

# Atlas de Riesgos en el Municipio de Cuautla, Morelos



12 de diciembre de 2011  
Informe final

Número de obra 117006PP061943  
Número de expediente PP11/17006/AE/1/088

Municipio de Cuautla, Estado de Morelos



Master Planning, S.A. de C.V.  
Colima 410-202 Col. Roma México, D.F. 06700 Tel. (55) 5256 2025  
[mp\\_masterplanning@yahoo.com.mx](mailto:mp_masterplanning@yahoo.com.mx)



## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1.    Introducción .....	1
1.2.    Antecedentes .....	1
1.3.    Objetivo .....	2
1.4.    Alcances .....	3
1.5.    Metodología General .....	3
1.6.    Contenido del Atlas de Riesgo .....	5
<b>CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio .....</b>	<b>6</b>
2.1.    Determinación de la Zona de Estudio .....	6
<b>CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural .....</b>	<b>9</b>
3.1.    Fisiografía .....	9
3.2.    Geología .....	11
3.3.    Geomorfología .....	12
3.4.    Edafología .....	14
3.5.    Hidrología .....	15
3.6.    Climatología .....	18
3.7.    Uso de suelo y vegetación .....	19
3.8.    Áreas naturales protegidas .....	20
<b>CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos .....</b>	<b>23</b>
4.1.    Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población .....	23
4.2.    Características sociales .....	27
4.3.    Principales actividades económicas en la zona .....	41
4.4.    Características de la Población Económicamente Activa .....	43
4.5.    Estructura urbana .....	46
<b>CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural .....</b>	<b>47</b>
5.1.    Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico .....	47
5.1.1 <i>Fallas y Fracturas</i> .....	47
5.1.2 <i>Sismos</i> .....	49
5.1.3 <i>Vulcanismo</i> .....	53
5.1.4 <i>Procesos gravitacionales (Deslizamientos)</i> .....	58
5.1.5 <i>Derrumbes</i> .....	60
5.1.6 <i>Flujos</i> .....	60
5.1.7 <i>Hundimientos</i> .....	60





5.2.	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico .....	63
5.2.1.	Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) .....	64
5.2.2.	Tormentas eléctricas.....	65
5.2.3.	Sequías.....	67
5.2.4.	Temperaturas máximas extremas .....	69
5.2.5.	Vientos Fuertes.....	71
5.2.6.	Lluvias.....	72
5.2.7.	Inundaciones.....	77
5.2.8.	Masas de aire (granizo, heladas y nevadas) .....	100
<b>CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGACIÓN DE PELIGROS.....</b>		<b>104</b>
<b>6.1.</b>	<b>Identificación de Medidas Preventivas y Acciones de Mitigación.....</b>	<b>104</b>
6.1.1	<i>Medidas preventivas generales.....</i>	<i>104</i>
6.1.2	<i>Medidas ante riesgos geológicos .....</i>	<i>105</i>
6.1.2.1.	Medidas ante riesgos por sismos .....	105
6.1.2.2.	Medidas ante riesgos por inestabilidad de laderas (remoción en masa).....	105
6.1.2.3.	Medidas ante riesgos por hundimientos .....	106
6.1.2.4.	Medidas ante riesgos por fallas o fracturas .....	106
6.1.2.5.	Medidas ante riesgos por erosión .....	106
6.1.3	<i>Medidas ante riesgos hidrometeorológicos .....</i>	<i>107</i>
6.1.3.1.	Medidas ante riesgos de inundación .....	107
6.1.3.2.	Medidas ante riesgos por tormentas eléctricas .....	108
6.1.3.3.	Medidas ante riesgos por sequía .....	108
<b>6.2.</b>	<b>Propuesta de Acciones de Mitigación.....</b>	<b>109</b>

**ILUSTRACIONES**

Figura 1.	Esquema conceptual del Atlas de Riesgos.	4
Figura 2.	Localización del Municipio de Cautla, Morelos	6
Figura 3.	Mapa base a nivel municipal escala 1:30000	7
Figura 4.	Mapa base manzanero (escala 1:12,000)	8
Figura 5.	Detalle de mapa base manzanero (escala 1:7,500)	8
Figura 6.	Mapa de Fisiografía	10
Figura 7.	Mapa de geología	12
Figura 8.	Mapa de zonificación geomorfológica	13
Figura 9.	Mapa edafológico	15
Figura 10.	Detalle norte de la cuenca del Río Cautla (área de captación municipal)	16





