlas municipal de riesgos		
18	¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc)?		
19	¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?		
20	¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?		
21	¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?		
22	¿Cuenta con algún sistema de Geoposicionamiento Global (GPS) para georeferenciar puntos críticos en su localidad?		
23	¿Cuál es el grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo?		
24	¿Qué actividades realizan normalmente?		

(Fuente: Elaboración Propia)

### Resultados

Con base en las respuestas obtenidas en el cuestionario aplicado al responsable de Protección Civil y bomberos del municipio y como complemento se realizó a 7 miembros de la estructura y , se obtuvo una puntuación de 8 y realizando una operación de promediación lo podemos expresar en decimal es de 0.35, lo que representa una condición de vulnerabilidad **entre Media y Baja** en lo relacionado con la capacidad de respuesta del municipio.

Tabla 184 Condiciones de Vulnerabilidad

Condición de vulnerabilidad	Valor asignado
Muy bajo	0
Bajo	0.25
Medio	0.5
Alto	0.75
Muy Alto	1

Fuente: CENAPRED, 2014

Adicionalmente se realizó un análisis del inventario de equipamiento y materiales que se disponen para la atención de las diferentes emergencias en el municipio lo que conformó que se cuenta con capacidad, sin embargo, se debe mantener y mejorar algunos aspectos como: mejora de espacios de atención, capacitación de personal, mantenimiento de equipamiento y renovación de

## B. Percepción local

En este apartado se realizará un cuestionario para conocer la percepción local de riesgo, es decir, el conocimiento que tiene la población acerca de las amenazas que existen en su comunidad y del grado de exposición frente a las mismas.

Este cuestionario nos permitirá conocer problemáticas muy focalizadas y con ello se pueden elaborar procedimientos y medidas de prevención que sean aceptados y llevados a cabo por la población trabajando en conjunto con las dependencias responsables.

En la parte anterior de la metodología se consideró la capacidad de prevención y respuesta de las unidades de protección civil. La percepción local constituye la razón primordial de análisis en este apartado mediante la metodología que se a continuación se considera fundamental para conocer la vulnerabilidad social de la población frente a los desastres.

En muchas ocasiones la población no tiene una percepción clara del peligro que representa una amenaza de tipo natural o antrópica en su localidad, lo que incide directamente en la capacidad de respuesta de la población ante un desastre.

El cuestionario consta de 25 preguntas que buscarán dar un panorama de la percepción de la población acerca del riesgo. En este caso, la importancia de las preguntas se enfoca tanto a la percepción de los peligros en su entorno, así como a la manera en que consideran las acciones preventivas en su comunidad y la información o preparación que poseen acerca de cómo enfrentar una emergencia por parte de las autoridades del municipio de Ecatepec.

Las preguntas del cuestionario se diseñaron en base a los criterios señalados por CENAPRED de acuerdo con el objetivo de que a cada respuesta se le asignara un valor entre 0 y 1. Los rangos en algunos casos son

distintos según la naturaleza de la pregunta, sin embargo, el valor de las respuestas se situará entre los rangos establecidos.

El valor 0 se le asignará a la respuesta que mayor percepción local del riesgo presente según las respuestas preestablecidas, lo que significa que su grado de vulnerabilidad será menor, contrariamente se le aplicará el valor más alto (que en este caso es 1) a la respuesta que menor percepción posea, ya que entre menor sea ésta, el grado de vulnerabilidad será mayor. De una manera muy general, el cuestionario es una primera aproximación para conocer la opinión de la población en esta materia. En este sentido, la información que se pueda obtener en esta tercera parte puede despertar el interés para producir información más particular según el municipio, la cual pudiera resultar útil en la toma de decisiones de los organismos de atención de emergencias en lo referente al comportamiento de la población.

Estableciendo que una mayor percepción local significa menor vulnerabilidad y viceversa, por lo que en esta parte una baja percepción local en la tabla de valores significará una mayor vulnerabilidad y tendrá como valor más alto 1.

Se estableció que este cuestionario se aplicará a 269 personas, distribuyendo proporcionalmente dentro de todo el municipio los cuestionarios en la zona de estudio, se debe cuidar que la distribución de éstos sea circunstancial, es decir, que cualquier persona tenga las mismas posibilidades de ser elegida. Se utilizará una metodología estadística para determinar ese número con los siguientes valores nivel de confianza del 90% y 5 % de margen de error

Cada pregunta del cuestionario tiene un valor, el cual se sumará al final de cada cuestionario. Una vez aplicados todos los cuestionarios se sumará el número final de todos los cuestionarios y se dividirá entre el total de cuestionarios que fueron aplicados para obtener un promedio, este número deberá situarse en alguno de los rangos, al cual le corresponde un valor que se anexa al final de la plantilla de percepción local. El número que se obtenga será el número final de esta tercera y última parte.

pregunta del cuestionario de percepción local, en la plantilla se muestra tanto la pregunta como una pequeña explicación de la razón por la que se incluye.

El cuestionario, se aplicará a través de una muestra, la información será de carácter representativo. Es importante mencionar que el cuestionario será aplicado únicamente a personas mayores de 18 años.

Tabla 185 Percepción local 1

Nombre del Indicador	Percepción local	No.1
Indicador/Pregunta	¿Cuántos de estas amenazas o peligros identifica en su localidad? (Peligro= que puede dañar o lastimar).	
<b>GEOLÓGICOS</b> -Sismos -Maremotos -Volcanes -Flujos de lodo -Deslaves -Hundimientos -Agrietamientos	HIDROMETEOROLÓGICOS -Ciclones -Inundaciones -Granizadas -Nevadas y Heladas -Lluvias torrenciales -Tormentas eléctricas -Vientos -Temperaturas Extremas -Erosión -Sequías	QUÍMICOS -Incendios Forestales -Incendios Urbanos -Explosiones -Fugas y/o derrames de sustancias peligrosas. -Fuentes móviles (automóviles en movimiento)



Nombre del Indicador	Percepción local	No.1
Rangos	De 1 a 5	1.00
	De 6 a 13	0.50
	14 o más	0.00
Razonamiento	Si alguna de las amenazas anteriormente expuestas se ha presentado en el municipio. Existe la posibilidad que ésta se llegue a presentar otra vez. Se debe usar registros para verificar y complementar la información, dado que en muchos casos esta información es útil para crear las medidas preventivas adecuadas.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 186 Percepción local 2

Nombre del Indicador local	Percepción I	No.2
Indicador / pregunta	¿Sabe si ha existido alguna emergencia asociada a estos peligros en los últimos años?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Una situación de emergencia se refiere a un evento que haya causado la pérdida de vidas o bienes de la población, bajo esta óptica, será importante conocer la memoria colectiva acerca de estas situaciones en los municipios a estudiar.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 187 Percepción local 3

Nombre del Indicador	Percepción local	No.3
Indicador / pregunta	¿Considera que los peligros que identifico se pueden convertir en una situación que rebasa la capacidad para atenderlo y que se pueda convertir en desastre?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante conocer que fenómeno natural se puede convertir en un desastre y afecta actividades de la población Si la respuesta es no o no sé pase a la 7.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 188 Percepción local 4

Nombre del indicador	Percepción local	No.4
Indicador / pregunta	¿Considera que su vivienda está en un área susceptible de amenaza o peligro (que se encuentra en una ladera, en una zona sísmica, en una zona inundable, etc.)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	El conocer la geografía donde se encuentra ubicada la vivienda que se habita permite tomar precauciones y establecer planes de prevención a nivel individual o familiar en caso de enfrentar un fenómeno natural que por intensidad represente un peligro.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 189 Percepción local 5

Nombre del Indicador	Percepción local	No.5
Indicador / pregunta	¿Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de la manifestación de algún peligro?	
Rangos	SI	0.00

	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	La pérdida de bienes ocasionada por un fenómeno natural llega a ser muy común y es un buen parámetro para detectar eventos que tal vez no fueron considerados como desastre, pero que sin duda en la percepción del riesgo. Si la respuesta es no o no sé pase a la 7	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 190 Percepción local 6

Nombre del Indicador	Percepción local	No.6
Indicador / pregunta	En caso de que recuerde algún peligro, los daños que se presentaron en su municipio fueron:	
Rangos	Ninguna fatalidad, daños leves a viviendas e infraestructura(bajo).	0.25
	Personas fallecidas, algunas viviendas con daño total y daños graves en infraestructura (medio).	0.50
	Personas fallecidas, daño total en muchas viviendas y daños graves en infraestructura (alto).	1.00
Razonamiento	El hecho de que el entrevistado conteste que los daños ocasionados por un desastre de origen natural fueron de gran magnitud, nos remite a que la localidad se encuentra expuesta y es vulnerable en algún grado. Con esta pregunta se busca determinar qué tan vulnerable es el municipio según la perspectiva del entrevistado.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 191 Percepción local 7

Nombre del Indicador	Percepción local	No.7
Indicador / pregunta	¿Alguna vez ha quedado aislada su comunidad a causa de la interrupción de los accesos carreteros o caminos, por algunas horas, debido a algún tipo de fenómeno?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Al quedar una comunidad aislada, aumenta su vulnerabilidad cuando se trata de evacuaciones, ayuda de emergencia o flujo de recursos y servicios en una situación de desastre, por lo que es importante conocer si en ocasiones anteriores la comunidad ha presentado algún caso de bloqueos de vías de acceso.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 192 Percepción local 8

Nombre del indicador	Percepción local	No.8
Indicador / pregunta	¿Sabe si en su comunidad se identifican los peligros?(Por la autoridad o por los pobladores)	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es muy importante que la población identifique los peligros a los que están expuestos para poder tomar medidas en caso de emergencia.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 193 Percepción local 9

Nombre del indicador	Percepción local	No.9
Indicador / pregunta	¿Conoce alguna Institución o programa, encargado de llevar a cabo programas u obras de prevención? (como desazolve de drenaje, sistema de alertamientos etc.)	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	El estar al tanto de lo que se hace en materia de prevención es importante, ya que algunas de las acciones que se realizan deben de ser conocidas por la población en general, para que ésta pueda conocer los peligros a que se enfrenta y actuar correctamente en caso de algún evento.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 197 Percepción local 13

Nombre del indicador	Percepción local	No.13
Indicador / pregunta	¿Ha participado en algún simulacro?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Dentro de las acciones de prevención, los simulacros son de gran importancia, debido a que es un ejercicio que promueve la cultura de la prevención al ser aplicado crea conciencia en los participantes.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 194 Percepción local 10

Nombre del indicador	Percepción local	No.10
Indicador / pregunta	¿En las Escuelas de su municipio se enseñan temas acerca de las consecuencias que trae consigo los fenómenos naturales y su interacción con el hombre? (Los mencionados en la pregunta 1)	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	La educación en materia de prevención y mitigación de desastres es de gran utilidad para que la población conozca los peligros a lo que se puede enfrentar, asimismo por medio de este tipo de educación se crea conciencia a la población y se sientan las bases para consolidar una cultura de prevención.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 198 Percepción local 14

Nombre del indicador	Percepción local	No.14
Indicador / pregunta	¿Sabe a quién o a dónde acudir en caso de una emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante que la población conozca los lugares a los que puede acudir en caso de una situación de emergencia, ya que aun cuando existan las posibilidades y los procedimientos para la atención de la misma, si la comunidad no conoce los lugares ni a los responsables de la atención no responderá apropiadamente a los sistemas existentes, por más efectivos que éstos sean.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 195 Percepción local 11

Nombre del indicador	Percepción local	No.11
Indicador / pregunta	¿Recuerda usted alguna campaña en donde le hayan informado o enseñado cuales son los peligros existentes en su comunidad?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Al igual que la pregunta anterior, el conocer nuestro entorno y su comportamiento permite que la prevención sea mayor y que en caso de algún evento la población esté más preparada. Por lo que, si la información no llega a la población que puede ser afectada, ésta puede ser más vulnerable que la población bien informada. (Si la respuesta es no o no sé pase a la pregunta 13)	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 199 Percepción local 15

Nombre del indicador	Percepción local	No.15
Indicador / pregunta	¿Sabe si en su colonia existe algún tipo de alertamiento para que todos sus vecinos se enteren de alguna emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	¿Cuál?	abierta
Razonamiento	Los sistemas de alertamiento son un importante instrumento para la reducción de los desastres, la meta de los sistemas de alertamiento es que las comunidades expuestas a fenómenos naturales y similares reaccionen con antelación y de forma apropiada para reducir la posibilidad de daños personales, pérdida de vidas y daño a la propiedad.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 196 Percepción local 12

Nombre del indicador	Percepción local	No.12
Indicador / pregunta	¿Usted participo?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante conocer los medios a través de los cuales la población se entera de las situaciones de emergencia, ya que ayudará de alguna manera a priorizar la difusión de la información en aquellos medio a través de los cuales la mayoría de la población tiene acceso.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED

Tabla 200 Percepción local 16

Nombre del indicador	Percepción local	No.16
Indicador / pregunta	¿En caso de haber sido afectado por algún peligro o desastre natural ¿se le brindo algún tipo de ayuda?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante medir la capacidad de respuesta que tiene el gobierno tanto federal, estatal, y municipal para poder brindar apoyo a las personas afectadas bajo la finalidad de disminuir el grado de vulnerabilidad de la población.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRED



Tabla 201 Percepción local 17

Nombre del indicador	Percepción local	No.17
Indicador / pregunta	¿Ha sido evacuado a causa de un peligro o desastre de los mencionados en la pregunta 1?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante la aplicación de medidas preventivas que ayude a disminuir las pérdidas humanas y salvaguardar su integridad de la población que resulte afectada por los fenómenos naturales.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRE

D

Tabla 202 Percepción local 18

Nombre del indicador	Percepción local	No.18
Indicador / pregunta	¿Estaría preparado para enfrentar un desastre?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	A través de experiencias anteriores y según la percepción de la localidad se podrá conocer si las acciones que se han llevado a cabo o a consideración de la población aun hay cosas que mejorar.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRE

Tabla 203 Percepción local 19

Nombre del indicador	Percepción local	No.19
Indicador / pregunta	¿De acuerdo con las experiencias que ha vivido en su colonia ¿Considera que sus vecinos están preparados para afrontar una situación de desastre?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	A través de experiencias anteriores y según la percepción de la localidad se podrá conocer si las acciones que se han llevado a cabo o a consideración de la población aun hay cosas que mejorar.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRE

Tabla 204 Percepción local 20

Nombre del indicador	Percepción local	No.20
Indicador / pregunta	¿Existe en su colonia o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante la presencia de grupos de organizaciones que trabajen en la atención de desastres y que informen a la población acerca de los peligros existentes.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRE

Tabla 205 Percepción local 21

Nombre del indicador	Percepción local	No.21
Indicador / pregunta	¿Sabe si existe la unidad de protección civil?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es necesario saber que existe una unidad de protección civil en la localidad, cuya función principal es la de informar y prevenir a la población acerca de los peligros asociados a la ocurrencia de fenómenos naturales.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRE

Tabla 206 Percepción local 22

Nombre del indicador	Percepción local	No.22
Indicador / pregunta	¿Sabe dónde se ubica y cuáles son las funciones de la unidad de protección civil?	
Rango	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
	Si la respuesta es si mencionar	Respuesta abierta
Razonamiento	Es importante conocer las labores que desempeña la unidad de protección civil, ya que al conocer su función es más fácil que la población tenga presente que las recomendaciones y la información que salga de ésta será para la prevención y coordinación en caso de una emergencia. (Si la respuesta es no o no sé pase a la pregunta 24)	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRE

Tabla 207 Percepción local 23

Nombre del indicador	Percepción local	No.23
Indicador / pregunta	¿Considera que la unidad de protección civil cuenta con la información necesaria y podrá afrontar una situación de desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1
	NO SÉ	1
Razonamiento	La unidad de protección civil puede ayudar a la población a afrontar un desastre natural proporcionando herramientas para poder hacerle frente a la ocurrencia.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRE

Tabla 208 Percepción local 24

Nombre del indicador	Percepción local	No.24
Indicador / pregunta	¿Si usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante conocer la disposición de las personas para reubicarse si fuera necesario En caso de ser negativa su respuesta, es importante conocer las motivaciones por las cuales las personas no estarían en disposición de reubicarse, para poder establecer líneas de acción con el fin de procurar el bienestar de la población.	

Fuente: MANUAL ATLAS DE RIEGO CENAPRE

### ***xii. LOGÍSTICA DE LEVANTAMIENTO POBLACIÓN.***

Una técnica de levantamiento de información es un propósito de identificar problemas y oportunidades de mejora, mediante el uso de una serie de instrumentos y técnicas como son la encuesta.

La encuesta es la técnica de recopilación de información masiva de datos e información sobre las opiniones. Conductas, actitudes y características específicas de quienes se encuentran involucrados con un sistema. Esta se encuentra basada en un formulario diseñado por el investigador

que selecciona una serie de preguntas más convenientes de acuerdo con la naturaleza de la investigación. El objetivo de este levantamiento es saber la percepción de la población de Ecatepec acerca de los instrumentos y planes que provee Protección Civil.

#### Requerimientos

Es lo que comprende todas las tareas relacionadas con la determinación de necesidades o de condiciones a satisfacer, tomando en cuenta los diferentes requisitos de las partes interesadas, con el propósito de que estos requisitos alcancen un estado óptimo antes de entrar a la fase de diseño del proyecto sus características son:

- Deben ser medibles
- Deben ser comparables
- Respuestas concretas.
- **Muestreo estratificado**

Consiste en la división previa de la población de estudio en grupos o clases que se suponen homogéneos respecto a característica a estudiar, que es la percepción acerca de los instrumentos con los cuales cuenta el área de Protección Civil en la localidad. A cada uno de estos estratos se le asignaría una cuota que determinaría el número de miembros de éste que compondrán la muestra.

Según la cantidad de elementos de la muestra que se han de elegir de cada uno de los estratos, existen dos técnicas de muestreo estratificado:

Asignación proporcional: el tamaño de cada estrato en la muestra es proporcional a su tamaño en la población.

Asignación optima: la muestra recogerá más individuos de aquellos estratos que tengan más variabilidad. Para ello es necesario un conocimiento previo de población.

El total de la población es de 1,677 678, para obtener una cantidad proporcional se divide entre 100 que representa el número de colonias que abarcamos, se plantea con el 10% de esta repartida en los 7 polígonos en los que se encuentra dividido el municipio, mas 30 formularios aleatorios, que dan un total de 269.

$$\frac{1677678}{100} = 16777 * 10\% = 1677$$

Esta a su vez:

$$\frac{1677}{7} = 239 + 30 = 269$$

El universo de encuestas a población es de 269 encuestas, repartidas en 24 puntos de afluencia como: mercados sobre ruedas, mercados fijos, plazas comerciales, y centro cívico del municipio (oficinas de Protección civil, y explanada del palacio municipal), distribuidos por todo el municipio.

#### Personal requerido

1 coordinador de evaluación (proporcionar materiales de trabajo, así como aclarar dudas que surjan en capacitación o en campo, dar protección y apoyo a equipo de trabajo coordinar el levantamiento, checar la calidad de la información y evitar omisiones, traslado del personal a los puntos de levantamiento, capacitación de personal, como investigador del tema hacer el análisis de la información en datos útiles para el atlas de riego)

5 encuestadores (levantamiento y captura de información en formatos establecidos, perfilación de la información).

#### Materiales necesarios:

Credenciales con fotografía, sello oficial y autorización de la dirección de Protección Civil y bomberos de Ecatepec.

- ❖ Tabla de campo
- ❖ Cuestionarios impresos
- ❖ Lapiceros o lápices
- ❖ Sacapuntas
- ❖ Chaleco.

Se realizó el levantamiento en un periodo de dos semanas, obteniéndose las siguientes conclusiones.

### **VI.1.4 Resultados**

La Evaluación realizada a la muestra de 269 encuestas obtenidas en 100 colonias del municipio, y en rangos de edad desde los 18 hasta los 83 años, con un universo de 51% de los encuestados de género femenino y 49% de estos de género masculino, se realizó la clasificación, captura y análisis, de los datos obteniendo como resultado lo siguiente y pudiéndolos agrupar en 4 sub temas:

Tabla 209 Temas de Preguntas

Sub tema	Cantidad
Conocimiento del peligro	7
Conocimiento de programas o campañas	10
Participación	6



Alertamientos	1
---------------	---

Fuente: Elaboración Propia.

Cada pregunta obtuvo un promedio y este a la vez fue agrupado en el subtema para realizar la evaluación.

Tabla 210 Percepción de la Población.

