



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Planeación Urbana y Regional



Memoria

que para obtener el título de

Licenciado en Planeación Territorial



**PLANEACIÓN Y
RIESGO MUNICIPAL**
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA
LA ELABORACIÓN DEL ATLAS DE
RIESGO DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC
DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO

Presenta:

José Edgar Rosas Cabañas

Tutor:

Dr. en U. Fermín Carreño Meléndez

Toluca, Estado de México a noviembre de 2018

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
1. MARCO CONCEPTUAL: RIESGO Y VULNERABILIDAD	8
1.1. Vulnerabilidad.....	9
1.2 Riesgo.....	11
1.2.1 Evaluación de riesgo	14
1.3 Enfoque de desastre desde la perspectiva de la planeación territorial	15
1.4 Fenómenos Hidrometeorológicos	16
1.4.1 Inundaciones	16
1.4.2 Inestabilidad de laderas	17
1.5 Fenómenos Sociorganizativos	17
1.6 Definición de Atlas de Riesgos Municipales	17
1.7 Generación de cartografía	18
2. MARCO JURÍDICO.....	20
3. CARACTERIZACIÓN MUNICIPAL.....	25
3.1 Caracterización de los elementos del medio natural	25
3.1.1 Delimitación geográfica del municipio	26
3.1.2 Fisiografía	28
3.1.3 Geomorfología	29
3.1.4 Geología	32
3.1.5 Edafología	34
3.1.6 Hidrografía	37
3.1.6.1 Cuencas y Subcuencas	37
3.1.7 Clima	40
3.1.8 Uso de suelo y vegetación	41
3.1.9 Áreas Naturales Protegidas	45
3.2 Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	46
3.2.1 Elementos demográficos.....	46
3.2.1.1 Dinámica demográfica	46
3.2.1.2 Proyección de la población de Ecatepec al año 2030	47
3.2.1.3 Distribución de la población	48
3.2.1.4 Distribución de la población por grupos quinquenales	48
3.2.2 Mortalidad.....	51

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.2.3	Densidad de la población.....	51
3.3	Características sociales	51
3.3.1	Escolaridad	52
3.3.2	Hacinamiento y vivienda	55
3.3.3	Población con discapacidad	57
3.3.4	Marginación y pobreza	57
3.4	Características económicas	60
3.4.1	Principales actividades económicas.....	60
3.4.2	Características de la población económicamente activa	61
3.5	Reserva Territorial	62
3.6	Equipamiento urbano.....	63
3.6.1	Equipamiento de transporte	63
3.6.2	Equipamiento de servicios	63
3.6.3	Equipamiento de salud	64
4.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD.....	66
4.1	Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural ..	68
4.1.1	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico.....	68
4.1.2	Erupciones Volcánicas	69
4.1.3	Peligro por vulcanismo	70
4.1.3.1	Vulnerabilidad y Riesgo por vulcanismo	76
4.2	Sismos	77
4.2.1	Peligro por sismicidad	78
4.2.2	Zonificación Sísmica	79
4.2.2.1	Aceleración máxima según tres diferentes periodos de retorno	81
4.2.2.2	Periodos de retorno para aceleraciones de 15%g o Mayores	83
4.2.3	Vulnerabilidad sísmica de viviendas en las zonas urbanas.....	83
4.2.4	Riesgo asociado a Sismicidad	87
4.3	Tsunamis.....	87
4.4	Proceso de remoción en masa.....	88
4.4.1	Inestabilidad de laderas.....	90
4.4.2	Flujos	98
4.4.3	Vulnerabilidad y riesgo por caídos y derrumbes	98
4.4.4	Peligro por agrietamientos, hundimientos y subsidencia	100
5.	CONCLUSIONES	103
	BIBLIOGRAFIA.....	109
	ÍNDICE DE TABLAS, GRFICAS Y FIGURAS	110

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

INTRODUCCIÓN

El trabajo es producto de la experiencia generada a lo largo de 5 años en el tema de vulnerabilidad, situación que permitió adquirir cierta formación para el desarrollo de proyectos eminentemente técnicos y de planeación, específicamente en la elaboración de Atlas de Riesgo en el periodo 2010-2015, en la Consultoría SIGEMA, localizada en la Ciudad de México, misma que intervino en los municipios del Estado de México de: Nicolás Romero, Chicoloapan, El Oro y Ecatepec de Morelos entre otros; siendo este último, el objeto de estudio del presente documento.

Para realizar el análisis y las aportaciones de la planeación territorial en la elaboración del Atlas de Riesgo en el municipio de Ecatepec, Estado de México, en el año 2013, se requirió una revisión documental de la representación gráfica de la medición del Riesgo en función del peligro y la vulnerabilidad establecidas denominadas “Bases para la Estandarización en la elaboración de Atlas de Riesgo y Catálogos de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013” establecidas por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y difundidos por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) perteneciente al Gobierno Federal, así como las reglas de Operación del Programa, “Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos” emitidas por dicha dependencia.

Parte importante de la metodología es la caracterización o diagnóstico de las zonas de estudio, es decir, conocer el medio físico, su entorno social y las características de infraestructura con las que se cuenta. Estos aspectos son información básica para la identificación de riesgos y con ello elaborar estrategias que permitan una reacción eficaz ante los desastres.

El objetivo, es presentar la propuesta de contribuir en los procesos de planeación territorial para la elaboración de los Atlas de Riesgos, siguiendo la metodología y reglas de operación según lo establecido por la SEDATU, en el municipio de Ecatepec de Morelos en el Estado de México, perteneciente a la zona metropolitana de la Ciudad de México, donde cabe señalar que con su población rebasa al millón de personas, lo cataloga como el municipio más poblado del Estado de México, incluso con mayor población que entidades como Colima, Nayarit y Campeche, por ende con una mayor

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

complejidad en la distribución de asentamientos humanos, así como del requerimiento de servicios que requieren sus habitantes.

Dada la complejidad que representa este municipio, para el análisis y elaboración del Atlas de Riesgo el H. Ayuntamiento en la Administración 2013-2015 optó por contratar los servicios de la Consultoría de SIGEMA, la cual es una empresa especializada en el análisis geoespacial de precisión y en el desarrollo de aplicaciones de administración de datos geográficos, cabe señalar que el equipo es multidisciplinario integrado por especialistas en las materias de Geografía, la Geomática, las Ciencias de la Tierra, la Planeación Territorial, el Desarrollo Sustentable entre otras. Quienes abordaron los temas de riesgo y vulnerabilidad desde su perspectiva profesional particular.

El resultado de este trabajo, fue la realización de un estudio en el que se analizó al territorio del municipio de Ecatepec de Morelos, y su población con respecto al grado de vulnerabilidad que presentan, con la finalidad de determinar e identificar las zonas de riesgo a las que son susceptibles los habitantes de esta demarcación, y con ello contar con los elementos que permitan una mayor prontitud de respuesta y mejor toma de decisiones ante algún desastre que se presente en este territorio.

La presente propuesta se conforma de cinco capítulos, el primero incluye el marco conceptual, antecedentes, objetivos, alcances, metodología. Es en síntesis una breve conceptualización del riesgo y la vulnerabilidad.

El segundo capítulo es una recopilación de las leyes y reglamentos en el ámbito Federal y Estatal, de los cuales se abstraen los artículos con referencia prioritaria a los asentamientos humanos, sus ordenamiento y la prevención del riesgo.

Para el tercer capítulo, se hace referencia a la determinación de la zona de estudio y niveles de análisis, en este apartado se define en forma precisa la localización del municipio, sus límites políticos y una caracterización de los elementos de infraestructura urbana del territorio, se define la caracterización de los elementos del medio natural, atendiendo los siguientes temas: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, usos de suelo y las áreas naturales protegidas de Ecatepec. Al igual que cuestiones socio demográficas y económicas de la zona de estudio, con indicadores básicos que revelan las condiciones generales en las que se encuentra el municipio.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

La identificación de riesgos, peligro y/o vulnerabilidad son desarrollados en el apartado cuarto. El cual contiene los fenómenos perturbadores de origen natural, identificando su periodicidad, área de ocurrencia y grado de impacto sobre los sistemas afectables. Esta sección contiene la cartografía de los fenómenos modificadores, la cual señala las zonas propensas a sufrir procesos destructivos. Los estudios llevados a cabo son respecto a los siguientes temas:

- **Fenómenos Geológicos**
 - Erupciones volcánicas
 - Sismos
 - Tsunamis
 - Inestabilidad de laderas
 - Flujos
 - Caídos o derrumbes
 - Hundimientos
 - Subsistencia
 - Agrietamientos

Derivado del trabajo realizado se presentan las conclusiones en el capítulo quinto, en donde se explican las aportaciones y los desafíos que se llevaron a cabo en la elaboración de la propuesta para el Atlas de Riesgos en el Municipio de Ecatepec de Morelos, de igual manera, se plantean cuáles son los beneficios y las derivaciones de contar con este instrumento a nivel municipal, así como la funcionalidad de que este sirva como herramienta en la toma de decisiones del desarrollo urbano y del ordenamiento territorial.

La metodología empleada permitió llegar a las siguientes conclusiones de manera general:

- a) Contar con un Atlas de Riesgo que sirva como herramienta en la planificación del crecimiento ordenado de los asentamientos humanos, los centros de población, las zonas metropolitanas, y las zonas rurales, que coadyuve al desarrollo urbano del municipio de mejor manera.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

- b) El establecimiento de las acciones de prevención y reducción de riesgos necesarios, derivados de la identificación de la población vulnerable y las zonas de riesgo.
- c) La contribución en la reducción de los riesgos derivados de fenómenos naturales, así como los antropogénicos.
- d) Contribuir en la conformación del Atlas de Riesgo Nacional, tan necesario en el México del siglo XXI.

1. MARCO CONCEPTUAL: RIESGO Y VULNERABILIDAD

La concepción de la planeación como término científico cuenta con diversos enfoques, los cuales son utilizados en la realización de diversos temas, estos pueden ser desde el ámbito territorial, hasta llegar a cuestiones administrativas. Uno de sus propósitos principales es el de servir como una herramienta en la elaboración de planes, programas y proyectos, distinguiéndose por la manera en la que articula los procesos, con la finalidad de cumplir con objetivos y metas derivados de un diagnóstico.

En el ámbito territorial en un trabajo realizado por la FAO (Muñoz, 2006), definen a la planificación del uso de la tierra como la evaluación sistemática del potencial de la tierra y del agua, de las alternativas para el uso de la tierra y las condiciones sociales y económicas de modo de seleccionar y adoptar las mejores opciones de uso. En este enfoque, el uso de la tierra es el eje estructurador, donde las amenazas y riesgos son un factor, el cual se debe de tomar en cuenta en el ordenamiento territorial, de tal manera se puedan distinguir las zonas que son propensas a riesgos, anticipando futuros peligros que afecten a la población.

La planeación con un enfoque territorial incide en la formulación de los Atlas de Riesgo, como una forma de ordenamiento del territorio, en el que se consideran a los diversos actores socios demográficos, culturales, económicos, así como los factores naturales que inciden en el territorio, cuya finalidad es identificar la problemática mediante la zonificación de la misma y con ello contribuir en la mitigación de los riesgos actuando de manera preventiva ante la factibilidad de un percance.

De ahí radica la importancia de que cada municipio cuente con un Atlas de Riesgo, tal como se encuentra establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos en su artículo 3 fracción XII acerca de la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanos en los centros de población, siendo el Atlas de riesgo el instrumento conducente que permita identificar las zonas vulnerables dentro de su territorio, así como la clasificación de los tipos de riesgo utilizado como una herramienta que permite contar con la información necesaria para la evaluación de riesgos, por lo que una vez elaborado, éste sea actualizada periódicamente de acuerdo a las necesidades del territorio y no al discurrir del tiempo.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Cabe señalar que este documento puede ser utilizado en la toma de decisiones de las autoridades correspondientes, con la finalidad de prevenir posibles afectaciones en el territorio municipal y por ende a la población.

En México la Administración Pública Federal, a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, cuenta con el Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos, el cual comenzó a funcionar a partir del año 2011 como el encargado de su aplicación la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), siendo a partir del año 2013 que este programa está a cargo de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, mismo que está en función hasta la fecha.

El objetivo del programa es *“Contribuir al crecimiento ordenado de los asentamientos humanos, los centros de población y las zonas metropolitanas y rurales, mediante el fomento a la realización de acciones de prevención y reducción de riesgos”*. Esto lo logra mediante la elaboración de Atlas de Riesgos, como herramienta para la reducción de los siniestros derivados de fenómenos naturales y factores químicos y tecnológicos. De tal manera, que es de suma importancia el comenzar por definir y analizar cómo están compuestos los diversos tipos de riesgos.

Conceptos básicos

La complejidad de los términos utilizados en la construcción de la metodología y la elaboración de los Atlas de riesgo, lleva a definir la epistemología del riesgo y el peligro, esto con la finalidad de conceptualizar de manera adecuada los temas que se abordan en este trabajo.

1.1. Vulnerabilidad

A través del tiempo, el término de vulnerabilidad se ha vinculado de manera estrecha con el desarrollo, considerando a este como la armonía entre el hombre y el medio ambiente, teniendo varias implicaciones, debido a los términos en los que se maneja; es decir, para el desarrollo, la vulnerabilidad es entendida como la reducida capacidad para ajustarse o adaptarse a determinadas circunstancias (Cardona, 2001:8). Esto ha provocado confusión en la definición de los desastres, consecuencia de ello se ha definido de manera concreta y menos abstracta, a los riesgos y los diversos tipos de peligrosidad que pueden coexistir en una zona determinada.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

La vulnerabilidad en el sentido del riesgo, es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos de bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un siniestro desastroso, expresada en una escala de 0 o sin daño a 1 o pérdida total (UNDRO, 1979).

Es decir, es un factor de riesgo dado su condición física, económica, social o política que tiene una comunidad amenazada por fenómenos de origen natural o antropogénico.

En términos socioeconómicos, la vulnerabilidad es un aspecto que tiende a relacionarse con la pobreza, entendiendo como pobreza la satisfacción mínima de los niveles de bienestar a los que debe tener acceso un ser humano, es importante señalar que esta concepción tiene una variación dependiendo del contexto en donde se esté abordando, es decir, las necesidades consideradas básicas varían para las distintas sociedades y culturas, sin embargo, existe una dimensión absoluta de la pobreza, la cual se puede observar como un núcleo irreducible que se manifiesta con la privación absoluta de dicha satisfacción de necesidades.

La identificación de estos sectores dentro de la sociedad, creó la necesidad de contar con un punto de vista que abarcara de mejor manera estos temas, de ahí la creación del enfoque de vulnerabilidad, éste complementa el enfoque de pobreza permitiendo capturar aspectos multidimensionales de los cambios en las condiciones de vida de los grupos más desfavorecidos, y de esta forma se alcanza una mejor comprensión de los procesos por los cuales la gente se mueve dentro y fuera de la pobreza (Golovanevsky, 2007:21).

De esta forma la vulnerabilidad social tiene sus orígenes en estudios sobre desastres naturales, ya que es la manera en la que se delimita a los grupos específicos de población en el análisis de las políticas sociales. De igual forma se utiliza para dar cuenta de situaciones cotidianas que se viven en las sociedades modernas caracterizadas por inseguridad, incertidumbre y desprotección en diversas esferas que componen a la sociedad. (Golovanevsky, 2007:23).

Robert Castel (1997) lo explica a través de una estructura social y la determinación de zonas, las cuales son homólogas en sus dinámicas y diferentes en sus manifestaciones (Castel, 1997:15) con ello y con base en las percepciones de salarios, hace una distinción entre aquellas zonas que cuentan con un nivel de bienestar alto, y aquellas con las percepciones económicas necesarias para alcanzar el mínimo de bienestar; es decir las zonas vulnerables, que son propensas o susceptibles a riesgos de diversas índoles.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Con la finalidad de contar con herramientas que puedan servir en la identificación de dichas zonas vulnerables, diversos actores se han abocado a la realización de metodologías que puedan ser utilizadas en el análisis de la vulnerabilidad, las cuales parten de la evaluación de las amenazas, así como un diagnóstico físico de las zonas en estudio.

Un ejemplo de la metodología aplicada es la realizada por Olga Lozano (2008). Este análisis consiste en la identificación de las variables cualitativas (materiales de edificación, alturas de las construcciones, estado físico de la infraestructura) y cuantitativas (número de viviendas, población), la realización de matrices en las que resultado del cruce de variables, se obtiene una ponderación la cual indica el grado de vulnerabilidad de las zonas, utilizando como herramienta a los sistemas de información geográfica (SIG) para la obtención de mapas con base en dicha ponderación obtenida (Lozano, 2008:61-86).

Parte importante del análisis de vulnerabilidad es la elección adecuada de los indicadores, ya que estos deben estar contextualizados a la región, así como el dominio espacio-temporal (Guía Metodológica para la Evaluación del Cambio Climático, 2012) donde se llevará a cabo el estudio, así como la identificación de las condiciones climáticas que prevalecen en las zonas, por ello es necesario recurrir a los datos históricos con los que cuenta cada región del país, para ello el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) así como el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) cuentan con los diagnósticos de los principales peligros meteorológicos y climáticos que enfrentan las Entidades Federativas en México.

1.2. Riesgo

El riesgo es el resultado de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada (Carreño y otros, 2005: 2).

Es decir, los riesgos están latentes en la vida cotidiana, por ello es importante distinguirlos, una forma de clasificarlos sería por su origen, naturales y antropogénicos,

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

los primeros son aquellos que se dan de forma natural, mientras que los segundos son ocasionados por el ser humano. Se pueden medir de manera cuantitativa y cualitativa, esto se debe a la forma en la que se expresan según la situación con la que se cuente. Es decir, se puede determinar mediante cálculos matemáticos o según sus rasgos.

Desde una conceptualización sociológica, Jorge Galindo (2015) realiza un trabajo de análisis de dos posturas las cuales coadyuvan al entendimiento del concepto de riesgo. Ulrich Beck define al riesgo como una consecuencia no esperada de la acción (Galindo, 2015:147), esto visto desde un contexto que parte de las formas de vida de la sociedad actual, o moderna.

Por otra parte, Luhmann parte de la observación como un mecanismo que sirve para delimitar a este fenómeno conceptualmente, por lo que el riesgo anticipa el acaecimiento de un posible daño, este concepto tiene una relación con el futuro que conlleva al daño como consecuencia de una decisión, esta se presenta de manera externa ya que tiene que ver con un entorno, lo cual nos conduce a la diferenciación entre riesgo y peligro. Dentro de este concepto cabe señalar que el riesgo depende siempre de la atribución (Galindo, 2015: 149,155).

Para poder determinar el tipo de riesgo, se realiza una evaluación del mismo, el cual incluye diversos tipos de métodos para poder determinar, la vulnerabilidad, el tipo de riesgo y clasificar la peligrosidad de los diversos fenómenos recurrentes.

Con la finalidad de unificar los criterios que pudieran definir al riesgo, en 1979 se realizó la reunión denominada Natural Disasters and Vulnerability (UNDRO, 1979) en la cual se homologaron las definiciones de riesgo, las cuales se presentan a continuación:

- a) **Peligro hazard (Amenaza, peligro o peligrosidad):** Se describe a un peligro latente o factor de riesgo externo de un sistema o de un sujeto expuesto, que se puede expresar en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado.
- b) **Riesgo específico:** Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

- c) **Elementos en riesgo:** Se refiere a la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en una área determinada.
- d) **Riesgo total:** Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre, es decir el producto de riesgo específico y los elementos en riesgo.

Obteniendo como resultado una ecuación de la evaluación del riesgo expresada en la siguiente fórmula.

$$Rt = E * Rs = E * H * V$$

Dónde:

Rt.- Riesgo Total

H.- Peligro Hazard

E.- Elementos de riesgo

V.- Vulnerabilidad

Rs.- Riesgo específico

En este caso el riesgo se define como la probabilidad de pérdida durante un periodo de tiempo (Cardona, 2001:9), por ello puede expresarse en forma matemática, siendo una probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un cierto período.

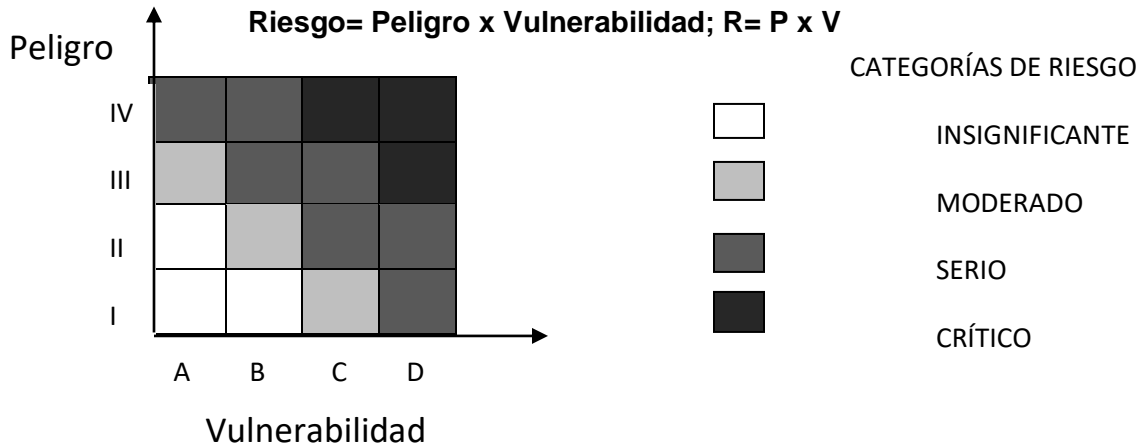
En las Reglas de Operación del Programa de Prevención de Riesgos, el riesgo está definido como una probabilidad de daños o pérdidas sobre un agente afectable, resultado de la acción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador (SEDATU: 2016)

El riesgo se calcula en función de una formulación probabilística, que en su planteamiento más general se expresa de la manera que se describe a continuación en la figura 1.1.

Se llama peligro P, a la probabilidad de que se presente un evento de cierta intensidad, tal que pueda ocasionar daños en un sitio dado. Se llama vulnerabilidad V, a la propensión de estos sistemas a ser afectados por el evento; la vulnerabilidad se expresa como una probabilidad de daño. Finalmente, el riesgo es el resultado de los dos factores. En este esquema, el riesgo se expresa como resultado posible de un evento; ya que P y V son dos probabilidades.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 1.1 Representación gráfica de la medición de Riesgo en función del peligro y vulnerabilidad.



1.2.1. Evaluación de riesgo

La estimación de los riesgos es uno de los objetivos fundamentales con los que se cuenta en la elaboración de los Atlas de Riesgos, por ello es de suma importancia realizar el estudio y la evaluación del riesgo de manera conjunta con la vulnerabilidad, mediante la correlación de variables, así como de manera cartográfica mediante el traslape de las capas con la información geográfica, esto se puede realizar tomando como unidad de medida a las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) realizadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), utilizando las variables cualitativas y cuantitativas que sirvan como herramientas en la elaboración de dicho instrumento.

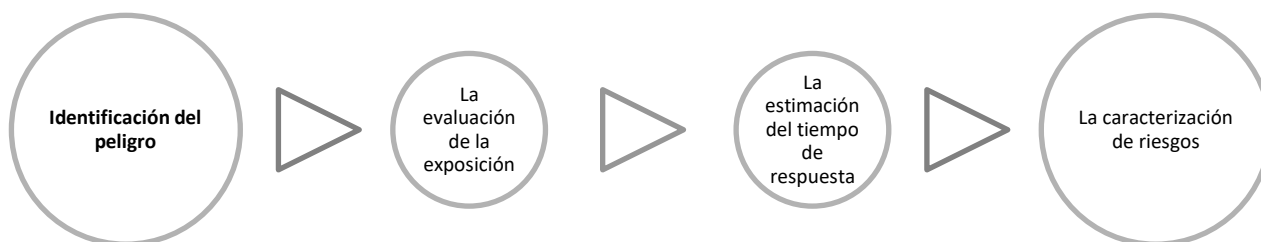
Además de ser piezas fundamentales en el establecimiento de modelos y especificaciones técnicas para la elaboración de los planes focalizados en el territorio, así como las normas de construcción y edificación (Cardona, 2001: 12-13), que delimiten el crecimiento urbano y el ordenamiento territorial con la clasificación idónea de los usos del suelo, tomando en cuenta los resultados obtenidos en la elaboración o actualización de los Atlas de Riesgos.

Otro punto importante a considerar, es la congruencia que debiera existir entre las cuestiones sociodemográficas y los instrumentos de tipificación de riesgos, identificando las condiciones que favorezcan la ocurrencia de desastres, como los de la vulnerabilidad social, los asentamientos humanos irregulares entre otros factores y los instrumentos de

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

tipificación de riesgos. La evaluación de riesgo está conformada por cuatro componentes básicos, los cuales se relacionan entre sí, dando como resultado un adecuado manejo del riesgo (Delgadillo, 2008:18), tal como se muestra en la figura 1.2.

Figura 1.2 Evaluación de riesgos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en National Academy of Sciences. NAS, 1983.

1.3. Enfoque de desastre desde la perspectiva de la planeación territorial

La relación evidente entre los desastres y la planeación territorial, han terminado por vincular y utilizar herramientas como la utilización de Sistemas de Información Geográfica SIG que han terminado por facilitar la identificación y análisis (Burby, 1998), para la identificación de zonas de peligro o amenaza, así como mapas, los cuales aportan insumos según el área de influencia de los fenómenos naturales (Hermelín, 1991).

Otro aspecto a considerar es la posibilidad de poder prospectar con base en la identificación y análisis con base en las ocurrencias de los fenómenos, permitiendo la creación de escenarios de pérdidas potenciales en casos de desastres en territorios determinados, la finalidad es proporcionar la mayor información posible de amenazas o riesgos en la realización de planes de desarrollo urbano, así como en la elaboración de los programas de ordenamiento territorial, como un insumo que facilite la toma de decisiones (Alexander, 1993).

De tal manera, la zonificación de los riesgos en el territorio, permite clasificar los diversos tipos de riesgos naturales y antropogénicos, identificando las zonas con una mayor propensión a sufrir los diversos tipos de riesgos existentes dadas las condiciones fisiográfica, geológicas y geomorfológicas del suelo, así como con los ríos, las diversas corrientes de agua, la afectación por cuestiones climatológicas entre otras, en correlación

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

con las características sociodemográficas, económicas y culturales de la población que habita en un territorio delimitado.

A continuación se muestra de menar general las siguientes descripciones de los diversos peligros que se consideraron para la elaboración del Atlas de Riesgo en el Municipio de Ecatepec de Morelos de acuerdo a la metodología establecida, así como en las reglas de operación.

1.4. Fenómenos Hidrometeorológicos

Se refiere a las manifestaciones de lluvias severas, las cuales pueden ocurrir de forma aislada o en conjunto, según la cantidad de energía y humedad que tengan las nubes cumulonimbus, provocando afectaciones como lluvias e inundaciones, granizadas, nevadas, heladas, tormentas eléctricas y tornados que se manifiestan en el territorio (CENAPRED, 2014).

1.4.1. Inundaciones

Las afectaciones del cambio climático, son cada vez más recurrentes y con ello el riesgo y la peligrosidad han aumentado, las afectaciones no sólo se dan en zonas marginadas o con una alto índice de vulnerabilidad, el riesgo es eminente para todos los sectores de la población, para lo cual, es necesario identificar los territorios con mayor susceptibilidad a las inundaciones.

El glosario internacional de hidrología define a la inundación como Elevación, generalmente rápida, del nivel de agua de un curso, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor. (OMM/UNESCO, 2012).

Las inundaciones de tipo pluvial son las más comunes, se presentan como consecuencia de la saturación de agua en los terrenos a causa del excedente de las lluvias, encontrando diversos tipos de fenómenos generados por la acción de las precipitaciones como: Ciclones tropicales, lluvias orográficas, lluvias invernales o frentes fríos y lluvias conectivas.

También existen las inundaciones costeras, éstas se presentan cuando el nivel del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno (Salas y Jiménez; 2014).

Las inundaciones por falla de la infraestructura hidráulica, la cual se da cuando la capacidad construida es insuficiente. Estas fallas en su funcionamiento se presentan por diversas causas entre las que se encuentran: por un mal diseño de la infraestructura como consecuencia de no contemplar los diversos factores y el contexto donde se implementa la obra; por una mala operación regularmente en las presas o lugares donde se almacena el agua; la falta de mantenimiento o término de la vida útil de la infraestructura.

1.4.2. Inestabilidad de laderas

El entorno físico, así como el desarrollo o crecimiento de las ciudades tiene una relación directa con las afectaciones que pudieran ocasionar la inestabilidad en las laderas, destaca al clima, como una de las principales razones que originan este fenómeno, debido a la influencia de la temperatura, humedad y en especial las lluvias, este deterioro también es provocado por las deforestaciones, los asentamientos humanos de forma irregular y en algunos casos de manera regular, aumentando las posibilidades de que estas se deslicen, constituyendo una enorme amenaza para la población, sus bienes y su entorno (Alcántara, Echeverría y otros, 2014).

1.5. Fenómenos sociorganizativos

Se define el fenómeno socio-organizativo como un agente perturbador que se genera con motivo de los errores humanos o por acciones premeditadas, cabe señalar que esta regularmente se presenta cuando existe una concentración masiva de población, accidentes aéreos, marítimos o terrestres, interrupción de los servicios básicos o de infraestructura estratégica (CENAPRED, 2014).

1.6. Definición de Atlas de Riesgos Municipales

La importancia del municipio no solo radica en ser una unidad administrativa compuesta por un territorio, es también el primer nivel de atención a la regulación territorial, dadas sus atribuciones de zonificación del uso de suelo y jurisdicción sobre el otorgamiento de servicios públicos básicos e infraestructura (Ruíz y otros, 2014:2), además en términos concernientes a la prevención de desastres naturales, es el primer otorgante de los

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

servicios de protección civil y por ende el responsable directo en la prevención de los siniestros ocasionados por fenómenos naturales o antropogénicos. De esta manera, los Atlas de Riesgo municipales constituyen uno de los instrumentos que se han privilegiado para apoyar el ordenamiento de los asentamientos humanos (Ruíz y otros, 2014:3).