Figura 11. Subcuenca del Río Cuautla	17
Figura 12. Hidrología de Cuautla	18
Figura 13. Mapa de climas	19
Figura 14. Mapa de vegetación	20
Figura 15. Áreas Naturales Protegidas	22
Figura 16. Densidad de Población	27
Figura 18. Mapa de fallas y morfolineamientos que se encuentran y/o cruzan al municipio de Cuautla, Morelos.	48
Figura 19. . Regiones sísmicas (Fuente SSM).	50
Figura 20. Riesgo sísmico del municipio de Cuautla, Morelos	52
Figura 21. Mapa de peligros volcánicos por fenómenos de flujo.	55
Figura 23. Mapa de peligros por efecto de un colapso del edificio.	57
Figura 24. Mapa de susceptibilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.	59
Figura 25. Mapa de susceptibilidad de ocurrencia de hundimientos.	62
Figura 26. Esquema de peligros hidrometeorológicos.	63
Figura 28. Mapa de Tormentas eléctricas	67
Figura 29. Índice de Severidad de la Sequía Meteorológica	68
Figura 30. Mapa de Peligro por Sequias Meteorológicas	69
Figura 31. . Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana	72
Figura 32. Zonificación de la precipitación media anual nacional.	73
Figura 33. Precipitación máxima en 24 hrs de Cuautla	74
Figura 34. Inundaciones ribereñas	77
Figura 35. Corte esquemático de escurrimientos (ríos, barrancas y apantles) jóvenes en Cuautla.	79
Figura 36. Imagen satelital de colonia Narciso Mendoza (zona inundable en rojo)	80
Figura 37. Canalizaciones artificiales de agua Col. Narciso Mendoza	81
Figura 38. Mapa riesgos de la colonia Narciso Mendoza	81
Figura 39. En la colonia Calderón existen zonas de alto riesgo por inundación	82
Figura 40. Colonia Vicente Guerrero-Ampliación Benito Quezada	84
Figura 41. Canal (arroyo Xochimelcancingo) de alto poder de socavación en las calles 3 de noviembre y Camino a la Antigua Vía (o del FC Interoceánico)	85
Figura 42. Arroyo Xochimelcancingo y puntos de muy alto riesgo de inundación repentina (satélite)	86
Figura 43. Arroyo Xochimelcancingo y puntos de muy alto riesgo de inundación repentina	86
Figura 44. Viviendas afectadas por el Arroyo Xochimelcancingo.	87
Figura 45. Cauce esquematizado (ver Figura 35) adyacente Al norte de la calle 3 de noviembre.	88
Figura 46. Zona de inundación en colonia Miguel Hidalgo. La carretera funge como bordo de inundación.	91



Figura 47. Imagen satelital de colonias Sabinos, Santa Cruz y Zaragoza. Puntos de alto riesgo de inundación.	93
Figura 48. Mapa de colonias Sabinos, Santa Cruz y Zaragoza. Puntos de alto riesgo de inundación.	94
Figura 49. Imagen satelital de colonias Benito Juárez y Otilio Montaña. Puntos de alto riesgo de inundación.	95
Figura 50. Mapa de colonias Benito Juárez y Otilio Montaña. Puntos de alto riesgo de inundación.	96
Figura 51. Imagen satelital de colonia Fovissste 5 de diciembre. Puntos de alto riesgo de inundación.	97
Figura 52. Imagen satelital Norte de la colonia Reforma. Puntos de alto riesgo de inundación.	98
Figura 53. Mapa Norte de la colonia Reforma. Puntos de alto riesgo de inundación.	99
Figura 54 . Mapa de Peligro por Granizadas	101
Figura 55 . Mapa de Peligro por Heladas	103

## **GRÁFICAS**

Gráfica 1.- Municipio de Cautla y Ciudad de Cautla. Crecimiento demográfico 1970 – 2010	23
Gráfica 2.- Municipio de Cautla. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, 2010.	25
Gráfica 3. Municipio de Cautla. Principales ramas de actividad y su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%), 2008	42
Gráfica 4. Participación de la PEA en el total de la población, 1990-2010.	43
Gráfica 5. Municipio de Cautla. Distribución de la PEA por sectores, 1990 – 2010	44
Gráfica 6.- Niveles de ingreso de la población ocupada, 2000	44

## **CUADROS Y TABLAS**

Cuadro 1. Contenido general del atlas de riesgos de Cautla	5
Cuadro 2. Población y crecimiento promedio anual 1970-2010 y sus proyecciones al año 2030	23
Cuadro 3. Mortalidad en Cautla, 2010.	26
Cuadro 4. Viviendas particulares habitadas vulnerables ante fenómenos climáticos, 2010.	29
Cuadro 5. Indicadores de la participación del Municipio de Cautla en la economía estatal	41
Cuadro 6. Indicadores de la PEA del Municipio de Cautla, 1990 - 2010	45
Cuadro 7. Tormentas eléctricas registradas por estación meteorológica	66
Cuadro 8. Temperaturas máximas registradas por estación meteorológica	70
Cuadro 8. Tipos de lluvia	73
Cuadro 9. Precipitación máxima registrada por estación meteorológica	75
Cuadro 10. Daños provocados por lluvias en el municipio de Cautla	76
Cuadro 11. Días con granizo registradas por estación meteorológica	102



## CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción

### 1.1. Introducción

El presente Atlas de Peligros Naturales del Municipio de Cuautla se inscribe dentro del Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

Este instrumento brindará a las autoridades municipales el insumo básico para diseñar y definir las estrategias y proyectos pertinentes en el territorio ante posibles contingencias; también coadyuvará a la planeación, elaboración e implementación de acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad de la población frente a amenazas de diversos orígenes y mejorar la calidad de vida en zonas específicas del municipio, permitiendo identificar a la población en condición de riesgo.