Percepción de la población. (indicador)	PROMEDIO
Percepción local del riesgo 1	0.7211
Percepción local del riesgo 2	0.3717
Percepción local del riesgo 3	0.2899
Percepción local del riesgo 4	0.6171
Percepción local del riesgo 5	0.9033
Percepción local del riesgo 6	0.9414
Percepción local del riesgo 7	0.5539
Percepción local del riesgo 8	0.4721
Percepción local del riesgo 9	0.7732
Percepción local del riesgo 10	0.3122
Percepción local del riesgo 11	0.7881
Percepción local del riesgo 12	0.8327
Percepción local del riesgo 13	0.3122
Percepción local del riesgo 14	0.3903
Percepción local del riesgo 15	0.5808
Percepción local del riesgo 16	0.8661
Percepción local del riesgo 17	0.8550
Percepción local del riesgo 18	0.6394
Percepción local del riesgo 19	0.7620
Percepción local del riesgo 20	0.8587
Percepción local del riesgo 21	0.3559
Percepción local del riesgo 22	0.6784
Percepción local del riesgo 23	0.7434
Percepción local del riesgo 24	0.1115
Promedio	0.6138

Fuente: Elaboración Propia.

En el tema referente a la definición y cómo actuar ante un peligro, se observa que se tiene conocimiento de parte de la población, así como la forma de interactuar con él; en el manejo de las características y como implementar planes y/o programas la población refiere que desconoce la existencia de ellos, derivado de la falta de difusión. Respecto a las funciones, acciones y apoyos que brinda el área de Protección civil, la población desconoce a que se dedica y cuales son sus programas o actividades dentro del municipio, esto sumado a la falta de interés y participación sobre temas de prevención y capacitación ante los riesgos, sin embargo han tenido el conocimiento de simulacros y campañas que se llevan a nivel escolar, de servicios, de salud, recordando que para poder remediar las situaciones que prevalezcan se requiere de la

participación principalmente de la población en coordinación con las entidades de gobierno., las personas que se sometieron al sondeo admitieron conocer medios de alertamiento la mayoría vecinal. En conclusión y haciendo una ponderación matemática a través del promedio tenemos como resultado un Grado de Percepción local del riesgo **Medio Alto**, en conclusión, la mayoría de la respuesta de la población nos permite conocer aquellos temas en los que se deberá trabajar y reforzar para disminuir los daños y pérdidas ante una emergencia o desastre y preservar principalmente su vida.

Tabla 211 Valor percepción local del riesgo

Valores de percepción local del riesgo.	Valor asignado
Muy bajo	0
Bajo	0.25
Medio	0.5
Alto	0.75
Muy Alto	1

Fuente: Elaboración Propia.

### VI.1.5 Tipología de la vivienda para estimación de vulnerabilidad

La gestión integral de riesgos se define como un proceso en el que se reconocen y valoran el peligro, la vulnerabilidad y la exposición de la sociedad y sus bienes, para formular e implementar políticas y estrategias encaminadas a reducir el impacto de amenazas naturales y antropogénicas.


La vulnerabilidad física de las viviendas ante el impacto de diversos fenómenos resulta un elemento fundamental para emprender acciones de gestión integral de riesgos. Para efectos del Atlas Municipal de Riesgos de Ecatepec, se ha determinado realizar la estimación de la vulnerabilidad física de viviendas tanto en zonas urbanas como rurales.





Para efectos de este trabajo, se entiende como vulnerabilidad física de la vivienda a “la susceptibilidad que tiene ésta de presentar algún tipo de daño provocado por la acción de algún fenómeno natural o antrópico”.<sup>14</sup>

Previo a la realización del trabajo de campo, se diseñó un listado que describe los tipos de vivienda de acuerdo con los materiales de construcción usados en la región.

<sup>14</sup> CENAPRED. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social. Versión electrónica 2014

Ilustración 47 Tipología de la vivienda para el Atlas de Ecatepec de Morelos

Tipo	Características de la Vivienda	Foto Representativa
1	<p><b>Muros:</b> Mampostería reforzada con castillo y mampostería reforzada con castillo y dalas con ortero.</p> <p>Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior.</p> <p><b>Techo:</b> Techo y entrepisos rígidos.</p> <p><b>Cimentación:</b> Zapata corrida de concreto o mampostería.</p> <p><b>Altura:</b> Uno a cinco niveles.</p>	
2	<p><b>Muros:</b> Mampostería reforzada con castillo y dalas. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior.</p> <p><b>Techo:</b> Flexibles.</p> <p><b>Cimentación:</b> Zapata corrida de mampostería.</p> <p><b>Altura:</b> Un nivel</p>	
3	<p><b>Muros:</b> Mampostería deficientemente reforzada con castillo y dalas.</p> <p>Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior insuficiente.</p> <p><b>Techo:</b> Techo y entrepisos rígidos.</p> <p><b>Cimentación:</b> Zapata corrida de mampostería.</p> <p><b>Altura:</b> Uno a cinco niveles.</p>	
4	<p><b>Muros:</b> Mampostería deficientemente reforzada con castillo y dalas.</p> <p>Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior insuficiente.</p> <p><b>Techo:</b> Flexible.</p> <p><b>Cimentación:</b> Zapata corrida de mampostería.</p> <p><b>Altura:</b> Un nivel.</p>	

Tipo	Características de la Vivienda	Foto Representativa
5	<p><b>Muros:</b> Adobe.</p> <p><b>Techo:</b> Rígido.</p> <p><b>Cimentación:</b> Cuando existe, de mampostería.</p> <p><b>Altura:</b> Un nivel.</p>	
6	<p><b>Muros:</b> Adobe.</p> <p><b>Techo:</b> Flexible.</p> <p><b>Cimentación:</b> Cuando existe, de mampostería.</p> <p><b>Altura:</b> Un nivel.</p>	
9	<p><b>Muros:</b> De madera con cubierta de lámina (asbesto, metálica o madera), Estructura metálica con cubierta de lámina (asbesto, metálica o madera).</p> <p><b>Techo:</b> Flexible.</p> <p><b>Cimentación:</b> Cuando existe, zapata de mampostería.</p> <p><b>Altura:</b> Un nivel.</p>	
10	<p><b>Muros:</b> Flexibles: Material de desecho, lámina de cartón, lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil, bajareque (enramado cubierto de arcilla).</p> <p><b>Techo:</b> Flexible.</p> <p><b>Cimentación:</b> Cuando existe, zapata de mampostería.</p> <p><b>Altura:</b> Un nivel.</p>	

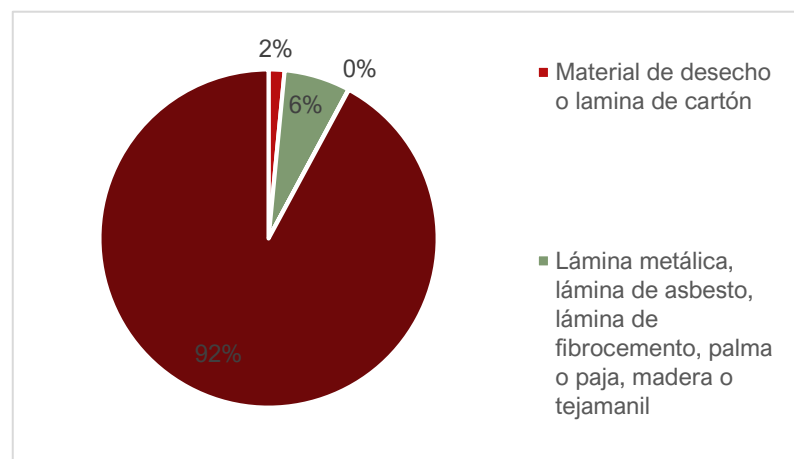
Fuente: Elaboración Propia con datos de CENAPRED (Imágenes tomadas de Internet y en sitio).



Con la información de la tabla anterior, a nivel urbano se identificó el material predominante, tanto en muros como en techos, en cada manzana con el fin de conformar una tipología con base en los parámetros sugeridos por el CENAPRED<sup>15</sup>. Es importante mencionar que en la mayoría de las manzanas predominaron las viviendas tipo 1, sin embargo, se identificaron varias viviendas con niveles de vulnerabilidad altos ante los distintos fenómenos analizados.

Se eliminaron las localidades que no contaban con información referente a los tabulados básicos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010. Cabe señalar que la mayoría de estos puntos no son localidades como tal, sino hoteles, atracciones turísticas, campamentos, ranchos particulares y ejidos, entre otros.

En los apartados correspondientes a cada peligro se profundizará más con respecto a la condición de vulnerabilidad de los tipos de vivienda para cada uno de los fenómenos, así como en los criterios utilizados para determinar dicha condición.



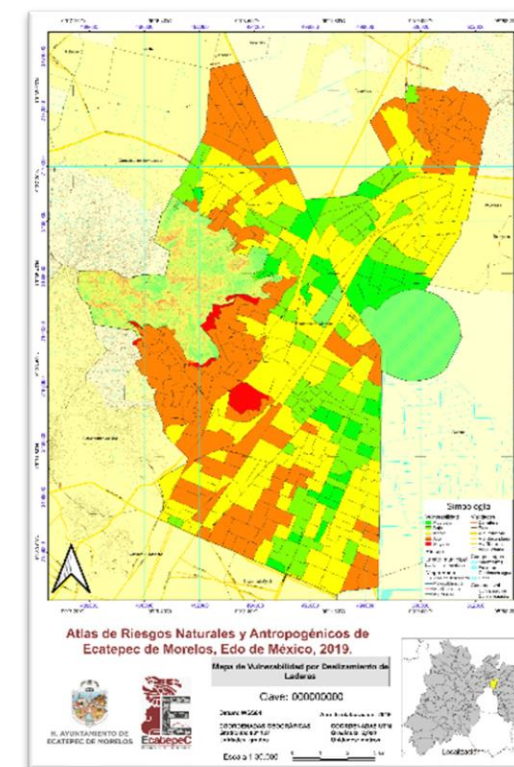
Gráfica 60 Porcentaje según tipo de vivienda.

Fuente: Elaboración Propia con datos de INEGI.

Es importante mencionar que los procesos de urbanización son muy variables en lo que se refiere a la temporalidad, sin embargo, es evidente que son cambiantes, por lo que, la actualización de la información es fundamental.

### VI.1.6 Vulnerabilidad ante procesos de remoción de masa

Para la vulnerabilidad de por procesos de remoción de masa se utilizó el índice de Marginación por AGEB, ya que para este municipio se encuentra la predominancia de la Tipología 1 de vivienda según las características que emite el CENAPRED para su clasificación, considerando que los procesos de remoción de masa, esta analogía se debe a que entre mayor sea el grado de marginación es mayor los materiales de construcción son más precarios, se detectó que en zonas altas predomina la autoconstrucción aumentando así la vulnerabilidad en estas zonas.



Mapa 91 Vulnerabilidad por Deslizamiento de laderas.

Fuente: Elaboración Propia.

<sup>15</sup> CENAPRED. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social. Versión electrónica 2014

## VII RIESGO/EXPOSICIÓN

### VII.1 Riesgo por procesos de remoción de masa

#### VII.1.1 Riesgo por deslizamientos

##### A. Talud Texalpa

Talud Texalpa	
Tipo de Fenómeno	Geológico
Fenómeno perturbador	Deslizamiento de Ladera
Área de Afectación	34,147.13 m <sup>2</sup>
Geología de la Región	Intercalación de depósitos volcánicos y Lahares
Edafología	Asentamiento Urbano
Uso de Suelo y Vegetación	Urbano
Peligro	Muy alto
Nivel de Vulnerabilidad	Medio
Vulnerabilidad Social Mínima Expuesta	683 personas.
Vulnerabilidad Física Mínima Expuesta	3 Manzanas
Estudios de la zona	Estudios Geofísicos

Fuente: Elaboración Propia.

#### Descripción de la zona de riesgo

El Talud de Texalpa delimita las colonias de Texalpa y Cuauhtémoc, sobre la calle de Ruiz Cortínez, se han encontrado referencias que anteriormente era una mina en donde se explotaban materiales térreos para construcción, y actualmente se encuentra abandonada e invadida por la mancha urbana.

Geológicamente el sitio se localiza en un ambiente vulcano-sedimentario, el cual descansa sobre un basamento ígneo. Los depósitos vulcanoclásticos (lahares y tobas) constituyen el subsuelo del lugar de estudio, presentan heterogeneidad granulométrica y una matriz constituida principalmente de arcilla, dándole menor estabilidad mecánica en comparación al basamento rocoso. Como producto de la erosión en la parte más superficial se tienen depósitos aluviales no consolidados, constituidos por clastos y material de las unidades anteriormente descritas.

Por las condiciones antes mencionadas esto aumenta el grado de peligro en el que se encuentra el polígono de estudio, se han construido edificaciones habitacionales cercanas a un talud construido sin una planificación o consideración por estas estructuras. Debido a varios deslaves cercanos al límite del talud, se ha realizado un estudio para dimensionar el riesgo de las edificaciones y el estado de las unidades litológicas que componen el talud.



Foto 11 Talud Texalpa vista paralela a la calle Ruiz Cortínez, dirección sur.

El talud se evaluó en dos márgenes; el norte constituido por depósitos vulcanoclásticos de velocidad baja; y el Sur con unidades volcánicas más consolidadas. En todos los perfiles se marcaron los contactos litológicos y se dio una interpretación geológica con base en las propiedades y el tipo de litología local.

En la porción Norte, son unidades menos consolidadas más susceptibles a rotación. Los contrastes de compacidad son menos evidentes debido a la compensación de los sedimentos que constituyen las unidades, no obstante, existe un basculamiento en la zona cercana a la línea de rotación.

En la porción Sur, la mayor compacidad de las unidades hace que el contraste sea más evidente, no obstante, sus características le dan mayor estabilidad al talud. La rotación es poco probable en comparación con el desprendimiento por falla. El agua actúa como agente erosivo en la estructura del talud, para evitar un continuo desgaste de la estructura.

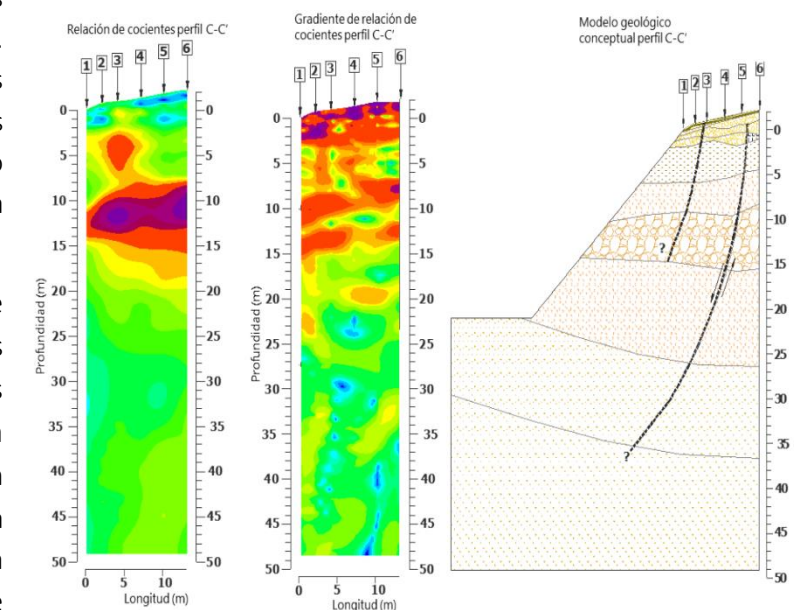


Ilustración 48 Perfil sísmico del talud Texalpa

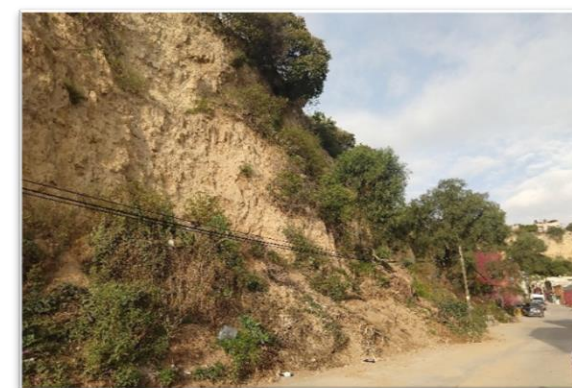


Foto 12 Talud Texalpa, vista de perfil, con la base del talud en la calle de Ruiz Cortínez.



Foto 13 Domicilios afectados en la base del talud.





Foto 14 Parte trasera de casa afectadas por caída de material en talud Texalpa.



Foto 15 Vista en dirección Poniente del talud Texalpa con un muro de contención al fondo.

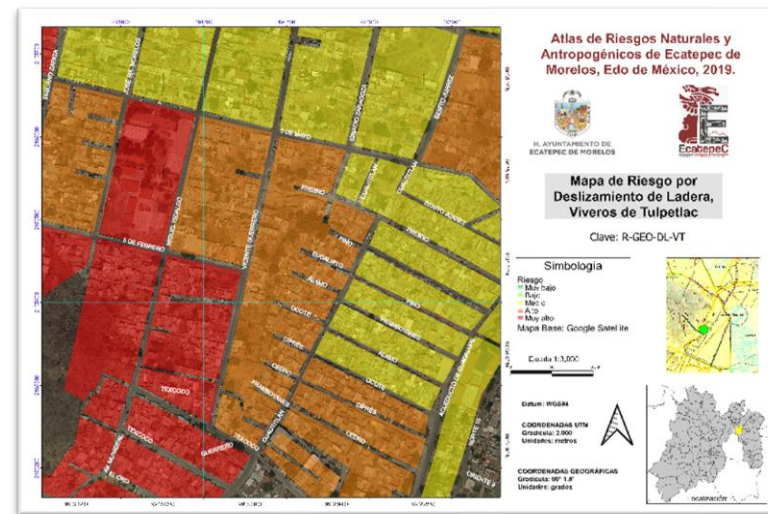


Mapa 92 Riesgo por Deslizamiento de Ladera, Talud Texalpa

Fuente: Elaboración Propia.

## B. Viveros de Tulpetlac

Talud Viveros de Tulpetlac	
Tipo de Fenómeno	Geológico
Fenómeno perturbador	Deslizamiento de Ladera
Área de Afectación	32321 m <sup>2</sup>
Geología de la Región	Intercalación de depósitos volcánicos y Lahares
Edafología	Asentamiento Urbano
Uso de Suelo y Vegetación	Urbano
Peligro	Muy alto
Nivel de Vulnerabilidad	Alto
Vulnerabilidad Social Mínima Expuesta	819 personas.
Vulnerabilidad Física Mínima Expuesta	209 Viviendas
Estudios de la zona	Sin estudios



Mapa 93 Riesgo por Deslizamiento de Ladera, Viveros de Tulpetlac

Fuente: Elaboración Propia.

### Descripción de la zona de riesgo

El talud de Viveros de Tulpetlac se encuentra ubicado en la colonia con el mismo nombre, Geológicamente el sitio se localiza en un ambiente vulcano-sedimentario, el cual descansa sobre un basamento ígneo. Los depósitos vulcanoclásticos (lahares y tobas) constituyen el subsuelo del lugar de estudio, presentan heterogeneidad granulométrica y una matriz constituida principalmente de arcilla, dándole menor estabilidad mecánica en comparación al basamento rocoso. Como producto de la erosión en la parte más superficial se tienen depósitos aluviales no consolidados, constituidos por clastos y material de las unidades anteriormente descritas, con una altura aproximada de 15-20m, con ángulos que van de 70 a 90°, se han detectado caída de material en temporada de lluvias pero los colonos que habitan los alrededores.

En la corona y base del talud se encuentran edificaciones de mampostería de Tipo 1, en algunos casos las bardas descansan en la cara del talud aumentando el grado de peligro, en la cara del talud también se han detectado cárcavas realizadas por la fauna del sitio (palomas y otras aves) y por acciones del agua de lluvia que deslava esta zona. La zona no cuenta con estudios para determinar la estabilidad del talud y así poder determinar el área de influencia para algún tipo de desprendimiento o deslizamiento.

Algunas de las construcciones se encuentran en contacto directo con la cara del talud aumentando el peligro exponencialmente.



Foto 16 Cara del talud en la calle de Eucalipto



Foto 17 Cárcavas y huecos en la cara del talud y casa descansando sobre esta.



Foto 18 Casas con posible afectación por desprendimiento de material del talud.



Foto 19 Construcciones en contacto directo con la cara del talud.