En las Reglas de Operación del Programa Prevención de Riesgos, el Atlas de Riesgos es un sistema documental y tecnológico a escala municipal que integra información de probables daños o pérdidas sobre un agente afectable, resultado de la interacción entre vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador a que está expuesta la comunidad y su entorno conformado por Mapas de peligros por fenómenos perturbadores, de susceptibilidad y riesgos, Inventarios de población, territorio, bienes expuestos, y vulnerabilidades y Escenarios de riesgos, que deberá ajustarse a los parámetros que para su integración al atlas nacional, determine el CENAPRED (DOF, 2015).

En este aspecto cabe señalar que en México se cuenta con un Atlas Nacional de Riesgos, así como un Sistema Integral de Información sobre Riesgos de Desastres mediante un portal en internet, el cual recaba información de los Atlas Estatales y Municipales, así como de diversas dependencias de la Administración Pública Federal, motivo por el cual es necesario integrar la información de manera homologada, como lo establece la metodología y las reglas de operación del programa para la elaboración de los Atlas de Riesgos en sus diferentes ámbitos.

1.7. Generación de cartografía

La cartografía es uno de los insumos que se generan en la elaboración de los Atlas de Riesgo, estos permiten identificar de manera física los diferentes tipos de riesgos, indicadores socioeconómicos, la generación de mapas de los diversos peligros en el territorio, la vulnerabilidad en relación con los diversos fenómenos naturales o antropogénicos, la susceptibilidad de daños en relación con diversas variables y escenarios de riesgo. Además de que estos aplican dependiendo el nivel de análisis que se esté manejando, es decir, en una escala nacional, regional, estatal o local.

Para fines del diagnóstico general de riesgos, la metodología plantea utilizar una escala 1:80,000; para una evaluación urbana será de 1:40,000; mientras que los estudios que requieran una escala local, se analizarán a escala 1:20,000.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Tabla 1.1 Fenómenos Geológicos estudiados, nivel de análisis y escalas empleadas.

Fenómeno	Nivel de Análisis	Escala empleada
Erupciones volcánicas	4	1:100,000
Sismos	3	1:100,000
Tsunamis	NA	NA
Inestabilidad de laderas	2	1:10,000
Flujos	1	1:25,000
Caídos o derrumbes	2	1:10,000
Hundimientos	1	1:10,000
Subsidencia	1	1:10,000
Agrietamientos	2	1:10,000

Fuente: Elaboración propia con base a requerimientos técnicos emitidos por SEDATU.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

2. MARCO JURÍDICO

La importancia de que los municipios cuente con un Atlas de Riesgo, está contenido en las diversas leyes, reglamentos y normas, las cuales se mencionarán en este apartado, debido a su importancia para tener una congruencia con la elaboración de dicho documento, y de esta manera homologar los criterios de su contenido. Para tales efectos se desarrolló el siguiente cuadro, el cual sintetiza los artículos y apartados que hacen referencia al tema que se está abordando a través de esta memoria.

Ley	Ámbito	Artículo	Descripción
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Federal	1	El objeto de la ley donde define a los Centros de Población como “las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables por causa de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas de los límites de dichos centros”.
Ley General de Asentamientos Humanos	Federal	3	El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población contemplará acciones para mejorar el nivel de vida de la población tales como la fracción XII indica la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanos en los centros de población.
		49	La participación social en materia de asentamientos humanos contempla en su fracción IX La prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanos en los centros de población.
Ley General de Protección Civil	Federal	4	Congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo así como con el Programa Nacional de Protección Civil, cuya finalidad es la identificación y análisis de riesgos, de igual forma llevar las acciones pertinentes para la identificación y el reconocimiento de la vulnerabilidad en los tres ámbitos de gobierno. Específicamente en el apartado V. Incorporación de la gestión integral del riesgo, como aspecto fundamental en la planeación y programación del desarrollo y ordenamiento del país para revertir el proceso de generación de riesgos.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Ley	Ámbito	Artículo	Descripción
Ley General de Protección Civil		9	La organización y la interacción de la Protección Civil con los procesos de información en los diferentes ámbitos.
		10	Indica lo que es la Gestión Integral de Riesgo, así como el establecimiento de las fases anticipadas a la ocurrencia de un agente perturbador.
		11	Hace referencia a la obligación de contar con un registro de las particulares o dependencias públicas para la asesoría, capacitación, evaluación, elaboración de programas, estudios de vulnerabilidad y riesgo en materia de protección civil.
		14	Descripción, funciones y obligaciones del Sistema Nacional de Protección Civil.
		15	Objetivo General del Sistema Nacional de Protección Civil.
		16	Estructura del Sistema Nacional de protección Civil.
		19	En las siguientes fracciones indica las atribuciones en materia de protección civil en correlación al Atlas de Riesgo. V. Investigar, estudiar, evaluar riesgo, peligros y vulnerabilidades, integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos en coordinación con las dependencias responsables. XXII. Supervisar, a través del CENAPRED, que se realice y mantenga actualizado el atlas de riesgo, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y delegaciones. XXVIII. Promover que los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios o delegaciones, según corresponda, elaboren y mantengan actualizados sus respectivos programas de protección civil y formen parte de sus planes de desarrollo.
		82	En lo referente a la detección de zonas de riesgo, indica la participación de los diferentes ámbitos de gobierno en la concentración de la información climatológica, geológica, meteorológica y astronómica de que se disponga a nivel nacional.
		83	La creación de la bases por parte del Gobierno Federal para la identificación y registro en los Atlas Nacional, Estatal y Municipales de Riesgos en las zonas en el país con riesgo para la población, el patrimonio público y privado, de tal manera que este posibilite a las autoridades correspondientes, regular la edificación de asentamientos.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Ley	Ámbito	Artículo	Descripción
Ley General de Protección Civil		84	El Atlas de Riesgo en sus diferentes ámbitos deberán ser considerados en la edificación, construcción o realización de obras, ya que el no contar con el análisis de riesgo correspondiente, es un delito grave.
		86	Este artículo habla sobre lo que deberán de contener los Atlas de Riesgo, estableciendo los diferentes niveles de peligro y de riesgo, siendo un instrumento que deberá de ser considerado por las autoridades competentes para la autorización de cualquier tipo de construcciones, obras de infraestructura o asentamientos humanos.
		87	Cuando existan asentamientos humanos en las zonas de alto riesgo, las autoridades estarán obligadas a realizar los estudios, así como la realización de las obras necesarias para mitigar el riesgo, o en su defecto la elaboración de un plan, el cual determine la factibilidad de reubicarlos.
		89	Este artículo habla sobre las competencias y facultades que otorgarán los diferentes ámbitos gubernamentales en la autorización de la extensión territorial en consistencia con el uso de suelo permitido, una vez consideradas las acciones de prevención correspondientes.
		90	La autorización de permisos de uso de suelo o de utilización por parte de los servidores públicos de cualquier de los tres órdenes de gobierno, serán considerados como una conducta grave y castigado según lo establecido por la Ley de Responsabilidad de los Servidores Públicos.
Reglamento de la Ley General de Protección Civil.	Federal	110	Definición del análisis de riesgo, El análisis de Riesgos es un método ordenado y sistemático para identificar y evaluar los daños que pudieran resultar de los Riesgos y Peligros naturales y antropogénicos, así como las Vulnerabilidades de construcciones, edificaciones, infraestructura o asentamientos humanos, dentro del predio en estudio, en el entorno próximo y en su cuenca.
		111	Contenido del análisis de riesgo.
		112	Integración por los componentes que deberá contener el Atlas de Riesgos.
		113	La periodicidad en la que se deberá de realizar la actualización de los Atlas de Riesgos.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Ley	Ámbito	Artículo	Descripción
Reglamento de la Ley General de Protección Civil.	Federal	114	La supervisión para la elaboración y actualización del Atlas Nacional de Riesgos y de los Atlas Estatales y Municipales de Riesgos a que hace referencia el artículo 19, fracción XXII; la Ley, será de carácter eminentemente preventiva.
Código Administrativo del Estado de México, Libro Quinto, del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población.	Estatal	5.1	El objeto de esta ley que entre otros aspectos menciona el de planear, ordenar, regular, controlar, vigilar y fomentar el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población de la entidad.
		5.2	Menciona los principios que se deberán observar en el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, atenderá g) la información contenida en los Atlas de Riesgos del Estado de México así como en los municipales sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables al cambio climático. Además de la prevención y control de riesgos y contingencias por causas antropogénicas y naturales y la adaptación al cambio climático.
		5.19	Contenido de los Planes de Desarrollo Urbano en su fracción segunda menciona: La determinación de sus objetivos, políticas y estrategias en materia de población, suelo, protección al ambiente, vialidad y transporte, comunicaciones, agua potable, alcantarillado, drenaje, tratamiento y disposición de aguas residuales y residuos sólidos, protección civil, vivienda, desarrollo agropecuario, salud, educación, seguridad pública, desarrollo económico, industria y conservación del patrimonio inmobiliario histórico, artístico y cultural, adaptación a los efectos del cambio climático, así como las demás materias que resulten necesarias, con el fin de imprimirles un carácter integral para propiciar el desarrollo urbano sustentable del Estado
Código Administrativo del Estado de México, Libro Sexto, de la Protección Civil.	Estatal	6.7	La Coordinación Ejecutiva del Sistema Estatal de Protección Civil cuenta con las atribuciones según lo establecido en la fracción III de contemplar la utilización de tecnologías de la información con la finalidad de reducir riesgos. En la fracción XI establece "Promover la creación, desarrollo y actualización permanente, de los Atlas Municipales de Riesgos, considerando los criterios que emita el Gobierno Federal en materia de adaptación al cambio climático". En la fracción XX, Actualización y difusión de los Atlas de Riesgo.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Ley	Ámbito	Artículo	Descripción
Código Administrativo del Estado de México, Libro Sexto, de la Protección Civil.	Estatal	6.8	La Incorporación de la Gestión Integral de Riesgos en el desarrollo local y regional basadas en el análisis de riesgo está a cargo del Estado y los municipios, cuya finalidad es evitar y reducir riesgos detectados.
		6.14	Los ayuntamientos promoverán la creación, desarrollo y actualización permanente, de los atlas municipales de riesgos, así como su difusión, dichos instrumentos deberán ser tomados por las autoridades competentes como base en la definición de los usos de suelo que produzcan un impacto regional, así como para la autorización y construcción de obras de infraestructura o asentamientos humanos.

3. CARACTERIZACIÓN MUNICIPAL

3.1. Caracterización de los elementos del medio natural

El Atlas de Riesgos tiene la finalidad de diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y vulnerabilidad de un determinado espacio geográfico. Ahora bien, un paso necesario para lograr el objetivo anterior, consiste en analizar las condiciones territoriales del área de estudio de manera detallada. Para ello se examinan diversos temas conocidos como elementos del medio natural, los cuales concentran la información indispensable para comprender el entorno geográfico.

Este estudio, integrado por los elementos geográficos permite un acercamiento inicial para conocer y entender la dinámica natural de un área, y con ello determinar los principales fenómenos que ocurren en dicha zona, así como su periodicidad, magnitud recurrente y localización. Los elementos del medio natural necesario para este tipo de estudios son: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso del suelo y problemática ambiental.

En primera instancia, se presenta la fisiografía local, la cual muestra los distintos tipos de relieve; el conocimiento de su tipología y ubicación da un panorama de las topoformas que asociadas a otras características del área, permite el análisis primario de fenómenos naturales potencialmente peligrosos.

Mientras que la geomorfología, recopila la información que permite conocer los procesos formadores del relieve; con ello se determina la dinámica endógena y exógena del territorio en estudio, lo que a su vez contribuye a predecir eventuales cambios en el relieve, como por ejemplo, deslizamientos por inestabilidad de laderas.

Por otro lado, la geología proporciona la información básica de los tipos de roca, mostrando su distribución espacial, sus edades, su origen, y su relación con otras estructuras como fallas y fracturas. Estos datos están directamente relacionados con la intensidad de los sismos, los deslizamientos de ladera, fallas y hundimientos, entre otros peligros.

La edafología trata sobre los distintos tipos de suelo; esta información permite identificar las características esenciales de los materiales edáficos como consolidación,

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

granulometría, susceptibilidad a la erosión y su comportamiento ante los influjos de otros factores como clima y actividades humanas.

Otra parte importante es la hidrología la cual describe la distribución espacial en un territorio dado de los cuerpos de agua y cauces que llevan agua, ya sean permanentes o estacionales, así como el tipo de aguas que los ocupan, como podrían ser pluviales o subterráneas. Estos datos, combinados con otros elementos del medio natural, permiten realizar determinaciones puntuales de peligros, por ejemplo, identificar áreas de inundación.

La información climática permite conocer los patrones meteorológicos y atmosféricos que se presentan en una determinada área y con ello conocer el tipo de fenómenos hidrometeorológicos más comunes, además de sus características generales como zona de impacto, magnitud probable y recurrencia temporal.

El uso de suelo y vegetación, permite identificar la distribución espacial de las actividades humanas, los centros de población, las áreas agropecuarias, así como las zonas que están dedicadas a la conservación de los ecosistemas naturales. Esta información es fundamental para conocer el grado de exposición de la sociedad a los peligros naturales. Así mismo, en el caso de las áreas naturales: incendios o erosión, por mencionar algunos.

Toda la información relacionada con lo anterior, se expresa en mapas temáticos, ya que los datos tienen una variabilidad espacial, que sólo se puede visualizar con claridad en un documento cartográfico. Estos mapas temáticos representan el primer elemento para integrar una visión general de los riesgos actuales y probables a los que se encuentra expuesto el municipio de Ecatepec. A continuación se presenta la información relevante a cada elemento del medio natural en el área de estudio.

3.1.1. Delimitación geográfica del municipio

La zona que abarca el presente estudio comprende los límites territoriales del Municipio de Ecatepec de Morelos, según datos obtenidos en INEGI cuenta con 156.06 km² de superficie total. Se localiza en el centro de la República Mexicana, en la zona metropolitana de la Ciudad de México; ocupa una porción de la región hidrológica 26, en la Cuenca del Valle de México. Ecatepec constituye un continuo urbano con una elevación

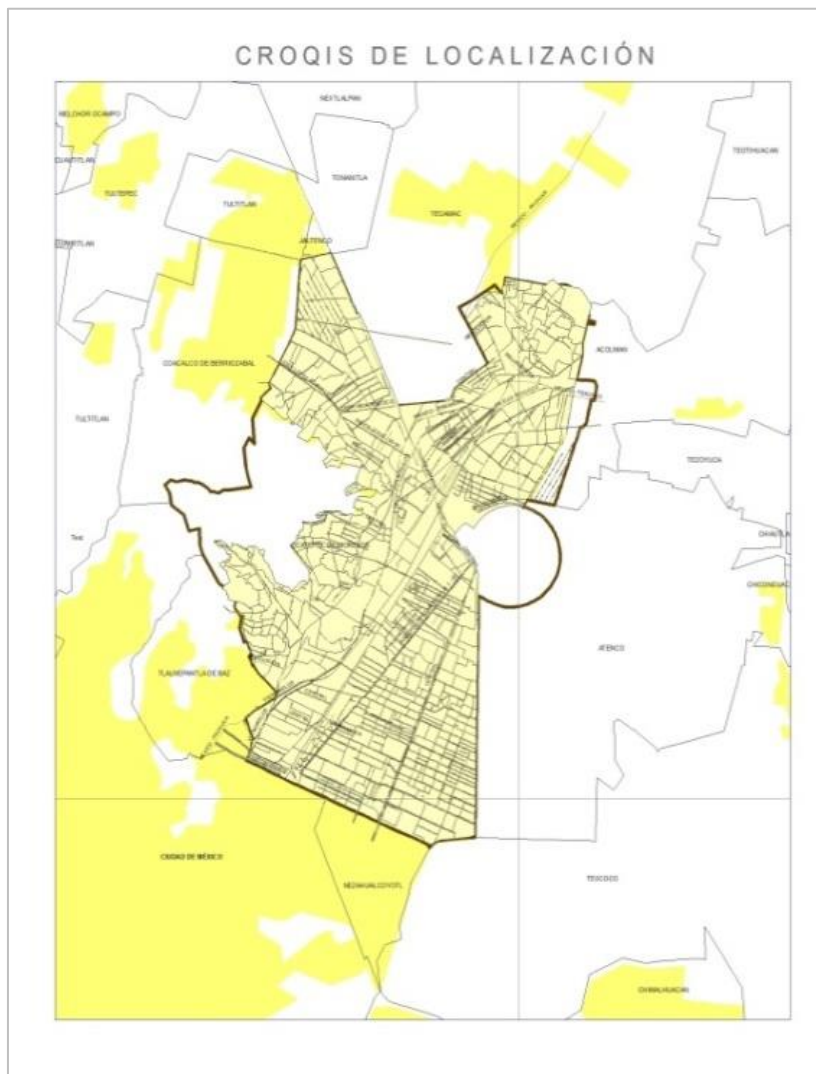
PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

promedio de 2,660 msnm. El municipio tiene coordenadas extremas 19°39'32" N, 99°3'45" W, y 19°29'4"N, 99°1'43" W.

Los límites políticos del municipio son:

- I. Al norte, colinda con los municipios mexiquenses de Tultitlán, Jaltenco, Tonanitla y Tecámac;
- II. Al sur, con la Delegación Gustavo A. Madero del Distrito Federal y con los municipios mexiquenses de Netzahualcóyotl y Texcoco;
- III. Al oriente, con los municipios mexiquenses de San Salvador Atenco, Texcoco y Acolman;
- IV. Al poniente, con los municipios mexiquenses de Coacalco y Tlalnepantla.

Figura 3.1 Croquis de localización.



Fuente: Elaboración propia con base en información geográfica obtenida en INEGI.

3.1.2. Fisiografía

Dos de las más importantes provincias fisiográficas del país se encuentran dentro del territorio del Estado de México; la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico; la primera se encuentra ubicada en la parte sur, mientras la segunda abarca la mayor parte del territorio estatal (73.9%). El municipio de Ecatepec de Morelos se ubica en su totalidad dentro de esta última.

El eje Neovolcánico o Cinturón Volcánico Transmexicano está compuesto por un conjunto de planicies escalonadas que se forman desde los Estados de Colima y Nayarit hasta Veracruz. Estas se disponen desde los 500 hasta los 2,600 metros de altitud y son producto de acumulaciones volcánicas y movimientos tectónicos, ambos procesos de intensidad considerable a lo largo del Cuaternario. Sobre las planicies que conforman el relieve se encuentran elevaciones volcánicas, serranías de pequeños conos, campos volcánicos y varios volcanes compuestos. Otro rasgo esencial lo dan las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos que tienen su origen en el bloqueo del drenaje original. Esta provincia fisiográfica funge como límite geológico, climático, geobiológico y biogeográfico.

Debido a su diversidad en cuanto a las formas del relieve y morfogenésis, esta gran provincia se divide a su vez en varias subprovincias, con características particulares. La totalidad del territorio de este municipio, se localiza dentro de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. Esta es la mayor de las subprovincias que integran el eje Neovolcánico, consta de seis sierras volcánicas y grandes aparatos individuales que se alternan con amplias llanuras, en su mayoría vasos lacustres.

Estas características se encuentran muy bien representadas dentro del territorio municipal ya que se localizan relieves accidentados con pendientes abruptas, zonas de ladera con pendientes suaves y de acumulación totalmente planas. En este sentido se puede dividir el relieve en tres 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 2,300 hasta la de 3,000 metros de altitud. Las principales elevaciones encontradas son: El Pico de Díaz, el Pico de Tres Padres, el Pico de Moctezuma,

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

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 2,100 y 2,300 metros de altitud. Se pueden considerar como zona de piedemonte.
- **Zonas planas.-** Se encuentran en la mayor parte de la porción oriental de la demarcación. Estas se localizan en los antiguos vasos lacustres del lago de Texcoco.

Tabla 3.1 Provincias Fisiográficas y principales topoformas ubicadas dentro del municipio de Ecatepec de Morelos.

Provincia	Subprovincia	Sistemas de topoformas	Área Km ²	% de superficie municipal
Eje Neovolcánico	Lagos y Volcanes de Anáhuac	Vaso lacustre	3.3459	2.14
		Vaso lacustre con lomerío	9.84241	6.31
		Vaso lacustre salino	111.92541	71.71
		Vaso lacustre de piso rocoso o cementado	0.9229	0.59
		Vaso lacustre inundable y salino	0.02981	0.02
		Escudo volcanes	30.00346	19.22

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ecatepec de Morelos, México. INEGI 2009. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1, 000,000 serie I. INEGI.

3.1.3. Geomorfología

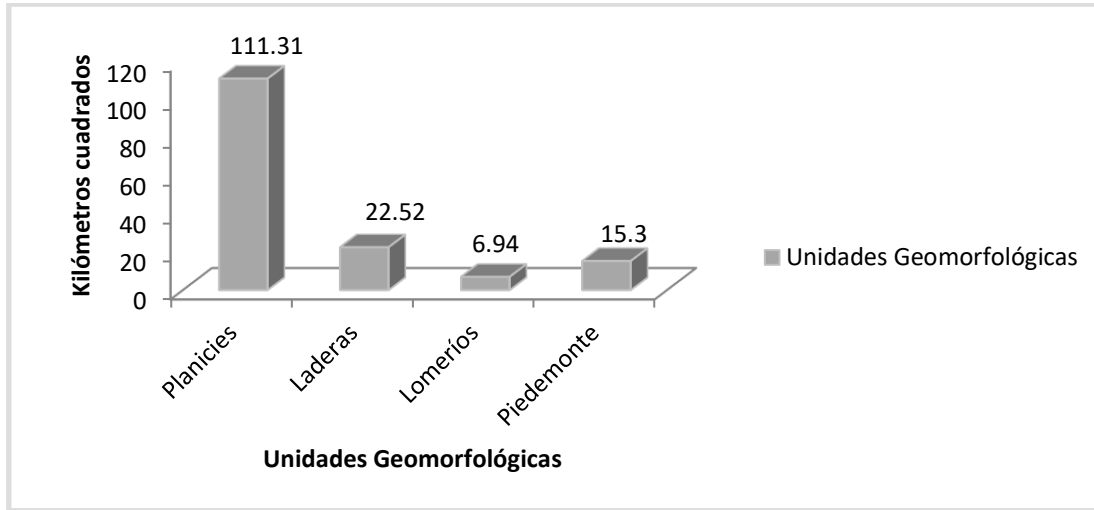
La geomorfología es la ciencia que se encarga de estudiar y comprender el origen y evolución de los distintos elementos del relieve, los cuales son el resultado de la interacción de procesos endógenos (creadores) y exógenos (modeladores). Cada una de las formas del relieve interactúa con los elementos del medio geográfico de distinta forma, propiciando que en cada una se presenten distintas dinámicas, las cuales son necesarias conocer y entender para la correcta interacción del hombre con el medio.

Como se comentó con anterioridad, Ecatepec forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, por lo que su relieve está ligado estrechamente a las características geológicas y procesos morfológicos propios de esta gran región. Estos últimos, han

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

modelado al relieve en cuatro grandes unidades geomorfológicas con múltiples características y dinámicas. Las planicies, laderas, lomeríos y zonas de piedemonte son las principales unidades geomorfológicas que se encuentran dentro del territorio municipal.

Gráfica 3.1 Superficie en kilómetros cuadrados de las unidades geomorfológicas del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ecatepec de Morelos, México. INEGI 2009. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1, 000,000 serie I. INEGI.

Cada una de estas grandes unidades responde de manera distinta a las acciones de los procesos modeladores (movimientos gravitacionales, erosión fluvial, eólica, entre otras) y formadores del relieve (levantamientos tectónicos, acumulación de sedimentos, vulcanismo, entre otros). Además, las características geográficas del municipio como clima, geología, vegetación, edafología, hidrología y fisiografía han originado que se presenten a su vez distintas unidades morfogenéticas.

La zona más activa geomorfológicamente corresponde a la Sierra de Guadalupe, la cual está constituida esencialmente de lava, característica que se aprecia prácticamente en todas las laderas. En general, los picos volcánicos conservan su forma original, siendo la parte inferior la que ha sido transformada por la erosión en mayor grado. Los volcanes, en especial los que constituyen la divisoria, han perdido la forma original ya que están disecados por numerosos barrancos y se han desarrollado circos de erosión.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Esta sierra no ha escapado a la invasión de la mancha urbana, prácticamente toda la zona de piedemonte y parte de las laderas volcánicas han sido ocupadas por asentamientos humanos. Como es frecuente en estos casos, muchas construcciones están expuestas a riesgos, sobre todo por corrientes torrenciales en la parte baja de los valles y por derrumbes que se producen durante las lluvias de fuerte intensidad en los escarpes y circos de erosión.

Tabla 3.2 Principales Unidades morfogenéticas localizadas en el municipio de Ecatepec de Morelos.

Unidad morfogenética	Descripción	Pendientes (grados)	Altitud (msnm)	Área (km²)	% de Sup.
Planicie lacustre	Está formada por una concentración de sedimentos clásicos y productos piroclásticos los cuales se depositaron en ambientes lacustres.	0-2	2,260-2,300	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	2,260-2,300	59.04	37.8
Laderas montañosas bajas	Se forman a partir de derrame de lava.	8-22	2,620-2,740	19.88	12.7
Laderas montañosas altas	Formadas por derrame de lava de andesita, basáltica de andesita, dacita y flujos piroclásticos.	6-16	2,860-3,020	0.83	0.5
Laderas montañosas medias	Conformadas por derrames lávicos de andesita, dacita y flujos piroclásticos.	20-44	3,200-3,320	0.83	0.5
Lomeríos volcánicos denudados	Compuestos por rocas básicas e intermedias, tobas, cenizas y depósitos epiclásticos.	0-10	2,420-2,580	6.38	4.1
Lomeríos volcánicos	Formados por rocas epiclásticas ácidas e intermedias y flujos piroclásticos.	0-14	2,300-2,460	0.56	0.4
Piedemonte denudatorio	Compuesto de lavas, tobas, cenizas y depósitos epiclásticos (formados por fragmentos derivados de rocas preexistentes por la acción del intemperismo y la erosión).	0-6	2,500-2,740	9.77	6.3
Laderas montañosas tectonizadas	Conformadas por derrames de lava y material piroclástico.	4-14	2420-2540	0.98	0.6
Piedemonte denudatorio y tectonizado	Está compuesto por lavas, tobas, cenizas, flujos piroclástico, lahar y pómez.	0-6	2500-2740	5.41	3.5
Piedemonte de lahar	Están constituidos por pequeños abanicos de lavas, cenizas y flujos piroclásticos.	0-10	2260-2380	0.12	0.1

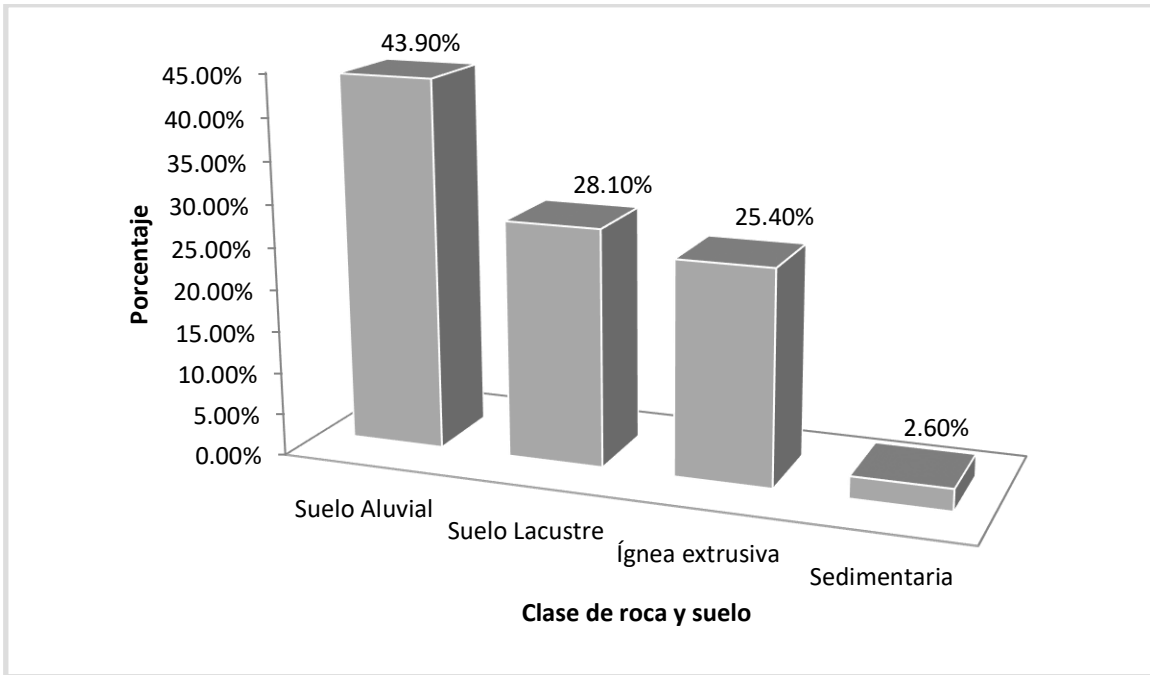
Fuente: Elaboración propia con base en información recopilada en: Tapia Varela y López Blanco, IGg UNAM, 1999.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.1.4. Geología

La Geología del municipio de Ecatepec de Morelos está compuesta por rocas de tipo ígnea, sedimentaria y por enormes depósitos de sedimentos aluviales y lacustres los cuales son resultado de la intensa actividad exógena presente en la región.

Gráfica 3.2 Porcentaje de la superficie de la clase de roca y suelo del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ecatepec de Morelos, México. INEGI 2009. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1, 000,000 serie I. INEGI.

Las rocas de tipo ígneo están presentes en la zona de la Sierra de Guadalupe la cual es una unidad volcánica que consiste en domos y volcanes compuestos que constituyen una estructura circular de 17 km. de diámetro y una altura de 800 m. con respecto a la planicie lacustre que la delimita. Los principales volcanes que la forman son de tipo compuesto, originados por grandes erupciones explosivas que terminaron con actividad efusiva y extrusiva. El tipo de rocas predominantes son las andesitas y, en cantidades menores, riolita y dacita.

Por otra parte las rocas sedimentarias encontradas en el municipio son brechas sedimentarias originadas a partir de materiales piroclásticos depositados después de los

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

episodios volcánicos registrados en la zona. De igual forma los suelos aluviales y lacustres se forman a partir de los depósitos provenientes, principalmente, de los ríos.

Tabla 3.3 Tipos de roca y suelo localizados en el Municipio de Ecatepec de Morelos.

Roca/ Suelo	Características	Área (km2)	% de superficie
Andesita Ts (A)	Roca ígnea efusiva de composición intermedia, color oscuro, compuesto por cristales de plagioclasa intermedia, minerales máficos y frecuentemente vidrio volcánico.	24.16	15.48
Basalto Ts (B)	Roca ígnea efusiva de composición básica y color oscuro, que con frecuencia consiste en plagioclasas básicas, augita y olivino.	0.07	0.04
Brecha Sedimentaria Ts (bs)	Es una roca sedimentaria detrítica. Una brecha es la consolidación de clastos angulosos, en vez de redondeados, debido a que los cantos experimentan abrasión y se redondean durante su transportación.	4.05	2.60
Brecha Volcánica Básica Q(Bvb)	Cuando las gravas llegan a consolidarse, o a soldarse irregularmente por sus aristas, forman una brecha volcánica y esto sucede generalmente entre dos corrientes de lava. Las rocas de este grupo varían ampliamente en sus resistencias, permeabilidad y comportamiento.	1.09	0.70
Suelo Aluvial Q(al)	Cuando las partículas de material han sido transportadas por el agua, el suelo se forma a partir del aluvión y el suelo sedimentario que se produce es un suelo aluvial. Los suelos pueden ser transportados por aguas en movimiento como las de la lluvia, la de los ríos o de las marismas. La sedimentación puede ocurrir en aguas acumuladas como en los lagos, los pantanos o el mar. Se encuentran en las zonas denominadas llanuras de sedimentación, donde la topografía es, por lo regular, ligeramente ondulada o casi llana. A menudo, la composición de estos suelos contiene suficiente arcilla para la retención del agua y la construcción de diques.	68.48	43.88
Suelo Lacustre Q(la)	El tipo de suelo consiste en depósito lacustre muy blando y compresible con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas.	43.89	28.12
Toba Básica Q(Tb)	Las tobas, son un grupo de rocas formadas de materiales arrojados por erupciones volcánicas tales como lapilli, ceniza y arena posteriormente compactados y cementados. La Toba Básica está constituida por fragmentos piroclásticos de composición básica. La unidad presenta un color gris oscuro, mientras que al intemperismo adopta un color crema con tonos rojizos.	4.67	2.99
Volcanoclástico Ts(Vc)	Son fragmentos rocosos tales como cenizas, arenas, etc., arrojados durante las erupciones volcánicas explosivas. En su conjunto originan tobas, brechas y otras rocas. Por su trabajo y formas pueden ser bombas, bloques, lapilli, arenas y cenizas.	9.67	6.19

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, Carta Geológica E14-2 esc. 1:250000.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Producto de esta actividad volcánica y tectónica presente en la zona, se pueden encontrar a lo largo del municipio fallas y fracturas originadas principalmente por esfuerzos de tensión, contracción y por el rompimiento de la corteza terrestre. De acuerdo con García-Palomo et al 2006, dentro del territorio municipal se localizan doce fracturas y tres fallas normales, las cuales se encuentran en su totalidad dentro de la Sierra de Guadalupe.

3.1.5. Edafología

El suelo es uno de los principales soportes de la vida, al igual que el agua y el aire, ocupa la mayor parte de superficie terrestre y sobre él se dan la mayor parte de las actividades humanas. Es considerado como una superficie de contacto donde interactúan varios factores que intervienen en su formación y determinan sus características particulares como la geología, el tiempo, el clima, la geomorfología y la vegetación. De igual forma, es catalogado como un recurso natural no renovable debido a que su proceso de formación y madurez tarda cientos de años.

De esta manera, el suelo es un material que se desarrolla en respuesta a interacciones ambientales complejas que evoluciona de manera gradual y responde de distinta manera ante las condiciones del medio geográfico. Es por esa razón que existen varios tipos de suelo a lo largo del país. En la Cuenca del Valle de México se presentan diferentes tipos de suelo resultado de sus particulares condiciones espaciales.

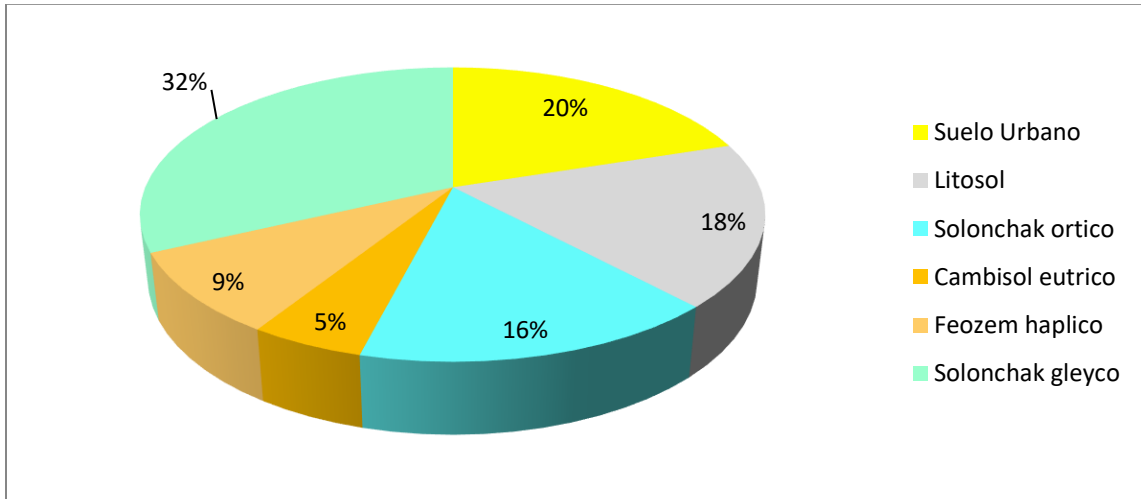
Las condiciones geomorfológicas e hidrológicas que presenta el municipio de Ecatepec de Morelos como planicies lacustres, laderas montañosas y escurrimientos que no tienen salida al mar, han determinado de manera preponderante el tipo de suelo encontrado dentro del municipio. En las zonas de ladera y piedemonte que corresponden a la porción de la Sierra de Guadalupe incluidas en la demarcación, se localizan los suelos de tipo litosol a partir de los 2,300 a 3,000 msnm aproximadamente. Esta zona es bastante dinámica ya que presenta un acarreo de materias hacia zonas más bajas.

Por otra parte en la zona de piedemonte de la Sierra a una altitud aproximada de 2,250 a 2,260 msnm, se localizan suelos de tipo feozem háplico, los cuales son desarrollados y ricos en materia orgánica. En la parte central del municipio, en la zona de origen lacustre se presentan los suelos salinos tipo solonchak. Al noroeste, al incrementarse la altitud, se halla suelo tipo cambisol eutrítico, el cual es un suelo joven y poco desarrollado.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

En la siguiente gráfica se observa el porcentaje de superficie que ocupan los suelos en el municipio, donde destaca el tipo Solonchak con un 48%, ubicado en la parte lacustre del municipio, seguido por suelo urbano (20%) y Litosol (18%).

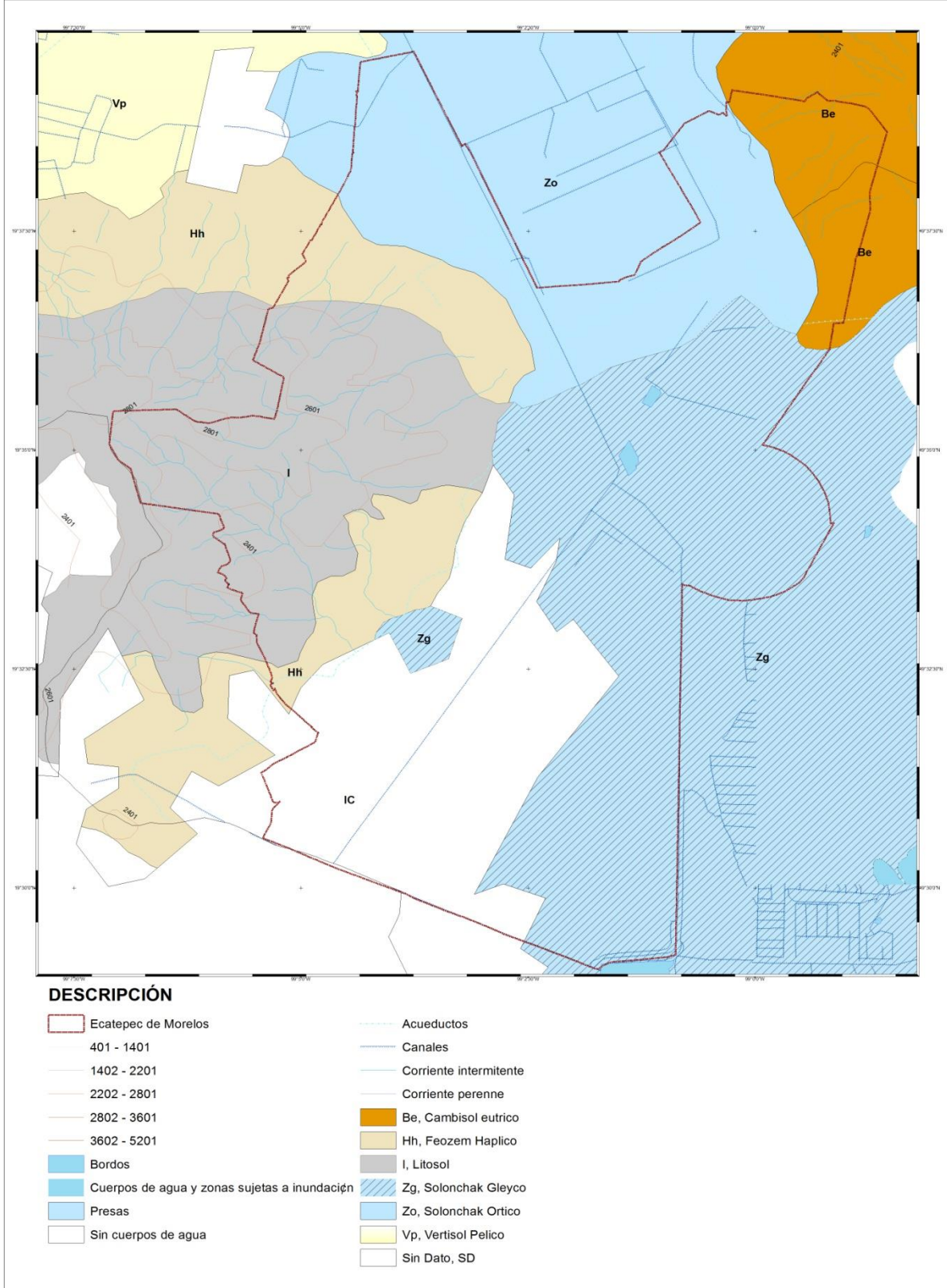
Gráfica 3.3 Porcentaje de la superficie de los suelos del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con datos del INIFAP- CONABIO 1995 y Guía para la interpretación de cartografía edafología. INEGI, 2004.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 3.2 Mapa edafológico del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con datos del INIFAP- CONABIO 1995.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.1.6. Hidrografía

La hidrografía del municipio está compuesta por escurrimientos de tipo intermitente, así como canales que transportan aguas negras fuera del territorio de la Ciudad de México. La mayor parte de los escurrimientos nacen en las partes más altas de la Sierra de Guadalupe, que en períodos de lluvias acarrearán gran cantidad de sedimentos provenientes de las zonas más elevadas y erosionadas de la Sierra, además de basura, lo que ocasiona severos problemas a los habitantes del municipio.

Los elementos hidrológicos más importantes encontrados dentro del municipio, se describen en la siguiente tabla.

Tabla 3.4 Elementos hidrológicos más importantes del municipio de Ecatepec de Morelos.

Tipo	Nombre
Canal	Canal las Sales
Canal	Gran Canal de Desague
Arroyo	Arroyo la Guiñada
Salina	Depósito de Evaporación Solar el Caracol
Salina	El Caracol
Arroyo	Arroyo Majada Grande

Fuente: Elaboración propia con base en datos recopilados en INEGI, Carta topográfica E14a39 y E14b31 escala 1:50,000.

Es importante mencionar que el municipio no cuenta con cuerpos de agua lénticos (lagos, lagunas, 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 en desuso.

3.1.6.1. Cuencas y Subcuencas

El municipio de Ecatepec de Morelos se localiza dentro de la región hidrológica número 26 Panuco (RH26) la cual se encuentra dentro de la región administrativa IX, Golfo Norte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que conformada por 154 municipios de nueve entidades federativas, con una superficie es de 127, 867 km², que corresponde al 6.5% del territorio nacional.

Esta región hidrológica se encuentra integrada por las cuencas de los ríos Pánuco, Moctezuma, Tamuín, y Tamesi, además cubre los estados de México, Hidalgo, Querétaro,

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Puebla, Veracruz, Guanajuato, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León, así como una parte de la Ciudad de México, lugar donde el río Pánuco tiene su origen artificialmente. Esta región comprende completamente la cuenca del río Pánuco, con una superficie de (84,956km²), que la coloca en el cuarto lugar de importancia entre las cuencas de la República, y en el quinto en cuanto al elevado volumen de escurrimientos, en el ámbito nacional.

Tabla 3.5 Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas del municipio de Ecatepec de Morelos.

Región			Cuenca			Subcuenca		
Clave	Nombre	% de la superficie municipal	Clave	Nombre	% de la superficie municipal	Clave	Nombre	% de la superficie municipal
RH26	PÁNUCO	100	D	RÍO MOCTEZUMA	100	p	LAGO DE TEXCOCO Y ZUMPANGO	100

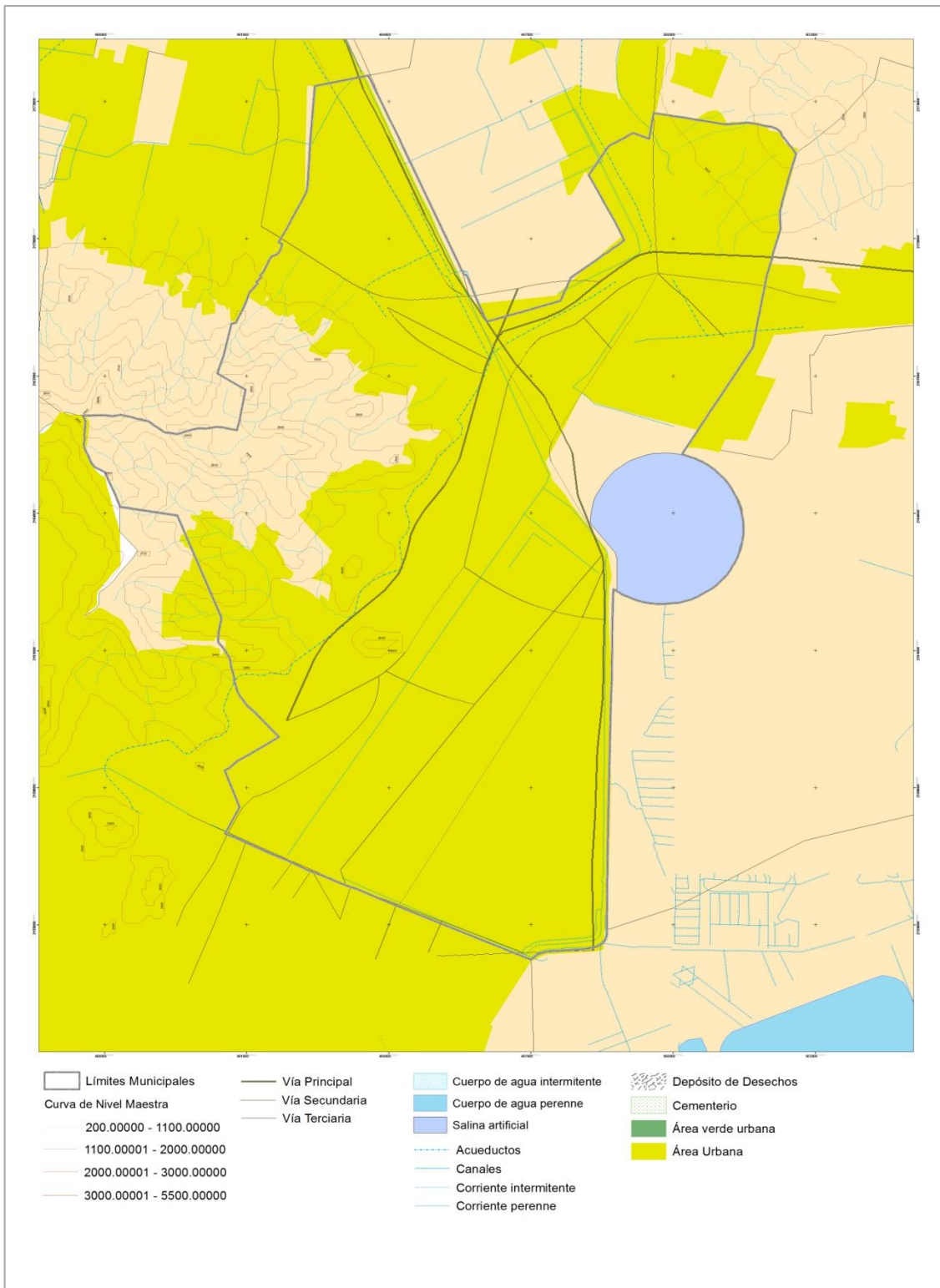
Fuente: Elaboración propia con base en datos recopilados del Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI 2009 y Cuaderno estadístico municipal Ecatepec de Morelos, INEGI 2005.

El territorio municipal se encuentra ubicado dentro de la subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango, que a su vez forma la Cuenca del Río Moctezuma. Esta cuenca se encuentra situada entre los 19° y 22° de latitud norte y entre los 90° 100°15´de longitud oeste. Está limitada por las siguientes cuencas hidrológicas: al sur con el río Balsas, al oriente con las de los ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla, al poniente con el río Lerma y al norte con los ríos Tempoal y Pánuco.

Por otra parte la subcuenca del lago de Texcoco y Zumpango es de tipo endorreica, es decir, que el agua no tiene salida fluvial al océano. Cualquier precipitación que escurra dentro de la cuenca, a través de corrientes regularmente de tipo intermitente permanece en ese lugar, dejando al sistema únicamente por infiltración o evaporación, este tipo de procesos contribuyen a la concentración de sales en el lugar. Actualmente el lago de Texcoco se encuentra en proceso de desaparición; en tanto que el de Zumpango está en curso de recuperación, ya que representa un alto valor ecológico para la zona. En esta subcuenca se localizan obras de ingeniería como el Canal de las Sales y el Gran Canal de Desagüe.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 3.3 Mapa hidrográfico del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos recopilados en SIATL INEGI.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.1.7. Clima

Ecatepec de Morelos cuenta con un clima templado en el 65% de su territorio. Las variaciones en su relieve y la altitud, sobre todo en la porción oriental hacen que se presente también clima del tipo semiseco. Estos cambios de geomorfología y altitud afectan directamente a los elementos climáticos del lugar, por lo que en las partes altas no existe la misma temperatura, presión, humedad, nubosidad y precipitación que en las partes bajas.

Tabla 3.6 Climas del Municipio de Ecatepec de Morelos.

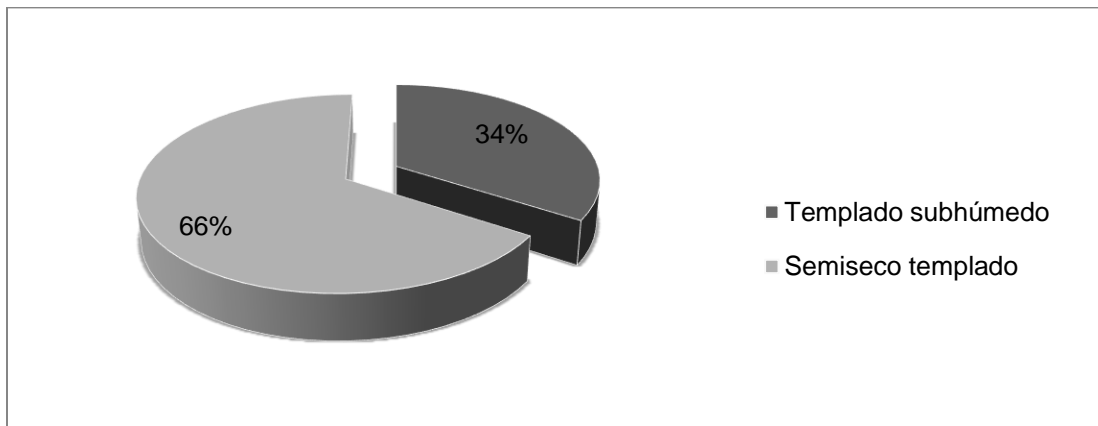
Clima	Descripción	Ubicación	Área (km²)	%de superficie
C(w0)(w)	Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano de 5 % al 10.2% anual.	Se presenta al oeste del municipio, en zonas de lomeríos y a las faldas de la Sierra de Guadalupe. A este clima lo divide principalmente la isoyeta de 600mm.	53.71137	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.	Se ubica en la mayor parte del municipio del centro hacia el este, en zonas planas donde se encontraban antiguos vasos lacustres.	102.35853	65.6

Fuente: Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de la serie recursos naturales, INEGI.

La parte noreste perteneciente a la Sierra de Guadalupe tiene un clima Templado subhúmedo C(w0)(w) y en las planicies corresponde un clima semiseco templado Bs1kw; ambos con lluvias en verano.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Gráfica 3.4 Porcentaje de la cobertura municipal de climas en el Municipio de Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de la serie recursos naturales, INEGI.

De acuerdo con datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional en el lapso de 1981-2010, se ha registrado en el municipio una temperatura media anual de 15.4°C y una precipitación de 591mm.

La temperatura influye en el contenido de agua en la atmósfera o humedad atmosférica. Cuanto más caliente está una masa de aire, mayor es la cantidad de vapor de agua que puede retener. Por lo contrario, a temperaturas bajas puede almacenar menor vapor de agua. La humedad relativa es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir, sin producirse condensación, y que conserva las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Esta humedad se representa en porcentaje. La humedad relativa de esta región es de 30.5% en la parte más baja del municipio ubicada en el este, para subir gradualmente hacia la parte suroeste del municipio en la Sierra de Guadalupe, con una humedad relativa de 38%. En la región se presentan vientos del norte y noreste con intensidad de 5 m/s.

3.1.8. Uso de suelo y vegetación

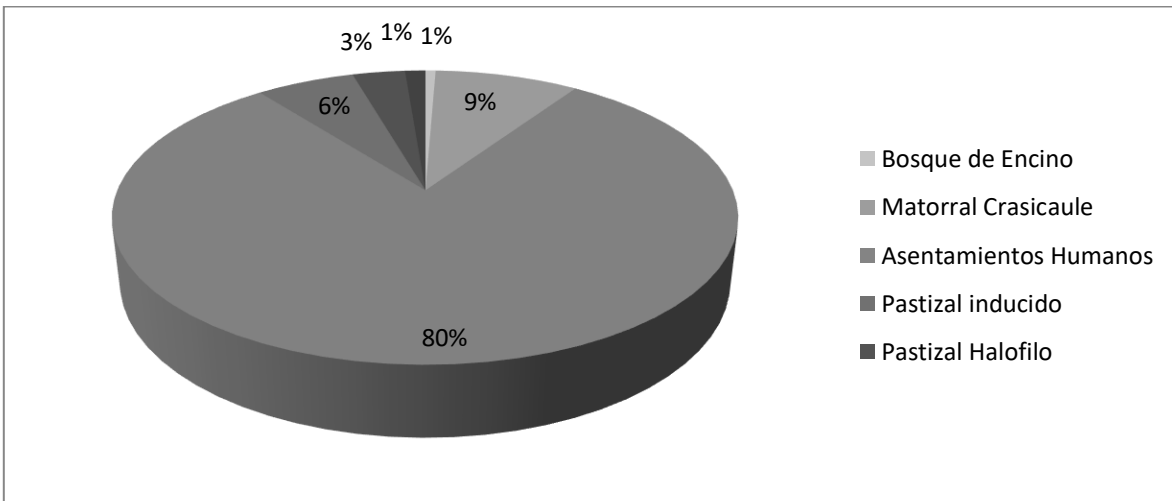
Un aspecto indispensable para realizar diagnósticos o estudios del riesgo, es saber cómo se utiliza la superficie del territorio ya que no todos los fenómenos susceptibles de ocasionar peligros o riesgo se desenvuelven con la misma forma o intensidad en un tipo de cobertura que en otra. Por ejemplo; la susceptibilidad a movimientos de ladera no va a ser la misma en una superficie cubierta por bosque que en aquellas zonas desprovistas

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

de árboles. Esta información es muy importante poner en práctica políticas de planeación, ordenamiento territorial, desarrollo urbano y aprovechamiento de los recursos naturales.

La vegetación del municipio ha sido alterada de manera irreversible por el crecimiento de la mancha urbana, que se ha extendido más allá de las zonas planas y han alcanzado pendientes inadecuadas para el uso habitacional. Los tipos de vegetación encontrados en el municipio, se pueden dividir en tres tipos: bosques, matorrales y pastizales. Los primeros se encuentran en las partes más altas de la Sierra de Guadalupe, dentro de las zonas de clima templado. Los matorrales se localizan en la mayor parte de las laderas, y son los más afectados por el crecimiento de los asentamientos humanos. Los pastizales de tipo inducido se localizan en las zonas de piedemonte, y son y producto de la alteración de la vegetación original; los pastizales de tipo halófilo, por su parte, se localizan en los suelos salinos ubicados en las cercanías al depósito de evaporación solar “El Caracol”.

Gráfica 3.5 Porcentajes de cobertura municipal de los distintos tipos de usos de suelo y vegetación del municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en Conjunto vectorial de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV INEGI Carta E-E14-2 escala 1:250,000.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

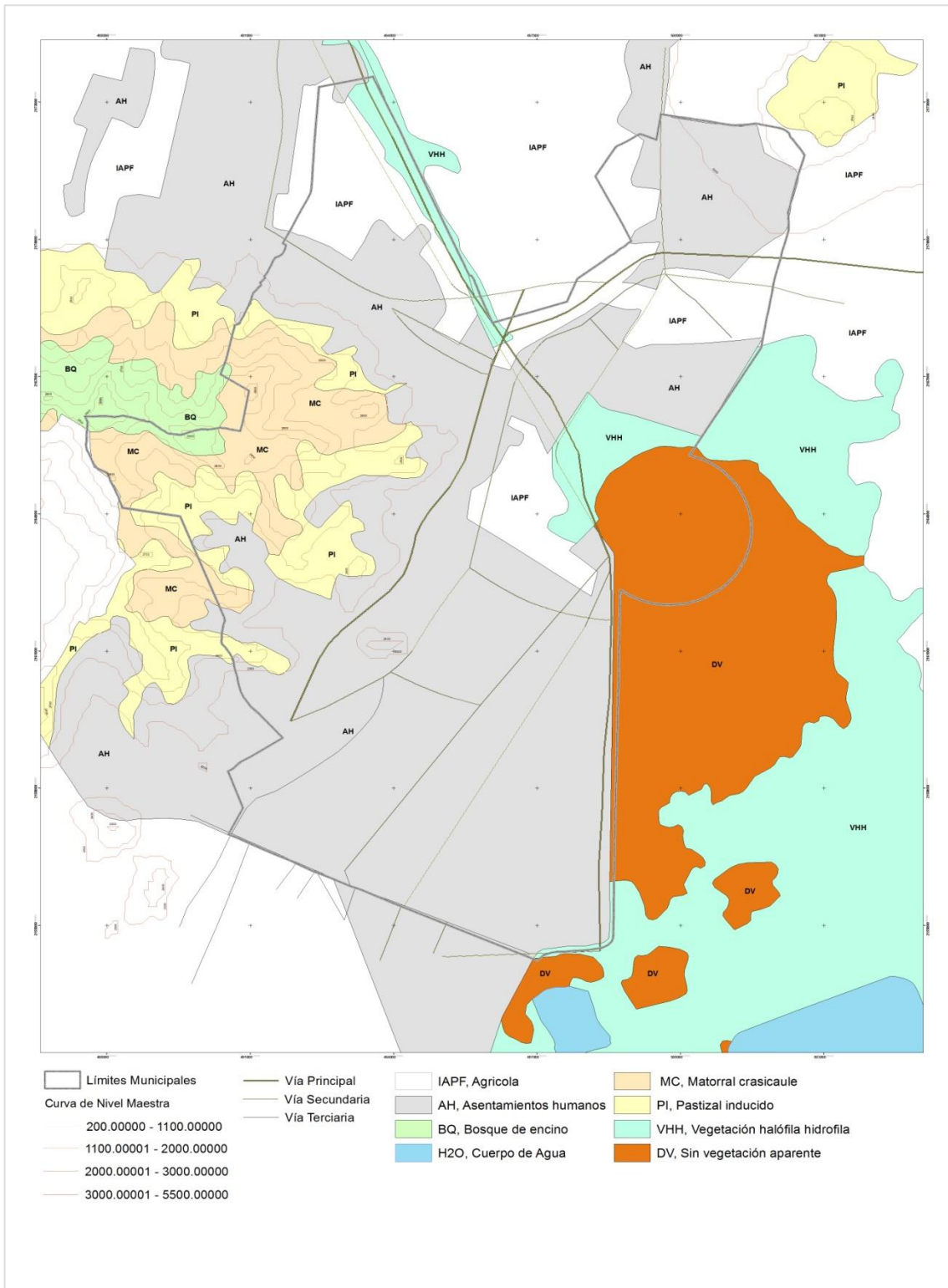
Tabla 3.7 Uso de suelo y vegetación del municipio de Ecatepec de Morelos.