## VII.1.2 Riesgo por Flujos

### A. Las venitas

Las Venitas	
Tipo de Fenómeno	Geológico
Fenómeno perturbador	Flujos
Área de Afectación	m <sup>2</sup>
Geología de la Región	Rocas ígneas de composición Dacítica
Edafología	Asentamiento Urbano
Uso de Suelo y Vegetación	Urbano
Peligro	Muy alto
Nivel de Vulnerabilidad	Alto
Vulnerabilidad Social Mínima Expuesta	1,838 personas.
Vulnerabilidad Física Mínima Expuesta	22 Manzanas
Estudios de la zona	Sin estudios



Mapa 94 Riesgo por Flujos, Las Venitas.

Fuente: Elaboración Propia.

#### Descripción de la zona de riesgo

La geología de la zona está conformada por rocas de composición dacítica muy fracturadas y erosionadas. Los principales peligros observados en la zona se presentan como derrumbes, caída de rocas, flujo de escombros, arrastramiento o una combinación de estos.

La sierra de Guadalupe presenta una elevación aproximada de 3,000 m sobre el nivel del mar, por lo que, en épocas de lluvias la captación de agua llega a ser muy alta y los ríos estacionales presentan una corriente turbulenta y rápida.

Parte de la problemática presente en la zona se debe a que los colonos de esta zona han construido dentro del derecho de vía de la cañada, imposibilitando el libre tránsito aguas abajo del río, se detectaron construcciones de losa con columnas fijas al lecho del río, como se mencionó, en temporadas de lluvias estas colapsan provocando daños y pérdidas patrimoniales por inundaciones y el arrastre de vegetación y de rocas.

Como parte de soluciones previas ante las lluvias torrenciales, se observó en el lugar tres presas de Gavión, de las cuales, unas de ellas presentan daños estructurales provocados por el afluente (Ilustración 3). La inspección en este lugar no se pudo verificar detalladamente, ya que, por características de la zona, se dificultaba el descenso al sitio por lo que no podemos descartar que se presenten más daños como este en otras estructuras de Gavión.



Foto 20 Límites del Área Federal y la mancha urbana.



Foto 21 Presa gaviones colocadas a lo largo de la cañada.



Foto 22 Gaviones Dañados por los Flujos ocurridos en la zona.



Foto 23 Casas construidas en las pendientes de la cañada.



## VII.1.3 Riesgo por Caídas o Derrumbes

### A. Benito Juárez

Benito Juárez	
Tipo de Fenómeno	Geológico
Fenómeno perturbador	Deslizamiento de Ladera
Área de Afectación	m <sup>2</sup>
Geología de la Región	Brecha volcánica y lahares
Edafología	Asentamiento Urbano
Uso de Suelo y Vegetación	Urbano
Peligro	Alto
Nivel de Vulnerabilidad	Medio
Vulnerabilidad Social Mínima Expuesta	personas.
Vulnerabilidad Física Mínima Expuesta	Manzanas
Estudios de la zona	Sin estudios

Fuente: Elaboración Propia.



Foto 24 Zona de riesgo Col. Benito Juárez, casas en corona y pie del talud.



Foto 25 Vegetación en parte del cuerpo del talud.



Mapa 95 Riesgo por Caída de Rocas, Benito Juárez.

Fuente: Elaboración Propia.



Foto 26 Caídos de rocas en las bardas de las casas.

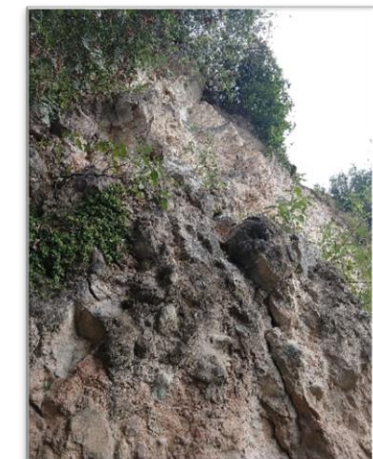


Foto 27 Pared del talud con rocas salientes y en peligro de caída.

### Descripción de la zona de riesgo

El talud se encuentra ubicado en la colonia Benito Juárez, geológicamente el sitio se localiza en un ambiente vulcano-sedimentario, el cual descansa sobre un basamento ígneo. Está compuesto por rocas de diferentes tamaños que oscilan en el orden de los cm a los 2 metros en algunas partes de la cara del talud, con una altura aproximada de 15-20m y con ángulos que van de 70 a 90°; se han registrado desprendimientos de rocas de gran tamaño que han afectado algunas bardas de los domicilios,



## B. Cerro gordo

planificación o consideración por estas estructuras. Dentro del riesgo que representa esta zona se ha detectado la caída de rocas en las zonas explotadas y deforestadas.

Cerro Gordo	
Tipo de Fenómeno	Geológico
Fenómeno perturbador	Caída de Rocas o Derrumbes
Área de Afectación	655583 m <sup>2</sup>
Geología de la Región	Roca ígnea de composición Dacítica
Edafología	Asentamiento Urbano
Uso de Suelo y Vegetación	Urbano
Peligro	Muy alto
Nivel de Vulnerabilidad	Medio
Vulnerabilidad Social Mínima Expuesta	4,348 personas.
Vulnerabilidad Física Mínima Expuesta	80 manzanas
Estudios de la zona	Sin estudios

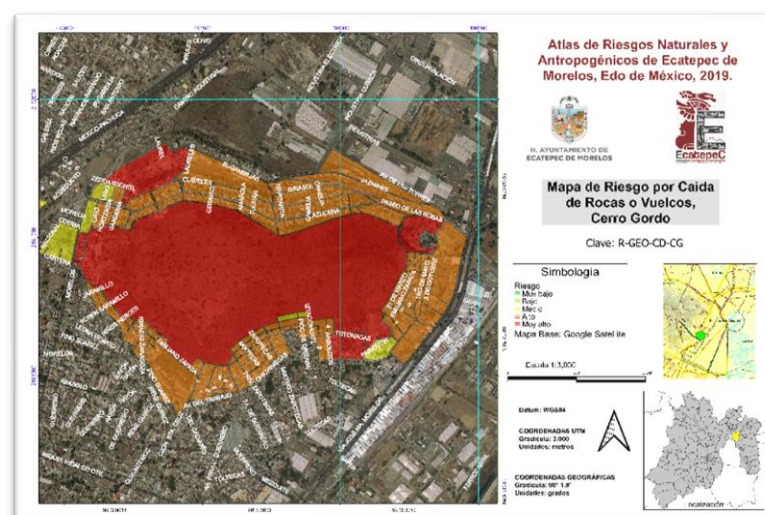
Fuente: Elaboración Propia.



Foto 28 Mina de explotación de materiales zona poniente.



Foto 29 Cimentación de casas en zonas de antiguos flujos de roca.



Mapa 96 Riesgo por Caída de Rocas, Cerro Gordo.

Fuente: Elaboración Propia.

### **Descripción de la zona de riesgo**

En el cerro se encuentran ubicadas los barrios de Bellavista, el Gallito, San Ignacio, Cerro Gordo, Santa Clara Rinconada de santa clara, Buenavista, Carlos Hank González y La Palma geológicamente el sitio se localiza en un ambiente volcánico siendo parte del complejo de la Sierra de Guadalupe. Está compuesto por rocas ígneas de composición Dacítica, este material ha sido explotado a lo largo de la historia por los pobladores de la región y se ha utilizado como agregados, mampostería y otros materiales de construcción, en la actualidad cuenta con tres zonas de explotación, la más grande esta ubicada en la parte poniente y las otras dos en la parte oriente.

Por las condiciones antes mencionadas esto aumenta el grado de peligro en el que se encuentra el polígono de estudio, se han construido edificaciones habitacionales cerca de los cortes y se han construido sin una



## C. La Esperanza

La Esperanza	
Tipo de Fenómeno	Geológico
Fenómeno perturbador	Caída de Rocas y Derrumbes
Área de Afectación	48,317 m <sup>2</sup>
Geología de la Región	Rocas ígneas de Composición dacítica
Edafología	Asentamiento Urbano
Uso de Suelo y Vegetación	Urbano
Peligro	Muy alto
Nivel de Vulnerabilidad	Muy Alto
Vulnerabilidad Social Mínima Expuesta	1,185 personas.
Vulnerabilidad Física Mínima Expuesta	13 manzanas
Estudios de la zona	Sin estudios

Fuente: Elaboración Propia.



Foto 30 Viviendas en el límite de la zona urbana y el área natural protegida.



Foto 31 Fragmentos de roca provenientes de la parte alta en zona urbana.



Mapa 97 Riesgo por Caída de Rocas, La Esperanza.

Fuente: Elaboración Propia.



Foto 32 Barda desplazada por las condiciones de caída de rocas y flujos en la zona.



Foto 33 Limite de la reserva.

### Descripción de la zona de riesgo

Esta zona de estudio se encuentra en la parte sur poniente del municipio, la zona se encuentra en los límites del Área Natural Protegida y la mancha urbana, Geológicamente esta región está constituida por rocas dacíticas con algunos flujos de escombros visibles en las bases de las edificaciones, que van de tamaños de 20 cm a 5 metros en algunas zonas.

Por las condiciones antes mencionadas esto aumenta el grado de peligro en el que se encuentra el polígono de estudio, se han construido edificaciones habitacionales cerca de los cortes y se han construido sin una planificación o consideración por estas estructuras. Dentro del riesgo que representa esta zona se ha detectado la caída de rocas en las zonas explotadas y deforestadas.



**D. Colonia Vista Hermosa**

Vista Hermosa	
Tipo de Fenómeno	Geológico
Fenómeno perturbador	Caída de Rocas y Derrumbes
Área de Afectación	m <sup>2</sup>
Geología de la Región	Roca ígnea de composición
Edafología	Asentamiento Urbano
Uso de Suelo y Vegetación	Urbano
Peligro	Muy Alto
Nivel de Vulnerabilidad	Muy Alto
Vulnerabilidad Social Mínima Expuesta	1,838 personas.
Vulnerabilidad Física Mínima Expuesta	22 Manzanas
Estudios de la zona	Sin estudios

Fuente: Elaboración Propia.



Foto 34 Bloques sueltos y diferentes tamaños de rocas disgregadas en el cuerpo de la ladera.



Foto 35 Vista de perfil en dirección sur de la zona de desprendimientos.



Mapa 98 Riesgo por Caída de Rocas, Vista Hermosa.

Fuente: Elaboración Propia.

**Descripción de la zona de riesgo**

La zona se encuentra ubicada en la colonia de Vista hermosa en la parte norponiente del municipio , la geología de la región está compuesta por lahares y rocas ígneas de composición Dacítica muy fracturada en las partes altas, con bloques que van de 0.30 a 5 metros en algunas zonas, el peligro de la zona es por vuelcos o caída de rocas, pendientes mayores de 35° , con un espesor de suelo no mayor a 30 CM, la zona más crítica cuenta con una barda de contención de 40 cm de espesor y 1.90 m de altura , las estructuras de las casa utilizan está barda de contención como parte de las mismas

## VIII PROPUESTA DE ESTUDIOS Y ACCIONES

### VIII.1 Estudios y Obras de Remediación

Los riesgos naturales son eventos multifactoriales que ocurren espontáneamente, muchas veces sin que pueda conocerse con anticipación la magnitud de ocurrencia del fenómeno, ni su duración. La única manera de mitigar la ocurrencia de desastres causados por peligros naturales es por medio de un análisis y caracterización que permitan a su vez tomar medidas de prevención ante posibles escenarios de desastre. Tales medidas preventivas consisten en dos partes mutuamente complementarias: la informativa, y la construcción de obra civil.

La información sobre los riesgos es esencial porque una sociedad con conocimiento enfrente los embates de la naturaleza de una forma más preparada, lo que eventualmente salva vidas y propiedades. No debe soslayarse el hecho de que la información y el conocimiento, pueden cambiar diametralmente la vulnerabilidad y exposición de la población ante el peligro; además, esto implica involucrar a la sociedad civil en el proceso de adquisición de resiliencia, pues la información debe ciudadanizarse, y no solo ser parte del conocimiento de las autoridades.

Además de lo anterior, es necesario prepararse para fenómenos naturales recurrentes con obras civiles para mitigar o incluso evitar daños potenciales. Tales obras a menudo son costosas y requieren de estudios especiales para determinar los alcances y necesidades de cada proyecto en particular. En el presente trabajo, se mencionan brevemente aquellas obras que reducirán en un grado significativo los problemas a corto plazo que enfrenta el Municipio de Ecatepec en cuestión de peligros naturales. Debido a que no todas estas obras son realizables en un futuro inmediato, de nuevo se hace evidente que la estrategia más barata y efectiva contra los fenómenos naturales es la sociedad informada.

#### A. Estudios

Como se ha mencionado anteriormente, los fenómenos Geológicos son de los de alto riesgo para el municipio y se han logrado identificar 8 zonas que son de carácter urgente por las condiciones en las que se encuentra la población, es por tal motivo que se recomienda realizar los siguientes estudios para estos puntos:

ID	DIRECCIÓN	LITOLOGÍA	ESTUDIOS PROPUESTOS
1	CALLE SANTA MARÍA, COLONIA ALMACIGO NORTE	ROCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESTUDIO DE SÍSMICA</li> <li>ESTUDIOS GEOTÉCNICOS A DETALLE</li> <li>ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL</li> </ul>
2	CALLE BENITO JUÁREZ Y RUIZ CORTINES COLONIA TEXALPA	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN 4 PUNTOS POR SPT A 20M</li> <li>PROPUESTA DE OBRA DE REMEDIACIÓN</li> </ul>
3	CERRO GORDO COLONIA MISAEL NÚÑEZ	ROCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESTUDIO DE SÍSMICA</li> <li>ESTUDIOS GEOTÉCNICOS A DETALLE</li> <li>ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL MACIZO ROCOSO</li> </ul>
4	TABLAS DEL POZO NORTE	ROCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESTUDIO DE SÍSMICA</li> <li>ESTUDIOS GEOTÉCNICOS A DETALLE</li> <li>ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL MACIZO ROCOSO</li> <li>MECÁNICA DE ROCAS EN CASO DE</li> </ul>

ID	DIRECCIÓN	LITOLOGÍA	ESTUDIOS PROPUESTOS
5	COLONIA LA LAGUNA DE CHICONAUTLA	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESTUDIO DE SÍSMICA</li> <li>MECÁNICA DE SUELOS EN VARIOS PUNTOS</li> </ul>
6	EDIF. EN VALLE DE TLACOLULA COL. VALLE DE ARAGÓN	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESTUDIO DE SÍSMICA</li> <li>MECÁNICA DE SUELOS EN VARIOS PUNTOS</li> </ul>
7	EL CHAMIZAL	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESTUDIO DE SÍSMICA</li> <li>MECÁNICA DE SUELOS EN VARIOS PUNTOS</li> </ul>
8	JARDINES DE MORELOS	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESTUDIO DE SÍSMICA</li> <li>MECÁNICA DE SUELOS EN VARIOS PUNTOS</li> </ul>

#### B. Obras de Remediación

Para poder determinar las obras de remediación necesarias para todos los fenómenos naturales aquí expuestos es necesario establecer y realizar los estudios pertinentes para poder diseñar las obras para cada uno de los puntos de riesgo encontrados durante la elaboración de este Atlas de Riesgos.

Para el caso de inundaciones que es uno de los fenómenos con más daños han causado dentro del municipio se pueden diseñar obras orientadas a su mitigación y se puede considerar la siguiente propuesta emitida dentro del Atlas de Riesgos 2017.

Esta propuesta consiste en instalar por lo menos 5 estaciones telemétricas digitales de alto rango dinámico con sensores hidrométricos que generen los datos en cantidad y calidad necesaria para evaluar en tiempo real el peligro por inundación en el Municipio de Ecatepec. Estas estaciones cubrirán las zonas de origen de las inundaciones, previamente identificadas como los cauces intermitentes que bajan de los cerros del poniente. Para su operación, la red se configurará por cinco o más estaciones, las cuales utilizarán el sistema de envío de datos vía internet de banda ancha a una estación central, donde un sistema inteligente realizará la localización y evaluación preliminar de los eventos de inundación en tiempo real. Estos resultados serán distribuidos con base en protocolos a definir, por las dependencias e instancias involucradas, y se actualizarán automáticamente en una página de internet.

El objetivo de esta red es instrumentar con el equipo necesario para poder identificar el peligro por inundaciones en el Municipio de Ecatepec, antes de que cause un daño a la población. El sistema puede calibrarse para que envíe un mensaje de texto a los tomadores de decisiones antes de que un evento potencialmente desastroso ocurra, permitiendo de esta forma, evacuar a los afectados y preparar a los equipos que harán frente a la contingencia.

Para su implementación, no sería necesario sufragar un gasto importante. de hecho, se puede elaborar el sistema con muchos de los recursos con los que ya cuenta el Municipio de Ecatepec. Potencialmente el gasto más importante serían los sensores; sin embargo, incluso estos pueden desarrollarse internamente con la colaboración de las Universidades locales.

Por lo anteriormente expuesto, el Sistema de Alerta Temprana para Inundaciones del Municipio de Ecatepec, podría convertirse en el instrumento de referencia en el ámbito regional y nacional. Adicionalmente, su buen manejo fomentará la cultura de la prevención en cuanto a desastres se refiere.



## VIII.2 Recomendaciones

Se debe de identificar el fenómeno al cual está expuesta la población, en este caso el sismo. Cómo se originan, las zonas generadoras de temblores y fundamentalmente las regiones de mayor afectación del municipio, con base en la densidad de población, tipo de construcciones, ubicación de hospitales, escuelas, refugios, museos, Palacio de Gobierno, etc.

Elaborar un catálogo de construcciones que se encuentren en las zonas de mayor peligro sísmico, identificando tipo de materiales en muros y techos, año de construcción y número de habitantes, identificando aquellos que por sus condiciones de movilidad, edad o situación económica pudieran considerarse más vulnerables.

Es preciso tener un reglamento de construcción municipal, tomando en cuenta los últimos sismos registrados y percibidos en el municipio. Tener presente el manual de construcción de obras civiles, o normas sismorresistentes para la mitigación del fenómeno.

Se deben de considerar cursos de prevención para la mitigación del peligro sísmico dirigidos, tanto al personal de protección civil, como a la población en general.









Dar seguimiento a la actualización y revisión de la información del presente Atlas de Riesgo del municipio, con la finalidad de contar con una mejor preparación ante la presencia de dicho peligro.












### A. Resiliencia

Algunas medidas para la mitigación del riesgo sísmico, se llevarán a cabo únicamente con políticas públicas persistentes en el tiempo, más allá de los períodos de los gobiernos locales, con instituciones fuertes, bien coordinadas y con servidores públicos dispuestos a hacer cumplir las normas, es así como se puede realmente planear una ciudad con la resiliencia necesaria para afrontar un terremoto de gran magnitud.

### B. Medidas preventivas para la mitigación de peligro ante un sismo

Se recomienda hacer un Reglamento de Construcción para del Municipio de Ecatepec de Morelos, y se integren los siguientes temas para tener en cuenta los aspectos de construcción sismorresistente:

-  Clasificación de las construcciones por su uso.
-  Clasificación de las construcciones según su estructuración.
-  Método simplificado de análisis.
-  Estado límite por desplazamientos horizontales.
-  Estado límite por una ruptura de vidrios.
-  Muros de retención.
-  Las obras de refuerzo en cimentaciones y estructuras de carga, deberán realizarse tomando en cuenta lo siguiente:
-  Cimentaciones.

-  Diseño de la cimentación.
-  Asentamientos.
-  Investigación del terreno de cimentación.
-  Revisión y aprobación del diseño de cimentación.
-  Obligaciones de cimentar.
-  Investigación de las construcciones colindantes.
-  Protección del suelo de cimentación.
-  Resistencia
-  Capacidad de carga de los suelos de cimentación.
-  Análisis de la estabilidad de las cimentaciones.
-  Memoria de diseño.

Realizar una evaluación sobre las condiciones que guarda la infraestructura para identificar las zonas de riesgo que pudieran resultar afectadas por un sismo y así mismo, informar a la población mediante los mapas integrados en el presente Atlas o bien a través de la realización de infografías.

Gestionar y ejecutar la demolición de edificios y casas dañadas y abandonadas que pudieran representar un riesgo para la población.

Es conveniente que se firmen convenios de colaboración con los colegios de arquitectos o ingenieros civiles con el fin de que después de un sismo se conformen brigadas de evaluación de daños que permitan dirigir los recursos a las zonas más afectadas de manera ágil.

### VIII.2.1 Recomendaciones Volcanes


La comunidad necesita saber los riesgos a los que está expuesto, en el caso de Ecatepec de Morelos, el volcán Popocatepetl es el más cercano al municipio, para aquellas localidades que se encuentran ubicadas en las zonas más expuestas. La capacitación que se brinde a estas poblaciones tiene que realizarse de manera periódica y debe dirigirse también a los funcionarios municipales.







### C. Medidas preventivas para la mitigación de peligro

La Secretaría de Gobernación a través del Sistema Nacional de Protección Civil y de los gobiernos estatales, han implementado un Programa Operativo para evacuar a la población en caso de peligro y que cada ciudadano conozca las acciones a seguir respecto a la actividad volcánica. Dicho programa está basado en un Semáforo de Alerta Volcánica que consiste en lo siguiente:

Semáforo verde, etapa de normalidad:









*El color verde* indica que puedes desarrollar las actividades con normalidad, por lo que es una oportunidad para conocer la señalización de:

-  Rutas de evacuación. Se deben de inspeccionar las rutas de evacuación ante alguna emergencia, ya que en malas condiciones de los caminos podría dificultar un posible desalojo, sobre todo en la temporada de lluvias ya que en caso de detectar algún daño podrá ser reparado.

-  Sitios o centros de reunión. Informar a la población sobre los centros de reunión para poder concentrar a las personas en caso de un evento.
-  Albergues. Informar a la población sobre los sitios que servirán de albergue ante una eventualidad para que se dirijan de manera adecuada y oportuna.
-  Identificar las rutas de evacuación y dónde están los centros de reunión establecidos por las autoridades, para facilitar el posible traslado a lugares seguros, así como el refugio temporal o albergue que te corresponde.
-  Asistir a los cursos de capacitación que te ofrezca la unidad de Protección Civil y sobre todo participa en los ejercicios y simulacros que se realicen en tu comunidad.
-  Recuerda que las construcciones en las cañadas y riberas de los ríos son más propensas a sufrir daños, ya que generalmente los flujos de materiales volcánicos toman esos cauces.
-  Procura construir en las zonas más altas y que tu casa tenga techos fuertes y de preferencia inclinados.



#### Semáforo amarillo etapa de Alerta:























*El color amarillo* significa que tú debes estar alerta y pendiente de lo que te digan las autoridades y las noticias, y sobre todo seguir las indicaciones que te indiquen.

-  Estar atento a la información oficial
-  Estar preparado para una posible evacuación. Conozca su sitio de reunión
-  Tener los documentos importantes a la mano. Prepara para cada miembro de tu familia, una tarjeta con su nombre y dirección.
-  Si la vivienda tiene servicios de gas, luz y agua, asegúrate de saber cómo se cierran.
-  Si puedes guardar: agua potable y alimentos, las medicinas que estés tomando tú o alguien de tu familia, así como tus documentos más importantes, como títulos de propiedad, actas de nacimiento o matrimonio, cartillas, etc.
-  Procura tener a la mano un radio de pilas, linterna y las llaves de tu casa.
-  Cubre los depósitos de agua y alimentos para evitar que se contaminen con las cenizas que puedan caer.
-  Si tienes ganado o cualquier tipo de animales consulta en la unidad de Protección Civil qué debes de hacer con ellos.



#### Semáforo rojo etapa de Alerta:

*El color rojo* es la señal de alarma, cuando se presente atiende las recomendaciones de las autoridades. Si la instrucción es evacuar:

-  Conserva la calma, reúne a tu familia, ponles una identificación, cuida que puertas y ventanas queden cerradas y coloca una sábana o tela blanca hacia la calle para comprobar que se trata de un domicilio evacuado.
-  Acude inmediatamente a los centros de reunión. Lleva solo lo indispensable.

-  Si puedes evacuar por tus propios medios, no dudes en hacerlo y dirígete al refugio temporal que te corresponde.
-  Al llegar al refugio temporal regístrate y ubícate en el sitio que se te indique.
-  Si requieres atención médica, acude a la instalación más cercana del Sistema de Salud. En el refugio temporal colabora en lo que se te pida, mantén contacto con las autoridades, ellas te indicarán las reglas a seguir durante tu estancia. Asimismo, te informarán sobre la evolución de la emergencia, hasta que esta termine.
-  Si no puedes localizar el centro de reunión o no se presenta el medio de transporte para evacuarte, aléjate del volcán caminando por las partes altas hasta un lugar seguro.
-  Después de la emergencia. Retorno a la Normalidad.
-  Solo las autoridades indicarán cuándo será seguro regresar a las viviendas.
-  Antes de entrar a las viviendas verificar las condiciones en que se encuentren, en caso de que se tengan dudas consultar con los Cuerpos de Emergencia, si el techo tiene ceniza, quitarla de inmediato cuidando que no se vaya al drenaje.
-  No usar la electricidad ni el gas hasta estar seguro de que las instalaciones estén limpias de ceniza y en buen estado.
-  No comer o beber nada que sospeche que está contaminado, si existen dudas consultar a las autoridades correspondientes.
-  Mantenerse alerta al color del semáforo y seguir las recomendaciones del comité local de Protección Civil.
-  Realizar junto con la familia las actividades cotidianas.
-  Recomendaciones generales
-  Si observamos algún cambio en el volcán, como nuevas fumarolas, fuentes termales, pozos secos, cenizas o deslizamientos, comuniquémoslo a las autoridades.
-  Tener a la mano documentos importantes, de forma prioritaria aquellos irremplazables.
-  Tener agua potable y alimentos no perecederos que permitan abastecer a tu familia por un período de 3 días.
-  Platicar con su familia y definir un plan de contingencia familiar.
-  Si vives cerca de un volcán activo, prepara un kit de emergencia que incluya gafas de seguridad, una máscara, una linterna y una radio en buen estado que funcione con pilas.
-  Elabora una ruta de evacuación y ten el depósito de gasolina del coche siempre lleno.
-  Evacua siguiendo las recomendaciones de las autoridades para no encontrarte lava y barro, así como rocas y escombros que puede arrojar el volcán.
-  Evita zonas de ríos y regiones bajas.
-  Antes de abandonar tu casa, ponte una camisa de manga larga y pantalones largos; usa gafas de seguridad o normales, sin lentillas. Ponte una máscara de emergencia o envuélvete la cara con un paño húmedo.
-  Si no vas a evacuar, cierra puertas y ventanas, y bloquea la chimenea y otros puntos de ventilación para evitar que la ceniza entre en la casa.



-  Ten en cuenta que la ceniza puede sobrecargar el tejado y puedes necesitar retirarla. Durante la limpieza, lleva elementos de protección
-  La ceniza puede dañar motores y piezas metálicas, así que evita conducir. Si debes conducir, no superes los 55 kilómetros por hora.

Si bien todas las acciones descritas con anterioridad son de gran importancia, de nada sirven si no se difunden entre la población a través de diversos medios y de manera constante.

## VIII.2.2 Inestabilidad de Laderas (CENAPRED, 2008)

### A. Medidas preventivas ante la inestabilidad de laderas

Con el objetivo de disminuir el peligro por la inestabilidad de laderas se recomienda:

1. Evitar cortar árboles ni destruir la vegetación natural existente en la región.
2. No realizar excavaciones en las laderas de los cerros en forma de cortes y terrazas sin previa autorización.
3. En los lugares en donde la superficie del terreno natural se encuentre inclinada y donde existan personas viviendo, es importante que no permitan que el agua de los drenajes domésticos se infiltre en el terreno.
4. En caso de que detecte alguna fuga de agua, deberá dar aviso inmediato a las autoridades de protección civil, para que ellas se encarguen de agilizar los trabajos de reparación, con el fin de que no se reblandezca el terreno.
5. Es muy importante que los habitantes estén atento a las indicaciones de las autoridades de protección civil de su comunidad, sobre todo durante la temporada de lluvias.
6. Si existen viviendas que se encuentren ubicadas en la ladera de un cerro, los inquilinos deberán revisar constantemente las paredes, pisos y techos en busca de grietas o hundimientos.
7. Si existen personas que viven al pie o sobre una ladera en una región que pueda ser afectada por sismos intensos, se debe considerar la posibilidad de que la ladera se vuelva inestable. La única acción que permite reducir los efectos por inestabilidad de laderas es la detección oportuna y la toma inmediata de decisiones por parte de las autoridades, especialistas y público en general, a fin de poner en práctica los planes de evacuación y salvamento previamente diseñados para cada localidad.

### xii. Acciones previas a un proceso de inestabilidad

1. Los habitantes deben conocer o informarse sobre los antecedentes de los terrenos alrededor de su hogar. Averiguar si han ocurrido deslizamientos o flujos en el área, contactando a las autoridades locales.
2. Fomentar y apoyar las iniciativas de las autoridades locales para que se implanten y respeten las normas y reglamentos que regulan la planificación y construcción de estructuras en áreas susceptibles a movimientos de ladera. Toda estructura de vivienda debe de ser construida en áreas

lejos de taludes empinados, arroyos y ríos, canales que estén secos durante ciertos periodos del año y en las desembocaduras de canales provenientes de las montañas.

3. Vigilar el drenaje en los taludes alrededor de su hogar. En especial observe aquellos lugares donde las corrientes de agua convergen causando que el flujo de agua sobre esos suelos aumente. Manténgase atento a cualquier rasgo que pueda indicar algún movimiento de suelo en las colinas que estén cerca de su hogar, tales como pequeños deslizamientos, flujos de escombros y / o múltiples árboles inclinados cuesta abajo.
4. Contacte a las autoridades locales para enterarse de los planes de evacuación en su área, en caso de emergencia. También desarrolle sus propios planes de emergencia para usted y su familia en caso de que tengan que evacuar el área.

### xiii. Acciones durante una tormenta

1. ¡Manténgase despierto y alerta! Muchas de las muertes causadas por flujos o deslizamientos ocurren de noche cuando la gente está durmiendo. Manténgase atento a los avisos de tormenta por la radio. Tenga presente que lluvias intensas de corta duración son particularmente peligrosas, especialmente si ocurren después de periodos largos de lluvia.
2. Considere evacuar su hogar si vive en un área que es susceptible a movimientos de ladera, teniendo en cuenta que puede hacerlo sin peligro.
3. Esté atento a cualquier sonido producido por escombros en movimiento, tales como árboles derrumbándose o peñascos que chocan uno con otro. Usualmente los flujos y deslizamientos mayores son precedidos por movimientos pequeños. Si vive cerca de un canal o arroyo, debe de estar alerta a cualquier cambio súbito en los niveles y turbulencia del agua. Estos cambios pueden indicar que han ocurrido movimientos. Desaloje el área inmediatamente y no trate de salvar sus pertenencias. Usted y su familia son más importantes.
4. Cuando esté conduciendo un vehículo bajo condiciones de tormenta preste atención a los taludes de las carreteras ya que éstos son muy susceptibles a caídos, flujos y deslizamientos. Manténgase alerta por si ve lodo y rocas sobre la carretera, grietas o deformaciones del pavimento, ya que éstos pueden indicar la presencia de un movimiento de ladera.

### xiv. Procedimientos recomendables después de un movimiento de ladera

5. No asustarse, trate de mantener la calma y coordinarse con sus familiares, amigos y vecinos para tratar de salir de la zona de peligro e ir a un sitio seguro.
6. No precipitarse a “hincar (clavar) pilotes”, porque esto podría debilitar aún más al material térreo de la ladera, al incrementar la presión del agua que se encuentra dentro de dicho material.
7. Analizar el agua expuesta en el lugar y remover el agua libre.
8. Revisar la configuración de la superficie del terreno antes y después de ocurrido el deslizamiento, para lo cual resulta sumamente útil la recomendación siguiente.
9. Observar el sitio desde el aire, si es posible, y estudiar fotografías aéreas de la zona.
10. Estudiar los movimientos previos que se puedan localizar.

11. ¿Antes de buscar una solución, preguntarse? ¿Por qué ocurrió el movimiento?
12. Estudiar los registros existentes, antiguos y recientes, referentes al clima local y la sismicidad de la región.
13. Efectuar los estudios geotécnicos de exploración, muestreo, pruebas de laboratorio (para determinar las características de resistencia, deformabilidad y permeabilidad de los materiales térreos), efectuar los análisis de estabilidad necesarios.
14. Diseñar la solución de estabilización, basada en los cálculos de estabilidad correspondientes.
15. Instalar los sistemas de drenaje y / o estabilización necesarios.
16. Afinar y determinar los taludes y plantar una cubierta vegetal apropiada.
17. Preparar un expediente y registros que permitan documentar el problema. Asegurarse de que dichos documentos se depositen y mantengan en un sitio adecuado para ser usados regularmente en la inspección y el mantenimiento a lo largo de los trabajos enfocados a la estabilización, a mediano y largo plazo.

En el municipio de Ecatepec de Morelos existe una zona en particular que presenta niveles altos de riesgo por deslizamiento de laderas, este sitio se encuentra en las colonias Almagio norte, Cerro gordo y tablas del pozo norte los cuales están densamente poblados y en el que ya se han presentado algunos eventos. Si bien el arraigo de la población que ahí habita es muy fuerte, es preciso realizar obras de mitigación para estabilizar los taludes y monitorear, incluso con la ayuda de la propia población, los movimientos que se presenten.

### VIII.2.3 Recomendaciones Ondas Gélidas (Heladas) (CENAPRED, 2007)

Las ondas gélidas tienen como consecuencia un aumento en la presencia de ciertas enfermedades como SON las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA'S). Estas infecciones se transmiten fácilmente y pueden llegar a ocasionar en ciertos casos hasta la muerte. Sin embargo, de acuerdo con información histórica, el mayor número de muertes asociados a las bajas temperaturas se da por tres causas principales, la hipotermia, la intoxicación y las quemaduras, los dos últimos asociados al mal uso de calentadores y/o anafres cuyo fin es mantener caliente el interior de las viviendas.

#### **i. Medidas previas al fenómeno de la helada o presencia de bajas temperaturas**

- Estar pendiente de la información sobre heladas y comunicados de las autoridades (Protección Civil, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación, etc.) que se transmitan por los medios de comunicación.
- Informar a las autoridades sobre la localización de personas más vulnerables (indigentes, niños, ancianos o enfermos, discapacitados, personas en zonas de pobreza extrema).
- Procurar y fomentar, entre la familia y la comunidad, las medidas de autoprotección como:
- Vestir con ropa gruesa y calzado cerrado (chamarra, abrigo, bufanda, guantes, etc.) cubriendo todo el cuerpo.
- Comer frutas y verduras amarillas ricas en vitaminas A y C.
- La unidad de Protección Civil deberá Instalar refugios temporales en caso de ser necesario y

difundir su ubicación entre la población.

- Almacenar agua, alimentos comestibles y productos de limpieza, en caso de emergencia.
- Disponer de un botiquín de primeros auxilios.
- Tener siempre a la mano un radio de pilas con repuestos suficientes para escuchar la información meteorológica.
- Lámpara con pilas y suficientes repuestos.
- Es preciso que el municipio cuente con una reserva de cobertores, agua embotellada y víveres antes del comienzo de la temporada invernal.
- La Unidad de Protección Civil debe llevar a cabo arduas campañas de prevención para el correcto uso de sistemas de calentamiento.

#### **ii. Medidas durante la helada**

- Es importante tener cuidado con los sistemas de calentamiento para que no se respiren gases que provoquen la intoxicación de las personas.
- Recomendar a la población permanecer resguardado en el interior de su casa y procurar salir solamente en caso necesario.
- Instruir a la población que vive en casas con techos o paredes delgadas para que acuda a los refugios temporales cuando se avise de un frío intenso.
- Abrigarse con ropa gruesa de preferencia de algodón.
- Protegerse el rostro y la cabeza (gorro y guantes). Evitar la entrada de aire frío en los pulmones.
- Usar suficientes cobijas durante la noche y madrugada que es cuando desciende la temperatura.
- Siempre y cuando exista una ventilación adecuada, usar chimeneas, calentadores u hornillos, en caso de que el frío sea muy intenso y las cobijas no sean suficientes.
- Mantenerse seco pues la humedad enfría el cuerpo rápidamente. Cuando el cuerpo empieza a temblar, de inmediato regresar a un lugar con calefacción.
- Incluir alimentos ricos en vitaminas y grasas, a fin de incrementar la resistencia al frío.
- Asegurarse que las estufas de carbón, eléctricas y de gas estén alejadas de las cortinas.

#### **iii. Medidas de protección en cultivos**

La preocupación de los agricultores para proteger sus cultivos de las heladas se debe a las fuertes pérdidas económicas y naturales que pueden presentarse durante el ciclo agrícola. Existen varios métodos para reducir los efectos de las heladas en cultivos, los cuales se agrupan en indirectos (o pasivos) y directos (o activos).

Los métodos indirectos disminuyen la afectación durante el periodo de helada, por la elección apropiada de las especies, variedades, épocas de cultivo y ubicación de las distintas plantas.

Los métodos directos se basan en acciones tomadas antes y durante el periodo de peligro de la helada. En algunos, se reduce la pérdida de calor del suelo protegiéndolo con cajones, cestos, entablillados de madera, u otros elementos vegetales, o bien, produciendo nieblas o humos artificiales en la capa de aire adyacente a la superficie del suelo y reponen las pérdidas de calor agregando una cierta cantidad de él.

#### **iv. Métodos directos (activos)**

Entre otros métodos están los siguientes:



a). Protección o cubierta de los cultivos (plástico, fibra de vidrio, red, túneles, calentadores, aluminio pulverizado y aislador de espuma) y hasta barreras forestales. Por ejemplo, los abrigos de fibra de vidrio son grandes aisladores de calor para las plantas, presentan un tiempo de duración moderado, asimismo ayudan a una rápida regeneración en caso de ocurrir una helada y su costo es relativamente barato. Una desventaja es que propician que las hormigas se concentren, además de ser más difícil de instalar y manipular que otros abrigos.

b). Generación de humo y neblinas artificiales (nubes de humo desde un bote de combustible, combustión química, humo de caldera).

Para la generación de niebla, los agricultores usan ramas de árboles podados, estiércol, aserrín, paja, madera y pasto. Aunque no es recomendable por la contaminación ambiental y otros aspectos ecológicos, hoy en día hasta llantas de autos son quemadas. También se han utilizado sustancias químicas, como fósforo rojo, cloruro de amonio, cloruro de zinc, amoníaco, entre otros. Sin embargo, este tipo de sustancias causan contaminación en el aire, incendios y algunos inconvenientes con la fauna nativa, por lo que resultan contraproducentes y deben ser prohibidos. Por ejemplo, en la producción de humo, al quemarse las sustancias de deshecho en los hornillos, éstas generan mucho hollín que refuerza el efecto invernadero, y con ello disminuye el enfriamiento. Así, el humo debe producirse antes de que la temperatura alcance los 0°C.

c) Calentamiento directo del aire y la planta (calentadores líquidos, calentadores sólidos, calentadores eléctricos).

El calentamiento consiste en generar el aire cálido en un cultivo momentos antes de que la temperatura sea crítica para las plantas. El objetivo del método es desprender más calor con menos humo.

Los calentadores de petróleo pueden agruparse en:

- 1) calentador sin chimenea
- 2) calefactor con chimenea a combustión lenta
- 3) calefactor con chimenea a combustión forzada por ventilación.
- 4) calefactor de combustión forzada por presión del combustible.

d). Irrigación y goteo. Inundación del terreno para liberar el calor latente. El uso del agua para contrarrestar las heladas es un método muy antiguo. Se conocen varias formas de riego: 1) inundación, 2) canales y 3) aspersión.

1) Riego por inundación. Consiste en utilizar el agua como aislante. Debido al calor específico que posee, puede ceder grandes cantidades de calor experimentando una leve variación de temperatura. No obstante, las posibilidades de riego son limitadas, debido a que no todos los cultivos toleran una inmersión prolongada y a la limitada disposición de grandes cantidades de agua.

2) Riego por canales. Tiende a modificar las condiciones térmicas del suelo, con lo cual se disminuye la probabilidad de helada.

3) Riego por aspersión. Consiste en aprovechar el calor latente de solidificación del agua. En algunos casos, provoca la modificación calórica del suelo. El agua, al caer sobre la planta se congela liberando una

determinada cantidad de calor latente que recibirá el cultivo en el lugar donde la gota de agua cayó. En ese momento, la temperatura permanece muy próxima a 0°C. Por este motivo, es necesario que la provisión de agua sea continua, mientras la temperatura del aire circundante permanezca por debajo de 0°C.

Los sistemas más importantes del riego por aspersión son: riego por aspersión directo sobre el cultivo en el momento en que se produce la helada, riego por aspersión directo antes de la ocurrencia de la helada y riego por aspersión indirecto o fuera del cultivo a proteger.

e) Mezclado del aire (generación de viento artificial por medio de máquinas, como helicópteros). Retardan la pérdida de calor al cubrir las plantas con algún material no metálico como papel, plástico, paja o tela, que intercepte el calor irradiado por la tierra y por las plantas. El objetivo es no dejar escapar el calor de la planta por irradiación.

f) Mantenimiento de la temperatura sobre el punto de congelación por calentamiento artificial de las capas inferiores, por medio de hornillos o botes con petróleo o keroseno. Quemado de materia orgánica para producir humo cuyas partículas absorban el calor irradiado por la tierra.