Tipo de cobertura	Características	Área (km ²)	% 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 laurillo, encino blanco y roble. Es el tipo de vegetación que cuenta con la menor superficie dentro del municipio, sólo se encuentra en las partes más altas de la Sierra de Guadalupe.	0.97542	0.6
Matorral crasicale	Este tipo de vegetación muestra predominancia de cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos como Nopaleras, Chollales, Cardonales, Tetecheras, etcétera. Se localizan en las zonas de ladera del municipio.	13.30371	8.5
Asentamientos humanos	Ocupan la mayor parte del municipio.	119.26056	76.4
Pastizal halófico	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.	4.80001	3.1
Pastizal Inducido	Este tipo de pastizal es el que surge cuando es eliminada la vegetación original del lugar, es decir, aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación. Se localiza principalmente en la zona de piedemonte de la Sierra de Guadalupe.	9.02834	5.8
Sin vegetación aparente	Se incluye en este rubro 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. Se encuentran principalmente dentro de las instalaciones del depósito de evaporación.	8.70187	5.6

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en Conjunto vectorial de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV INEGI Carta E-E14-2 escala 1:250,000, Rzedowski. La vegetación de México. Limusa primera edición 1978, México.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 3.4 Mapa de usos de suelo y vegetación del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

3.1.9. Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional, representativo de los ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo,

Dentro de ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

Nuestro país cuenta con 176 áreas naturales protegidas, todas ellas de carácter federal. Cada uno de los Estados tiene diferentes categorías de ANP. Una porción del territorio municipal forma parte del Área Natural Protegida “Sierra de Guadalupe” con categoría de Parque Estatal, decretada el 10 de agosto de 1976, a la que se integraron áreas ubicadas en la cota de los 2,250 a 2,350 msnm, por decreto del Ejecutivo del Estado, publicado en la Gaceta de Gobierno, el 23 de noviembre de 1978.

El parque Estatal “Sierra de Guadalupe” tiene una extensión aproximada de 72.04 km², ubicado en los municipios de Coacalco de Berriozábal, Ecatepec de Morelos, Tlalnepantla de Baz y Tultitlán, en el Estado de México. En la parte correspondiente al municipio de Ecatepec de Morelos hay una extensión de 22.83 km².

Esta Área Natural se ha visto disminuida por el crecimiento de la mancha urbana y el surgimiento desordenado de los asentamientos humanos en las partes limítrofes, e incluso, en el interior de su área, el desorden incluye tanto asentamientos irregulares, como otros autorizados, que en su conjunto propician por una parte un crecimiento súbito de las demandas de los servicios urbanos difíciles de satisfacer por las autoridades, y por otra, una disminución en su área de reserva.

3.2. Caracterización de los elementos sociales y demográficos

La dinámica demográfica, así como las actividades y estructura económica que componen al municipio de Ecatepec, constituyen una parte fundamental a considerar dentro del Atlas de Riesgo, Lo que permite la identificación de los diversos factores socio económicos, culturales y políticos, destacando el grado de vulnerabilidad social que pudieran presentar ciertos sectores de la sociedad, ello facilita la toma de decisiones y el planteamientos de estrategias dirigida a la población que pueda ser más susceptible a sufrir daños por los riesgos, ya sean naturales o provocados por el ser humano.

3.2.1. Elementos demográficos

Los componentes demográficos que se mencionan en esta caracterización, corresponden a las variables estadísticas poblacionales generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), recopilada a través de los Censos y Conteos poblacionales, que significan los indicadores de cómo está estructurada la población.

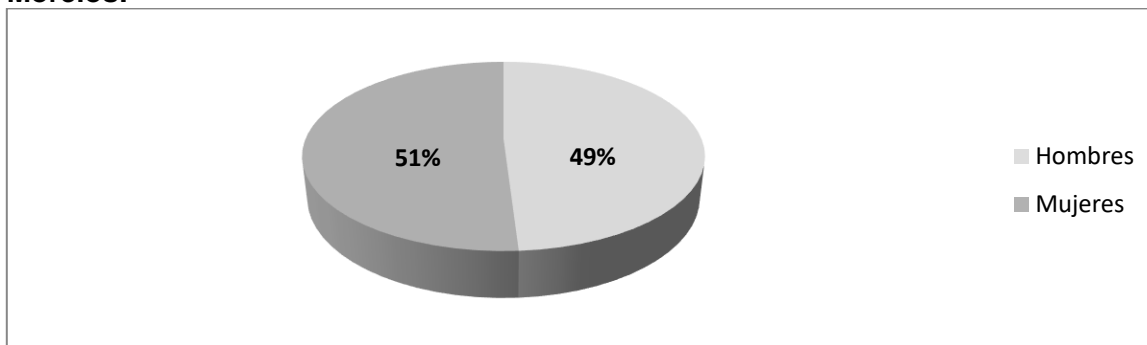
3.2.1.1. Dinámica demográfica

Según datos obtenidos del INEGI, el Estado de México, contaba con una población de 15, 175,862 habitantes en el año 2010; mientras que el municipio de Ecatepec de Morelos, de esta cifra, concentraba el 10.9% de la población total, es decir, 1, 656,107 habitantes, de los cuales el 51% eran mujeres, mientras que el 49% restantes eran hombres.

Este municipio muestra una alta dinámica migratoria, ya que el 55% de la población total son personas que han nacido en otra entidad federativa, es decir, 916,799 habitantes. La población mayor de 5 años nacida en Ecatepec residente en otra entidad federativa es de 65, 484 personas, lo que representa el 4.38%. Para ese mismo año. El crecimiento natural fue de 27,886 personas, originando una tasa bruta de natalidad de 19.1 personas por cada mil habitantes, al registrar un total de 35,165 nacimientos en 2010.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Gráfica 3.6 Población masculina y femenina en 2010 en el municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

3.2.1.2. Proyección de la Población de Ecatepec al año 2030

Según el CONAPO, la población de Ecatepec mantendrá un crecimiento constante durante los próximos años, por lo que para el año 2030, la población total en el municipio será de 2, 039,602 habitantes, de los cuales 1, 045,708 serán mujeres, mientras que 993,895 serán hombres. El grupo de edad más numeroso en ese año será el de 45 a 64 años, seguido por el grupo de 0 a 14 años. En la siguiente tabla se observan las proyecciones para cada lustro y hasta el año 2030, desagregado por sexo y grupo de edad.

Tabla 3.8 Proyección de la población de Ecatepec por año, sexo y grupos de edad, 2015-2030.

Grupos de edad	Año			
	2015	2020	2025	2030
Mujeres				
0-14	219,329	221,817	226,057	221,958
15-29	222,913	218,396	212,116	215,063
30-44	206,288	212,911	219,842	222,681
45-64	194,900	220,434	240,004	254,769
65 y más	59,502	79,800	104,571	131,237
Hombres				
0-14	228,577	232,340	237,614	221,958
15-29	222,173	220,838	216,329	220,979
30-44	184,778	194,237	205,709	213,024
45-64	171,982	191,676	207,473	221,064
65 y más	109,765	146,619	190,286	236,607

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en CONAPO.

3.2.1.3. Distribución de la población

El municipio de Ecatepec forma parte del continuo urbano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. La superficie municipal no está urbanizada por completo debido a la presencia de la Sierra de Guadalupe, la cual es un Área Natural Protegida. La población se concentra en la zona urbana. De los 1, 656,107 habitantes sólo el 0.06% habita en las tres localidades rurales del municipio: Mesa de Leones (578 habitantes), Tierra Blanca Segunda Sección (480 habitantes) y Vista Hermosa (34 habitantes).

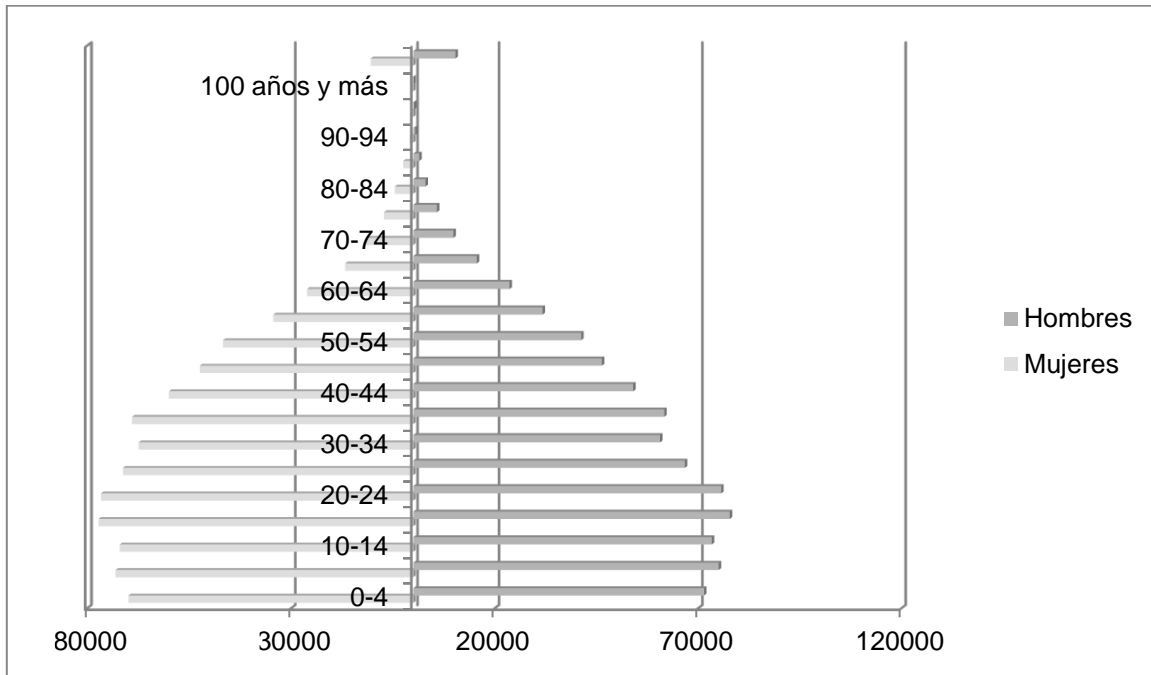
En lo que se refiere a la distribución de la población en función de las áreas geoestadísticas básicas (AGEB), los habitantes se concentran en las zonas de uso residencial del sureste del municipio, así como en el extremo norte. Esta concentración relativa de población se expresa fundamentalmente en las zonas habitacionales de menores ingresos, en contraposición a las áreas mayormente industriales o comerciales.

3.2.1.4. Distribución de la población por grupos quinquenales

En la pirámide de edades del municipio de Ecatepec, se observan los grupos quinquenales de edad, diferenciada por sexo. En la base se observa mayor nacimiento de hombres, esta mayoría se mantiene hasta los 19 años, donde se concentra el 35.6% de la población total. A partir de los 20 años en adelante, la cifra de mujeres se incrementa respecto a la de los hombres, las cifras indican que las mujeres tienen una perspectiva mayor de vida, en una relación de 77% de mujeres contra el 33% de hombres de 70 años y más. La base de la pirámide es ancha, es decir, con un número importante de nacimientos 31,637 personas, todos estos datos del año de 2010, en los grupos de 5 a 39 años se acumula el 68.8% de la población, las implicaciones directas de este fenómeno poblacional se dan en el empleo, y en temas de carácter educativo, ya que la demanda de éstos comienza a ser mayor.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

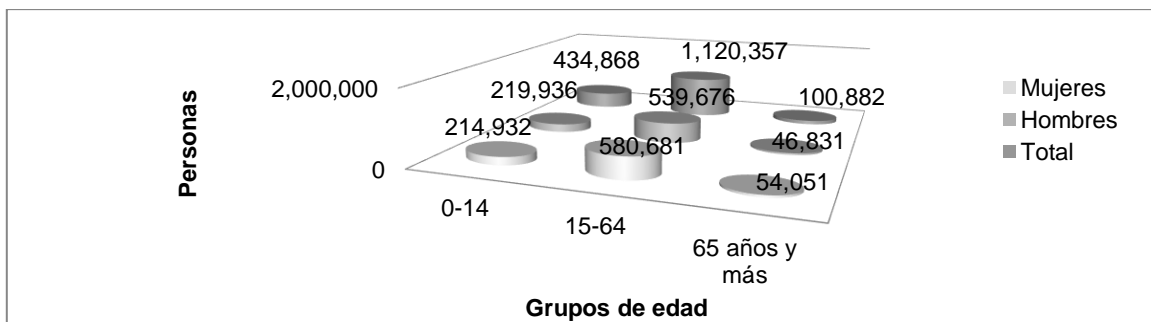
Gráfica 3.7 Pirámide poblacional del municipio de Ecatepec de Morelos, 2010.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

En un ejercicio de simplificación, para el año 2010, del total de habitantes del municipio, el 67.6% de la población total pertenecía al grupo de edad de entre 15 y hasta 64 años, de los cuales 580,681 eran mujeres y 539,676 hombres, seguidos por el grupo de 0 a 14 años con el 26.3% de niñas y niños, es decir 214,932 y 219,936 respectivamente. Los adultos mayores, que es el grupo de 65 años y más, ocupaba el 6.1% 54,051 mujeres y 46,831 hombres, tal como se puede observar en la siguiente gráfica.

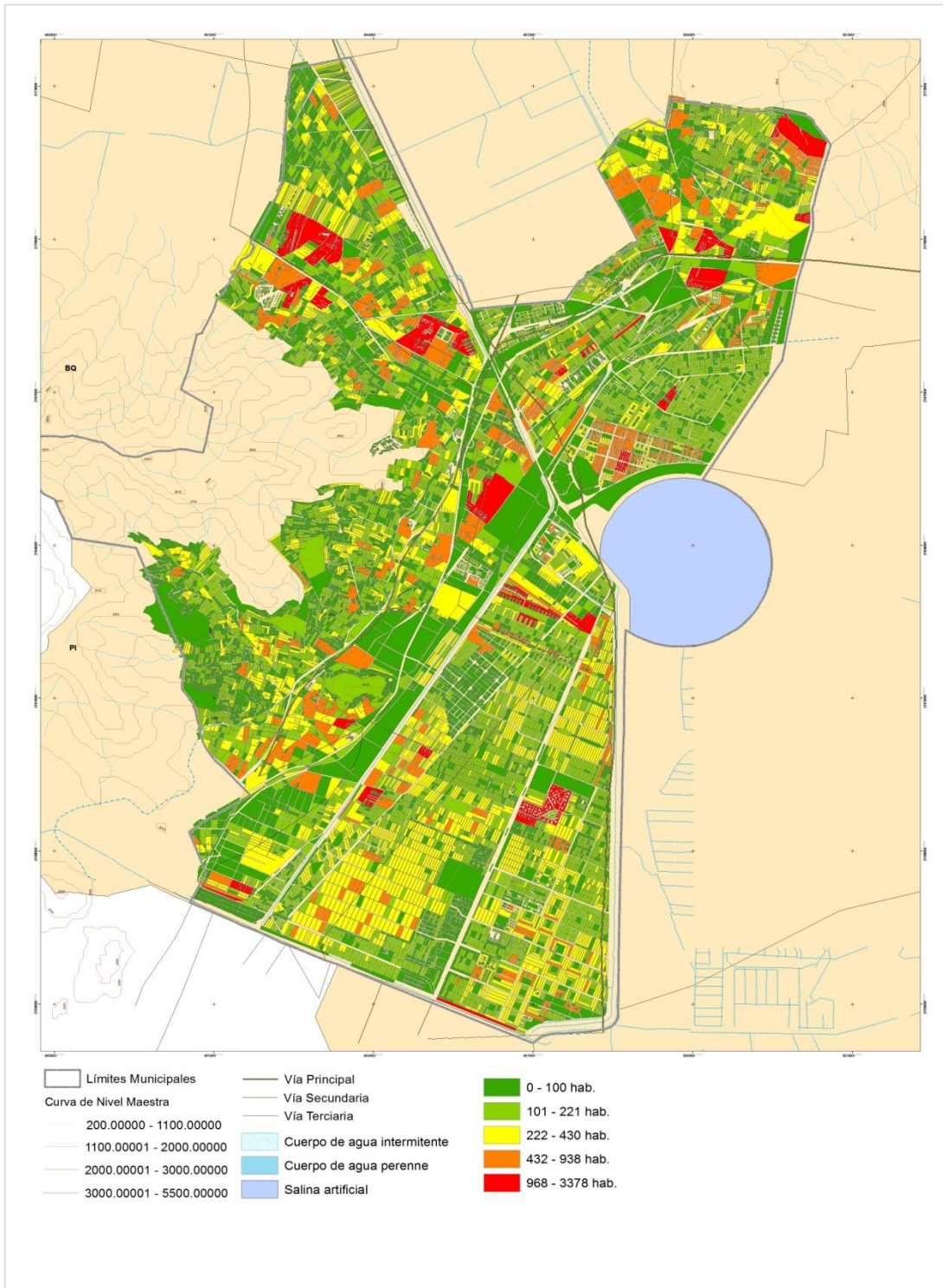
Gráfica 3.8 Distribución de la población por grupos de edad del municipio de Ecatepec de Morelos, 2010.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 3.5 Mapa de distribución de la población por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.2.2. Mortalidad

La tasa de mortalidad, es el indicador demográfico que señala el número de defunciones de la población municipal por cada 1,000 habitantes, durante un periodo determinado. Para el año 2010, en el municipio de Ecatepec de Morelos la tasa bruta de mortalidad fue de 4.4 defunciones por cada mil habitantes; en el caso de la mortalidad infantil, ésta fue de 10.8 defunciones por cada 1,000 niños. En ese mismo año hubo 35,165 nacimientos registrados, de los cuales 31,637 nacieron vivos, y se registraron 7,279 defunciones generales, de las cuales 343 fueron defunciones de menores de un año. Con relación a datos de salud, se registraron los siguientes indicadores: 23,325 habitantes por cada unidad médica; 774 habitantes por médico y, 2,012 habitantes por cama censable.

3.2.3. Densidad de la Población

Este rubro se refiere a la distribución del número de habitantes 1, 656,107, con relación a la superficie municipal, que es de 156.06 km², lo que corresponde a 10,611 habitantes por kilómetro cuadrado o bien a 106.11 habitantes por hectárea; mientras que la densidad promedio estatal es de 679 habitantes por kilómetro cuadrado. Estas cifras muestran la alta densidad poblacional que prevalece en este municipio, lo que hace a Ecatepec, el municipio más densamente poblado en el Estado de México. Al analizar este fenómeno de manera interna, las zonas habitacionales del norte y del sureste del municipio como las de mayor concentración de población, principalmente las que son áreas habitacionales.

3.3 Características sociales

Es importante analizar los datos relacionados con los niveles de bienestar de la población, tales como educación, salud y hacinamiento, lo que permite conocer las condiciones de vida de los habitantes del municipio, para establecer estrategias focalizadas diferenciadas, según el grado de vulnerabilidad y en correlación con los niveles de desarrollo existentes.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.3.1 Escolaridad

Uno de los factores importantes de prevención se establece dentro del sistema escolarizado, debido a la concientización que toman los educandos en lo referente a los peligros que pueden existir y la forma de cómo enfrentarlos. Los indicadores en este rubro, están relacionados con la adopción de actitudes y conductas preventivas que contribuyen a la disminución de riesgos, a través del conocimiento que se puede obtener sobre estos fenómenos y riesgos. Contar con datos educativos con la ubicación de los planteles, facilita la elaboración de este Atlas de Riesgo, al establecer zonas de vulnerabilidad ante cualquier fenómeno.

Según datos del INEGI, en el municipio de Ecatepec hay una tasa de alfabetización del 98% entre la población de 15 años y más. Desagregado por sexos, en el mismo rango de edad, las mujeres cuentan con una tasa de 97.36%, mientras que para los hombres la tasa es de 98.78%. La población total de personas mayores de 5 años y más que estudia y/o estudiaron la primaria fue de 451,535 para el año 2010.

Durante el ciclo escolar 2010, se registraron, por nivel educativo, las siguientes estadísticas de alumnos egresados: preescolar, 56,597 alumnos; primaria, 193,869 alumnos; secundaria 82,821 alumnos; educación media superior, 42,247 alumnos; y educación superior, 23,396 alumnos.

El Grado Promedio de Escolaridad de la población de 15 años y más en 2010 fue de 8.68; es decir, el nivel de instrucción del municipio corresponde a 8.68 años de educación formal, lo que significa primaria y secundaria completa. En el mapa 4.2.1 del anexo de cartografía se observa el grado promedio de escolaridad por AGEB.

En el 2010 el rubro de analfabetismo, grupo vulnerable por su condición, registró a 32,311 personas mayores de 15 años que no sabían leer ni escribir; de los cuales, el 69.5 % eran mujeres y el 30.5% eran hombres.

Otro dato importante que ayuda a identificar la vulnerabilidad, es el grupo de población de 1 año y más con primaria incompleta, cabe señalar, que este indicador al igual que el de analfabetismo, es utilizado como variable para medir el índice de marginación. En 2010, según datos registrados en el censo, existían 88,252 habitantes de 15 años y más que no concluyeron la primaria, el 5.33% del total de la población.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

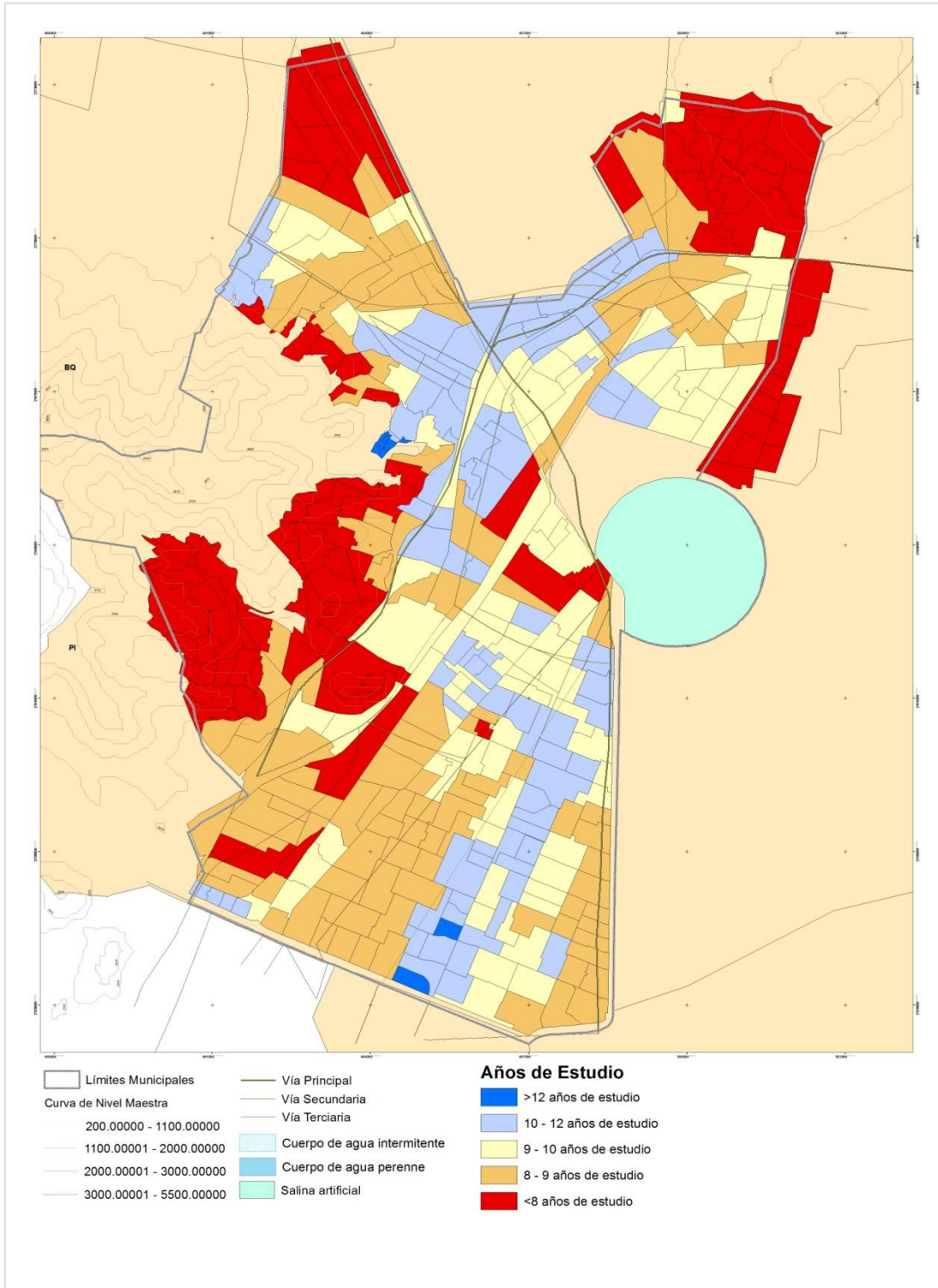
Tabla 3.9 Estadística básica de educación en el municipio de Ecatepec de Morelos.

Concepto	Población
Población de 5 años y más, 2010	1,493,008
Población de 5 años y más con primaria, 2010	451,535
Población de 5 años y más, con nivel profesional, 2010	128,967
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más, 2010	9.4 años
Alumnos egresados en preescolar, 2010	30,038
Alumnos egresados en primaria, 2010	30,713
Alumnos egresados en secundaria, 2010	25,482
Alumnos egresados en educación media superior, 2010	10,656
Alumnos egresados en educación superior, 2010	1,747
Personal docente en preescolar, 2010	2,296
Personal docente en primaria, 2010	6,542
Personal docente en secundaria, 2010	4,234
Personal docente en educación media superior, 2010	3,343
Personal docente en educación superior, 2010	1,900
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010	1,682
Escuelas en preescolar, 2010	680
Escuelas en primaria, 2010	619
Escuelas en secundaria, 2010	255
Escuelas en educación media superior, 2010	128
Escuelas en educación superior, 2010	32
Tasa de alfabetización de las personas de 15 años y más, 2010	98%
Tasa de alfabetización de hombres de 15 años y más, 2010	99%
Tasa de alfabetización de mujeres de 15 años y más, 2010	97.36%

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 3.6 Mapa de grado promedio de escolaridad por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos recopilados en INEGI, 2010.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.3.2 Hacinamiento y vivienda

En lo referente al hacinamiento, el promedio de ocupantes por cuarto en las viviendas del municipio fue de uno. El hacinamiento se considera a partir de tres personas ocupando la misma habitación, por lo que con base en los datos obtenidos en INEGI, no existe hacinamiento en términos generales en Ecatepec. Mientras que en el Estado de México en el año 2010, el 37.93% de viviendas presentaban algún nivel de hacinamiento. En el mapa 3.6 se observa el promedio de ocupación por cuarto, por vivienda y por AGEB.

Los datos estadísticos de las viviendas sobre la calidad de su edificación, proporcionan información para determinar la vulnerabilidad como consecuencia del tipo de materiales con las que están construidas, los riesgos en la infraestructura y servicios así como consecuencia del hacinamiento que se pudiera presentar en el municipio.

Tabla 3.10 Estadística básica de vivienda en el municipio de Ecatepec de Morelos, 2010.

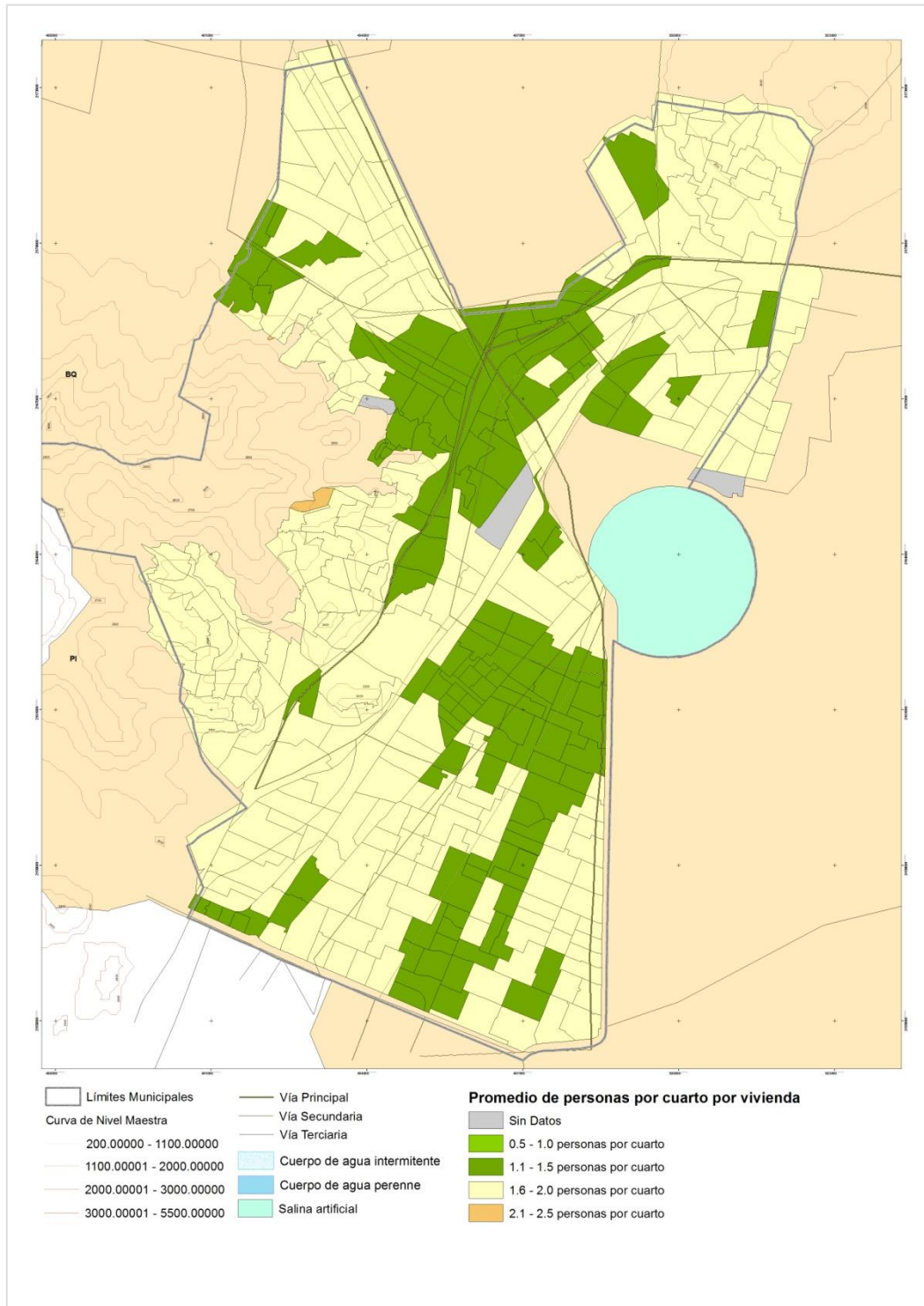
Concepto	Unidad
Vivienda	
Total de viviendas particulares habitadas.	419,087
Viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra.	401,640
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública.	395,255
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje.	408,707
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario.	409,211
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica.	410,541
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz, agua entubada de la red pública y drenaje.	393,397
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador.	361,649
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisión.	403,783
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora.	309,712
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora.	145,044
Hacinamiento	
Promedio de ocupantes por vivienda	4
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas	1

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

Según datos obtenidos en el INEGI, Ecatepec en 2010 registró un total de 473,784 viviendas, de las cuales se contaba con 418,845 de viviendas habitadas, con un promedio de 4 habitantes por vivienda. Las viviendas habitadas con piso de material diferente de tierra eran de 401,446 viviendas, es decir, el 95.84%. En lo referente a servicios, se registraron 393,319 viviendas con los servicios de agua entubada, luz y drenaje, lo que representa una cobertura del 93.9%.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 3.7 Mapa de promedio de ocupantes por vivienda por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.3.3 Población con discapacidad

En el municipio de Ecatepec habitan un total de 245,599 personas con alguna clase de discapacidad, incluyendo auditivas, de habla, visuales, mentales o motrices. Esta población posee un mayor grado de vulnerabilidad ya que su condición, en caso de desastre, incrementa la probabilidad de sufrir daños derivados de las limitaciones de movilidad, o de percepción sensorial de un peligro eminente.

Tabla 3.11 Tipos de limitación en la población del municipio de Ecatepec de Morelos, 2010.

Tipo de limitación	No. De personas
Población con limitación en la actividad.	245,599
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar.	121,541
Población con limitación para ver, aun usando lentes.	7,417
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar.	15,515
Población con limitación para escuchar.	21,329
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer.	8,822
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas.	9,368
Población con limitación mental.	20,209
Población sin limitación en la actividad.	1, 410,508

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Principales Resultados por Localidad ITER, INEGI.

3.3.4 Marginación y pobreza

Una manera de identificar las zonas vulnerables es a través del índice de marginación. En su carácter multidimensional, este índice utiliza variables sociales, demográficas y territoriales, mediante el uso de indicadores, con los que se pueden focalizar las estrategias hacia los grupos más expuestos a riesgos y vulnerabilidades sociales.

Con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI, en 2010 el Consejo Nacional de Población (CONAPO) realizó el índice y grado de marginación a nivel municipal y localidad, en este estudios el municipio de Ecatepec tuvo un índice de marginación de -1.61 un grado de marginación **muy bajo**, ocupando el lugar 113 de 125 a nivel estatal y en el lugar 2,352 de 2,454 municipios a nivel nacional. En el índice se analizaron también las tres localidades rurales del municipio, las cuales se encuentran con un grado de marginación alto; sin embargo, en éstas habitan sólo 1,092 personas, es decir el 0.06% de la población total del municipio. En la cabecera municipal, que comprende a 1, 655,015 habitantes, el 99.93% de la población total del municipio, el grado de marginación es muy bajo. En el caso global del municipio, según datos del

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

programa SEDESOL-Hábitat, 11.1% de la población tienen ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo, y 47.5% tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar.

Tabla 3.12 Índice y Grado de Marginación en la cabecera municipal y localidades rurales del municipio de Ecatepec de Morelos.

Localidad	Población Total	Índice de Marginación	Grado de Marginación
Ecatepec de Morelos	1,655,015	-1.362979894	Muy bajo
Mesa de Leones	578	-0.091157806	Alto
Tierra Blanca segunda sección (Ejido de Ecatepec)	480	-0.377440621	Alto
Vista Hermosa	34	-0.314589473	Alto

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Índice de Marginación por Localidad, 2010. CONAPO.

En lo que se refiere a pobreza, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) reporta que el municipio de Ecatepec registra un 10.2% de la población que padece pobreza alimentaria. El cálculo del índice de rezago social resulta de -1.308, es decir, muy bajo, lo que coloca al municipio en el lugar 2,262 de 2,454 municipios a nivel nacional en este rubro.

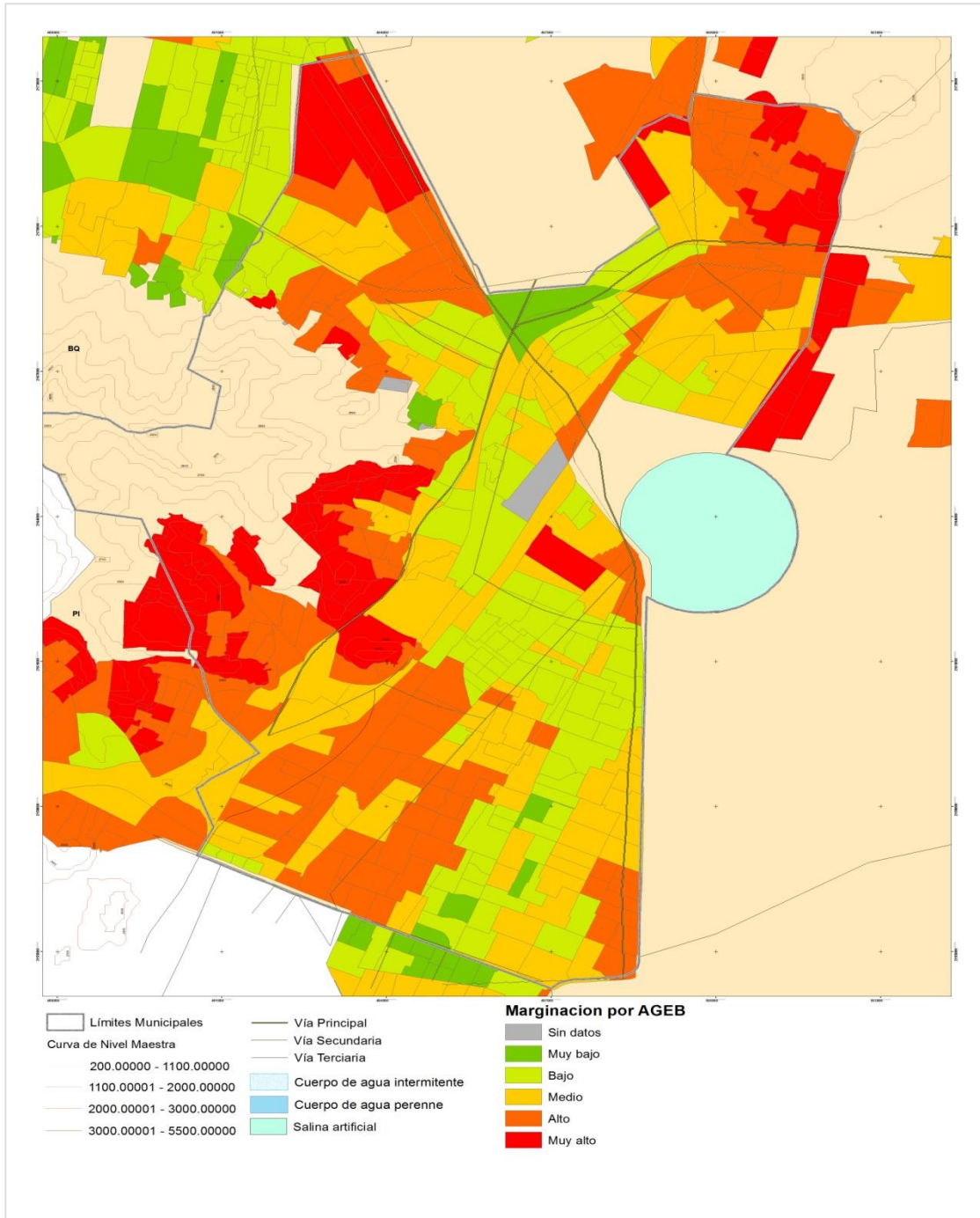
Tabla 3.13 Indicadores, índice y grado de rezago social, Municipio de Ecatepec, 2010.

Concepto	Grado	Concepto	Grado
Pobreza alimentaria (%)	10.2	Índice de rezago social	-1.30801
Pobreza de capacidades (%)	18.6	Grado de rezago social	Muy bajo
Pobreza de patrimonio (%)	49.6	Lugar que ocupa en el contexto nacional	2262

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en CONEVAL.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 3.8 Mapa de Grado de Marginación por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.4 Características económicas

3.4.1 Principales actividades económicas

Los fenómenos naturales y antropogénicos tienen una repercusión directa en las dinámicas económicas, por ello es fundamental identificar las principales actividades económicas realizadas en el municipio. Concentrando estas actividades se realizan las siguientes tablas, las cuales muestran los principales sectores económicos subdivididos por los tipos de actividades económicas (primarias, secundarias y terciarias).

En lo que se refiere al sector primario, el municipio de Ecatepec es una zona altamente urbanizada, existen pequeñas hectáreas que son de cultivo, pero no alcanzan un grado alto de producción, en lo equivalente a la producción ganadera es nula, pues al no tener espacio de pastoreo no permite llegar a tener un número de cabezas de ganado extensivo.

Tabla 3.14 Volumen de producción del sector primario para el Municipio de Ecatepec, 2010.

Concepto	Unidad
Superficie sembrada (ha)	43
Avena forrajera (ha)	24
Cebada grano (ha)	5
Maíz grano (ha)	14
Superficie cosechada (ha)	33
Avena forrajera (ha)	21
Maíz grano (ha)	12
Producción anual obtenida (ton)	598
Avena forrajera (ton)	565
Maíz grano (ton)	33
Superficie reforestada (ha)	11
Reforestación arboles	6680

Fuente: IGCEM, Boletín de Estadísticas Vitales, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Finanzas, 2011.

Con respecto al sector secundario, las actividades manufactureras suman 5,583 unidades económicas, las cuales emplean a 45,806 trabajadores de forma directa, con una producción per cápita de \$1,159.2 pesos, haciendo que este sector sea la primera fuente de riqueza del municipio.

En cuanto al sector terciario, las actividades comerciales generan la segunda fuente de riqueza del municipio, y tiene el primer lugar como fuente de empleo, en total suman 31,349, unidades económicas, las cuales emplean 72,263 personas de forma directa generando \$139.2 pesos per cápita.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Tabla 3.15 Estadística Básica de los Sectores Secundario y Terciario para el Municipio de Ecatepec, 2009.

Concepto	Total unidades económicas*	Sector Secundario		Sector Terciario	
		Actividades mineras	Actividades Manufacturables	Actividades comerciales	Transporte, correos y almacenes
Unidades económicas	57,559	(SD)	5,583	31,349	112
Personal ocupado dependiente de la razón social	182,200	110	45,806	72,263	3,259
Personal ocupado no dependiente de la razón social	25,935	0	7,552	12,182	397
Valor agregado censal bruto (miles de pesos)	36,176,354	12,917	21,532,161	6,647,523	698,962
Total de activos fijos (miles de pesos)	25,925,374	946	12,460,388	5,501,506	2,008,893
Producción bruta total por persona ocupada (miles de pesos)	437.0	143.6	1159.2	139.2	530.3
Valor agregado censal bruto por persona ocupada (miles de pesos)	173.8	117.4	403.5	78.7	191.2

*se incluyen los datos del sector primario en este rubro.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo Económico 2009, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI).

3.4.2 Características de la población económicamente activa

Mediante la identificación de las características de la población económicamente activa, es posible localizar aquellos sectores susceptibles de sufrir daño, en su persona o bienes que posea. En este sentido, se presentan algunos indicadores que permitan asociar elementos para determinar la vulnerabilidad social ante los desastres naturales, definida como la serie de factores económicos sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre.

La población económicamente activa, es aquella población en edad de trabajar, que se encuentran ocupados en algún lugar de la economía y que son remunerados por su trabajo. Con base en datos obtenidos en el Censo de Población 2010, la Población Económicamente Activa en el Municipio era de 699,245 personas, es decir, de los

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

1,286,693 habitantes que ocupan el grupo de edad de 12 años y más, el 54.3% de este grupo de edad se encontraba de manera activa, de los cuales, el 65.2 % eran hombres, y el restante 34.8% eran mujeres.

Por otra parte se encuentra la Población Económicamente Inactiva, en este indicador se consideran a las personas de 12 años y más, pensionados o jubilados, estudiantes, personas que tienen alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar, así como a las personas dedicadas al quehacer del hogar, estas últimas son consideradas debido a que no perciben un salario. Cabe señalar que este grupo de personas son clasificadas con mayor vulnerabilidad debido a su condición económica. En 2010 se registraron a un total de 583,037 personas como económicamente inactivas, de las cuales predominan las mujeres con el 72.4%, mientras que en los hombres, sólo el 27.6% se mantenía inactivo, siendo las mujeres el grupo con mayor vulnerabilidad.

3.5 Reserva Territorial

El Municipio de Ecatepec cuenta formalmente con las reservas territoriales del Parque Ecológico Ehécatl y parte del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, esta última considerada reserva ecológica.

La reserva territorial del Parque Ecológico Ehécatl, es un área natural de 9 hectáreas usadas como atractivo turístico, cuenta con zoológico, aviario, granja didáctica y jardín botánico.

El Parque Estatal Sierra de Guadalupe es una reserva territorial ecológica que pertenece a los municipios de Ecatepec, Coacalco, Tultitlan y Tlalnepantla. Tiene una superficie de 5,306.75 hectáreas de las cuales 1,667.07 hectáreas se localizan dentro del Municipio de Ecatepec, es decir el 43.41%. El uso de suelo es forestal, de protección y conservación ecológica, urbana y recreativa, la tenencia de la tierra es ejidal, particular, comunal y estatal. Cuenta con fauna de mamíferos como el ratón de campo, cacomiztle, zorrillo, conejo, ardilla, en cuanto a aves; gorrión, zorzal, colibrí, halcón, cernícalo, lechuza, garza, codorniz y palomas, reptiles tales como víboras, camaleón, lagartija y sapos. La vegetación está compuesta por bosque de pino, bosque de encino, vegetación halófito y pastizal. Su problemática principal es la invasión urbana, pues los asentamientos

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

irregulares invadieron las faldas de la Sierra de Guadalupe, donde se asentaron 50 comunidades irregulares que llegaron a reunir más de medio millón de habitantes. En los 19 años recientes, la Sierra perdió más de mil hectáreas de áreas verdes por la expansión de la mancha urbana.

En el año 2003 se autorizó el fraccionamiento Las Américas, con 13 mil viviendas que ocupan una de las antiguas reservas territoriales más grandes del municipio, donde operaba la fábrica Sosa Texcoco.

Desde hace siete años en Ecatepec no se permite edificar conjuntos habitacionales de alto impacto y las autoridades mantienen una veda de facto, ante la presión de las inmobiliarias por apoderarse del espacio restante.

3.6 Equipamiento urbano

3.6.1 Equipamiento de transporte

El municipio de Ecatepec cuenta con una longitud de carreteras al 2010 de 55 kilómetros, de los cuales de Troncal Federal son 16, y de Alimentadoras Estatales 39. Las principales vías de comunicación son la Autopista México-Pachuca, La Autopista México-Pirámides, la Carretera Federal libre a Pachuca, la Carretera Federal México-Texcoco-Lechería, y el Circuito Exterior Mexiquense. La infraestructura ferroviaria está constituida por el paso de ferrocarril México Veracruz, que atraviesa el municipio en el sentido sur-norte y se desvía al oriente, al llegar a Jardines de Morelos.

3.6.2 Equipamiento de servicios

Para el año 2010, Ecatepec contaba con un total de 1,860 escuelas, de las cuales 680 eran de preescolar, de Primaria 619, de secundaria 255, de Educación Media Superior 128, de Superior 32 y de otros tipos de escuelas 146; existen también 14 bibliotecas.

En lo que se refiere a Unidades de comercio y abasto, hay 134 Mercados, 33 Tianguis, 63 Tiendas de autoservicio, 25 Tiendas departamentales y 5 Rastros.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Las actividades industriales en el municipio se desarrollan en 7 zonas: Esfuerzo Nacional, Xalostoc, Santa Clara, Tulpetlac, Urbana Ixhuatepec, La Viga, Cerro Gordo y Francisco Villa.

3.6.3 Equipamiento de salud

En el municipio de Ecatepec hay 71 unidades médicas que engloban un total de 823 camas con 2,141 médicos, y 2,810 enfermeras. A continuación se presentan los datos de equipamiento de salud por institución.

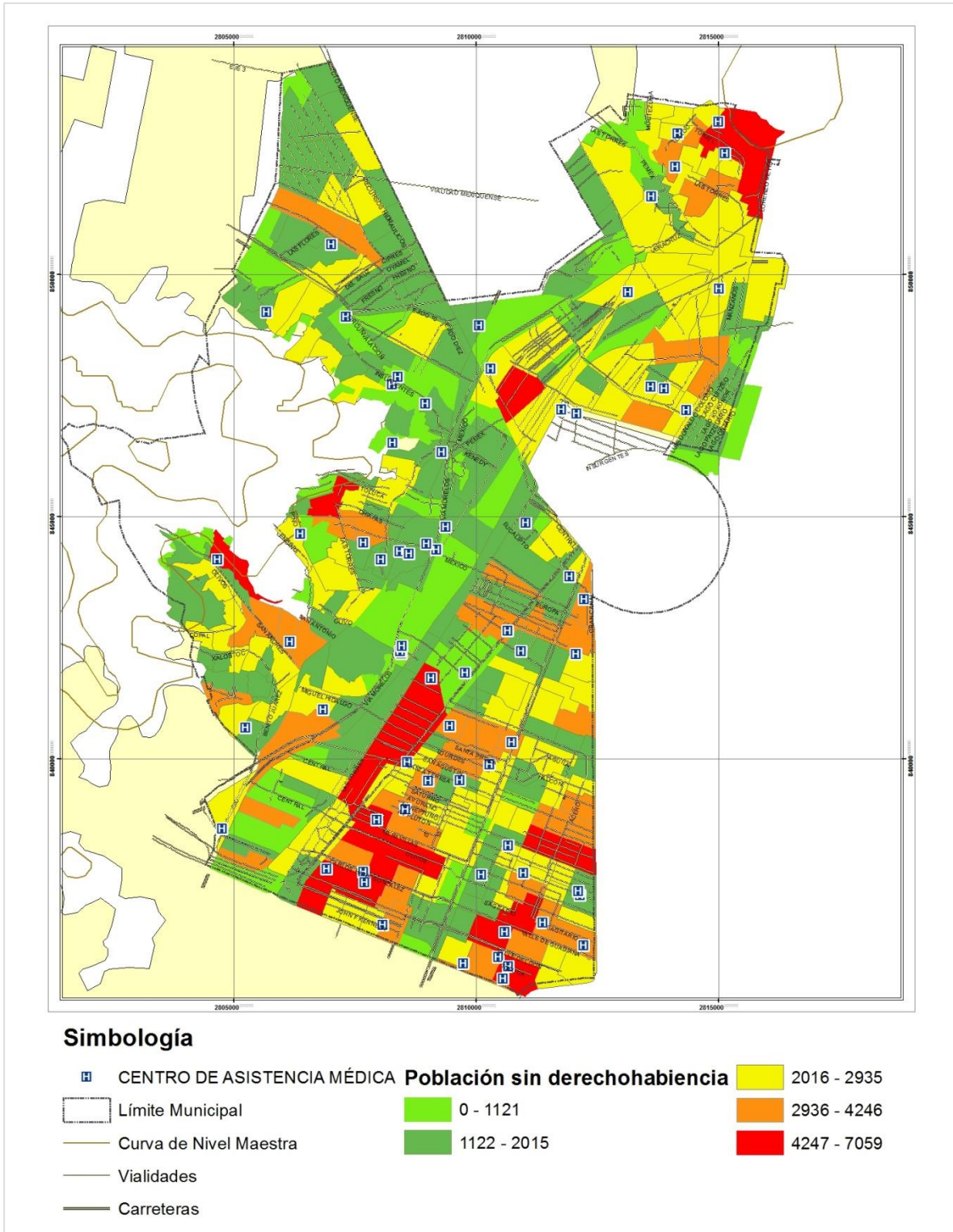
Tabla 3.16 Equipamiento de Salud en el Municipio de Ecatepec, 2010.

Infraestructura	Unidad
Unidades médicas	71
ISEM	52
DIF	3
IMSS	9
ISSSTE	3
ISSEMyM	4
Camas censables	823
ISEM	248
DIF	9
IMSS	476
ISSEMyM	90
Recursos humanos	
Personal médico	2,141
ISEM	685
DIF	51
IMSS	1032
ISSSTE	76
ISSEMyM	297
Enfermeras	2810
ISEM	887
DIF	51
IMSS	1523
ISSSTE	75
ISSEMyM	274

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en IGECM, Boletín de Estadísticas Vitales, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Finanzas, 2011.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 3.9 Mapa de distribución de la población sin derechohabiencia por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

4 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD

Las bases teóricas y sistemáticas para la elaboración del Atlas de Riesgo del municipio de Ecatepec, se derivan de lo establecido en las "bases para la Estandarización en la elaboración de Atlas de Riesgo y Catálogo Datos Cartográficos para representar riesgo 2013", a su vez conformada de acuerdo con los criterios de clasificación y los términos de referencia establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en materia de riesgos.

El CENAPRED es un órgano administrativo desconcentrado, dependiente de la Secretaría de Gobernación y operado por la Universidad Nacional Autónoma de México, quien es la instancia encargada de la realización y actualizaciones del Atlas Nacional de Riesgos, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y delegaciones. Tiene las atribuciones de crear, gestionar y promover políticas públicas en materia de prevención de desastres y reducción de riesgos entre otras, según lo estipulado en el artículo 23 de la Ley General de Protección Civil.

Por ende es la encargada de emitir las normas técnicas conducentes en la elaboración y actualización de los Atlas de Riesgos Municipales, por su parte la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) es la encargada de emitir las Reglas de Operación del Programa Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos, también de administrar y distribuir el recurso económico, así como del seguimiento en la elaboración y actualización de los Atlas de Riesgos.

En general, se realizó una recopilación e investigación documental de datos primarios, en las principales Instituciones nacionales de información del territorio, tales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, la Comisión Nacional del Agua CONAGUA, el Sistema Meteorológico Nacional SMN, el Servicio Geológico Mexicano SGM, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad CONABIO, y organismos equivalentes en el ámbito estatal y municipal, particularmente con referencia a Protección Civil.

Posteriormente los datos se procesaron en función de la guía metodológica, con base en los niveles aplicables a cada caso, zonificando las áreas de incidencia de los fenómenos, zonas de vulnerabilidad, así como el grado de riesgo predominante.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Lo anterior según lo establecido en las “Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos” y el “Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo” de acuerdo a lo especificado por SEDATU en los términos de referencia establecidos por el CENAPRED en materia de riesgos, emitidos en el año 2013, fecha en la que se elaboró la presente propuesta para el Atlas de Riesgos en el municipio de Ecatepec de Morelos.

Además, se llevaron a cabo estudios técnicos y documentales del territorio del municipio en cuestión, con la finalidad de determinar las zonas de riesgo por fenómenos naturales y antropogénicos.

Con base en la identificación de peligros y/o vulnerabilidad, se realizó la zonificación de los mismos, utilizando como herramienta un Sistema de Información Geográfica (SIG), para generar la cartografía de manera digital e impresa, en las que se determinan las Zonas de Riesgo (ZR) ante los diferentes tipos de fenómenos.

Una vez obtenida la cartografía, se realizó un análisis completo de riesgos, señalando las zonas que son más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, áreas, infraestructura, equipamiento, con probable afectación y señalando puntualmente que obras o acciones se proponen para mitigar el riesgo.

Cabe señalar que el análisis delimitó con precisión la ZR, haciendo referencia a los mapas de riesgo, peligros y/o vulnerabilidad e interpretó sus resultados, haciendo vinculaciones entre fenómenos perturbadores cuantos estos se sobrepongan.

Los mapas finales representan el grado o nivel de riesgo, peligros y/o vulnerabilidad ante cada uno de los fenómenos naturales. Los mapas se presentan en un anexo aparte, en el orden asignado tal como está establecido por la Guías de SEDATU; en caso de que no existiera algún fenómeno en la zona, éste no se desarrolló, asentando en el documento las razones por las cuales dicho mapa no se realizó.

Las propuestas de acciones y obras están enfocadas a la reducción y mitigación de riesgos; están basadas en la detección y localización de zonas de riesgo o peligro. Utilizando como herramienta la cartografía.

4.1 Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

El territorio municipal de Ecatepec se encuentra sujeto a gran variedad de fenómenos que pueden causar desastres. Por su cercanía a la Sierra de Guadalupe está expuesto a deslizamientos de ladera y derrumbes; por su antigua configuración de llanura de inundación, el municipio está expuesto a hundimientos por contracción de arcillas, y a inundaciones provocadas principalmente por lluvias intensas. Los tipos de desastres anteriores tienen como origen un fenómeno natural, por lo que se les suele llamar desastres naturales, aunque en su desarrollo y consecuencias tiene mucho que ver la acción de hombre. Los distintos fenómenos y los desastres que estos generan se tratarán con mayor detalle más adelante; el propósito de esta enunciación inicial es resaltar la amplitud de la problemática y la gravedad de sus posibles consecuencias.

Este trabajo corresponde a la parte técnico-científica del conjunto de tareas que tienden a la reducción de los impactos de los desastres a nivel municipal. Un requisito esencial para la puesta en práctica de las acciones de protección civil es partir de un diagnóstico que permita conocer las características de los eventos que pueden tener consecuencias desastrosas y determinar la forma en que estos eventos inciden en los asentamientos humanos, en la infraestructura y en el entorno. El proceso del diagnóstico implicó la determinación de los escenarios o eventos más desfavorables que pueden ocurrir, así como de la probabilidad asociada a su ocurrencia.

Los escenarios incluyeron el otro componente de riesgo, que consiste en los efectos que los distintos fenómenos tienen en los asentamientos humanos e infraestructura expuesta a eventos; debido a que los riesgos son complejos porque implican la interacción dinámica entre los fenómenos naturales, el entorno, y la cambiante sociedad, este Atlas de Riesgo debe actualizarse permanentemente, para asegurar su funcionalidad.

4.1.1 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico

Aquellos portentos en los que intervienen la dinámica y los materiales del interior de la Tierra o de la superficie de ésta son denominados fenómenos geológicos, los cuales, para

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

nuestros fines, pueden clasificarse de la siguiente manera: sismicidad, vulcanismos y procesos de remoción en masa. Estos fenómenos han estado presentes a lo largo de toda la historia geológica del planeta y, por tanto, seguirán presentándose obedeciendo a patrones de ocurrencia similares. La sismicidad y el vulcanismo son consecuencia de la movilidad y de las altas temperaturas de los materiales en las capas intermedias de la Tierra, así como de la interacción de las placas tectónicas. Otros fenómenos geológicos son propios de la superficie terrestre y son debidos esencialmente a la acción del intemperismo y la fuerza de gravedad, teniendo a ésta como factor determinante para la movilización masiva, ya sea de manera lenta o repentina, de masas de roca o sedimentos con poca cohesión en pendientes pronunciadas. En ocasiones, estos se presentan como deslizamientos o colapsos que pueden ser provocados por sismos de intensidad.

Hasta el momento, el municipio de Ecatepec se ha visto afectado por algunos fenómenos geológicos de carácter destructivo, como lo son los procesos de remoción en masa y los hundimientos y subsidencia. Adicionalmente la dinámica geológica se puede expresar de un momento a otro, por lo que estar preparados es de vital importancia para la sociedad. En las siguientes páginas se presentan los análisis de cada uno de los fenómenos mencionados, considerando lo sucedido en el pasado y estimando posibles escenarios futuros.

4.1.2 Erupciones volcánicas

El vulcanismo es un conjunto de fenómenos geológicos resultantes de la expulsión de materiales desde la corteza terrestre a la superficie, debido a la presión y posterior liberación por medio de fisuras en las rocas. Los fenómenos asociados al vulcanismo comprende desde los fluidos de lava, hasta la caída de ceniza, incluyendo flujos piroclásticos, caída de materiales como tefra, bomba, lahares y deslizamientos por mencionar sólo los más representativos.

Dentro del municipio, se encuentran en el campo volcánico del eje Neovolcánico Transversal, por lo que el territorio municipal es susceptible a la aparición de nuevos volcanes, o la erupción de los volcanes activos cercanos. Sin embargo, no es posible determinar mediante ningún método, la aparición de un nuevo volcán en una zona geográfica dada, ni predecir un evento eruptivo de un volcán activo. Por otro lado, antes de una erupción, los volcanes presentan disturbios precursores que si se detectan y

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

analizan a tiempo, permiten anticiparse a las erupciones y prevenir a las comunidades en riesgo, implementando planes de emergencia y medidas de mitigación.