Los combustibles sólidos pueden ser quemados en aparatos diseñados para ello o estar expuestos directamente al suelo. Existen calentadores que utilizan carbón fósil, como la hulla o lignito, así como conglomerados sólidos de sustancias inflamables. Otro combustible en calefactores es el gas, como metano, butano, etano o propano.

Las etapas principales en que el calor se transmite desde el calefactor hacia el exterior son dos: 1) transferencia convectiva y 2) radiación directa.

En resumen, determinadas prácticas agrícolas son utilizadas para reducir los efectos de las heladas, como las que se describen a continuación: las barreras forestales cuya finalidad es desviar el flujo de aire frío; la formación de espejos de agua, que producen una modificación en la radiación del lugar; utilización de plantas de corte alto; modificación calórica del suelo mediante el agregado de sustancias colorantes o de otros elementos como abonos naturales, turba o estiércol; por último el cubrimiento de plantas.

#### ***v. Métodos indirectos (pasivos)***

Son aquéllos que ayudan a prevenir el fenómeno de la helada sin necesidad de que ésta ya esté presente.

a). Escoger especies y variedades de cultivo resistentes a las heladas y de floración tardía.

b). Selección del terreno. Generalmente las depresiones son más propensas al frío y al fenómeno de la helada, por lo que se recomienda, en la medida de lo posible, no sembrar en el fondo de los valles cerrados, laderas y cuencas, que constituyen cauces naturales del flujo o masas de aire frío. En tanto, los cerros, lomas y montañas son sitios de dispersión del aire frío, que determinan condiciones poco favorables a la formación de las heladas. Así, se deberán preferir las colinas o cualquier elevación sobre el nivel ordinario del terreno para su plantación. También es importante tomar en cuenta, la orientación del terreno ya que las laderas dirigidas hacia el sur presentan menor probabilidad de heladas. Para la protección es necesario seleccionar aquellos lugares que manifiesten una mayor radiación durante el día, que sean más húmedos y con temperaturas altas (mayor cantidad de radiación solar y mayor reserva que durará toda la noche).

c). Métodos ecológicos. Se refieren al control de nutrientes, fertilizantes, rompevientos, entre otros. Al mismo tiempo que desfavorecen la formación de heladas, las técnicas ecológicas ayudan a la compactación y mejoramiento de suelos, así como a la rotación de cultivos. Mientras tanto, los suelos orgánicos o de turba presentan problemas cuando ocurren heladas nocturnas.

#### **VIII.2.4 Recomendaciones Ondas Cálidas (CENAPRED, 2007)**

##### **A. Medidas de mitigación contra sequías**

Se le recomienda a la población los siguientes puntos para mitigar los efectos de la onda u ola de calor:

- Evitar exponerse al sol entre el horario comprendido de las 11:00 am hasta las 16:00 hrs.
- Usar ropa suelta de colores claros y manga larga de preferencia.
- Evitar realizar actividades físicas intensas bajo el sol o que requieren exposición de mucho tiempo al sol.
- Hidratarse constantemente tomando agua simple, aunque no se tenga sensación de sed.
- Consumir alimentos frescos, frutas y verduras.
- Permanecer en la sombra y en lugares frescos.
- Usar protector solar (Recomendación mínima F15).
- Usar lentes de sol, gorra, o sombreros.
- No consumir bebidas alcohólicas.

#### **VIII.2.5 Recomendaciones Sequías (CENAPRED, 2007)**

##### **A. MEDIDAS DE MITIGACIÓN CONTRA SEQUÍAS**

Las medidas de mitigación para disminuir los efectos negativos de las sequías se pueden dividir en dos grandes ramas: estructurales y no estructurales.

**Medidas estructurales:** Son las construcciones y obras de ingeniería que ayudan a controlar, almacenar, extraer y distribuir el agua, con el fin de optimar el uso del vital recurso en época de sequía. Entre estas obras de ingeniería están: presas, tanques de almacenamiento, sistemas de abastecimiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas negras, perforación de pozos, canales revestidos y sistemas de irrigación.

- Las presas son las obras de ingeniería de mayor importancia para almacenar agua. El diseño de estas obras debe estar en función de la hidrología del lugar y su topografía, así como de las actividades humanas cercanas a esta obra, como es la ganadería, la agricultura y la industria.
- Las plantas de tratamiento de aguas negras son un gran recurso que se puede usar en cierta clase de industria, riego, sanitario y en la jardinería son las aguas negras después de ser tratadas. En la ciudad de México, se desalojan alrededor de 40 m<sup>3</sup>/s de aguas negras y 4.5 m<sup>3</sup>/s de ellas son tratadas en plantas, de ellas, 2.5 m<sup>3</sup>/s se obtienen de la planta de tratamiento “La Estrella” y los restantes 2 m<sup>3</sup>/s de otras plantas de menor tamaño.

Debe mencionarse que un sistema de drenaje doble, uno sanitario (aguas negras) y otro pluvial (agua de lluvia), es lo más recomendable ya que un buen porcentaje del agua que se va por el drenaje es agua de lluvia, y ésta no necesita un tratamiento tan complicado como el de las aguas negras para depurarla, es más, en algunas ocasiones sin tratamiento se podrían inyectar al subsuelo para recargar los mantos acuíferos.

En general, todas las obras de ingeniería para mitigar las sequías son costosas y por sí solas no son la solución que evite las sequías, más bien son el complemento de otras medidas que en conjunto ayuden a contrarrestar los efectos negativos de este fenómeno.

**Medidas no estructurales:** Las medidas no estructurales o institucionales son aquellas acciones que se adoptan antes y durante la sequía para disminuir sus efectos negativos, sin involucrar la construcción de obra alguna. Estas medidas son socioeconómicas, legales, de planeación y se refieren principalmente a reglamentos sobre uso del agua.

Las medidas institucionales se pueden clasificar a su vez en dos grandes ramas, las cuales son: reactivas y preventivas, o prospectivas.

- **Medidas reactivas:** Son aquellas que se adoptan durante el evento e implican que la comunidad actúe haciendo algo al respecto. Como ejemplo de este tipo de medidas son: limitar la dotación

de agua a la población y a la agricultura, implantar programas de emergencia que ayuden a los agricultores y ganaderos a disminuir las pérdidas económicas dentro de sus actividades, redistribuir el agua entre las diferentes actividades económicas dando prioridad a aquéllos de mayor importancia, teniendo en cuenta que, en el escalafón de importancia, debe estar como primer lugar, el uso del agua para consumo doméstico de la población.

- **Medidas preventivas o prospectivas:** Son aquellas que se implantan mucho antes de que suceda una sequía, como es crear una cultura en la población para cuidar el agua. Por ejemplo, se recomienda que en las escuelas de nivel básico se impartan clases sobre el uso adecuado de los recursos naturales; repartir folletos en los mercados, en la calle, en los centros de trabajo, en los lugares recreativos, etc., que hablen sobre el uso adecuado del agua. Otras medidas son la implantación de técnicas de irrigación para reducir la cantidad de agua en la agricultura y que las cosechas sean satisfactorias; introducir en el campo algún tipo de ganado o de cultivo que se adapte mejor al clima; poner en marcha programas de supervisión continua en las industrias para que no viertan desechos a los ríos, y cuidar que éstos no se contaminen, entre otras.

El trabajo conjunto entre los diferentes sectores económicos (agricultura, ganadería e industria), así como con los centros de investigación, la Comisión Nacional del Agua, la población en general y los sectores gubernamentales será la clave del éxito de las acciones.

**Medidas opcionales:** Existen otras medidas para contrarrestar los efectos negativos de las sequías, éstas son:



- Obtener agua de sitios cada vez más alejados: En muchas áreas geográficas del país se están agotando los recursos hidráulicos de las cuencas y algunas poblaciones, como la ciudad de México, deben obtener el vital líquido de lugares cada vez más alejados; esto implica problemas tanto económicos como sociales, ya que el transporte del agua, debido a las distancias, es cada vez más caro y el agua de donde se obtiene es un recurso de los lugareños y, por tanto, se tienen disputas políticas por saber quién y cómo debe usarse.
- Lluvia artificial: Algunas veces la generación de lluvia artificial puede mitigar los efectos de las sequías; esta técnica consiste en esparcir sobre las nubes, por medio de avionetas, yoduro de plata, para provocar la condensación de las partículas de agua en suspensión en gotas suficientemente grandes para caer por su propio peso y, en su movimiento, dan lugar a una especie de reacción en cadena que causa la unión de más gotas. Esta medida es poco exitosa y no es aún un método firmemente establecido, puesto que se requieren de condiciones ambientales especiales para tener resultados satisfactorios; además, la lluvia obtenida puede causar la disminución de la precipitación en otra región.

## B. Acciones para combatir las sequías

Existen modelos y/o métodos internacionales que pueden ser tomados en cuenta como acciones para combatir las sequías, más sin embargo el costo de la implementación de los mismo resultaría una limitante para el municipio de Ecatepec de Morelos, estos modelos pueden ser consultado a detalle en **Fuente especificada no válida.**, tal es el caso:

- De los Modelos matemáticos para la planeación y manejo del agua en los Estados Unidos de América: Desde hace más de tres décadas se han elaborado por medio de programas de cómputo para la planeación y manejo del agua; éstos han sido complicados y costosos, además de tener un uso limitado.
- Plan Nacional contra sequías en Australia: Australia es un país que padece año con año de las sequías. Debido a su posición geográfica, es común encontrar regiones donde las lluvias son escasas y en la mayor parte del año el cielo está despejado. Debido a ello, desde 1992, se ha implantado un programa para combatir a las sequías. Este programa está orientado a tres objetivos fundamentales:
  - Se pretende motivar a los productores del sector agrícola y otros sectores rurales a la autoprotección ante el eminente riesgo por la presencia de una variabilidad climática.
  - El gobierno busca las formas de mantener y proteger el sector agrícola, así como los recursos naturales y el medio ambiente durante la presencia de una sequía implantando programas y políticas.
  - El gobierno apoya las políticas que faciliten la recuperación de la industria agrícola consistente en una producción sustentable a largo plazo.
- Plan de acción contra sequías en el oeste de los Estados Unidos de América: Los gobiernos de los estados del oeste de los Estados Unidos de América crearon un plan de acción para contrarrestar los efectos negativos de las sequías. El plan se basa en una respuesta integral para combatirlos,

además de trabajar juntos para implantar medidas de control y manejo del agua en situaciones de emergencia. El plan contempla tres grandes acciones:

- Coordinar, a nivel federal, las acciones sobre las necesidades de los estados para identificar rápidamente los problemas que se tienen por sequías y darles una solución efectiva.
  - Trabajar en conjunto tanto las entidades federativas como las asociaciones privadas para el establecimiento de criterios que indiquen las medidas de emergencia que se deben de adoptar para diferentes niveles de sequía, así como establecer convenios de ayuda mutua.
  - Compartir las soluciones y formas de ayuda que puedan ser implantadas dentro de sus propios estados y localidades.
- Programa Hidráulico de Gran Visión para el estado de Chihuahua, México: La Comisión Nacional del Agua, a través de la Subdirección General de Programación, Gerencia Regional Norte y el gobierno del estado de Chihuahua crearon, en junio de 1997, un Programa Hidráulico de Gran Visión para dicho estado. Este programa consta de dos grandes partes, la primera es una introducción sobre las características fisiográficas, económicas y sociales del estado de Chihuahua. En la segunda parte se desarrolla dicho programa.

## VIII.2.6 Recomendaciones Tormentas de Granizo (Granizadas) (CENAPRED, 2010)

### Acciones ante granizadas

Debido a los efectos de las tormentas de granizo, es conveniente que la población aprenda a protegerse de estos fenómenos:

#### ¿Qué hacer antes de una granizada?

- 1.- Asegurar los objetos del exterior de la vivienda que puedan desprenderse o causar daños, debido a los fuertes vientos que pueden acompañar a la tormenta de granizo.
- 2.- Cerrar las ventanas y correr las cortinas.
- 3.- Reforzar las puertas exteriores.
- 4.- Quitar las ramas o árboles muertos que puedan causar daño durante una tormenta.
- 5.- Estar atentos a los avisos de tormentas severas que emite el Servicio Meteorológico cada 6 horas ([smn.conagua.gob.mx](http://smn.conagua.gob.mx)).

#### ¿Qué hacer durante una granizada?

Como se mencionó anteriormente, la magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. Cuando el tamaño del granizo es muy grande o la granizada es muy copiosa y viene acompañada de un gran flujo de agua, puede provocar lesiones o poner en riesgo la vida de las personas. En tal caso, se recomienda:

Si la tormenta de granizo deposita espesores mayores a los 30 cm de granizo y/o existe escurrimiento:

- 1) En un edificio o casa:

- Permanecer adentro y de preferencia en la planta superior del inmueble.
- Manténgase alejado de tragaluces y ventanas, especialmente aquéllas golpeadas por el granizo.
- Si su vivienda tiene techo de lámina de cartón o asbesto, protéjase debajo de una mesa o dentro de un ropero. El granizo puede perforar el techo de lámina de cartón y golpear a las personas, también puede quebrar la lámina de asbesto, cuyos pedazos pueden provocar lesiones. El granizo grande puede perforar los techos de lámina de zinc y lámina de plástico.
- Por ningún motivo salga. El granizo grande puede causar graves lesiones, e incluso la muerte.

#### 2) En el exterior:

- Si es sorprendido por una granizada, busque refugio inmediatamente. Si no puede encontrar protección para su cuerpo entero, al menos se debe de buscar algo para proteger su cabeza.
- Alejarse de las áreas donde la granizada es muy copiosa.
- Buscar un refugio para protegerse de la granizada y de las descargas eléctricas.
- Alejarse de las alcantarillas y de las zonas bajas para evitar ser arrastrado por el agua o por el gran volumen de granizo.
- Queda prohibido refugiarse bajo los árboles, debido a que se pueden desprender algunas ramas. Además, los árboles altos y aislados son uno de los principales atrayentes de descargas eléctricas.

#### 3) En el automóvil:

- Evitar conducir en áreas con volúmenes grandes de granizo precipitado. El automóvil podría derrapar y ser arrastrado.
- Cerrar todas las ventanas y permanecer dentro del vehículo con el motor apagado. Es muy peligroso tratar de salir cuando hay flujo de agua acompañado de un gran volumen de granizo, porque puede ser arrastrado.
- Alejarse de las ventanas del automóvil. Cubrirse los ojos y en la medida de lo posible, permanecer boca abajo en el piso o inclinarse en el asiento dando la espalda a la ventana.
- Si se queda varado en un congestionamiento vehicular, apagar el automóvil y si lo debe de mantener encendido, abrir un poco las ventanas para que circule el aire, ya que ha habido casos en que han muerto personas al quedarse dormidas dentro de su vehículo por inhalar monóxido de carbono por un largo periodo.

#### Si el granizo en la tormenta tiene un diámetro mayor a 2 cm (tamaño de una uva):

- Dejar de conducir. Buscar si existe un lugar seguro cercano para estacionarse debajo de algún techo (por ejemplo, dentro de un garaje o estación de servicio con toldo) tan pronto como pueda. Asegúrese de quedar completamente fuera de la carretera. Nodeje el abrigo momentáneo de los puentes vehiculares o pasos a desnivel.
- No abandonar el vehículo hasta que deje de granizar. Su auto puede proporcionarle una protección razonable.
- Colocar a los niños debajo de un adulto y cubrir sus ojos.

#### *¿Qué hacer después de una granizada?*

Como en caso de la nieve, el peso del granizo sobre los techos de las casas puede provocar daños a techos endebles, por lo que se recomienda quitar el granizo de los techos de las casas. En el caso que esto no sea posible se debe evacuar la vivienda y dirigirse al refugio temporal más cercano establecido por las unidades de protección civil, además de atender todas las recomendaciones que se indican en el fascículo de Heladas, editado por el CENAPRED para salir al exterior de su vivienda.

### **VIII.2.7 Recomendaciones Tormenta de Nieve (Nevadas) (CENAPRED, 2014)**

#### **A Acciones preventivas ante nevadas**

Las tormentas de nieve (nevadas) producen un ambiente frío que puede congelar la superficie del cuerpo humano, aumentar la presión arterial, exigiendo un mayor esfuerzo al corazón. Este enfriamiento también reduce la resistencia a las infecciones, desde un simple resfriado a enfermedades como la gripe; además de que las enfermedades infecciosas se transmiten más fácilmente en el invierno, debido a que la gente se reúne en lugares cerrados. En el fascículo de Heladas, editado por el CENAPRED, se puede encontrar mayor información sobre las medidas preventivas para enfrentar la aproximación o presencia de una nevada.

Adicionalmente se debe tomar en cuenta que cuando se presenta una nevada, el hielo y la nieve provocan un estado resbaladizo de los caminos que puede producir accidentes mortales, por lo que se debe conducir a baja velocidad con las luces e intermitentes encendidas y de ser posible, no transitarlos. Si la nevada es muy intensa, no se puede transitar y usted se encuentra dentro de un automóvil o camión, se recomienda:

- 1.- Esperar ayuda de los grupos de auxilio y las autoridades competentes.
- 2.- Permanecer dentro del automóvil o camión.
- 3.- Encender el motor aproximadamente cada 10 minutos para conseguir calor.
- 4.- Abrir la ventana para mantener ventilado el interior del automóvil y así evitar el envenenamiento por monóxido de carbono.
- 5- Llamar la atención de los cuerpos de rescate, tener la luz encendida cuando se tenga prendido el motor, amarrar una prenda roja a la antena o a la puerta del automóvil. El peso de la nieve sobre los techos de las casas también representa un riesgo, dado que puede provocar daños a estructuras endebles y derrumbes de techos precarios, por lo que se recomienda, en el caso de no tener una vivienda resistente, quitar la nieve de los techos de las casas. Si la vivienda está construida con materiales poco resistentes: cartón, lámina, etc., es necesario que se evacue y se dirija al refugio temporal más cercano establecido por las unidades de protección civil y atender todas las recomendaciones que se indican en el fascículo de Heladas, para salir al exterior de su vivienda.

### **VIII.2.8 Recomendaciones Tormentas Eléctricas (CENAPRED, 2010)**

Debido a los efectos de las tormentas eléctricas, es conveniente que la población aprenda a protegerse de estos fenómenos.

#### *¿Qué hacer antes de la tormenta eléctrica?*



- 1.- Asegurar los objetos del exterior de la vivienda que puedan desprenderse o causar daños debido a los fuertes vientos que pueden acompañar a la tormenta eléctrica.
- 2.- Cerrar las ventanas y correr las cortinas.
- 3.- Reforzar las puertas exteriores.
- 4.- Quitar las ramas o árboles muertos que puedan causar daño durante una tormenta eléctrica, ya que un rayo puede romper la rama de un árbol y golpear a una persona, e incluso, generar una explosión o un incendio.
- 5.- Mantenerse atento a los avisos de tormentas severas que emite el Servicio Meteorológico Nacional cada seis horas (smn.conagua.gob.mx).
- 6.- Instalar pararrayos en torres y antenas.
- 7.- Procurar la polarización correcta de todos los tomacorrientes incluyendo una tierra física en todo el sistema eléctrico (consultar a su proveedor de la Comisión Federal de Electricidad a un técnico especializado), véase Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, instalaciones eléctricas.

#### **Evite daños en su construcción por el alcance de un rayo**

Los pararrayos son una medida de protección para evitar daños, principalmente a los aparatos electrónicos, por el alcance de rayos. Consiste en una barra metálica preferentemente de cobre, de un metro de longitud que termine en punta, la cual se extiende por encima de la construcción, siguiendo una trayectoria con cable que la une a otra barra metálica del mismo material y de la misma longitud, la cual se encuentra enterrada con el propósito de transferir la carga eléctrica a la tierra, evitando el impacto directo del rayo.

#### **¿Qué hacer durante una tormenta eléctrica?**

- 1.- Alejarse de los lugares altos, tales como cumbres, cimas, lomas y refugiarse en zonas bajas, pero no propensas a inundarse o a recibir avenidas súbitas.
- 2.- Apartarse de terrenos abiertos, por ejemplo, praderas, cultivos, campos de golf, terrazas, azoteas y estacionamientos abiertos, ya que las personas pueden sobresalir por su tamaño y convertirse en pararrayos.
- 3.- Por ningún motivo se debe correr durante la tormenta, ya que resulta peligroso debido a que la ropa mojada provoca una turbulencia en el aire y una zona de convección que puede atraer un rayo.
- 4.- Deshacerse de todo material metálico (bastones, mochilas con armazón, botas con casquillos, paraguas, herramientas, utensilios agrícolas, etc.), ya que los metales resultan buenos conductores eléctricos.
- 5.- Jamás se deberá guarecerse debajo de un árbol o una roca, debido a que el primero por su humedad y verticalidad, aumenta la intensidad del campo eléctrico y en el segundo porque los rayos suelen caer sobre objetos sobresalientes. Tampoco se refugie en edificios pequeños o aislados como, graneros, chozas, cobertizos, tiendas de campaña, entre otros.
- 6.- Retirarse de objetos y elementos metálicos como vallas, alambradas, tuberías, líneas telefónicas e instalaciones eléctricas, rieles de ferrocarril, bicicletas, motocicletas y maquinaria pesada, puesto que la

proximidad con éstos provoca una onda de choque generada por el rayo que, a su vez, calienta el aire y puede producir lesiones en los pulmones.

- 7.- Evite cualquier contacto con los cuerpos de agua, ríos, lagos, mar, albercas, así como zonas mojadas.
- 8.- En caso de haber un edificio o vehículo muy cerca, intentar llegar a él. De preferencia, no refugiarse en edificios pequeños o aislados como, graneros, chozas, cobertizos, tiendas de campaña, entre otros. Buscar una zona que se encuentre un poco más baja que el terreno circundante.
- 9.- No acostarse, ya que la tierra húmeda conduce muy bien la electricidad.
- 10.- Intentar agacharse lo más posible, pero tocando el suelo sólo con las plantas de los pies.
- 11.- Rehuir el refugio de una cueva o saliente rocoso, el rayo puede echar chispas a través de estas aberturas e, incluso, entrar por los canales naturales de drenaje para sus descargas, ya que se acumula el aire ionizado que aumenta la probabilidad de descarga.
- 12.- Apagar los instrumentos de localización y transmisión-recepción portátil (celulares, walkie-talkies y GPS) y demás aparatos electrodomésticos, ya que sus radiaciones electromagnéticas puedan atraer los rayos y/o causar graves daños provocados por la variación de voltajes.
- 13.- Desconectar los enseres electrodomésticos y otros aparatos eléctricos, como las computadoras. Las variaciones de voltaje que provocan los rayos pueden causar graves daños.

#### **¿Cómo protegerse de las descargas eléctricas de la tormenta?**

##### **En el hogar:**

- 1.- Cerrar puertas y ventanas para evitar corrientes de aire.
- 2.- No acercarse a las ventanas abiertas para observar la tormenta.
- 3.- No utilizar y alejarse de la chimenea ya que éstas permiten el ascenso de aire caliente cargado de iones, lo que aumenta la conductividad del aire, abriendo un camino para las descargas eléctricas que actúan como pararrayos.
- 4.- Desconectar los aparatos eléctricos, así como las antenas de televisión y cable, ya que el rayo puede entrar por el cableado y las tuberías e incluso, provocar daños a los mismos.
- 5.- Evitar el contacto con el agua, incluyendo bañarse durante la tormenta eléctrica.
- 6.- Mantenerse aislado, una forma es sentarse en una silla de madera, apoyando los pies en la mesa del mismo material. También se puede estar seguro, acostado sobre una cama que posea una base de madera.

##### **En el exterior:**

- 7.- Si está en grupo y ocurre una tormenta, lo aconsejable es dispersarse unos metros y adoptar las posiciones y acciones recomendadas que a continuación se describen:
  - En caso de estar con niños, y para evitar el pánico y/o posible extravío, es conveniente que se mantenga el contacto visual y verbal con ellos, no obstante, cada uno deberá estar separado de los demás.

- Si hay una sensación de cosquilleo en el cuerpo, se eriza el cabello y se observan chispas en un objeto de metal, colóquese en cuclillas apoyándose sobre la parte anterior de la planta de los pies, lleve las manos sobre las orejas y coloque la cabeza entre las rodillas. Hágase lo más pequeño posible y reduzca al mínimo su contacto con el suelo. NO se tienda en el suelo.

#### En el auto:

El mejor sitio para protegerse es dentro de un vehículo que tenga apagado el motor, sin antena de radio y cerradas las ventanas. Así pues, cuando caiga un rayo en el auto, éste será sólo por el exterior, mientras que el interior quedará exento, siempre y cuando no esté en contacto con algún objeto de metal; este procedimiento se llama Jaula de Faraday.

#### Si alguien es alcanzado por un rayo se debe:

- 1.- Pedir urgentemente asistencia médica.
- 2.- Si no respira o el corazón ha dejado de latir, intente reanimarla con los procedimientos habituales de primeros auxilios, como es la respiración artificial. Las tormentas eléctricas pueden generar efectos adversos en las personas, principalmente dentro de un radio de impacto de 120 m.

#### Los principales problemas relacionados con las tormentas eléctricas son los siguientes:

- Quemaduras en la piel
- Ruptura de tímpano
- Lesiones en la retina
- Caída al suelo por onda expansiva
- Caída al suelo por agarrotamiento muscular debido a una tensión de paso ligera.
- Lesiones pulmonares y lesiones óseas
- Estrés-pos-traumático
- Muerte por:
  - Paro cardíaco,
  - Paro respiratorio y
  - Lesiones cerebrales.

Sin embargo, los rayos también pueden producir daños en el sistema nervioso, ruptura de huesos, así como la pérdida de visión y audición (FEMA, 2008).

### VIII.2.9 Recomendaciones Inundaciones (Fluviales, Pluviales, Costeras y Lacustres) (CENAPRED, 2007)

#### A. Mitigación de daños por inundaciones

Para llevar a cabo acciones en contra de los daños causados por inundaciones, es indispensable emprender acciones de protección. Éstas pueden ser de dos tipos: medidas estructurales (construcción de obras), o medidas no estructurales (indirectas o institucionales).

El objetivo de las medidas estructurales es evitar o mitigar los daños provocados por una inundación, mediante la construcción de obras (usualmente realizadas por las dependencias gubernamentales, ya que se requiere de fuertes inversiones). Por ejemplo, para proteger una zona urbana surcada por un río se pueden proponer como medidas estructurales la retención, almacenamiento y derivación del agua, hacer modificaciones al cauce (canalizarlo o entubarlo), construir bordos o muros de encauzamiento y modificar puentes o alcantarillas.

Por otra parte, entre las medidas no estructurales se encuentran aquéllas cuya finalidad es informar oportunamente a las poblaciones ribereñas de la ocurrencia de una posible avenida, para que no haya muertes y se minimicen los daños. En este rubro se incluyen los reglamentos de usos del suelo, el Alertamiento y los programas de comunicación social y de difusión.

Desde el punto de vista económico, tanto las medidas estructurales como las no estructurales tienen aplicación en las zonas que ya están desarrolladas; mientras que en las áreas poco desarrolladas las segundas muchas veces tienen el mismo o un mayor impacto que las estructurales.

Por ejemplo, en una comunidad con pocos habitantes la construcción de una presa (medida estructural) resulta mucho más oneroso que la reubicación (medida no estructural) de la población.

Concluyendo, se puede mencionar que las acciones estructurales tienden a minimizar los daños de las inundaciones con la construcción de obras, mientras que las no estructurales tratan de hacerlo sin la construcción de éstas.

#### Medidas estructurales

Dentro de este grupo está cualquier obra de infraestructura hidráulica que ayude a evitar o, al menos, mitigar inundaciones (Salas, 1999). Este objetivo se puede alcanzar de dos maneras:

- Mantener el agua dentro del cauce del río
- Evitar que el agua, que ha salido de los cauces, alcance poblaciones o zonas de interés.

#### Obras de regulación

Existen obras que interceptan directamente el agua de lluvia o la que escurre por los cauces, para almacenarla en un área previamente seleccionada y, posteriormente, descargarla en forma controlada, es decir, sin provocar o minimizando las inundaciones aguas abajo. Este grupo de estructuras está integrado fundamentalmente por: presas de almacenamiento, presas rompe-picos, cauces de alivio, etc.

Más aún, en los últimos años, las llamadas “obras para el mejoramiento de las cuencas”, han cobrado importancia (Frunce, 1998). Su objetivo es propiciar una mejor infiltración del agua de lluvia disminuyendo y regulando el escurrimiento superficial para atenuar los efectos negativos de la urbanización. Entre ellas se destacan las siguientes: reforestación, taraceo, presas pequeñas para retención de azolves, etc.

#### Obras de rectificación



Su función es facilitar la conducción rápida del agua por su cauce, dragando los ríos para conservar o incrementar su capacidad. Algunas de las estructuras que forman parte de este grupo de obras son: la rectificación de los cauces (por medio de la canalización o el entubamiento de los ríos, o bien, el incremento de la pendiente (mediante el corte de meandros).

### Obras de protección

Confinan el agua dentro del cauce del río, o bien evitan que la inundación alcance poblaciones o zonas de importancia (bordos perimetrales).

### Medidas no estructurales o Acciones Institucionales

Este tipo de medidas se basa en la planeación, organización, coordinación y ejecución de acciones que buscan disminuir los daños causados por las inundaciones. Pueden ser de carácter permanente o aplicable sólo durante la contingencia. Las principales acciones por desarrollar dentro de este tipo de medidas se relacionan con la conservación y cuidado de las cuencas, la elaboración de mapas de riesgo y reordenamiento territorial, la vigilancia y alerta, la operación de la infraestructura hidráulica, los planes de protección civil, la difusión de boletines de alerta y la evacuación de personas y bienes afectables.

### Acciones permanentes

En el caso de las inundaciones en zonas urbanas, en la mayoría de los casos la situación se agrava por la basura que tapa las coladeras. Una de las principales acciones con resultados inmediatos es concientizar a la población y a los visitantes del municipio sobre la importancia de colocar la basura en los sitios asignados para ello.

Contar con un buen servicio municipal de recolección y manejo de residuos sólidos también es prioritario.

### Monitoreo

Una de las tareas diarias que debiera realizar la Unidad de Protección Civil es revisar los boletines del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de identificar si se pronostican lluvias que pudiesen ocasionar afectaciones en el municipio.

La Unidad del Servicio Meteorológico Nacional es el organismo oficial encargado de proporcionar la información referente al estado del tiempo a escala nacional y local en nuestro país, depende de la Comisión Nacional del Agua (CNA), la cual forma parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

### Antes

- Identifique los lugares más altos de la región, que no puedan ser inundados, así como las rutas de acceso a los refugios temporales.
- Tenga a la mano un botiquín de primeros auxilios, lámpara de mano, radio portátil y las baterías respectivas.
- Guarde sus documentos personales cartilla del Servicio Militar Nacional, Certificado de

estudios, acta de Nacimiento, etc.) en una bolsa de plástico, para evitar su pérdida o destrucción.

- Tenga a la mano un directorio con teléfonos de emergencia.
- Evite dejar solos a los niños, personas enfermas o con capacidades diferentes durante la época de lluvias. Si lo hace, infórmelo a algún vecino.
- En la temporada de lluvias mantenga na reserva de agua potable, alimentos enlatados y ropa en lugares bien resguardados.
- Si vive en zonas bajas, casa de palma, arrizo o adobe, es preferible refugiarse en lugares más seguros, como la escuela, la iglesia o el palacio municipal (si están fuera de peligro).
- Permanezca bien informado por las autoridades y los medios de comunicación.
- Cuando sea avisado de que una inundación puede afectar la zona donde usted vive, desconecte los servicios de electricidad y gas.
- ¡Si la evacuación de la zona es necesaria! ¡Prepárese y hágalo! Lleve consigo sólo lo indispensable. Vite caminar y cruzar por sectores inundados. Aunque el nivel del agua sea bajo, puede aumentar rápidamente y desarrollar velocidades peligrosas, por lo que usted puede ser arrastrado por la corriente o golpeado por árboles, piedras, o animales muertos que lleva la corriente.
- No salga ni trate de manejar a través de caminos inundados.
- Si el vehículo se atasca al intentar cruzar una corriente, debe abandonarlo inmediatamente y buscar la parte más alta en los alrededores.
- Ser precavido especialmente durante la noche, ya que es más difícil identificar el incremento del nivel del agua en el cauce.

### Después

Pasado el peligro, manténgase informado y siga las indicaciones de las autoridades.












- Manténgase alejado de la zona de desastre. Su presencia podrá entorpecer el auxilio y la asistencia para las personas que han sido afectadas.
- Regrese a la zona afectada hasta que las autoridades indiquen que no hay peligro, ni habite su casa hasta estar lentamente seguro de que las condiciones en las que se encuentra son las adecuadas.

## GLOSARIO










- Agricultura de riego:** considera los diferentes sistemas con los que se proporciona agua suplementaria a los cultivos, durante el ciclo agrícola, en el sitio de información. Básicamente, es la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo, la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada, son los surcos que van de un canal principal y mediante la mano de obra se distribuye directamente a la planta; así existe otro método que parte de un canal principal y con sifones se aplica el agua a los surcos. También con el uso de mano de obra, generalmente se le llama riego por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural (INEGI, 2005).
- Agricultura de temporal:** se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, sea independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, un año o más de diez como los frutales (INEGI, 2005).
- Aluvial:** aplicable a los ambientes, los procesos y los productos o depósitos sedimentarios de los sistemas fluviales y en general de corrientes de agua subterráneas (Lugo, 2011).
- Arcilla:** se aplica a minerales y a rocas sedimentarias no cementadas, formadas por partículas menores de 0.010 mm. En otras clasificaciones, menores de 0.005 m o la de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo, menor a 0.002. Consiste en minerales como montmorillonita, caolín, hidrómicas y otros (Lugo, 2011).
- Arena:** granos detríticos constituidos por minerales de cuarzo, feldespato, micas y otros; por restos de organismos; microconcreción y fragmentos de roca. Estos granos miden de 0.1 a 1 mm. La Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo utiliza el rango de 0.02 a 2 m. En otra clasificación es de 0.05 a 2 mm (Lugo, 2011).
- Barranca:** forma lineal negativa del relieve, estrecha, con laderas abruptas, con frecuencia se ramifica en la cabecera. Se forman generalmente en rocas incoherentes o fácilmente erosionable, como los loess, depósitos piroclásticos y conglomerados, por escurrimiento de temporada de las aguas pluviales y niveles (Lugo, 2011).
- Basalto:** roca ígnea efusiva de composición básica y color oscuro, consistente principalmente en plagioclasas básicas, augita y con frecuencia olivino (Lugo, 2011).
- Bloques:** porción de la corteza terrestre estable o móvil en su masa total, delimitada por fallas (Lugo, 2011).
- Buffer:** en SIG, área de influencia que implica la creación de una zona alrededor de un punto, línea o polígono de un ancho especificado. El resultado de esta operación es un nuevo polígono, que se puede utilizar para resolver cuestiones o análisis como el definir qué entidades se encuentran dentro del área de influencia especificada (Burrough y McDonell, 1998).
- Caída de roca:** separación de fragmentos de rocas de tamaño variable desde un talud o vertiente escarpada y su descenso, principalmente a través del aire, por caída libre, saltando o rodando. El movimiento es muy rápido. Es ocasionado normalmente por meteorización o por la socavación de una vertiente escarpada por procesos fluviales o marinos (Freganal et al., 2000).
- Carpeta asfáltica:** capa superior de un pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento para los vehículos y que se elabora con pétreos y productos asfálticos (<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10577/Capitulo7.pdf>).
- Cartografía:** disciplina geográfica que define todos los procesos que conducen a la elaboración de los mapas, desde el trabajo de campo al de diseño y elaboración final (Lugo, 2011).
- Cauce:** porción inferior de un valle fluvial ocupada por la corriente. Se caracteriza por la anchura, la profundidad y la superficie del agua, factores que varían de manera continua (Lugo, 2011).
- Ciclones tropicales:** Sistemas cerrados de baja presión, de dimensiones relativamente pequeñas, pero de gran intensidad, que se desarrolla sobre los océanos tropicales. Se diferencian de otros sistemas menos intensos por la alta velocidad del viento, que es de al menos 33 m/s (Freganal et al., 2000).
- Cuenca:** depresión de la superficie terrestre, de forma y origen diversos. Puede ser exorreica endorreica. Independientemente de sus dimensiones y profundidad puede ser ocupada por el agua (Lugo, 2011).
- Curvas de nivel:** línea que tiene puntos de igual altitud. Constituye el elemento principal de los mapas topográficos al mostrar las particularidades de la superficie terrestre (Lugo, 2011).
- Derrame:** es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezclas de ambas, de cualquier recipiente que lo contenga como tuberías, equipos, tanques, camiones (Rivera et al., 2006).
- Derrumbe:** movimiento repentino de rocas o suelos por acción y efecto de la gravedad, favorecido por una pendiente abrupta y la presencia de escarpes con pendiente fuerte, usualmente mayores a 40° (Alcántara y Echeverría, 2001).
- Deslizamiento:** movimiento lateral debajo de una masa de suelo, detritos o roca, los cuales ocurren sobre una superficie reconocible de ruptura (Alcántara, 1999).
- Epicentro:** el lugar de la superficie terrestre que se encuentra directamente encima del foco de un terremoto (Tarbuck y Lutgens, 2005).
- Erosión:** conjunto de procesos por medio de los cuales se produce separación de los productos del intemperismo del sustrato original o de depósitos volcánicos o exógenos sin consolidación (Lugo, 2011).
- Extrusiva:** término aplicado a todos los materiales de origen volcánico eyectados. Aunque este término se aplica más a lavas y coladas que a rocas piroclásticas (Freganal et al., 2000).
- Falla:** superficie de fractura aproximadamente planar en un cuerpo de roca causada por un proceso de fracturación frágil, a lo largo de la cual existe un desplazamiento relativo observable entre los bloques adyacentes (Freganal et al., 2000).
- Fractura:** ruptura de las rocas sin desplazamiento de los bloques que separa (Lugo, 2011).
- Fracturamiento:** término generalmente aplicado a cualquier rotura en un material, aunque se suele aplicar en mayor medida a superficies de rotura más o menos planares en rocas o minerales asociadas a procesos mecánicos (Freganal et al., 2000).