Para la elaboración del mapa de peligro volcánico del municipio de Ecatepec, se siguió la metodología del CENAPRED, que en resumen consiste en lo siguiente:

1. Identificación de volcanes activos en un rango menor a los 100 km de la zona de interés.
2. Reconstrucción del comportamiento eruptivo de los volcanes detectados.
3. Determinar las amenazas volcánicas, e identificar si afectan el área de interés.

Dentro de la información recabada, se localizaron tres volcanes activos en un rango menor a los 100 km. de la zona de Ecatepec, los cuales son: El Nevado de Toluca, y el Popocatepetl, y el Xocotépetl. De los tres volcanes activos se realizó una investigación documental para obtener los registros relacionados con peligros. Los resultados se muestran a continuación.

4.1.3 Peligro por vulcanismo

Ecatepec de Morelos no tiene aparatos volcánicos activos. Tanto la sierra de Guadalupe como la Sierra de Chiconautla se encuentran “inactivas”, por lo cual el nivel de riesgo es bajo, pero se tiene la influencia de caída de ceniza del volcán Popocatepetl, localizado a una distancia de 72 kilómetros. Mientras que el Nevado de Toluca que actualmente se encuentra inactivo, está ubicado a una distancia aproximada de 88 kilómetros.

A continuación se describen cada una de estas estructuras volcánicas estableciéndose sus características y aspectos vulcanológicos particulares. Se hace mayor hincapié en el Popocatepetl debido a la cercanía con el municipio y por sus recurrencias.

Nevado de Toluca

El Nevado de Toluca (NT), es un estratovolcán con una altitud de 4,680 msnm, constituido por un cráter principal alargado E-O, flujos de lava y depósitos piroclásticos que rodean al volcán en todas direcciones. El resto de las estructuras volcánicas que integran al NT y sus alrededores (domos, flujos de lava y conos), los cuales abarcan un área aproximadamente de 1,200 km², y la mayoría están cubiertos por diversos procesos

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

eruptivos, tectónicos y glaciales que han acontecido en el lugar; depósitos piroclásticos de pómez y cenizas que fueron emitidas por el volcán durante erupciones de tipo explosivo.

Este volcán se encuentra a 88 km del municipio, a lo largo de su historia geológica ha tenido erupciones violentas acompañadas de flujos piroclásticos, lahares, avalanchas, caída de cenizas y pómez. Es de categoría 1 dentro de la clasificación de volcanes cuaternarios del CENAPRED, así como de peligrosidad intermedia. Durante los últimos 50,000 años, este volcán ha presentado al menos ocho erupciones vesubianas, cuatro plinianas, una ultrapliniana, y tres erupciones acompañadas de la destrucción de domos. Además, en los últimos 100,000 años ha presentado dos avalanchas de escombros. El volcán del Nevado de Toluca se ha caracterizado por erupciones muy explosivas con periodos largos de descanso.

El Instituto de Geografía 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, seguido 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 descarta totalmente una afectación al municipio de Ecatepec en caso de un evento eruptivo, es decir, el peligro que representa para el territorio de dicho municipio es nulo.

Popocatepetl

El Popocatepetl es un estratovolcán andesítico-dacítico ubicado en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano, en el extremo meridional de la Sierra Nevada y cubre un área de 600 km², con una altitud de 5,452 msnm. Este volcán ha presentado erupciones de tipo St. Helenz o Bezymiany a lo largo de su historia eruptiva. Algunas se han desarrollado como colapsos sectoriales preferentemente hacia el sector sur del edificio actual. La última erupción de este tipo ocurrió hace 23,000 años, edad que se puede asignar al actual edificio volcánico.

Hace 14,000 años ocurrió una erupción freatomagmática proveniente de uno de los flancos del sector noroeste conocido como barranca Nexpayantla. Los depósitos de caída se dirigieron hacia el noroeste, de igual forma se detectó material de caída producto de

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

esta erupción en varias zonas de la Cuenca de México, por ejemplo: en Nonoalco 5cm, en Tlahuac 20cm de espesor; y en Xico 30cm. Hubo otras erupciones Plinianas hace aproximadamente 11,000, 9,000 y 7,000 años antes de esta era. Las tres últimas erupciones Plinianas ocurrieron entre los años 3195 y 2830 A.C., 800 y 251 A.C. y 1095 D.C., lo cual significa que con toda certeza, existían asentamientos humanos en la zona central de México en estas tres erupciones.

Para identificar qué tipo de materiales volcánicos son los que afectarían al municipio, se revisó el mapa de peligros volcánicos del Popocatepetl, realizado por el instituto de Geofísica de la UNAM en el año 1995, considerando la extensión máxima de los depósitos originados por erupciones volcánicas pasadas que se clasificaron en tres diferentes magnitudes. Los límites entre las tres áreas indicadas en el mapa fueron trazados con base en el alcance máximo de los productos originados por estas erupciones y en las distancias máximas de los flujos modelados por computadora. Además, el borde de cada área fue incrementando en varios kilómetros como margen de seguridad.

El mapa anterior muestra tres diferentes áreas: 1, 2 y 3 de acuerdo con su peligrosidad. Las tonalidades de dichas áreas tienen como propósito mostrar que el mayor riesgo se encuentra hacia la cima del volcán. Cada zona incluye todo tipo de peligro volcánico asociado respectivamente a erupciones volcánicas grandes, medianas y pequeñas.

El área 1 siendo la más cercana a la cima del volcán, es la que representa un mayor peligro, porque es la más frecuentemente afectada por erupciones. Independientemente de su magnitud, esta área encierra peligros tales como flujos de material volcánico a altas temperaturas que descienden del volcán a velocidades extremadamente altas (100 – 400 km/hr) y flujos de lodo y roca que se mueven siguiendo los cauces existentes a velocidades menores a los 100 km/hr. En esta área han ocurrido dos eventos o erupciones importantes cada mil años en promedio.

El área 2 representa un peligro menor que el área 1, debido a que es afectada por erupciones con menor frecuencia. Sin embargo, las erupciones que han alcanzado a esta área producen un grado de peligro similar al del área 1. La frecuencia con que ocurren eventos volcánicos que afectan a esta área es de 10 veces cada 15,000 años, en promedio.

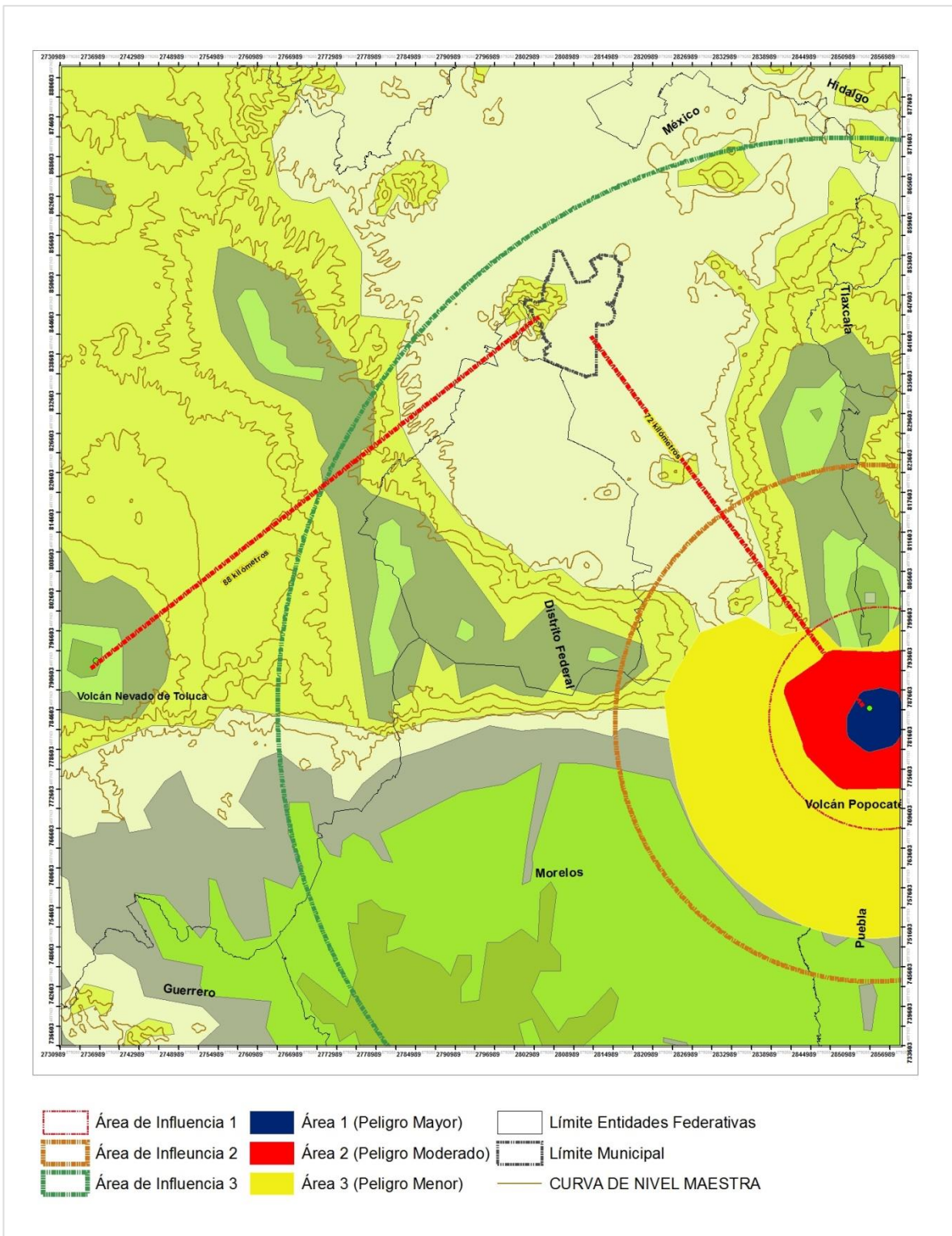
PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

El área 3 abarca una zona que ha sido afectada en el pasado por erupciones extraordinariamente grandes. Erupciones de tal magnitud son relativamente raras por lo que el peligro en estas áreas es menor en relación con el de las áreas 1 y 2, más cercanas al volcán. Los tipos de peligros en el área 3 son esencialmente los mismos que los de las otras áreas. En los últimos 40,000 años, han ocurrido 10 erupciones de este tipo. El mapa muestra también dos recuadros. Uno de ellos señala los límites máximos de los depósitos de caída (arena volcánica y pómez) para erupciones de diferentes magnitudes, como lo muestran los círculos concéntricos y la influencia de los vientos dominantes que controlarían su distribución. El segundo recuadro indica la distribución y máxima extensión de los dos depósitos que podrían ser producidos por el derrumbe gigante de un sector del volcán. Este evento ha ocurrido dos veces en los últimos 40,000 años.

En caso de una erupción del volcán Popocatepetl, el peligro directo para Ecatepec sería la caída o lluvia de material volcánico, la cual es peligrosa especialmente si el peso del depósito excede la resistencia de los techos de las casas, ya que ello puede provocar que se colapsen. En algunos casos, la acumulación de más de 10 centímetros de material, puede producir el derrumbe del techo, sobre todo si el material se encuentra húmedo.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 4.1 Área de influencia de los flujos y caídas de materiales volcánicos del Popocatepetl hacia el Municipio de Ecatepec de Morelos.



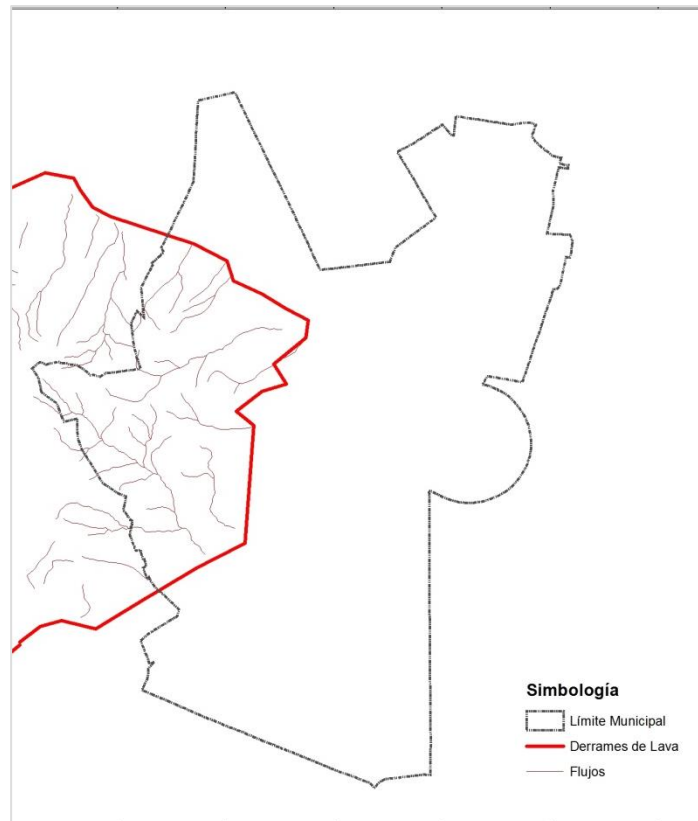
Fuente: Elaboración propia con base en datos recopilados en Macias et al., 1995.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Derrames de lava y flujos piroclásticos antiguos

Adicionalmente, 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 sus curvas de nivel y de imágenes de satélite con el trazo de polígonos que representan la morfología de los derrames lávicos, con la subsecuente observación y análisis como se muestra en la figura 4.2.

Figura 4.2 Derrame de lava antiguos en el Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos recopilados en Carlos Valerio, 2004.

Por otro lado, se identificó la ubicación y extensión de los flujos piroclásticos que se encuentran dentro del municipio de Ecatepec de Morelos y zonas aledañas. Esta

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

delimitación de los depósitos piroclásticos, sirve para definir la extensión y cobertura de estos materiales, además sirve como herramienta para delimitar zonas que son propensas a la erosión, también como un elemento importante para la determinación de áreas que pueden estar propensas a los procesos de remoción en masa. Se delimitaron unidades volcánicas en función a sus características morfológicas y su comprensión. A partir de la curvas de nivel e imágenes satelitales se trazó la morfología de los depósitos volcánicos (flujos piroclásticos). Para el caso del municipio de Ecatepec de Morelos se ubicó una secuencia con orientación NW-SE.

4.1.3.1 Vulnerabilidad y Riesgo por vulcanismo

La vulnerabilidad a fenómenos volcánicos para el municipio de Ecatepec es **ALTA**, debido a que la economía y rutas generales de abastecimiento de alimentos, agua y energéticos están interconectadas con la Ciudad de México. Un evento al que toda la ciudad incluyendo el área metropolitana, podía dañar la economía, es el cierre del Aeropuerto Benito Juárez por un fenómeno de exhalación de cenizas. De igual manera, los sistemas hidráulicos, de transporte y hospitales podrían dejar de funcionar adecuadamente, afectando a toda la población de la cuenca del Valle de México. Es con base a lo anterior, que se estimó la vulnerabilidad como **ALTA** para este municipio.

Para el Municipio de Ecatepec, se estima que el riesgo por vulcanismo es **MEDIO**, debido a las siguientes consideraciones:

- **Alta vulnerabilidad** a los fenómenos volcánicos debido a una posible afectación a las actividades económicas (por ejemplo, un eventual cierre del Aeropuerto de la Ciudad de México).
- **Peligro moderado** debido a la actividad reciente del Volcán Popocatepetl.

4.2 Sismos

Un sismo o temblor es una sacudida del terreno que se produce debido a una súbita liberación de energía por reacomodos de materiales de la corteza terrestre que superan el estado de equilibrio mecánico. La litósfera está dividida en varias placas, cuya velocidad de desplazamiento es del orden de varios centímetros por año. En los límites entre placas, donde éstas hacen contacto, se generan fuerzas de fricción que impiden el desplazamiento de una respecto a la otra, generándose grandes esfuerzos en el material que las constituyen. Si dichos esfuerzos sobrepasan el esfuerzo de la roca, ocurre una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada. Desde el foco (o hipocentro), ésta se irradia en forma de ondas sísmicas, a través del medio sólido de la tierra en todas direcciones. El eje Neovolcánico transversal, y por extensión el municipio de Ecatepec, se encuentra afectado por la interacción de dos placas tectónicas.

Los sismos no pueden predecirse, no existe un procedimiento confiable que establezca con claridad la fecha y el sitio de su ocurrencia, así como el tamaño del evento. Sin embargo, los sismos se presentan en regiones bien definidas a nivel regional y se puede elaborar una estimación de las intensidades máximas esperadas, en función de los antecedentes históricos y la geología local. La sismicidad se refiere al grado de susceptibilidad de un área a presentar sismos, lo cual a su vez está asociado a ciertas condiciones geológicas, tales como posición con respecto a los márgenes de las placas geológicas.

Los sismos que se presentan dentro de la Cuenca de México provienen de dos sitios: el primero en las costas del Pacífico y se deben a la subducción de la Placa de Cocos bajo el relieve Norteamericano, y el segundo, son los sismos intraplaca que se forman dentro del continente y son generados por fallas activas.

La sismicidad es un factor importante tanto para los estudios de fracturación y hundimiento del subsuelo, como para evaluar la estabilidad de un talud y/o ladera. En el primer caso se debe a que, en secuencias arcillosas que forman el subsuelo, parte de la energía que se propaga por este medio puede ganar amplitud y queda atrapada, generando que las vibraciones del sismo entren en periodo de resonancia, como fue el temblor de 1985. Los sismos inducen movimientos de todo tipo en las laderas y taludes (dependiendo de las características de los materiales presentes, de su intensidad,

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

magnitud y distancia del epicentro) generando desde “graneo” y desprendimientos de bloques, hasta el deslizamiento de grandes masas de suelo o rocas, como flujos de tierra o avalanchas de roca.

Pueden activar algunos deslizamientos que se encontraban en condiciones cercanas al equilibrio límite. En los materiales finos y sueltos (areno-limosos), se pueden presentar problemas de licuación, donde el encontrarse en estado saturado, experimentan esfuerzos cortantes anómalos y rápidos por causa del sismo, aumentando las presiones intersticiales (por falta de drenaje) hasta los valores de la presión total existente, anulándose prácticamente la presión efectiva y haciendo que los granos dejen de estar en contacto, desapareciendo la resistencia al corte y comportándose el material como un líquido. Esto llega a dar lugar a movimientos verticales y horizontales de su masa que se traducen en deslizamientos para el caso de laderas y taludes.

En el caso de los taludes inestables la influencia de la sismicidad se manifiesta como una fuerza que casi siempre se considera horizontal, actúa por periodos cortos y cambia de signo o sentido con una frecuencia que corresponde a la del sismo. Esto es un factor que se debe considerar para los análisis de taludes inestables.

La fuerza por sismo queda definida como:

$$F_s = Cw$$

Donde w representa el peso del macizo sobre el cual se considera aplicado el empuje sísmico y la constante “ C ” corresponde a la proporción de la aceleración inducida por el sismo respecto a la gravedad (g).

El coeficiente c se obtiene de las cartas de regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) donde se presentan los valores de la aceleración horizontal máxima que puede ocurrir en un sitio y con un periodo de intervalo dados.

4.2.1 Peligro por sismicidad

Sismicidad local

La cuenca de México tiene una actividad sísmica local que se relaciona con la estructura geológica de la misma cuenca. Asimismo existe actividad sísmica de baja magnitud y con focos a profundidades no mayores a 5 km asociada al cambio en el estado de esfuerzos

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

como resultado de la filtración de agua a través de las fallas y fracturas. Se han detectado zonas de recurrencia sísmica dentro de la Cuenca de México así como sus posibles periodos de retorno.

Tabla 4.1 Localidad, Magnitud y año de recurrencia de sismos generados dentro de la cuenca de México entre 1924 y 1955 y sus períodos de recurrencia.

Región	Latitud (°N)	Longitud (°W)	Año del evento (magnitud y profundidad)	Periodos de retorno (años)
Chapultepec	19,4	99,25	1924 (6- ND) 1981 (3,3 -4 km)	57
Cuautitlán	19,7	99,2	1961 (1-33km) 1983 (2,4-10 km)	22
Chichinautzin	19,33	99,21	1977 (<1-5 km) 1991 (<1-5 km)	14
Centro	19,37	99,07	1974 (<1-5 km) 1977 (<1-33 km) 1978 (4-33 km) 1994 (<1-5 km)	< 20
Sierra de Guadalupe	19,56	99,45	1970 (4,4-33 km) 1978 (3-33 km) 1985 (4,2 -10 km) 1991 (5,3-10 km)	7

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en Fausto M, 2002.

Se aprecia que la región de la Sierra de Guadalupe (donde se encuentra una parte del municipio de Ecatepec) es la que tiene mayor recurrencia, con intervalos cortos de tiempo: 7 años. Los sismos que se generan en esta región destacan por su intensidad, de hasta M=5.3 grados Richter. Además se identificaron tres epicentros en el periodo (1998-2013) en la zona del municipio, cuya intensidad fue de baja a muy baja, de acuerdo con los datos del Servicio Sismológico Nacional.

4.2.2 Zonificación Sísmica

El peligro más notable para Ecatepec, representaría la actividad sísmica proveniente de la costa del Pacífico, tiene que ver con la subsidencia general de la Cuenca de México. Debido a que su zona urbana se encuentra en la zona de transición de la Zona Lacustre, las consecuencias estarían relacionadas con una deformación del terreno en su extensión urbana y hacia la parte oeste de la misma, como parte del proceso de subsidencia de la Cuenca de México.

De acuerdo con la división de zonas sísmicas en el país por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) el municipio de Ecatepec de Morelos se ubica en la zona intermedia

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

B, donde el registro de sismos no es tan frecuente, y las aceleraciones del suelo no sobrepasan el 70%.

Sin embargo, la metodología de la CFE no se basa en los registros históricos de epicentros sísmicos, por ello, no es suficiente para conocer el posible comportamiento del territorio de Ecatepec en caso de un sismo, por lo que se procedió a utilizar la metodología del U.S. Geology Survey (USGS) para determinar las condiciones de sismicidad locales en relación a la topografía, la cual permite obtener mapas con base al promedio de velocidad de las ondas secundarias superficiales de hasta 30 m de profundidad (V_s^{30}).

Las ondas sísmicas secundarias (V_s) son ondas en las cuales el desplazamiento es transversal a la dirección de propagación del sismo. Su velocidad es menor que la de las ondas primarias; debido a ello, aparecen en el terreno poco después que las ondas primarias. No obstante, las ondas secundarias son las que generan las oscilaciones durante el movimiento sísmico y las que producen la mayor parte de los daños.

En el caso específico de Ecatepec, el coeficiente para derivar V_s^{30} fue utilizado por Wald y Allen (2007) en las regiones tectónicamente activas y que poseen relieve topográfico dinámico. Este coeficiente se ha aplicado en todo México por el USGS, obteniendo una evaluación de primer orden de las condiciones sísmicas de la región. Esta metodología permite conocer el grado de aceleración del suelo al ocurrir un sismo, lo cual implica una zonificación de áreas con probabilidades de sufrir mayores daños que otras. Este modelo permite usos con aplicaciones prácticas relacionadas con la probabilística y basadas en escenarios; aunque en este caso, solo se determina la velocidad promedio de propagación de la onda secundaria, con base en el modelo predefinido determinado por el USGS.

Para la confección del mapa de sismicidad local del municipio de Ecatepec, se calculó la V_s^{30} con base en los rangos mostrados en la siguiente tabla (para las regiones activas tectónicas) que es la correlación directa entre V_s^{30} y pendiente topográfica. El método se ajusta a los valores de velocidad de corte vinculados al Programa Nacional de Reducción de Terremotos (límites NEHRP) V_s^{30} de la Federal Emergency Agency de los Estados Unidos de Norteamérica.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Tabla 4.2 Resumen de categoría NERPH para rangos de pendiente.

Clase	Rango V_s^{30} (m/sec ²)	Rango de pendiente en zona tectónicamente activa (m/m)	Peligrosidad asociada
E	< 180	< $1.0E - 4$	Alta
	180 - 240	$1.0E - 4 - 2.2E - 3$	Alta
D	240 - 300	$2.2E - 3 - 6.3E - 3$	Media
	300 - 360	$6.3E - 3 - 0.018$	Media
	360 - 490	$0.018 - 0.050$	Media
C	490 - 620	$0.050 - 0.10$	Baja
	620 - 760	$0.10 - 0.138$	Baja
B	> 760	> 0.138	Muy Baja

Fuente: Elaboración propia con base en datos de MEHRP.

En general se observa que las zonas con mayor peligro son las áreas planas y lacustres del municipio. Esto se debe a que, si bien es una zona con poca actividad sísmica, la litología respondería con menor vigor a un eventual embate telúrico, provocando que los daños en la infraestructura fueran mayores.

4.2.2.1 Aceleración máxima según tres diferentes periodos de retorno

La aceleración sísmica es una medida de intensidad de los terremotos que consiste en la medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. La unidad de aceleración sísmica es la intensidad de campo gravitatorio ($1g = 981 \text{ cm/s/s} = 9.81 \text{ m/s}^2$). A diferencia de la escala Richter o la escala de magnitud de momento, la aceleración sísmica no mide la energía total liberada del terremoto, sino la intensidad del sismo en la superficie, por lo que tiene una correlación directa con la escala de Mercalli. La aceleración sísmica se utiliza para establecer normas de construcción y determinar el riesgo sísmico para la infraestructura expuesta. Durante un sismo, el daño en los edificios y las construcciones está relacionado con la velocidad, la aceleración sísmica, y no directamente con la magnitud del terremoto.

Para el municipio de Ecatepec, se analizaron las aceleraciones máximas del suelo para tres diferentes periodos de retorno, con la finalidad de conocer el peligro sísmico según diferentes tipos de tiempo. Para facilitar la definición de niveles de riesgo para un sitio dado, se eligieron los periodos de retorno más representativos, en función de la vida útil de la gran mayoría de las construcciones, correspondientes a periodos de 10, 100 y 500 años. En ellos se muestran aceleraciones máximas para terrenos en firme para un

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

periodo de retorno dado (tiempo medio, medio en años, que tarda en repetirse un sismo con las oscilaciones dadas en velocidad y aceleración).

Los mapas de aceleración sísmica máxima son resultado de la elaboración del programa “Peligro Sísmico en México” (PSM, 1996) realizado por el instituto de Ingeniería de la UNAM, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Comisión Federal de Electricidad y CENAPRED. En el caso del mapa de aceleración sísmica máxima para un periodo de retorno de 10 años, se espera un evento sísmico con aceleraciones de 11 cm/s/s o 1.12%g, lo que corresponde a un sismo en la escala de Mercalli de IX grados es decir, violento con daño potencial fuerte; pánico generalizado, daños considerables en estructuras especializadas, paredes inclinadas, grandes daños en importantes edificios, derrumbes parciales, edificios desplazados fuera de las bases.

En el caso del mapa de aceleración sísmica máxima para un periodo de retorno de 100 años, se espera un evento sísmico con aceleraciones de 81 cm/s/s, lo que implica un sismo en la escala de Mercalli de X grados, es decir, un sismo extremo con daños potenciales muy fuertes; algunas estructuras de madera bien construidas quedan destruidas, la mayoría de las estructuras de mampostería y el marco destruido con sus bases, rieles doblados.

Tabla 4.3 Correlación entre Escala de Mercalli y Aceleración Sísmica, así como periodos de retorno en el municipio de Ecatepec de Morelos.

Escala de Mercalli (Instrumental)	Aceleración sísmica máxima (%g)	Velocidad sísmica máxima (cm/s)	Percepción del temblor	Daño potencial	Periodos de retorno (años)
I	<0.0017	<0.1	No apreciable	Ninguno	ND
II – III	0.0017 – 0.014	0.1 – 1.1	Muy leve	Ninguno	ND
IV	0.014 – 0.039	1.1 – 3.4	Leve	Ninguno	ND
V	0.039 – 0.092	3.4 – 8.1	Moderado	Muy leve	ND
VI	0.092 – 0.18	8.1 – 16	Fuerte	Leve	ND
VII	0.18 – 0.34	16 – 31	Muy fuerte	Moderado	ND
VIII	0.34 – 0.65	31 – 60	Severo	Moderado a fuerte	ND
IX	0.65 – 1.24	60 – 116	Violento	Fuerte	10
X +	> 1.24	> 116	Extremo	Muy fuerte	100 y/o 500

Fuente: Elaboración propia con base en datos recopilados en USGS Shake Map Scientific Background.

Por último, en el mapa de aceleración sísmica máxima para un periodo de retorno de 500 años, se espera un evento sísmico con aceleraciones de 135 cm/s/s o 13.76%g, lo que corresponde a un sismo en la escala de Mercalli de X grados, es decir, un sismo extremo

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

con daños potenciales muy fuertes; similares al período de retorno de 100 años: algunas estructuras de madera bien construidas quedan destruidas, la mayoría de las estructuras de mampostería y el marco destruido con sus bases, rieles doblados.

4.2.2.2 Periodos de retorno para aceleraciones de 15%g o Mayores

Se sabe que para los tipos constructivos que predominan en el municipio de Ecatepec, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (aceleración de la gravedad terrestre). Por tal razón, se realizó el mapa de periodos de retorno de aceleraciones de 15%g o mayores utilizando información de la CFE.

En este estudio, el periodo de retorno para eventos con una aceleración de 15%g o 141.15cm/s^2 es de 750 años, por lo que prácticamente cada siete siglos se produciría un evento de esa intensidad.

4.2.3 Vulnerabilidad sísmica de viviendas en las zonas urbanas

Se estableció un parámetro para estimar los posibles daños esperados en el municipio de Ecatepec, definido como índice de vulnerabilidad sísmica I_{sd} , el cual se interpreta como el nivel de susceptibilidad de las viviendas a sufrir un daño en un escenario por un determinado coeficiente sísmico. Los datos se pasaron de intensidad sísmica a coeficiente sísmico para hacer más práctico su manejo y se estableció una variación discreta para hacerla corresponder a la zona sísmica **B** (a la que pertenece el municipio según la CFE).