- Helada:** disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0 °C (WMO, 1992).
- Hundimiento:** asentamiento descendente del material del suelo, con poco movimiento horizontal. La causa más común que lo genera es la remoción lenta debajo de la masa que más se hunde (Waltam, 1989)
- Huracán:** porción de la atmósfera donde se produce una presión más baja que las contiguas. Origina lluvias extraordinarias, vientos y oleaje de tormenta (Lugo, 2011).
- Intemperismo:** proceso de transformación y destrucción de los minerales y las rocas en la superficie de la tierra y a poca profundidad, bajo la acción de agentes físicos, químicos y orgánicos (Lugo, 2011).
- Inundación:** incremento del nivel de la superficie libre de agua debido a la precipitación, nieve o granizo extremo, generando una invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay ocasionando daños en la población, sus actividades y vivienda (CENAPRED, 2012)
- Isofrecuencia:** en sismos puntos que comparten el número de ciclos por unidad de tiempo corresponde al valor inverso del período, la unidad del periodo en el SI es el Hertz (Young y Freedman, 2009).
- Isoperiodo:** en sismos puntos que comparten el mismo tiempo para que un movimiento se repita, la unidad del periodo en el SI es el segundo (Young y Freedman, 2009).
- Isoyeta:** línea en un mapa climático que une puntos de igual precipitación media (Freganal *et al.*, 2000).
- Ladera:** porción inclinada de la superficie terrestre que delimita formas positivas y negativas. Por su aspecto puede ser vertical, cóncava, convexa, escalonada y compuesta (Lugo, 2011).
- Mampostería:** mampostería es el elemento estructural resultante de la unión de piezas formadas por distintos materiales, naturales o artificiales, con un mortero que contribuye a la ligazón entre estas y que influye en las características del elemento estructural que se forma (CONAFOR, 2016).
- Modelo Digital de Elevación:** estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie terrestre. Consiste en una serie de puntos con coordenadas conocidas referenciadas en un sistema de coordenadas bidimensionales, a las que se les asocia un valor de elevación (Lugo, 2011).
- Microtremor:** vibraciones generadas por eventos artificiales producto de la actividad humana tales como tránsito vehicular, maquinaria industrial y explosiones, cuya principal ventaja respecto a los microsismos es su estabilidad. Están compuestos principalmente por ondas Rayleigh (Aki, 1957).
- Monogénético:** referente a un cuerpo volcánico formado por un ascenso continuo hacia la superficie terrestre pero en un intervalo de tiempo limitado, de una masa de lava proveniente de la cámara magmática (Lugo, 2011)
- Onda cálida:** calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa; suele durar de unos días a una semana (SMN, 2016).
- Oxido-reducción:** son aquellas reacciones químicas en las que hay una transferencia de electrones de un donante (agente reductor) a un aceptador (agente reductor), (León, 1981).
- Partículas alfa:** que consisten de un agregado de dos protones y dos neutrones. Estas partículas alfa son idénticas a núcleos de helio (4He), por lo que su carga es +2e y su número de masa es 4. Cuando un núcleo emite una partícula alfa, pierde 2 unidades de carga y 4 de masa, transformándose en otro núcleo (Cambell y Camarena, 1995).
- Partículas beta:** hay dos tipos de decaimiento beta, el de la partícula negativa y el de la positiva. La partícula beta negativa que se emite es un electrón, con su correspondiente carga y masa, indistinguible de los electrones de las capas atómicas. En vista de que los núcleos no contienen electrones, la explicación de esta emisión es que un neutrón del núcleo se convierte en un protón y un electrón; el protón resultante permanece dentro del núcleo en virtud de la fuerza nuclear, y el electrón escapa como partícula beta. El número de masa del núcleo resultante es el mismo que el del núcleo original, pero su número atómico se ve aumentado en uno, conservándose así la carga. El siguiente caso es un ejemplo de decaimiento beta negativa.
- Debe mencionarse que en todo decaimiento beta se emite también una nueva partícula, el neutrino. Esta partícula no tiene carga ni masa y, por lo tanto, no afecta el balance de la ecuación anterior. Por esa razón, y porque los neutrinos son muy inocuos, no se incluye en la ecuación. Sin embargo, se lleva parte de la energía total disponible en el proceso, quedando la partícula beta con sólo una parte de esta.
- Algunos núcleos emiten partículas beta positivas (positrones), que tienen la misma masa que los electrones, y carga +e, o sea una carga electrónica pero positiva. Estas partículas son las antipartículas de los electrones. Se crean en el núcleo cuando un protón se convierte en un neutrón. El nuevo neutrón permanece en el núcleo y el positrón (junto con otro neutrino) es emitido (Cambells y Camarena, 1995).
- Pastizal Inducido:** vegetación herbácea que se desarrolla al eliminarse la vegetación original (bosque, selva, matorral, otros), o en áreas agrícolas abandonadas (INEGI, 2005).
- Peligro:** probabilidad de ocurrencia de un proceso de un nivel o severidad determinado, dentro de un periodo de tiempo dado y dentro de un área específica (Varnes, 1984; Barbat, 1998 en González de Vallejo, 2002).
- Pendiente:** en geomorfología se refiere a la inclinación de una superficie medida entre dos puntos, misma que resulta de la altura vertical dividida entre la distancia horizontal correspondiente (Lugo, 2011).
- Pluvial:** referente a el agua de lluvia (Lugo, 2011).
- Punto de calor:** es la expresión que generalmente se utiliza para referirse a un incendio potencial. Es decir, la presencia de un incendio asegura que en el mapa de focos aparecerá un punto indicador (siempre y cuando no haya nubes sobre la región). Sin embargo, que en el mapa de focos aparezca un punto indicador no significa que en ese lugar haya un incendio. En este último caso, las altas temperaturas del terreno detectadas (anómalas respecto de las temperaturas de la superficie del entorno de dicho punto) sólo están representando que puede haber o habrá en el corto plazo de horas un incendio (CONAE, 2016).


-  **Radiación:** cualquier forma de fenómeno ondulatorio de emisión, usualmente el espectro electromagnético, sonido o calor (Freganal *et al.*, 2000).
-  **Radiaciones ionizantes:** fotones o partículas cargadas emitidas por elementos radioactivos o en procesos atómicos u otros procesos que poseen energía suficiente como para ionizar átomos o moléculas (González y Rabin, 2011).
-  **Ráster:** en teledetección, una matriz tridimensional de píxeles utilizada para almacenar y mostrar de forma digital imágenes tomadas por sensores remotos. El muestreo por series de líneas de píxeles se hace con un barredor de empuje, un escáner de líneas o un sistema de radar con un ritmo armónico de exploración. Se utiliza para cada banda espectral una matriz diferente (Freganal *et al.*, 2000).
-  **Rayos gama:** paquetes de radiación electromagnética, como la luz visible, la ultravioleta, la infrarroja, los rayos X, las microondas y las ondas de radio. No tienen masa ni carga, y solamente constituyen energía emitida en forma de onda. En consecuencia, cuando un núcleo emite un rayo gamma, se mantiene como el mismo núcleo, pero en un estado de menor energía (Cambells y Camarena, 1995).
-  **Rayos X:** fotones de alta energía que se producen cuando los electrones atómicos cambian de órbita o cuando inciden electrones sobre un material y son frenados (González y Rabin, 2011).
-  **Remoción en masa:** los procesos de remoción en masa se definen como el movimiento descendente de un volumen de material constituido por roca, suelo o por ambos (Cruden, 1991).
-  **Reptación:** movimiento lento del regolito pendiente debajo de las vertientes, debido a la gravedad. La perturbación necesaria del regolito puede deberse a congelación y descongelación, a expansión y contracción (resultado de cambios de temperatura o por humedecimiento y secado), al peso adicional y lubricación por agua, o a las actividades de animales excavadores (Freganal *et al.*, 2000).
-  **Riesgo:** probabilidad de que ocurran daños y víctimas a causa de fenómenos naturales. De acuerdo con la definición de la UNESCO, es el resultado de la relación peligro, número de elementos afectados y la vulnerabilidad de la zona afectada (Lugo, 2011).
-  **Sequía:** periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico. Este fenómeno meteorológico ocurre cuando la precipitación, en un lapso de tiempo, es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas (CENAPRED, 2013).
-  **Sequía intraestival:** evento climático que consiste en una disminución de la cantidad de precipitación a mediados de la temporada de lluvias, se presenta en algunos lugares donde la precipitación tiene su régimen de lluvias en la mitad caliente del año (mayo-octubre). Distribución anual de lluvias de carácter bimodal, esto es dos máximos en la precipitación de verano separados por un mínimo relativo (CONAGUA, 2013).
-  **Shape:** son archivos vectoriales, compuestos por entidades de tipo punto, línea y área. Un archivo *Shape* se compone a su vez de tres archivos con extensión .SHX .SHP y .DBF en los cuales se almacena información geométrica y alfanumérica, además, en estos conjuntos, se incluye el archivo con


extensión .PRJ, en el cual están especificados los parámetros del datum y de la proyección. Estos archivos pueden utilizarse con paquetes que manejen información vectorial para sistemas de información geográfica. Existe una variedad de programas comerciales que pueden manejar este tipo de información; de igual manera existen programas gratuitos que permiten su visualización tales como ArcExplorer y TatumGIS Viewer y también existe software libre con características avanzadas de SIG (como análisis, edición y construcción de mapas) tales como uDIG y gvSIG entre otros (INEGI, 2016).


-  **Sismo:** vibración de la tierra producida por la liberación rápida de energía (Tarbuck y Lutgens, 2005).
-  **Sistema de Información geográfica:** es cualquier conjunto de procedimientos manuales o de computadora, utilizados para guardar y manejar datos con una referencia geográfica. Se refiere fundamentalmente al procedimiento no manual, ya que está diseñado para almacenar, visualizar y utilizar una gran cantidad de datos, reduciendo tiempo y costo (Lugo, 2011).
-  **Talud:** cualquier superficie inclinada del terreno, natural o artificial. Tiene un ángulo natural de reposo, aquel en el cual el material se encuentra en equilibrio. Dicho ángulo depende de la composición del cuerpo en deslizamiento, de la humedad y de la granulometría de los sedimentos que lo forman (Lugo, 2011).
-  **Toba:** equivalente consolidado (litificado) de un depósito de cenizas volcánicas, que ha sido generado y emplazado por procesos piroclásticos o fue enterrado por el agua, y en el que el tamaño de grano de los piroclastos es menor de 2 mm (Freganal *et al.*, 2000).
-  **Tormenta de granizo:** las tormentas de granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo (CENAPRED, 2010).
-  **Tormenta de nieve:** las tormentas de nieve son una forma de precipitación sólida, consisten en cristales de hielo que se forman debido a la menor temperatura del aire respecto al punto de congelación y el vapor de agua que contiene pasa directamente al estado sólido. Para que ocurra una tormenta de nieve es necesario que se unan varios de los cristales de hielo hasta un tamaño tal que su peso sea superior al empuje de la corriente de aire (CENAPRED, 2001).
-  **Tormenta de polvo:** las tormentas de polvo son comunes en zonas áridas y semiáridas, se levantan cuando una ráfaga de viento es lo suficientemente fuerte para elevar las partículas de polvo o arena que se encuentran asentadas en el suelo (Terra, 2015).
-  **Tormentas eléctricas:** las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Las tormentas se asocian a nubes convectivas (cumulonimbos) y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulada o granizo (OMM, 1993).
-  **Tornado:** un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, resultado de una gran inestabilidad, provocada





por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. Los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad (CENAPRED, 2010).

 **Volcán:** en sentido restringido es un orificio de forma circular, o lineal de fisura, a través del cual, de tiempo en tiempo fluye lava hacia la superficie, así como material piroclástico, gases y vapores ardientes. Con frecuencia se define como una elevación, generalmente con un cráter en la cima formada por los productos expulsados (Lugo, 2011).

 **Vulcanismo:** conjunto de procesos y fenómenos relacionados con el desplazamiento de masas de magma, con frecuencia acompañada de fluido de las partes profundas de la corteza terrestre y del manto superior a la superficie (Lugo, 2011).

 **Vulnerabilidad:** susceptibilidad de los sistemas naturales, económicos y sociales al impacto de un peligro de origen natural o inducido por el hombre, estando determinada por el origen y tipo de evento, la geografía de la zona de estudio, las características técnico constructivas de las estructuras existentes, la salud del ecosistema, el grado de conocimiento de la población, la comunidad y los gobiernos locales, así como por la capacidad de recuperación o resiliencia (Romero y Marskey, 1993).

 **Vulnerabilidad física:** predisposición que tiene un sistema para sufrir daños físicos directos que comprometan a las personas, a las propias instalaciones y al mantenimiento de su funcionalidad (Flores, Gómez y López, 2013)

 **Vulnerabilidad social:** conjunto de características sociales y económicas de la población que limitan la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y repuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la población (CENAPRED, 2014).

## ANEXOS DIGITALES O FÍSICOS

### Memoria fotográfica

### Índice de AGEB (Área Geoestadística Básica)

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 Áreas de inundaciones registradas en el Municipio .....	9
Mapa 2 Mapa Base .....	11
Mapa 3 Fisiografía .....	13
Mapa 4 Geología.....	13
Mapa 5 Geomorfología.....	14
Mapa 6 Edafología .....	15
Mapa 7 Hidrografía.....	16
Mapa 8 Climatología.....	17
Mapa 9 Uso de suelo .....	18
Mapa 10 Áreas Naturales Protegidas .....	19
Mapa 11 AGEB del Municipio .....	22
Mapa 12 Hospitales y Clínicas .....	24
Mapa 13 Planteles Escolares .....	28
Mapa 14 Lugares recreativos y/o esparcimiento .....	28
Mapa 15 Vialidades Primarias .....	29
Mapa 16 Localización de los volcanes cercanos al Municipio de Ecatepec de Morelos.....	33
Mapa 17 Mapa de dispersión de ceniza registrada por actividad volcánica de 1997 .....	34
Mapa 18 Mapa de Peligros. Ceniza. Escenario de mayor probabilidad.....	35
Mapa 19 Mapa de Peligros por ceniza. Escenario de probabilidad intermedia. ....	35
Mapa 20 Mapa de Peligros por ceniza. Escenario de menor probabilidad. ....	36
Mapa 21 Mapa de Peligros. Ceniza. Escenario de menor probabilidad (Nevado de Toluca) .....	36
Mapa 22 Derrames de lava antiguos en el Municipio de Ecatepec de Morelos y alrededores. ....	37
Mapa 23 Dispersión de cenizas históricas .....	38
Mapa 24 Amenaza por caída de ceniza .....	39
Mapa 25 Vulnerabilidad por caída de ceniza.....	39
Mapa 26 Interacción de las Placas Tectónicas en la República Mexicana .....	42
Mapa 27 Intensidades sísmicas en México para el periodo 1900-1985.....	43
Mapa 28 Mapa de Intensidades escala Mercalli modificada.....	44
Mapa 29 Sismos en las costas del Pacífico en la República Mexicana.....	44
Mapa 30 Mapa de Regionalización Sísmica, CFE. ....	44

Mapa 31 Sismicidad del Estado de México, sismos que se han presentado en el Edo de México desde el año 1900 a sep. de 2019.....	45
Mapa 33 Zonificación sísmica del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	45
Mapa 33 Sismicidad Local, el municipio en su totalidad pertenece a la zona B correspondiente a sismicidad medía. ....	45
Mapa 34 Microzonificación sísmica del Zona nororiente del Ecatepec de Morelos.....	46
Mapa 35 Periodo de retorno de 10 años para 0.15s .....	47
Mapa 36 Periodo de retorno de 100 años para 0.15s .....	47
Mapa 37 Periodo de retorno de 500 años para 0.15s .....	47
Mapa 38 Energía del Relieve.....	53
Mapa 39 Índice Topográfico de Humedad.....	54
Mapa 40 Densidad de Lineamientos.....	54
Mapa 41 Pendientes .....	55
Mapa 42 Densidad de Disección .....	55
Mapa 43 Susceptibilidad de Laderas.....	57
Mapa 44 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 2 años .....	58
Mapa 45 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 5 años .....	58
Mapa 46 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 10 años .....	58
Mapa 47 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 20 años .....	58
Mapa 48 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 50 años .....	58
Mapa 49 Peligro por Deslizamientos de Ladera con Periodo de Retorno de 100 años .....	58
Mapa 50 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 2 años.....	60
Mapa 51 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 5 años.....	60
Mapa 52 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 10 años.....	60
Mapa 53 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 20 años.....	60
Mapa 54 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 50 años.....	60
Mapa 55 Peligro por Flujos con Periodo de Retorno de 100 años.....	60
Mapa 56 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 2 años.....	62
Mapa 57 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 5 años.....	62
Mapa 58 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 10 años.....	62
Mapa 59 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 20 años.....	62
Mapa 60 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 50 años.....	63
Mapa 61 Peligro por Caídos o Derrumbes con Periodo de 100 años.....	63
Mapa 62 Localización de zonas con posibles problemas de hundimientos .....	65
Mapa 63 Susceptibilidad de Hundimientos .....	65
Mapa 64 Riesgo por ondas cálidas.....	69
Mapa 65 Peligro por Heladas.....	74
Mapa 66 Riesgo por heladas.....	75
Mapa 67 Peligro por tormentas de granizo .....	77
Mapa 68 Riesgo por Tormentas de granizo .....	77
Mapa 69 Peligro por tormentas eléctricas.....	79



Mapa 70 Riesgo por tormentas eléctricas.....	80
Mapa 71 Peligro por almacenamiento de sustancias peligrosas en industrias .....	106
Mapa 72 Peligro por almacenamiento de sustancias peligrosas en gaseras y gasolineras .....	108
Mapa 73 Peligro por incendios y explosiones en gasolineras y gaseras .....	112
Mapa 74 Peligro por transporte de sustancias peligrosas en ductos. ....	116
Mapa 75 Peligro por plaga de mosquito.....	120
Mapa 76 Ubicación de estaciones de monitoreo .....	121
Mapa 77 Pozos Profundos en Ecatepec.....	123
Mapa 78 Tiraderos clandestinos y relleno sanitario de Santa María Chiconautla.....	126
Mapa 79 Peligro por Contaminación de Alimentos.....	127
Mapa 80 Susceptibilidad por Fenómenos Socio organizativos.....	137
Mapa 81 Peligro y área de Influencia en Vías primarias. ....	141
Mapa 82 Peligro y área de Influencia en Vías Secundarias.....	141
Mapa 83 Mapa de Peligro en Vías de Comunicación. ....	142
Mapa 84 DE peligro En Vías de Ferrocarril. ....	143
Mapa 85 Peligro por Radiación UV .....	148
Mapa 86 Industria en el Municipio y transporte de sustancias peligrosas.....	149
Mapa 87 Inmuebles e instancias de gobierno. ....	150
Mapa 88 Escuelas .....	150
Mapa 89 Tuberías de Gas Natural. ....	150
Mapa 90 Servicios básicos y privados (luz, agua drenaje, electricidad).....	150
Mapa 91 Vulnerabilidad por Deslizamiento de laderas. ....	159
Mapa 92 Riesgo por Deslizamiento de Ladera, Talud Texalpa.....	161
Mapa 93 Riesgo por Deslizamiento de Ladera, Viveros de Tulpetlac .....	162
Mapa 94 Riesgo por Flujos, Las Venitas.....	163
Mapa 95 Riesgo por Caída de Rocas, Benito Juárez. ....	164
Mapa 96 Riesgo por Caída de Rocas, Cerro Gordo. ....	165
Mapa 97 Riesgo por Caída de Rocas, La Esperanza. ....	166
Mapa 98 Riesgo por Caída de Rocas, Vista Hermosa.....	167

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Inventario de deslizamientos de laderas de la Sierra de Guadalupe.....	8	Tabla 37 Colonias con Alto índice de marginación en Ecatepec de Morelos .....	39
Tabla 2 Tabla inundaciones y lluvias el municipio de Ecatepec .....	9	Tabla 38 Resistencia de los materiales en techos .....	40
Tabla 3 Manifestaciones de Fenómenos Químico -Tecnológicos considerados como emergencias y desastres.....	10	Tabla 39 Vulnerabilidad por tipo de vivienda obtenida del análisis de información contenida en el AGEB. ....	40
Tabla 4 Fenómenos Socio - Organizativos .....	10	Tabla 40 Calculo de riesgo por viviendas vulnerables para evento de mayor probabilidad .....	40
Tabla 5 Referencia y Colindancia .....	11	Tabla 41 Calculo de riesgo por viviendas vulnerables para evento de menor probabilidad .....	40
Tabla 6 Fenómenos Perturbadores .....	12	Tabla 42 Escala Mercalli modificada .....	43
Tabla 7 Unidades Geomorfológicas .....	14	Tabla 43 Resultados de periodos y frecuencias características obtenidas en los 20 sitios estudiados.....	46
Tabla 8 descripción de los suelos ubicados en Ecatepec de Morelos.....	15	Tabla 44 Clasificación de deslizamientos .....	48
Tabla 9 Elementos hidrológicos más importantes del Municipio de Ecatepec de Morelos, Fuente: Actualización del Atlas de Riesgos del municipio de Ecatepec de Morelos 2017.....	16	Tabla 45 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Energía del relieve. ....	53
Tabla 10 tabla de climas presentes en el Municipio de Ecatepec de Morelos, .....	17	Tabla 46 Índices Cuantitativo y Cualitativo de humedad del terreno. ....	54
Tabla 11 Uso de suelo en el Municipio de Ecatepec de Morelos, .....	18	Tabla 47 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Densidad de lineamientos. ....	54
Tabla 12 Crecimiento de la población .....	19	Tabla 48 Índices Cuantitativos y Cualitativos del Análisis de Pendientes.....	55
Tabla 13 Crecimiento Poblacional en el Municipio.....	21	Tabla 49 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Densidad de Disección.....	55
. Tabla 14 Proyección de crecimiento quinquenal.....	21	Tabla 50 Índice Cuantitativo y Cualitativo por Litología.....	56
Tabla 15 Distribución de Población en el Municipio.....	22	Tabla 51 Índices Cuantitativo y Cualitativo del Uso de Suelo y Vegetación. ....	56
Tabla 16 Elaboración propia datos “Estudio de Alfabetización 25 Municipios que pueden” INEA .....	23	Tabla 52 Indices Cuantitativo y Cualitativo de la Edafología.....	56
Tabla 17 Población que habla alguna lengua Indígena.....	23	Tabla 53 Ubicación de puntos susceptibles con índice muy alto (ejemplo de ponderación). ....	56
Tabla 18 Médicos por habitantes en el Municipio.....	24	Tabla 54 Intervalos e Índices Cualitativos de Precipitación Acumulada en 24 horas.....	57
Tabla 19 Indicadores de Pobreza .....	25	Tabla 55 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Energía del relieve. ....	59
Tabla 20 Indicadores de Pobreza Extrema.....	25	Tabla 56 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Densidad de Disección.....	59
Tabla 21 Indicadores de Pobreza Moderada .....	25	Tabla 57 Índices Cuantitativos y Cualitativos del Análisis de Pendientes.....	59
Tabla 22 Hacinamiento .....	25	Tabla 58 Índice Cuantitativo y Cualitativo por Litología .....	59
Tabla 23 Marginación .....	25	Tabla 59 Índices Cuantitativo y Cualitativo del Uso de Suelo y Vegetación. ....	59
Tabla 24 Porcentaje de población con piso de tierra .....	26	Tabla 60 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Edafología .....	59
Tabla 25 Características económicas PEA 2015.....	26	Tabla 61 Intervalos e Índices Cualitativos de Precipitación Acumulada en 24 horas.....	60
Tabla 26 Estadística básica Sector Salud Del estado de México .....	27	Tabla 62 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Energía del relieve. ....	61
Tabla 27 Unidades de Consulta Externa de Salud Pública 2015 .....	27	Tabla 63 Índices Cuantitativos y Cualitativos del Análisis de Pendientes.....	61
Tabla 28 Camas censables al 2015 .....	27	Tabla 64 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Densidad de Disección.....	61
Tabla 29 Camas no censables por Institución Pública 2015. ....	27	Tabla 65 Índice Cuantitativo y Cualitativo por Litología .....	61
Tabla 30 Índice de Explosividad Volcánica (VEI, por sus siglas en inglés). ....	31	Tabla 66 Índices Cuantitativo y Cualitativo del Uso de Suelo y Vegetación. ....	62
Tabla 31 Historia eruptiva del volcán Popocatepetl .....	32	Tabla 67 Índices Cuantitativo y Cualitativo de la Edafología .....	62
Tabla 32 Etapas de la actividad del Popocatepetl a partir de 1994.....	33	Tabla 68 Intervalos e Índices Cualitativos de Precipitación Acumulada en 24 horas.....	62
Tabla 33 Escenarios de peligro volcánico para el volcán Popocatepetl.....	34	Tabla 69 Unidades de relieve de función de la elevación y descripción. ....	65
Tabla 34 Dirección de los vientos de acuerdo con la altitud y mes del año .....	35	Tabla 70 Estadística de temperaturas máximas en las estaciones meteorológicas del área circundante y dentro (en negritas) del Municipio de Ecatepec. ....	66
Tabla 35 Resumen general de los efectos de las cenizas volcánicas .....	38	Tabla 71 Periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años de ondas cálidas en el Municipio de Ecatepec. ....	68
Tabla 36 Viviendas particulares habitadas en Ecatepec de Morelos.....	39	Tabla 72 Vulnerabilidad por altas temperaturas.....	68
		Tabla 73 AGEB’s con identificación de riesgo Muy Alto por Ondas de Calor en el Municipio de Ecatepec.....	68
		Tabla 74 Precipitación total anual y evaporación total anual en la estación meteorológica 15041. ....	69
		Tabla 75 Calculo del Periodo de Retorno (TR) del Índice de Aridez de la estación meteorológica 15041... ..	69