Para la elaboración del presente análisis, se tomó como base la metodología de Ramírez de Alba, Pichardo-Lewenstein, Arzate-Cruz (2007) quienes propusieron un criterio para establecer la vulnerabilidad básica en términos del costo de reparación de las estructuras dañadas, enfocado a la aplicación por municipios en zonas de riesgo y compañías de seguro.

El índice de susceptibilidad de daños por sismos se define de acuerdo a la ecuación 1.

$$I_{sd} = V_b * T_e * E \dots\dots(1)$$

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Dónde:

I_{sd} = Índice de susceptibilidad

V_b = Vulnerabilidad básica

T_e = Factor del terreno blando

E = Factor de tipología estructural y calidad de construcción

Cálculo de la vulnerabilidad básica (V_b)

Con el primer criterio, se pudo observar que para las intensidades más altas de **IX** en escala Mercalli modificada, se tiene un porcentaje de daños entre 15% y 65%; para intensidades moderadas de **VII** entre 10% y 15%; y para intensidades relativamente bajas de **VI** se tiene entre 1% y 1.5% de estructuras dañadas. Para establecer el daño probable en función del coeficiente sísmico **c**, primero se recurre a relaciones que se han propuesto entre intensidad y aceleración, de esta manera la intensidad y aceleración, de esta manera la intensidad **IX** se relaciona con 500cm/seg². En este caso el coeficiente sísmico corresponde a las aceleraciones del suelo, que para la zona **B**, el aumento de respuesta es 3.5 veces la del suelo, esto por la forma del espectro de diseño, $c=0.21$.

Para valores de c menores de 0.21 no se tienen datos por lo que se optó por un criterio simple (menor intensidad, menor daño), es decir, una recta que pasa por el origen hasta el valor correspondiente a 0.21 que es de 0.010 (zona **B** donde generalmente se manifiestan daños por sismos intensos ocurridos en zonas vecinas). De esta manera se realizó la ecuación 2 la cual se muestra a continuación.

$$V_b = 0.0476c \dots\dots\dots(2)$$

$$c = 0.21$$

$$V_b = 0.0476 * 0.21 = 0.009996$$

Cálculo del factor de terreno blando (T_e)

El factor de terreno blando (**T_e**), se calcula con datos geológicos y topográficos, depende del coeficiente sísmico y de una variable que permita estimar si se pueden presentar amplificaciones de los efectos sísmicos debidos a las características del subsuelo, las cuales se denominan **T_b**. La fórmula empleada por el método, es la ecuación 3.

$$T_e = (1.67 + 1.37) * T_b + 1 \dots\dots(3)$$

Para obtener el coeficiente sísmico, **c**, (terreno duro) se recurrió a lo propuesto en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de electricidad, o sea, 0.14 para la zona **B**.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

La relación T_b se define como el área de terreno con posibilidades de incrementar los efectos sísmicos al área total. El tabulado de valores propuestos por el método se enlista en la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Variables sísmicas del terreno según su topografía.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	T_b
Predominio de terrenos altos, con valles aluviales antiguos, topografía uniforme.	0.00
Predominio de terrenos aluviales con escasos depósitos de arcilla. O bien depósitos de arcilla consolidados con topografía uniforme.	0.25
Predominio de terrenos aluviales con depósitos significativos de arcilla no consolidados y topografía accidentada.	0.50
Predominio de terrenos aluviales poco consolidados, con zonas significativas cercanas a lechos de ríos grandes o grandes áreas urbanas obre depósito de arena.	0.75
Predominio de terrenos cerca de costas, lechos de ríos rellenos sobre antiguos lagos o bien terrenos muy escarpados con propensión a movimientos de taludes.	1.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en Ramírez de Alba (2007).

En el caso del municipio de Ecatepec, y de acuerdo a la cartografía topográfica de pendientes geológicas, el territorio en su totalidad corresponde a la zona con “predominio de terrenos aluviales con escasos depósito de arcilla. O bien depósitos de arcilla consolidados con topografía uniforme”, por lo que $T_b = 0.25$

Continuando con la ecuación 3

$$T_e = (1.67c + 1.37) * T_b + 1$$

$$c = 0.14$$

$$T_b = 0.75$$

$$T_e = ((1.67 * 0.14) + 1.37) * (0.75 + 1) = 2.80$$

Cálculo del factor por tipología estructural de construcción (E)

Para el cálculo del factor por tipología estructural y calidad de construcción, E, según los autores propusieron un criterio empírico, tomando la forma de un factor de amplificación o de reducción según el caso, de acuerdo a la ecuación 4.

$$E = p^* / 1 - p \dots\dots\dots(4)$$

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

El valor **p**, se define como la relación del número de edificaciones con posible comportamiento insatisfactorio al total de construcciones. Una forma de calcular este valor es a partir de los datos del Censo de Población y Vivienda, que consignan tipologías estructurales y construcciones hechas con materiales precarios. En este caso, el municipio embona dentro de la categoría “Predominio de estructuras de mampostería reforzada, concreto reforzado y acero estructural, no más de 10% de estructuras con muros de adobe o mampostería no reforzada”.

Para el índice de calidad de construcción, **X**, se utilizan los valores tabulados en la tabla de características de la construcción, en el caso de la zona de estudio corresponden a: “Calidad de construcción variable tendiendo a la baja, materiales que no son sometidos a controles estrictos, propensión a la modificación y ampliación de estructuras, poca cultura de mantenimiento”, como un promedio general.

Tabla 4.5 Variables de daño sísmico de las estructuras según los materiales de construcción.

Tipo de estructuras	P
Promedio de estructuras de mampostería reforzada, concreto reforzado y acero estructural, no más de 10% de estructuras con muro de adobe o materiales precarios.	0.1
Igual que el anterior pero con más de 10% de estructuras con muros de adobe o mampostería no reforzada.	0.2
Casi igual cantidad de estructuras de mampostería reforzada y concreto reforzado respecto a los de adobes y mampostería sin refuerzo.	0.3
Localidades donde exista predominio de las estructuras cuyos muros sean de adobe mampostería no reforzada o de materiales precarios.	0.5

Fuente: Elaboración propio con base en información obtenida en Ramírez de Alba (2007).

Tabla 4.6 Variables sísmicas de los asentamientos según su tipología constructiva.

Características de la construcción	X
Regiones con reconocida tradición constructiva, uso de materiales controlados y mantenimiento oportuno de las construcciones.	1.0
Regiones con calidad de construcción normal, materiales de calidad regular y acciones de mantenimiento generales.	0.7
Calidad de construcción variable tendiendo a la baja materiales que no son sometidos a controles estrictos, propensión a la modificación y ampliación de estructuras, poca cultura de mantenimiento	0.5
Calidad de construcción muy baja, materiales de construcción de baja resistencia y poca durabilidad, poca cultura de mantenimiento.	0.3
Calidad de construcción excepcionalmente baja materiales precarios y nula atención al mantenimiento.	0.1

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en Ramírez de Alba (2007).

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Volviendo a la ecuación 4:

$$E = p^x / 1 - p$$

$$p = 0.1$$

$$x = 0.5$$

$$E = 0.1^{0.5} / 1 - 0.1 = 0.35136418$$

Aplicando valores en la ecuación 1

$$I_{sd} = V_b * T_e * E$$

$$V_b = 0.009996$$

$$T_e = 2.80$$

$$E = 0.35136418$$

$$I_{sd} = 0.009996 * 2.80 * 0.35136418 = 0.007024473$$

Determinación de vulnerabilidad: **Baja** en promedio para el municipio de Ecatepec.

Tabla 4.7 Rango de Vulnerabilidad sísmica de las viviendas según los resultados obtenidos del I_{sd} .

Vulnerabilidad	I_{sd} Rango de Valores
Baja	0.0002700- 0.0793775
Media	0.0793775- 0.1584800
Alta	0.1584800- 0.2375920
Muy alta	0.2375920- 0.3167000

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en Ramírez de Alba (2007).

4.2.4 Riesgo asociado a Sismicidad

El riesgo potencial asociado a sismos se calculó de acuerdo a la relación de la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico en relación a la velocidad de propagación de la onda secundaria. A pesar de que la vulnerabilidad es en general Baja, el peligro es Muy Alto, por lo que el riesgo es **ALTO** en el municipio de Ecatepec.

4.3 Tsunamis

Los tsunamis son serie de olas de gran longitud de onda que aparecen en el agua por el desplazamiento de un gran volumen de material dentro del océano. Los eventos detonantes son los terremotos, erupciones volcánicas, deslizamiento de tierra e impactos de meteoritos. El impacto de los tsunamis se limita a las zonas costeras, por lo que en el caso del municipio de Ecatepec, este fenómeno no representa un peligro debido a los 225 km de distancia de la costa más cercana con el perímetro municipal, por lo que el riesgo es **NULO**.

4.4 Proceso de remoción en masa

Los procesos de remoción en masa (PRM), también conocidos como Mecanismos Potenciales y/o de Falla; se definen como movimientos de material (roca, detrito y suelo) que se desarrollan en laderas o a lo largo de un talud, sobre una zona con pendiente variable a consecuencia de la acción de la gravedad y se distingue por un carácter no selectivo al afectar indistintamente materiales de cualquier forma y dimensión. La gravedad no es el único elemento que entra en juego en los movimientos de material y en los fenómenos de deslizamiento en particular, ya que también el agua, ya sea superficial o subterránea, tiene una influencia muy importante para este tipo de fenómenos.

La tipología que se utilizó en el presente Atlas, se encuentra basada en la clasificación del tipo de movimiento, el tipo de material involucrado y se engloba en lo siguiente:

1. **Deslizamiento:** son movimientos relativamente rápidos del talud, en los cuales la masa de la roca se mueve a través de una o más superficies bien definidas, las cuales determinan la geometría del deslizamiento.
2. **Flujos de detritos:** son movimientos de detritos húmedos y/o secos, con alto grado de saturación, que presentan un dinamismo de rápido a muy rápido. Esta forma destructiva de falla del talud está asociada, al igual que las zonas montañosas donde una precipitación pueda movilizar los detritos del mando e incorporarlos a un proceso de flujo. El material involucrado pueden ser detritos de roca alterada o acumulaciones de material de escombros y/o material trabajado.
3. **Volteos:** este tipo de falla ocurre cuando los resultantes de las fuerzas aplicadas a un bloque cae fuera del tercio medio en la base del mismo. El giro o volteo se produce alrededor de un punto de pivote. Este tipo de fallas es común en masas rocosas con discontinuidades casi verticales.
4. **Caídos:** son movimientos que se refieren al descenso rápido y libre de bloques de roca con tamaños y geometría variable, con intensa pendiente de acantilados y son fuertemente influenciados por factores como la gravedad, la erosión y el agua. El movimiento puede incluir deslizamiento, rodamiento, rebotes y caída libre. La separación y generación de bloques se produce a lo largo de una serie de discontinuidades.
5. **Movimientos complejos:** se refiere a la combinación de dos o más mecanismos de falla, identificados a lo largo del frente de un talud.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Los mecanismos potenciales de falla identificados en Ecatepec de Morelos son:

- I. Deslizamientos
- II. Caída de rocas
- III. Flujo de detritos
- IV. Volteos

Estos se lograron identificar con trabajo previo realizado en gabinete, donde a partir del análisis de una serie de variables que detonan problemas de inestabilidad y que se manipularon con apoyo de software SIG, se complementaron con interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas, de manera que se lograron obtener las zonas con un alto potencial a desarrollar problemas de inestabilidad. Dichas zonas se verificaron en campo, comprobándose la presencia de los mecanismos descritos tanto en la Sierra de Chiconautla como en la de Guadalupe, además de elaborar una cartografía a detalle de los sitios de mayor importancia.

Es importante hacer notar que en las últimas décadas (básicamente a partir de los setentas) se han establecido una gran cantidad de asentamientos humanos, muchos de ellos de manera irregular, en las laderas de la Sierra de Guadalupe, la cual, debido a su constitución geológica presenta una serie de peligros, entre otros: deslizamientos de laderas causados y/o acelerados por factores naturales como la acción de la fuerza de gravedad, una abundante precipitación pluvial y sismos; o bien inducidos por el hombre, como la deforestación, cortes en las laderas, el constante cruce de vehículos pesados y el uso de explosivos en la explotación de canteras que generan vibraciones que al paso del tiempo provocan la inestabilidad de los taludes.

La influencia del hombre como modificador del relieve terrestre da como resultado cortes en las laderas, hechos con el propósito de urbanizar y extraer material. Dichas actividades pueden generar inestabilidad en los taludes. La acción antrópica genera vibraciones, sobrecarga al terreno y ocasiona filtraciones en fracturas, lo que tiende a inestabilizar los macizos rocosos que conforman la Sierra de Guadalupe.

Muchas de las viviendas hasta ahora edificadas en gran parte de la sierra se encuentran en situación de riesgo, pues se localizan cerca de focos de peligro. Los fenómenos de deslizamientos pueden ser provocados por sismos o abundantes lluvias, ejemplo de ello es que la región de estudio se encuentra en una zona sísmica activa.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

La intervención humana en los cambios y alteraciones del medio ambiente ha sido notable, sobre todo en los últimos 40 años, debido a la expansión de la mancha urbana hacia la zona de la Sierra de Guadalupe. El gran crecimiento demográfico que se ha registrado en las últimas décadas, la falta de planeación urbana y de uso de suelo y la demanda cada vez mayor de vivienda, ha tenido como resultado una gran expansión de la mancha urbana a zonas de laderas montañosas que presentan serios peligros desde el punto de vista geológico y geotécnico, por lo que actualmente muchas personas viven en zonas de peligro. Para evitar más asentamientos irregulares en la parte elevada de la Sierra de Guadalupe, fue necesario construir bardas o muros ecológicos en algunas zonas. Estadísticamente se encontró que en el municipio de Ecatepec el 4.59% de su población habita en la zona montañosa de la Sierra de Guadalupe.

Se realizó un inventario de las zonas en donde existen peligros por procesos de remoción en masa. Estas zonas están estrechamente relacionadas al proceso de ocupación del territorio, debido a que la acción del hombre es la que ha generado inestabilidad en los materiales que componen las laderas de la Sierra de Guadalupe, mediante la deforestación y realización de cortes de taludes.

4.4.1 Inestabilidad de laderas

Peligro por deslizamientos

Los elementos considerados para determinar las zonas susceptibles o propensas al mecanismo de volteo-deslizamiento, así como los criterios empleados, fueron los siguientes:

1. Zonas del terreno con pendientes entre 25° y 50°;
2. Las formaciones litológicas de la zona de estudio con un orden definido en grupos de menor a mayor susceptibilidad al mecanismo de volteo-deslizamiento con las siguientes categorías: baja; media (cárcavas/depósito volcánico retrabajado, Domo Cerro Gordo pórfido dacítico, Domo el Chiquihuite dacita porfídica, Domo Sata María Chiconautla de lava basáltica y piroclastos, domo volcánico dacítico, lahares, lava andesítica, volcán La Presa pórfido andesítico, volcán Moctezuma pórfido dacítico, volcán Tres Padres pórfido dacítico; y alta (Domo María Auxiliadora pórfido dacítico, Domo Tejocote pórfido dacítico, y lava intercalada con piroclásticos);

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3. Densidad de disección del terreno (definida como el valor de la longitud del número de cauces sobre una unidad de superficie de 1 km², que permite detectar las zonas del terreno que presentan una mayor propensión a los procesos erosivos de tipo fluvial) determinada por los valores de 0.001452 – 0.083155, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.001452 – 0.013036), media (0.013037 – 0.043859) y alta (0.043860 – 0.083155);
4. Densidad de lineamiento del terreno (definida como el valor de la longitud de la trayectoria de las fallas y fracturas sobre una unidad de superficie homogénea en km² que permite detectar las zonas del terreno que presentan una mayor concentración de fracturas y fallas) determinada por valores de 0.000153 – 0.012561, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.000153 – 0.002709), media (0.002710 – 0.005935), alta (0.005936 – 0.012561).
5. Energía del relieve (definida como la intensidad relativa de la actividad endógena en relación con la exógena representada por la diferencia altitudinal en un área determinada) establecida por los valores 0.00001 – 0.00077, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.000001 – 0.000077), media (0.000078 – 0.000258), alta (0.000259 – 0.000470).
6. Precipitación anual, es la cantidad de precipitación media anual en milímetros para la zona de Ecatepec de Morelos y determinada por los valores 574.2mm-706.3mm con las siguientes categorías de intensidad: baja (574.2 – 600.6), media (600.7 – 637.1), alta (637.2 – 706); y
7. Zonificación urbana, distinguida por tres tipos principales de superficie, según el contexto de Ecatepec de Morelos y ordenadas de menor a mayor susceptibilidad: sitios de taludes (o sitios de atención prioritaria), zona urbana y zona de conservación ecológica.

A través de la construcción de una variable discreta en escala absoluta o de conteo, se ponderaron los valores de cada elemento considerado para estimar un índice de susceptibilidad o propensión al deslizamiento del terreno.

El modelo teórico armado a partir de ello considera que, el municipio de Ecatepec de Morelos, el terreno presenta una mayor susceptibilidad al deslizamiento en aquellos sitios donde los rangos de pendiente que involucra, coinciden con: las litologías más propensas,

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

las superficies más expuestas a los agentes erosivos y los valores más altos de las densidades de disección y lineamiento de terreno, según los siguientes cuadros:

Tabla 4.8 Ponderaciones de propensión- susceptibilidad de las variables de análisis para el mecanismo de volteo- deslizamiento.

Variable/ Proceso/ Intensidad	Baja (1)	Media (2)	Alta (3)
Pendiente	Volteo-deslizamiento 25° - 33.3°	33.3° - 41.6°	41.6° - 50°
Litología	-----	C/DvR – DCGPD – DECDP- DSMCLvBPr- DvD – Lh – LvA- vLPPA – vMAP- vMPD- vTPPA	DMAPD – DTPD – LvIPr
Densidad de disección	(longitud escurrimientos /km ²) 0.001452 – 0.013036	0.013037 -0.043859	0.043860-0.083155
Densidad de lineamiento	(longitud lineamientos /km ²) 0.000153 – 0.002709	0.002710–0.005935	0.005936-0.012561
Energía del relieve	(diferencia altimétrica m/m ²) 0.000001 – 0.000077	0.000078-0.000258	0.000259-0.000470
Precipitación anual	(mm de precipitación anual) 574.2 – 600.6	600.7- 637.1	637.2- 706.3
Zonificación urbana	zonas de exposición	Zona de conservación ecológica (ZCE)	Zona urbana (ZU) Sitio de taludes inestables (STI)

Fuente: Elaboración propia con base en la fórmula.

Tabla 4.9 Clave de abreviaturas de las litologías consideradas para el mecanismo de volteo- deslizamiento.

Abreviatura	Litología
C/DvR	Cárcavas / Depósito volcánico retrabajado
DCGPD	Domo Cerro Gordo pórfido-dacítico
DECDP	Domo El Chiquihuite dacita-porfídica
DMAPD	Domo María Auxiliadora pórfido-dacítico
DSMCLvBPr	Domo Santa María Chiconautla lava basáltica y piroclásticos
DTPD	Domo Tejocote pórfido-dacítico
DvD	Domo Volcanico dacítico
Lh	Lahares
LvA	Lava andesítica
LvIPr	Lava intercalada con piroclastos
vLPPA	Volcán La Presa pórfido- andesítico
vMAP	Volcán Moctezuma andesita porfídica
vMPD	Volcán Moctezuma pórfido –dacítico
vTPPA	Volcán Tres Padres pórfido- andesítico
vTPPD	Volcán Tres Padres pórfido –dacítico

Fuente: Elaboración propia con base en fórmula.

De acuerdo con el esquema de análisis trabajado, la susceptibilidad o propensión a volteo-deslizamiento de terreno en la zona de estudio de Ecatepec de Morelos se determinó por 9 niveles. De lo anterior, se construyeron 4 categorías de intensidad.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

- **Nivel de susceptibilidad 1 (Valor del Índice 0.0416):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido – dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido- andesíticos , lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media, alta; densidad de lineamiento baja, media, alta, energía del relieve baja, media y alta; precipitación baja, media, alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 2 (Valor del Índice 0.0585):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido – dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido- andesíticos , lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media, alta; densidad de lineamiento baja, media, alta, energía del relieve baja, media y alta; precipitación baja, media, alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 3 (Valor del Índice 0.0732):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido – dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido- andesíticos , lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media, alta; densidad de lineamiento baja, media, alta, energía del relieve baja, media y alta; precipitación baja, media, alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 4 (Valor del Índice 0.0859):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido – dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido- andesíticos , lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media, alta; densidad de lineamiento baja, media, alta, energía del relieve baja, media y alta; precipitación baja, media, alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 5 (Valor del Índice 0.0970):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido – dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido- andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media, alta; densidad de lineamiento baja, media, alta, energía del relieve baja,

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

media y alta; precipitación baja, media, alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;

- **Nivel de susceptibilidad 6 (Valor del Índice 01066):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido – dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido- andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media, alta; densidad de lineamiento baja, media, alta, energía del relieve baja, media y alta; precipitación baja, media, alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 7 (Valor del Índice 0.1150):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido – dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido- andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media, alta; densidad de lineamiento baja, media, alta, energía del relieve baja, media y alta; precipitación baja, media, alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 8 (Valor del índice 0.1223):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido – dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido- andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media, alta; densidad de lineamiento baja, media, alta, energía del relieve baja, media y alta; precipitación baja, media, alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;

A través de la construcción de una variable discreta en escala absoluta o de conteo, se ponderaron los valores de cada elemento considerado para estimar un índice de susceptibilidad o propensión al deslizamiento del terreno. El modelo teórico armado a partir de ello considera que, en el municipio de Ecatepec, el terreno presenta una mayor susceptibilidad al deslizamiento en aquellos sitios donde los rangos de pendiente que involucra coinciden con: las litologías más propensas, las superficies más expuestas a los agentes erosivos y los valores más altos de las densidades de disección y lineamiento del terreno.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

De la relación entre estas variables se calculó un índice de susceptibilidad a deslizamiento (I_{suscDz}) definido por la siguiente fórmula:

$$I_{suscDz} = \frac{N_{suscDz_i} \times 100}{EN_{suscDz_i}}$$

Dónde:

I_{suscDz} : Índice de susceptibilidad a deslizamientos;

N_{suscDz_i} : $p_i + l_i + dt_i + dli$

N_{suscDz_i} : nivel de susceptibilidad al deslizamiento en la zona i ;

EN_{suscDz_i} : sumatoria de todos los niveles de susceptibilidad;

p_i : ponderación del valor de la pendiente del terreno en la zona i ;

l_i : ponderación de la susceptibilidad de la litología en la zona i ;

e_i : ponderación de la susceptibilidad potencial de la superficie de erosión en la zona i ;

dt_i : ponderación de la intensidad de la densidad de disección del terreno en la zona i ;

dli : ponderación de la intensidad de la densidad de lineamiento de la zona i .

Con base en lo anterior, se zonificó el peligro por deslizamiento en el Municipio de Ecatepec; dicho peligro se ubica principalmente en la zona serrana, ya que como se mencionó anteriormente, la pendiente del terreno es una condición para la existencia de este fenómeno.

Tabla 4.10 Niveles de propensión-susceptibilidad a volteo-deslizamiento según intensidad.

Nivel	Índice	Categoría de intensidad			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
1	0.0416	X			
2	0.0585	X			
3	0.0732		X		
4	0.0859		X		
5	0.0970			X	
6	0.1066			X	
7	0.1150				X
8	0.1223				X
9	0.1307				X

Fuente: Elaboración propia con base en cálculo.

Vulnerabilidad y riesgo por deslizamiento de laderas

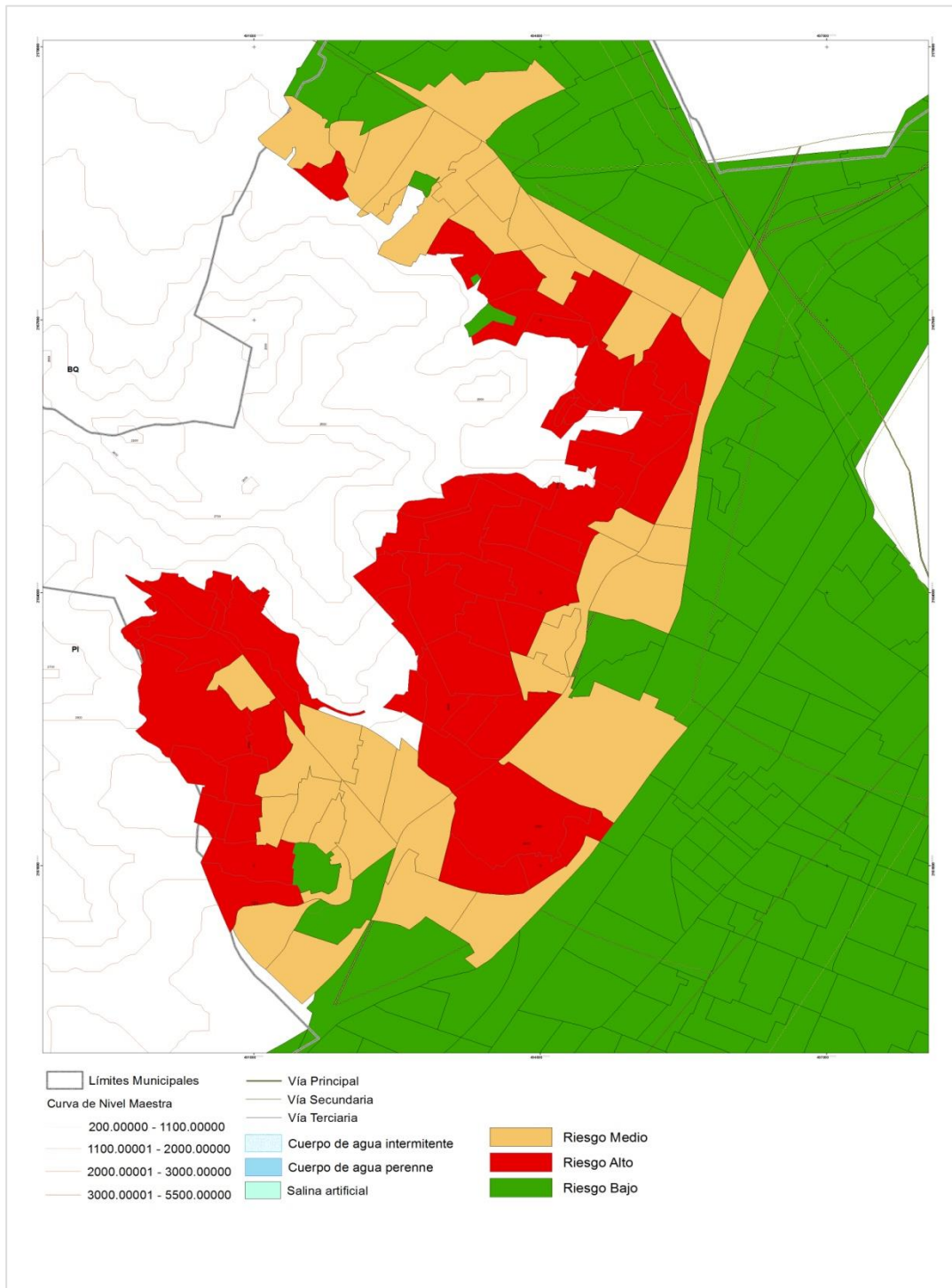
En el municipio de Ecatepec se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían edificaciones, viviendas o infraestructura, debido a que la población se asienta en la parte de laderas de los cerros cercanos. De esta manera el riesgo por este tipo de fenómenos es **ALTO** debido a la población expuesta.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

A continuación se enlistan los AGEB donde las viviendas se encuentran edificadas directamente sobre zonas de riesgo. Es importante hacer notar que debido al mecanismo de traslado de materiales, en un caso de deslizamiento, los daños pueden ser mayores a los señalados en la siguiente tabla.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Figura 4.3 Mapa de zonificación de riesgos por inestabilidad de laderas a nivel AGEB en el municipio de Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia con base en información recopilada a nivel AGEB por INEGI.

4.4.2 Flujos

Son definidos como "movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas ladera abajo, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla" (CENAPRED, 1996). Pueden ser de muy lentos a muy rápidos, así como secos o húmedos, principalmente se distinguen por:

4.4.2.1 **Flujos de lodo:** masa de suelo de agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de arena y limo y partículas arcillosas;

4.4.2.2 **Flujos o avalancha de suelo y rocas:** movimiento rápido de una mezcla en donde se combinan partículas sueltas, fragmentos de rocas, y vegetación con aire y agua atrapados, esta mezcla forma una masa viscosa o francamente fluida que se mueve pendiente abajo. Dichos movimientos también son conocidos como flujos de escombros;

4.4.2.3 **Lahares:** flujo de suelos o detritos que se originan en el talud de un volcán, generalmente disparados por lluvias intensas que erosionan depósitos volcánicos, deshielo repentino por actividad volcánica, por rotura de represas o desbordamiento de agua represada y/o así como por el acontecimiento de sismos.

4.4.3 Vulnerabilidad y riesgo por caídos y derrumbes

En el municipio de Ecatepec se reconocieron algunas zonas propensas a presentar procesos de remoción en masa, que afectarían edificaciones, viviendas, o infraestructura, y que hay población que se asienta en la parte de las laderas de los cerros cercanos. El riesgo por este tipo de fenómeno es **ALTO** debido a la población expuesta.