Tabla 76 Temperaturas mínimas promedio en las estaciones meteorológicas cercanas y dentro ( en negritas) del Municipio de Ecatepec. ....	73	Tabla 100 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte). ....	91
Tabla 77 Daños por diferentes intensidades de heladas. ....	74	Tabla 101 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte). ....	91
Tabla 78 AGEB's con calificación de Riesgo Muy Alto por intensidad de las Heladas. ....	75	Tabla 102 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte). ....	92
Tabla 79 Estaciones meteorológicas relevantes para el estudio del granizo en el Municipio de Ecatepec. ....	76	Tabla 103 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Nuevo Laredo, Talleres Gráficos y Fovissste Morelos. ....	92
Tabla 80 Zonificación por riesgo muy alto por granizadas en el Municipio de Ecatepec. ....	77	Tabla 104 Perfil del terreno en la de la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles. ....	93
Tabla 81 Tormentas eléctricas en la región del Municipio de Ecatepec. ....	79	Tabla 105 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles. ....	93
Tabla 82 Zonificación de Riesgo Alto por Tormenta Eléctrica en el Municipio de Ecatepec. ....	80	Tabla 106 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles. ....	94
Tabla 83 Registros históricos de precipitación en las estaciones meteorológicas 15040 y 15041 del Municipio de Ecatepec. ....	81	Tabla 107 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Carlos Hank Gonzáles y Buenavista. ....	94
Tabla 84 Periodos de retorno de lluvias en la microcuenca Venitas. ....	83	Tabla 108 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia San Pedro Xalostoc. ....	94
Tabla 85 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Venitas. ....	84	Tabla 109 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Industrial Cerro Gordo. ....	95
Tabla 86 Valores de K en función del tipo y uso de suelo ( A) y fórmulas para el cálculo del Coeficiente de Esguerrimiento ( B). ....	84	Tabla 110 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Santa Clara y Rinconada Santa Clara. ....	95
Tabla 87 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Venitas. ....	85	Tabla 111 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara. ....	96
Tabla 88 Área hidráulica permisible en la microcuenca Venitas, para varios periodos de retorno. ....	85	Tabla 112 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc. ....	96
Tabla 89 Zonificación del Riesgo por Inundación en la Zona Centro de Ecatepec. ....	86	Tabla 113 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc, Rustica Xalostoc. ....	97
Tabla 90 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec. ....	87	Tabla 114 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Rústica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc. ....	97
Tabla 91 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec. ....	87	Tabla 115 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec. ....	98
Tabla 92 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec. ....	88	Tabla 116 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Río de Luz y Los Reyes Ecatepec. ....	98
Tabla 93 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos. ....	88	Tabla 117 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Emiliano Zapata 1ra Secc. ....	99
Tabla 94 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos. ....	88	Tabla 118 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Valle de Santiago Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara. ....	99
Tabla 95 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Casas Reales, Zopilocalco, y Ampliación 19 de Septiembre. ....	88	Tabla 119 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Ciudad Azteca 2da Sección y Fracc. Profopoc Polígono 1. ....	100
Tabla 96 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos. ....	89	Tabla 120 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc. ....	100
Tabla 97 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos. ....	90	Tabla 121 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Sagitario V, Ejército del Trabajo, Unidad Hab. Asa Sagitario, Héroes de Granaditas, Nicolás Bravo, Pedro Ojeda Paullada, Granjas Independencia, Ampl. Valle de Aragón II, Granjas Independencia 1, Un. ....	101
Tabla 98 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Jardines de Morelos. ....	90	Tabla 122 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, Ecatepec Federación, Petroquímica Ecatepec. ....	101
Tabla 99 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte). ....	91		

Tabla 123 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje. ....	102	Tabla 162 Analisis de exposición de la festividad de San Pedro Xalostoc .....	130
Tabla 124 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Guadalupe Victoria.....	102	Tabla 163 Analisis de exposición de la festividad de San Cristobal.....	131
Tabla 125 Fugas y derrames en Ecatepec.....	104	Tabla 164 Elaboración Propia Datos Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED .....	131
Tabla 126 Población por colonia con zonas industriales del Municipio de Ecatepec. ....	107	Tabla 165 Analisis de exposición de la festividad de Santa María Chiconautla.....	132
Tabla 127 Distancias mínimas entre construcciones habitacionales e instalaciones que manejen derivados del petróleo. ....	107	Tabla 166 Analisis de exposición de la festividad de Santa María Tulpetlac.....	132
Tabla 128 Peligro por Gaseras en el Municipio de Ecatepec. ....	109	Tabla 167 Analisis de exposición de la festividad de Guadalupe Victoria .....	133
Tabla 129 Tortillerías en el Municipio de Ecatepec. ....	109	Tabla 168 Analisis de exposición de la festividad de la Quinta Aparición .....	133
Tabla 130 Vulcanizadoras en el Municipio de Ecatepec. ....	109	Tabla 169 Analisis de exposición de la festividad de Santo Tomas Chiconautla .....	134
Tabla 131 Fundidoras por tipo de actividad en el Municipio de Ecatepec .....	110	Tabla 170 Elaboración Propia Datos del Atlas de Riego CENAPRED.....	135
Tabla 132 Comercios de productos químicos en el Municipio de Ecatepec.....	110	Tabla 171 Ecatepec de Morelos CENAPRED Atlas de Riesgo .....	135
Tabla 133 Purificadoras y Embotelladoras en el Municipio de Ecatepec. ....	111	<i>Tabla 172 Ecatepec de Morelos CENAPRED Atlas Nacional de Riesgo.....</i>	<i>136</i>
Tabla 134 Industrias textiles por actividad textil en el Municipio de Ecatepec. ....	111	Tabla 173 INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos.....	138
Tabla 135 Accidentes por transporte de materiales peligrosos recientes en Ecatepec .....	115	Tabla 174 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos. ....	138
Tabla 136 Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos. ....	115	Tabla 175 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos. ....	139
Tabla 137 Tipos de riesgo. ....	115	Tabla 176 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos. ....	139
Tabla 138 Zonificación de Peligro por Explosiones.....	115	Tabla 177 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos. ....	139
Tabla 139 Casos de Rabia en Ecatepec.....	119	Tabla 178 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos. ....	139
Tabla 140 Principales especies de fauna nociva en Ecatepec.....	119	Tabla 179 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos. ....	140
Tabla 141 Contaminantes Atmosféricos Monitoreados .....	120	Tabla 180 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos. ....	140
Tabla 142 Límites del Índice de Calidad del Aire .....	120	Tabla 181 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos. ....	140
Tabla 143 Índice de Calidad del Aire.....	121	Tabla 182 Datos INEGI Sistema Estatal y Municipal Base de Datos. ....	141
Tabla 144 Estaciones de Monitoreo .....	121	Tabla 183 Cuestionario de Capacidad de Respuesta .....	151
Tabla 145 Monitoreo del Comportamiento de la Calidad en el Aire en noviembre 2019 .....	122	Tabla 184 Condiciones de Vulnerabilidad.....	152
Tabla 146 Categoría de Calidad del Aire y Amenaza.....	122	Tabla 185 Percepción local 1.....	152
Tabla 147 Fuentes de abastecimiento de agua potable en Ecatepec.....	123	Tabla 186 Percepción local 2.....	153
Tabla 148 Sustancias Contaminantes del Agua .....	123	Tabla 187 Percepción local 3.....	153
Tabla 149 Sitios de Muestro de la Calidad del Agua en Ecatepec .....	124	Tabla 188 Percepción local 4.....	153
Tabla 150 Resultados de la Calidad del Agua Superficial en Ecatepec .....	124	Tabla 189 Percepción local 5.....	153
Tabla 151 Elementos Hidrológicos en Ecatepec .....	125	Tabla 190 Percepción local 6.....	153
Tabla 152 Principales causas de Contaminación en el Suelo .....	125	Tabla 191 Percepción local 7.....	153
Tabla 153 Efectos nocivos en el Ambiente y en la Salud de la Población.....	125	Tabla 192 Percepción local 8.....	153
Tabla 154 Rellenos Sanitarios Cercanos al Municipio de Ecatepec .....	125	Tabla 193 Percepción local 9.....	154
Tabla 155 Basura generada en Ecatepec.....	126	Tabla 194 Percepción local 10 .....	154
Tabla 156 Causas de Contaminación Biológicas .....	126	Tabla 195 Percepción local 11 .....	154
Tabla 157 Causas de Contaminación Química.....	126	Tabla 196 Percepción local 12 .....	154
Tabla 158 Calendario de Fiestas patronales .....	128	Tabla 197 Percepción local 13 .....	154
Tabla 159 posibles Eventos y sus consecuencias en fiestas patronales .....	128	Tabla 198 Percepción local 14 .....	154
Tabla 160 Analisis de exposición de la festividad de la Santa Cruz.....	129	Tabla 199 Percepción local 15 .....	154
Tabla 161 Analisis de exposición de la festividad de San Isidro.....	130	Tabla 200 Percepción local 16 .....	154
		Tabla 201 Percepción local 17 .....	155
		Tabla 202 Percepción local 18 .....	155



Tabla 203 Percepción local 19 .....	155
Tabla 204 Percepción local 20 .....	155
Tabla 205 Percepción local 21 .....	155
Tabla 206 Percepción local 22 .....	155
Tabla 207 Percepción local 23 .....	155
Tabla 208 Percepción local 24 .....	155
Tabla 209 Temas de Preguntas.....	156
Tabla 210 Percepción de la Población. ....	157
Tabla 211 Valor percepción local del riesgo .....	157

## Bibliografía

- (2015), I. (s.f.). Estudio de riesgos de inundaciones en zonas urbanas de la republica mexicana del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua (FSIDSA) . *CONAGUA-CONACYT Clave del proyecto: Conagua-2011-167009. Juitepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.*
- Aceves Quesada, F., López Blanco, J., & Martin del Pozzo , A. (2006). Determinación de peligros volcánicos aplicando técnicas de evaluación multicriterio y SIG en el área del Nevado de Toluca, centro de México. *Revista mexicana de ciencias geológicas.*
- Alcocer Yamanaca, V. H., Rodríguez Varela, J. M., Bourguett Ortiz, V. J., Llaguno Guilberto , O. J., & Albornoz Góngora, P. M. (septiembre-octubre 2016). Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas . *Tecnología y ciencias del Agua*, 33-55.
- Bloomfield, k., & Valastro, s. (1977). Late Quaternary tephrocronology of Nevado de Toluca Volcano, Central México. *Overseas Geology and Mineral Resources*, 46.
- Caballero García , L., & Capra Pedol, L. (2007). Análisis textual del depósito de avalancha de escombros & quot; el Zahuán&quot;; Volcán Nevado de Toluca: Dinámica de transporte u mecanismo de emplazamiento. *Vulcanología.*
- Cantagrel, J., Robin, C., & Vincent, P. (1981). Les grandes étapes d'évolution d'un volcan andésitique composite; exemple du Nevado de Toluca (Mexique) . *Bolletín Volcanologique*, 188.
- CENAPRED. (1995). Volcán Popocatepetl Estudios realizados durante la crisis de 1994-1995. 334.
- CENAPRED. (2007). *Fascículos Heladas*. Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2007). *Fascículos Inundaciones*. Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2007). *Fascículos Sequías*. Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2008). *Fascículos Inestabilidad de Laderas*. Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2010). *Fascículos Tormentas Severas*. Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2014). *Fascículo de Tormentas Severas*. Ciudad de México.
- CENAPRED. (s.f.). *Fenomenos socio-organizativos*.
- CENAPRED, C. N. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad física a la subsidencia y agrietamiento en la CDMX*. Civil, P. (s.f.). *Fenomenos socio-organizativos*.
- Codigo Penal Federal*. (2017).
- Delgado Granados , H., Arciniega , R., & Calvario, D. (1986). Estudios glaciológicos en los volcanes Popocatépetle Iztaccíhuatl. *Resúmenes de la Convención Nacional, Sociedad Geológica de México.*, 109.
- Ecatepec, A. (2016). *Atlas de Riesgos del Municipio de Ecatepec de Morelos*. Ecatepec de Morelos.
- Elizarrarás, S. R. (20 de septiembre de 2019). *Instituto de Geología UNAM*. Obtenido de <http://www.geologia.unam.mx/contenido/como-nace-un-volcan>
- Española, R. A. (2019). *Diccionario de la Real Academia de Lengua Española*. Madrid España: Real Academia Española de la Lengua.
- Exelsior. (s.f.).
- F., C. U. (1965). Breve análisis petrográfico de la Sierra de Guadalupe . *Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Tesis de Licenciatura*, 61.
- Fonseca, D. F. (2017). Estudios geológicos y actualización del mapa de peligros del volcán Popocatepetl. *Monografías No.22 Instituto de Geofísica*, 166.
- Fuentes, C. P. (2016). *REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL ESTADO DE CONSERVACION DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA "PARQUE ESTATAL SIERRA DE GUADALUPE"*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- G, V. C., & Pomposo, G. (1994). Sismicidad del Volcán Popocatepetl. Reporte 94-2.
- García Palomo , A., Carlos Valerio, V., López Miguel, C., Galván García, A., & Concha Dimas, A. (2006). Landslide inventory map of Guadalupe Range, north of the Mexico Basin. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 195-204.
- García, E. (2004). *MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMATICA DE KÖPPEN* (Quinta edición ed.). MEXICO: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO.
- Garnica Aguas, P., & Pérez Garcia, C. (2012). *Metodología para la Gestión De Cortes Carreteros*. Sanfadilla, Qro.: Instituto Mexicano del Transporte.
- Geissert, D. y. (1987). La morfoedafología en la ordenación de los paisajes rurales. *INIREB-ORSTOM*, (pág. 83). México.
- Gobernación, S. d. (2018). *Ley General de protección civil*. Ciudad de Mexico.

- H. Ayuntamiento Constitucional de Ecatepec de Morelos. (2019). *Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021*. Ecatepec, Estado de México.
- INEGI. (2005, 2018.). *Indicadores por municipio México por Cifras* .
- INEGI, I. d. (2015). *Encuesta Intercensal 2015*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Pomtuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. México.
- Internacional, P. C. (s.f.). *Teoría Seguridad y Protección* .
- José Lugo-Hubp, A. S.-M. (1996). Geomorfología de la Sierra de Guadalupe (Al Norte de la Ciudad de México) y Su Relación con Peligros Naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Vol.13, No. 2* , p.240-251.
- Lavel, A. M. (2018). Sobre la gestión de riesgo.
- Lermo-Samaniego, J., Yanet Antayhua-Vera, & Marcos Chavacán-Ávila. (2006). Análisis de la actividad sísmica en el Volcán Popocatepetl (México) durante el periodo 1994-1997. *Boletín de la sociedad Geológica Mexicana*, 5.
- Lozano Barraza, L. (1968). Geología de la Sierra de Guadalupe, México D. F. *Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politecnico Nacional, tesis de licenciatura.*, 39.
- Lugo Hubp, J., & Salinas Montes, A. (1996). Geomorfología de la Sierra de Guadalupe (al norte de la ciudad de México) y su relación con el peligros naturales . *Revista mexicana de ciencias geológicas, Vol.13* , 240-251.
- Macías, J. L. (2005). Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. *Boletín de la Sociedad Geologica Mexicana* , 46.
- Marie-Noelle, G., Roberge, J., Claus, S., Lorenzo Merino, A., Hernández Jimenez, A., & Serron , K. (2016). La vida secreta de los conos de escoria: Resultados de estudios estratigráficos, textuales y quimicos de México. *Gasetta de la UGM*.
- Martínez Bringas, A., & Gómez Vázquez, Á. (2014). Metodología para la evaluación de peligros por cenizas volcánicas. *Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*, 275.
- Metropolitano, S. d. (Jueves 3 de Diciembre de 2013-2015). Plan municipal de desarrollo urbano de Ecatepec de Morelos, Estado de México. *Gaceta del Gobierno, Estado de México*, pág. 256.
- Pozzo, A. L., Nieto Torres, A., Capra, L., Jaimes Viera , C., García Reynoso, A., Portocarrero , J., . . . Fonseca, R. (2016). Mapas de Peligros: Volcán Popocatepetl . *Monografías 22 Instituto de Geofísica* , 1666.
- Reyna, S. D. (2001). Análisi de escenarios posibles de formación de depositos de Ceniza Volcánica alrededor del Volcán Popocatepetl, incluyendo los sitios propuestos para Aeropuertos. *Las cenizas volcánicas del Popocatepetl y sus efectos para la Aeronavegación e infraestructura Aeroportuaria*, 164.
- Ruíz Rivera, N., Casado Izquierdo, J. M., & Sánchez Salazar, M. T. (2015). Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. *Boletín del Instituto de Geografía*(88), 146-162.
- Santillán, M. L. (11 de julio de 2014). *Los volcánes, una maravilla explosiva de la naturaleza*. Obtenido de <https://www.publimetro.com.mx/mx/noticias/2014/07/11/los-volcanes-una-maravilla-explosiva-de-la-naturaleza.html?page=1&word=unam&blog=mx&kind=category>
- SMAGEM, Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Edo. de México. (2007). *Diagnóstico Ambiental del Estado de México por Regiones Hidrográficas*.
- Sosa, A. (21 de Septiembre de 2017). *Enfoque Noticias*. Obtenido de Enfoque Noticias: <https://enfoquenoticias.com.mx/noticias/gobierno-de-ecatepec-reporta-da-os-diferentes-inmuebles-causa-del-sismo>
- Tuena, A. G., Ma. Teresa Orozco-Esquivel, & Luca Ferrari. (2005). Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 227-283.

## CRÉDITOS

---



## ATLAS MUNICIPAL DE RIESGOS DE ECATEPEC DE MORELOS

VISUALIZADOR: <https://atlas.pccatepec.gob.mx>

Enlace de descarga: <https://atlas.pccatepec.gob.mx>