A continuación se enlistan AGEBS donde las viviendas se encuentran edificadas directamente sobre zonas de riesgo. Es importante señalar que debido al mecanismo de traslado de materiales, en el caso de flujo de detritos los daños pueden ser mayores a los señalados en la siguiente tabla.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Tabla 4.11 Viviendas edificadas sobre zonas de riesgo a nivel AGEB en el municipio de Ecatepec

AGEB	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
	120	600	Alta	bajo	Medio
1503300011699	60	300	Alta	medio	alto
	20	100	Alta	alto	alto
1503300012220	40	200	Alta	bajo	Medio
1503300012254	80	400	Alta	Bajo	Medio
	1	5	Alta	Alto	Alto
1503300012428	35	175	Alta	bajo	Medio
1503300012574	10	50	Muy alta	Bajo	Medio
1503300012589	5	25	Alta	Muy bajo	Medio
1503300012729	10	50	Alta	Muy bajo	Medio
	5	25	Alta	bajo	Medio
1503300012733	10	50	Alta	medio	Alto
	5	25	Alta	alto	Alto
1503300012979	15	75	Alta	Muy bajo	Medio
1503300012998	10	50	Alta	Muy bajo	Medio
1503300013002	10	50	Alta	Muy bajo	Medio
1503300013017	5	25	media	Muy bajo	Bajo
1503300013074	10	50	Alta	Muy bajo	Medio
	10	50	alta	Bajo	medio
1503300013089	5	25	Alta	medio	Alto
	30	150	Media	Bajo	Medio
1503300013093	30	150	Media	Medio	Medio
	5	25	Media	Muy alto	Alto
	80	400	Alta	Bajo	Medio
1503300013106	20	100	Alta	alto	Alto
	10	50	alta	Muy alto	Muy alto
1503300013110	50	250	Alta	Bajo	Medio
	10	50	Alta	alto	Alto
1503300013125	30	150	alta	Bajo	Medio
1503300013163	100	500	Alta	Bajo	Medio
	5	25	Alta	Medio	Alto
	15	75	Alta	Alto	Muy alto
1503300013341	50	250	Alta	Bajo	Medio
	10	50	alta	Alto	Alto
1503300013356	10	50	Alta	bajo	Medio
1503300013394	60	300	Alta	Bajo	Medio
	10	50	Alta	alto	Alto
	35	175	Alta	Bajo	Medio
1503300013426	10	50	Alta	Alto	Alto
	5	25	Alta	Muy alto	Muy alto
	40	200	Alta	Bajo	Medio
1503300013430	10	50	Alta	Alto	Alto
	10	50	Alta	Muy alto	Muy alto
1503300013483	20	100	Muy alta	bajo	Medio
1503300013498	20	100	alta	Medio	Alto
	230	1,150	Muy alta	Muy bajo	Medio
1503300013572	40	200	Muy alta	bajo	Medio
	30	150	Muy alta	Alto	Alto
1503300013587	120	600	alta	Muy bajo	Medio

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013591	10	50	alta	bajo	Medio
1503300013591	180	900	Alta	Muy bajo	Medio
AGEB	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013591	30	150	Alta	Bajo	Medio
1503300013623	10	50	alta	medio	Alto
1503300013623	30	150	Alta	bajo	Medio
1503300013746	10	50	Alta	Muy bajo	Medio
1503300013746	60	300	Alta	Bajo	Medio
1503300013746	5	25	Alta	Medio	Alto
1503300013746	5	25	Alta	alto	Alto
1503300013816	10	50	Alta	bajo	Medio
1503300014053	50	250	Muy alta	Bajo	Medio
1503300014053	5	25	Muy alta	alto	Muy alto
1503300014072	30	150	Muy alta	bajo	Medio
1503300014388	20	100	Alta	bajo	Medio
1503300014392	30	150	Alta	bajo	Medio
1503300014782	230	1,150	Alta	Bajo	Medio
1503300014782	30	150	Alta	Medio	Alto
1503300014782	30	150	Alta	Alto	Alto
1503300014782	30	150	Alta	Muy alto	Muy alto
1503300014975	5	25	Muy alta	medio	Alto
1503300014975	10	50	Media	Bajo	Medio
150330001046A	10	50	Media	Medio	Medio
150330001046A	5	25	Media	Alto	Alto
150330001046A	5	25	Media	Muy alto	Alto
150330001224A	40	200	Alta	bajo	medio
150330001256A	30	150	Muy alta	Bajo	Medio
150330001256A	10	50	Muy alta	alto	Muy alto
150330001313A	80	400	Alta	Bajo	Medio
150330001313A	10	50	Alta	alto	Alto
150330001377A	20	100	Muy alta	bajo	Medio
150330001498A	10	50	Muy alta	Bajo	Medio
150330001498A	5	25	Muy alta	alto	Muy alto

Fuente: Elaboración propia con base en información recopilada a nivel AGEB por INEGI.

4.4.4 Peligro por Agrietamientos, Hundimientos y Subsistencia

En la última década, cientos de viviendas, de varias unidades habitacionales del municipio han sufrido severos deterioros estructurales, principalmente por los hundimientos del subsuelo (de hasta unos 50 centímetros anuales), como consecuencia de la sobreexplotación de los mantos acuíferos. Los hundimientos han impactado severamente la infraestructura urbana general, principalmente las redes de agua potable y drenaje. Tan sólo en Ecatepec existen 139 pozos de los que se extrae agua.

Como resultado de ello, Ecatepec se hunde en promedio seis centímetros al año; es decir, el doble del hundimiento que registra la Ciudad de México. Estos hundimientos no son

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

constantes, sino que en algunas partes son diferenciados, lo que complica los riesgos de inundaciones al generar fracturas en las tuberías y redes de drenaje.

Los daños en algunas de las viviendas son tales, que existe el riesgo de un posible derrumbamiento. Muros y techos con grietas, pisos levantados, columnas ladeadas, son comunes en casa de las colonias: Fuentes de Aragón, Villas de Ecatepec, Venta de Carpio y Paseo de San Agustín. En otros fraccionamientos de reciente creación como: Los Héroes, La Guadalupeana o Bonito Ecatepec, comienzan a aparecer los mismos daños.

Uno de los casos más graves, está identificado en la unidad habitacional Fuentes de Aragón, donde ocurren hundimientos de hasta 50 centímetros, y unas 640 viviendas en riesgo de colapsarse presentan inclinaciones. Desde el año de 1998 los inmuebles presentaban un asentamiento en la parte posterior con un desplome en un rango de 15 a 20 centímetros. En algunos departamentos se observan daños estructurales, agrietamientos en muros y losas, aplastamiento de blocs, losas flexionadas, separación del marco rígido que llega al muro y losa superior, además de afectaciones al sistema de descarga sanitaria y pérdida de pendiente.

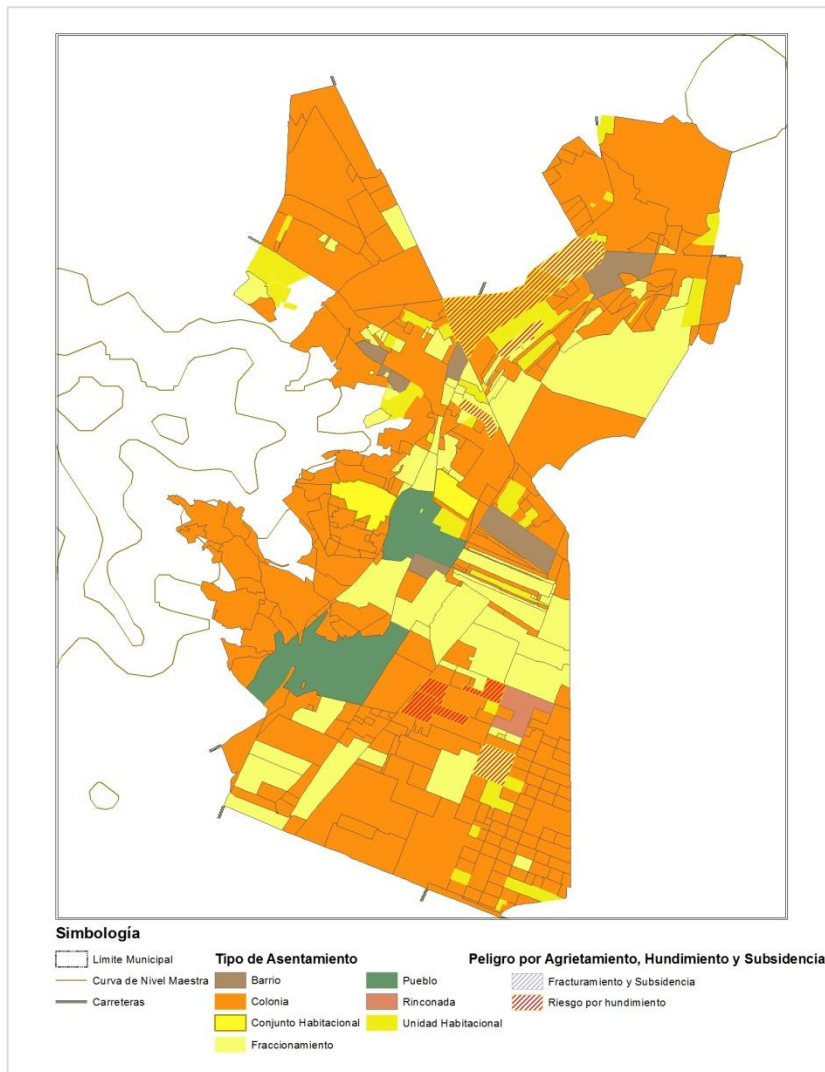
En la colonia Villas de Ecatepec, 2, 800 familias viven en riesgo de que los edificios que habitan se derrumben; por hundimientos de hasta 1.50 metros ya que las estructuras de los inmuebles se encuentran severamente dañadas, con fisuras de hasta 30 centímetros. En enero del año 2000 se desalojaron 128 familias de ocho edificios, del conjunto habitacional CTM 13 Valle de Ecatepec, dañado hasta en cuatro niveles de construcción, esto debido a que fueron elaborados con materiales de baja calidad y sobre minas de sosa cáustica. Aunado a los derrumbes, pueden ocurrir otros tipos de incidentes en la unidad habitacional, dado que los hundimientos provocan fracturas en las redes de abastecimiento de gas y agua potable. La unidad habitacional CTM 14 que presentaba los mismos problemas de hundimientos y cuarteaduras, fue finalmente demolida.

En la planicie lacustre se tienen grandes espesores de arcilla (desde secuencias con baja hasta secuencias de alta compresibilidad), con un comportamiento mecánico variable, lo cual se puede traducir en una dinámica irregular de estas. Otras propiedades mecánicas de éstas secuencias arcillosas es que tienen ángulos de fricción bajos y cohesión nula, además de una resistencia al corte.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

Dentro de las principales manifestaciones causadas por el fracturamiento y la subsidencia del terreno se encuentran los daños a la infraestructura y equipamiento urbano y, particularmente, en las viviendas y redes hidráulicas. Entre las cuales, se encuentran varias colonias afectadas dentro del municipio, de las que destacan: Granjas Valle de Guadalupe, Jardines de Tepeyac, Granjas de Guadalupe, Estrella, Valle de Anáhuac, Valle de Aragón 3ra sección, Grajas Independencia, Sagitario, Fuentes de Aragón, Ciudad Oriente, San Agustín 3ra sección, Ciudad Azteca 2da y 3ra sección, Rinconada de Aragón, la Florida, Ciudad Azteca y Polígono.

Figura 4.4 Mapa de zonificación de riesgos por Agrietamientos, Hundimientos y Subsidencia a nivel Colonia en el municipio de Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia con base en información recopilada en recorrido de campo e información generada por la Dirección de Protección Civil del H. Ayuntamiento de Ecatepec.

5 CONCLUSIONES

El resultado de contar con este instrumento de trabajo, es la capacidad de respuesta que puedan tener las autoridades en los diferentes ámbitos de gobierno, a partir de contar con elementos cartográficos y estadísticos que faciliten la toma de decisiones ante los fenómenos perturbadores que puedan presentarse en territorio municipal contenidos en el Atlas de Riesgos, como un instrumento para las autoridades municipales de utilidad en la conformación de los programas, planes y acciones necesarias, así como en la formulación de estrategias a realizar, donde se especifique la responsabilidad y forma de actuación de las áreas involucradas, para que esta se desarrolle de manera adecuada y con ello actuar de manera inmediata en caso de alguna contingencia. Para efectos de estas conclusiones se expresarán los resultados y la experiencia generada derivada del trabajo realizado.

La primer conclusión es que este trabajo presentó la información recabada requerida en la elaboración de la propuesta para el Atlas de Riesgos del municipio de Ecatepec de Morelos, según los lineamientos y la metodología establecida por la Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, a través del Programa “Prevención de Riesgos de los Asentamientos Humanos” realizado en el año 2013, donde se identifican las zonas de riesgo, y aquellas que presentan vulnerabilidad.

Para este propósito la consecución de esto, fue importante contar con el apoyo de las autoridades municipales, en específico con la Dirección de Protección Civil, la cual, previo a la elaboración del Atlas de Riesgos, ya contaba con una base de datos conformada por el registro de fenómenos perturbadores ocurridos dentro del territorio municipal, estos datos facilitaron la identificación de zonas que potencialmente pueden presentar deslizamientos de laderas y derrumbes.

Otra labor se dio con la homologación de la información conforme a los criterios establecidos según la normatividad vigente hasta ese momento, al complementar esta información con la arrojada por el estudio, se aplicó la metodología específica para determinar, medir y evaluar los niveles de peligro o riesgos en los que se encuentre la población.

Con la elaboración de la propuesta del Atlas de Riesgos, como una herramienta estratégica a tomarse en cuenta para la actualización del Plan de Desarrollo Urbano, así

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

como para el Programa de Ordenamiento Territorial, además del Reglamento de Construcción, para que de esta manera se logre la congruencia y concordancia entre las instancias públicas en sus diversos ámbitos así como la iniciativa privada, promoviendo una planeación adecuada de los asentamientos humanos y la delimitación del crecimiento urbano acorde a los criterios de la prevención de riesgos.

En este punto, se encontró con la disociación existente entre el otorgamiento de los usos de suelos, donde cabe señalar que en un principio se presentaban como asentamientos irregulares y que con el tiempo se han regularizado, y que actualmente esto representa una problemática ya que estos constituyen zonas de riesgo, con diversos grados de vulnerabilidad. Sin embargo, la conformación de la propuesta para el Atlas de Riesgo se presenta al momento como una herramienta desasociada con el ordenamiento del territorio, ya que no está contemplado en el Plan de Desarrollo Urbano y por ende en la obtención de impactos ambientales que se generen y sirvan en la delimitación del futuro crecimiento urbano del municipio.

De ahí la importancia de dar puntual seguimiento al marco regulatorio contemplado para la elaboración o actualización de los Atlas de Riesgos Municipales, como componentes a considerarse fundamentalmente por las autoridades federales, estatales y municipales, para una correcta coordinación entre instancias; como se dio en este caso de estudio, en el cual se demandó un esfuerzo organizado de investigación, recopilación de datos y trabajo de campo entre el H. Ayuntamiento de Ecatepec de Morelos, la Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano del Gobierno Federal, contratistas privados, así como de la población en general.

Parte del éxito que obtuvo la consultoría en la elaboración de la propuesta para el Atlas de Riesgos, fue contar con un equipo multidisciplinario con la capacidad de resolución de la problemática surgida, donde la aportación de cada integrante del equipo en las áreas de su competencia, hicieron de este un trabajo con una perspectiva más amplia, así como un documento que contiene el análisis que coadyuvó a cumplir con los objetivos planteados por la metodología aplicada.

Cabe señalar, que la realización de este Atlas de Riesgos se dio en un marco participativo e incluyente con la sociedad, elemento que fue fundamental en la elaboración del trabajo, de tal manera se realizaron mesas de diálogo en las visitas de campo, donde se

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

conocieron las inquietudes de la población, principalmente en las zonas de muy alto riesgo que se identificaron mediante la cuantificación de las variables estadísticas, así como en la complementación del diagnóstico previamente realizado por la Dirección de Protección Civil.

Otro logro obtenido de manera personal, se dio con la coordinación entre los diversos actores participantes en la integración de la información, así como la participación en la recopilación de datos para la elaboración y el uso de los sistemas de información geográfica aplicados al rubro de riesgo y vulnerabilidad, teniendo como consecuencia la identificación de las zonas del territorio en donde existe una mayor posibilidad de sufrir algún daño como consecuencia de los fenómenos antropogénicos o naturales, así como poder prevenir el asentamiento humano en zonas catalogadas como peligrosas o riesgosas.

En este sentido la aportación de la propuesta para el Atlas de Riesgo como Planificador Territorial, se presenta en cuestiones de gestión y coordinación entre los diversos actores participantes, así como en temas de generación, recopilación y análisis de datos referentes al ámbito territorial con la vertiente focalizada en cuestiones de vulnerabilidad y riesgo.

Entre las problemáticas durante la elaboración del Atlas de riesgo, se indica la débil comunicación existente entre las áreas involucradas, como es el caso de Desarrollo Urbano y Protección Civil, que si bien es cierto contaban con la disponibilidad de coadyuvar a la realización de este instrumento, el tiempo de respuesta tendía a ser prolongado, retrasando los tiempos planteados para la recopilación, análisis y representación de la información; no obstante los períodos de entrega no fueron modificados, cumpliendo en tiempo y forma con el cronograma de trabajo establecido con las autoridades administrativas del H. Ayuntamiento de Ecatepec de Morelos.

Con este estudio, el ponente pretende proporcionar la información recopilada que sirva en las actualizaciones del Atlas Nacional de Riesgos, y contribuya como un elemento de coordinación entre la federación, los estados y los municipios; dicha información, base de datos y material cartográfico, son el pilar para contar con una plataforma en la que se pueda prevenir y afrontar a los desastres con una mayor eficacia de actuación entre los diferentes gobiernos, además de incrementar las políticas públicas referentes a la

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

protección civil, así como contar con los elementos técnicos necesarios para el mejor control de riesgos.

El mayor reto que se presentó en la elaboración de este documento, es la manera en que las autoridades puedan dar el seguimiento a lo planteado en la propuesta para el Atlas de Riesgo, aún con la apertura de las autoridades a este tema y la importancia otorgada, considerándolo dentro de la agenda municipal de Protección Civil, donde la prevención de desastres fue un tema de gran relevancia, debido al interés de las autoridades por poder anticipar el impacto de algún fenómeno que pudiera causar algún desastre en el territorio municipal, y con ello mitigar los efectos ocasionados por el mismo.

Esto se debe a la falta de instrumentos que evalúen y den seguimiento a los Atlas de Riesgos, si bien se considera la actualización de estos, no es claro el procedimiento y la periodicidad ya que sólo se menciona el reajuste dadas las necesidades; de esta manera toma relevancia el uso de la tecnología para tener una permanente actualización de los mismos y con ello, tener la posibilidad de prevenir ciertas contingencias, así como la elaboración de escenarios.

Dentro del marco jurídico, cabe resaltar el tema de las responsabilidades legales de las autoridades respecto a la omisión de las zonificaciones establecidas para la nueva autorización de los uso de suelo, así como de la delimitación del crecimiento urbano.

Otro reto a nivel municipal para enfrentar con mejores resultados los siniestros naturales, consiste en optimizar los canales de comunicación y la cultura de la prevención entre la población en riesgo eventual o fáctico y la Dirección de Protección Civil del municipio de Ecatepec. Ya que está sólo tiene la relevancia cuando se presenta un fenómeno perturbador, lo cual limita su margen de acción en su actuar en la prevención de desastres, tales como la difusión de las acciones preventivas.

El uso de nuevas plataformas tecnológicas, resultan una herramienta indispensable en la generación y recopilación de información, optimizando los recursos tanto humanos como financieros, disminuyendo los tiempos de elaboración y obteniendo elementos de análisis con mayor exactitud, para que después estos sean facilitadores en la toma de decisiones.

De esta manera, los sistemas de información geográfica, toman un papel preponderante en el manejo, almacenamiento, manipulación, análisis, modelación y presentación de los

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

datos especialmente referenciados que contengan los riesgos y vulnerabilidad en un territorio en específico, estas características lo hacen una herramienta idónea para abordar los problemas de planificación y gestión del riesgo, es decir, simplificar la capacidad de actuación por parte de las autoridades competentes.

Sin embargo, este tema no es abordado por los municipios, quedando sólo en una representación gráfica, es decir en la generación de cartografía temática o mapas, que si bien es una herramienta de gran utilidad, su aportación termina siendo reducida, con respecto al gran potencial que presenta el contar con un sistema de estas características.

Las imágenes satelitales es otro elemento que aporta información del medio que se pretende analizar, además de dimensionar ampliamente el espectro y sus componentes por medio de imágenes, proporcionando información en tiempo y forma de calidad sobre el riesgo para una zona.

Otro instrumento a considerar es el uso de drones, los cuales permiten la sobrevaloración de las zonas de riesgo a un costo financiero menor y con una mayor eficiencia debido a que el tiempo de respuesta es menor que el de las fotografías aéreas, o sobrevuelos, cabe señalar que al ser tecnología nueva las tipificaciones y la normatividad no es clara sobre el uso de estos medios, por lo que se tendrá que trabajar para poder establecer los lineamientos necesarios que permitan conciliar criterios para un uso eficiente.

Todos estos elementos considerados, son producto de la experiencia generada en la elaboración de Atlas de Riesgo, por lo que este instrumento tendría que ser constantemente actualizado y tomado en cuenta en los programas de ordenamiento territoriales así como en la elaboración de los planes de desarrollo urbano y municipales, por lo que habría que profundizar más en esta materia a través de políticas públicas que determinen el seguimiento a las acciones derivadas de este instrumento.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

BIBLIOGRAFÍA

Alcántara, Echeverría y Otros, 2014: "Inundaciones" en *Serie Fascículos*, Distrito Federal: Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación. www.cenapred.gob.mx .

Alexander,D., 1993: *Natural Disasters*, Nueva York: Chapman and Hall.

Burby R.J. 1998: *Cooperating with Nature: Confronting Natural Hazards with Land-Use Planning for Sustainable Communities*, Washington, Joseph Henry Press.

Cardona Arboleda, Omar, 2001: *Estimación Holística del Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos*, Barcelona, España: Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Cataluña.

Carreño, Cardona y otros, 2005: "*Sistema de Indicadores para la Evaluación de Riesgos*". Barcelona, España.

Castel, Robert, 1997: "La metamorfosis de la cuestión social. Una crónica del salariado". Buenos Aires: Paidós. (Estado y Sociedad).

CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2014: Series Fascículo, México Distrito Federal, www.cenapred.gob.mx .

Delgadillo Ubaldo, Elizabeth, 2008: *Metodología para el Análisis de Riesgos Ambientales. Impacto Social en la Población del Municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México*, México Distrito Federal: Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional IPN.

Galindo, Jorge, 2015: "El concepto de riesgo en las teorías de Ulrich Beck y Niklas Luhmann" en Revista *Acta Sociológica Núm. 67*, pp. 141-164. México Distrito Federal, México DF: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM.

Golovanevsky, Laura, 2007: *Vulnerabilidad y Transmisión Intergeneracional de la Pobreza. Un abordaje cuantitativo para Argentina en el Siglo XXI*, Argentina: Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

Hermelín, M. 1991: *Geología, Prevención de Desastres y Planeación Física y Anotaciones sobre el Actual Concepto de Impacto Ambiental en Colombia*, Colombia: Report AGID No. 16, Environment Geology and Applied Geomorphology in Colombia.

INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2012: Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático. México.

INEGI, Carta Geológica E14-2, Escala 1:250,000.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

INEGI, Carta Topográfica E14A29, E14B21, EA4A39 y E14B31, Escala 1:50,000.

INEGI, Conjunto de datos vectoriales de la serie de recursos naturales. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI, Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ecatepec de Morelos, México. INEGI 2009. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1, 000,000 serie I.

Lozano Cortijo, Olga, 2008: "Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Inundaciones y Sismos de las Edificaciones en Centros Urbanos" en Revista *Gestión de Riesgo Urbano en América Latina*, Perú: Centro de Estudios y Prevención de Desastres.

Macías, José, 1995: Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México, en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Volumen, Tomo LVII, núm, 3, p.379-424*. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal.

National Academy of Sciences, 1983. Risk Assesment in the Federal Government: Menaging the Process. National Academy Press, Washington D.C.

Organización Meteorológica Mundial, 2012, "Glosario Hidrológico Internacional", Ginebra, Suiza.

Ruíz Naxhelli, Casado y otros, 2014: "Los Atlas de Riesgo Municipales en México como Instrumento de Ordenamiento Territorial" en *Boletín del Instituto de Geografía UNAM*, pp. 1-17. México Distrito Federal: Facultad de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM.

Salas Marco y Jiménez, 2014: "Inundaciones" en *Serie Fascículos*, Distrito Federal: Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación. www.cenapred.gob.mx.

Secretaría de Desarrollo Agrario, 2013: Territorial y Urbano, "Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para representar el Riesgo", México D.F: SEDATU.

Diario Oficial de la Federación, 2015: "Programa de Prevención de Riesgos, para el Ejercicio Fiscal, 2016" en Reglas de Operación, Ciudad de México, Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. www.gob.mx/sedatu

Servicio Meteorológico Nacional, 1999: "Normales Climatológicas" en Comisión Nacional del Agua y Servicio Meteorológico Nacional, México Distrito Federal.

UNDRO, 1979: *Natural Disasters and Vulnerability Analysis, Report of Experts Group Meeting*, Geneva.

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS.

Figura

1.1 Representación gráfica de la medición de Riesgo en función del peligro y vulnerabilidad	14
1.2 Evaluación de riesgos	15
3.1 Croquis de localización	27
3.2 Mapa edafológico del Municipio de Ecatepec de Morelos	36
3.3 Mapa hidrográfico del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	39
3.4 Mapa de usos de suelo y vegetación del Municipio de Ecatepec de Morelos	44
3.5 Mapa de distribución de la población por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	50
3.6 Mapa de grado promedio de escolaridad por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	54
3.7 Mapa de promedio de ocupantes por vivienda por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	56
3.8 Mapa de Grado de Marginación por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos	59
3.9 Mapa de distribución de la población sin derechohabiencia por AGEB del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	65
4.1 Área de influencia de los flujos y caídas de materiales volcánicas del Popocatepetl hacia el Municipio de Ecatepec de Morelos	74
4.2 Derrame de lava antiguos en el Municipio de Ecatepec de Morelos	75
4.3 Mapa de zonificación de riesgos por inestabilidad de laderas a nivel AGEB en el municipio de Ecatepec. 97	
4.4 Mapa de zonificación de riesgos por Agrietamientos, Hundimientos y Subsistencia a nivel Colonia en el municipio de Ecatepec.....	102

Tablas

1.1 Fenómenos Geológicos estudiados, nivel de análisis y escalas empleadas	19
3.1 Provincias Fisiográficas y principales topoformas ubicadas dentro del municipio de Ecatepec de Morelos 29	
3.2 Principales Unidades morfogénicas localizadas en el municipio de Ecatepec de Morelos	31
3.3 Tipos de roca y suelo localizados en el Municipio de Ecatepec de Morelos.....	33
3.4 Elementos hidrológicos más importantes del municipio de Ecatepec de Morelos	37
3.5 Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas del municipio de Ecatepec de Morelos.....	38
3.6 Climas del Municipio de Ecatepec de Morelos.	40
3.7 Uso de suelo y vegetación del municipio de Ecatepec de Morelos.	43
3.8 Proyección de la población de Ecatepec por año, sexo y grupos de edad, 2015-2030	47

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.9 Estadística básica de educación en el municipio de Ecatepec de Morelos	53
3.10 Estadística básica de vivienda en el municipio de Ecatepec de Morelos, 2010.....	55
3.11 Tipos de limitación en la población del municipio de Ecatepec de Morelos, 2010	57
3.12 Índice y Grado de Marginación en la cabecera municipal y localidades rurales del municipio de Ecatepec de Morelos.....	58
3.13 Indicadores, índice y grado de rezago social, Municipio de Ecatepec, 2010	58
3.14 Volumen de producción del sector primario para el Municipio de Ecatepec, 2010	60
3.15 Estadística Básica de los Sectores Secundario y Terciario para el Municipio de Ecatepec, 2009.	61
3.16 Equipamiento de Salud en el Municipio de Ecatepec, 2010	64
4.1 Localidad, Magnitud y año de recurrencia de sismos generados dentro de la cuenca de México entre 1924 y 1955 y sus períodos de recurrencia	79
4.2 Resumen de categoría NERPH para rangos de pendiente.....	81
4.3 Correlación entre Escala de Mercalli y Aceleración Sísmica, así como periodos de retorno en el municipio de Ecatepec de Morelos.....	82
4.4 Variables sísmicas del terreno según su topografía	85
4.5 Variables de daño sísmico de las estructuras según los materiales de construcción.	86
4.6 Variables sísmicas de los asentamientos según su tipología constructiva	86
4.7 Rango de Vulnerabilidad sísmica de las viviendas según los resultados obtenidos del Isd	87
4.8 Ponderaciones de propensión- susceptibilidad de las variables de análisis para el mecanismo de volteo-deslizamiento.....	92
4.9 Clave de abreviaturas de las litologías consideradas para el mecanismo de volteo- deslizamiento.....	92
4.10 Niveles de propensión-susceptibilidad a volteo-deslizamiento según intensidad	95
4.11 Viviendas edificadas sobre zonas de riesgo a nivel AGEB en el municipio de Ecatepec.....	99
Graficas	
3.1 Superficie en kilómetros cuadrados de las unidades geomorfológicas del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	30
3.2 Porcentaje de la superficie de la clase de roca y suelo del Municipio de Ecatepec de Morelos	32
3.3 Porcentaje de la superficie de los suelos del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	35
3.4 Porcentaje de la cobertura municipal de climas en el Municipio de Ecatepec.....	41
3.5 Porcentajes de cobertura municipal de los distintos tipos de usos de suelo y vegetación del municipio de Ecatepec de Morelos	42
3.6 Población masculina y femenina en 2010 en el municipio de Ecatepec de Morelos.....	47

PLANEACIÓN Y RIESGO MUNICIPAL
CASO DE ESTUDIO: PROPUESTA PARA EL ATLAS DE RIESGO
DEL MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.

3.7 Pirámide poblacional del municipio de Ecatepec de Morelos, 2010.....	49
3.8 Distribución de la población por grupos de edad del municipio de Ecatepec de Morelos, 2010.....	49