Para ello, el Atlas incorpora información geográfica de los riesgos de origen natural que se presentan en el municipio, para identificar zonas expuestas a peligro y definir las características de la población y sus viviendas ubicadas en estas zonas.

En primera instancia, se presenta el universo de los fenómenos que integran al peligro (agente perturbador), entendiéndose como el sistema capaz de originar calamidades que pueden impactar a la comunidad y su entorno. Los agentes perturbadores considerados en el estudio, incluyen los fenómenos de origen geológico e hidrometeorológico.

Los fenómenos geológicos consideran: la sismicidad; el vulcanismo; el deslizamiento; el colapso de suelos deslavables; los hundimientos y agrietamientos, y la erosión. Dentro de los fenómenos hidrometeorológicos se incluyen: las lluvias torrenciales; las granizadas y nevadas; las inundaciones y flujos de lodo; las tormentas eléctricas y las temperaturas extremas.

Asimismo, se vinculan los peligros con las repercusiones que éstos tendrían en el Municipio de Cuautla, que puede ser siniestrado por diversos peligros en más de un sentido, por lo que este trabajo aborda a la población afectada como un todo, denominado como el sistema afectable (éste comprende a la población, sus bienes y el ecosistema). Para determinar el riesgo, se identifican las condiciones socioeconómicas de las familias y las viviendas emplazadas en las zonas consideradas críticas por el Atlas.

### 1.2. Antecedentes

El municipio de Cuautla, es el tercero más poblado en el estado de Morelos, la lista de demarcaciones con mayor población la encabezan Cuernavaca con 365,168, Jiutepec con 196,953 y **Cuautla con 175,207** habitantes al año 2010; por los **153.65 km<sup>2</sup>** de superficie que abarca su territorio, es el décimo quinto más extenso del Estado (los mayores son Tlaquitenango con más de 530 km<sup>2</sup> y Tepalcingo que supera los 370 km<sup>2</sup>).

Cuautla presenta características demográficas, edafológicas, geológicas, volcánicas, climáticas y geomorfológicas relativamente homogéneas a lo largo y ancho de su territorio, no obstante, esto



no lo exime de la susceptibilidad a una amplia gama de fenómenos que pueden ser destructivos o incluso catastróficos.

Por su cercanía a la zona de grandes volcanes, este municipio se encuentra en la zona de riesgo del Volcán Popocatepetl; por lo que se tiene contemplado un Plan de Seguridad, de Emergencia y Evacuación en caso de ser necesario, éste contempla el diagnóstico de afectabilidad, ubicación y señalización de zonas de alto riesgo; programas de evacuación para zonas de alto riesgo, programa de información y difusión, este plan se encuentra enlazado con el Programa Fuerza de Tarea Popocatepetl de refugios temporales del Estado de Morelos.

En particular, en el Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos se señala al municipio de Cuautla con diversas zonas de peligro por fenómenos geológicos. Así el peligro por flujo de materiales volcánicos es considerado alto, por fenómenos sísmicos es muy alto, por hundimientos y agrietamientos es muy alto, por flujo de materiales volcánicos es medio y por flujos de lodo e inundaciones es muy alto.

Asimismo, en el citado Atlas, se señala que en el municipio existen zonas con Riesgo alto por inestabilidad de laderas y en particular, la Colonia Calderón se identifica con un nivel de Riesgo muy alto por hundimientos y agrietamientos.

Por lo que respecta a los fenómenos hidrometeorológicos, se destaca el peligro muy alto por inundaciones pluviales y fluviales en algunas zonas del municipio, entre ellas las colonias Benito Juárez, Iztaccíhuatl, Gabriel Tepepa, Otilio Montaña, Paraíso, Pablo Torres Burgos, Ex Hacienda Calderón, Narciso Mendoza, Casasano, Miguel Hidalgo, Cuautlixco, Emiliano Zapata, Tetelcingo, Santa Bárbara, Hermenegildo Galeana, Centro y Vicente Guerrero.

La Unidad de Protección Civil Municipal en su centro de operaciones cuenta con grupos de: alertamiento; evaluación de daños; coordinación de emergencias; seguridad; búsqueda, salvamento y emergencia; servicios estratégicos, equipamiento y bienes; salud; aprovisionamiento y comunicación social en emergencias.

Obedeciendo a que poco más de la mitad del territorio es plano, se tienen señalizados y detectados los principales canales, ríos y barrancas ante posibles problemas de inundaciones; además de contar con programas permanentes de difusión ante los principales riesgos a los que se encuentra expuesta la población civil.

El presente Atlas tiene su fundamento legal en los artículos 1º, 2º y 10 de la Ley General de Protección Civil, 79 y 81 de la Ley General de Protección Civil para el Estado de Morelos.

### **1.3. Objetivo**

A través de un documento sencillo y científicamente válido, Cuautla contará con un documento que diagnostique, pondere y detecte los peligros y la vulnerabilidad en el espacio geográfico, a través de criterios estandarizados, catálogos y bases de datos homologadas, compatibles y complementarias para generar zonificaciones y cartografía de riesgos.



## **1.4. Alcances**

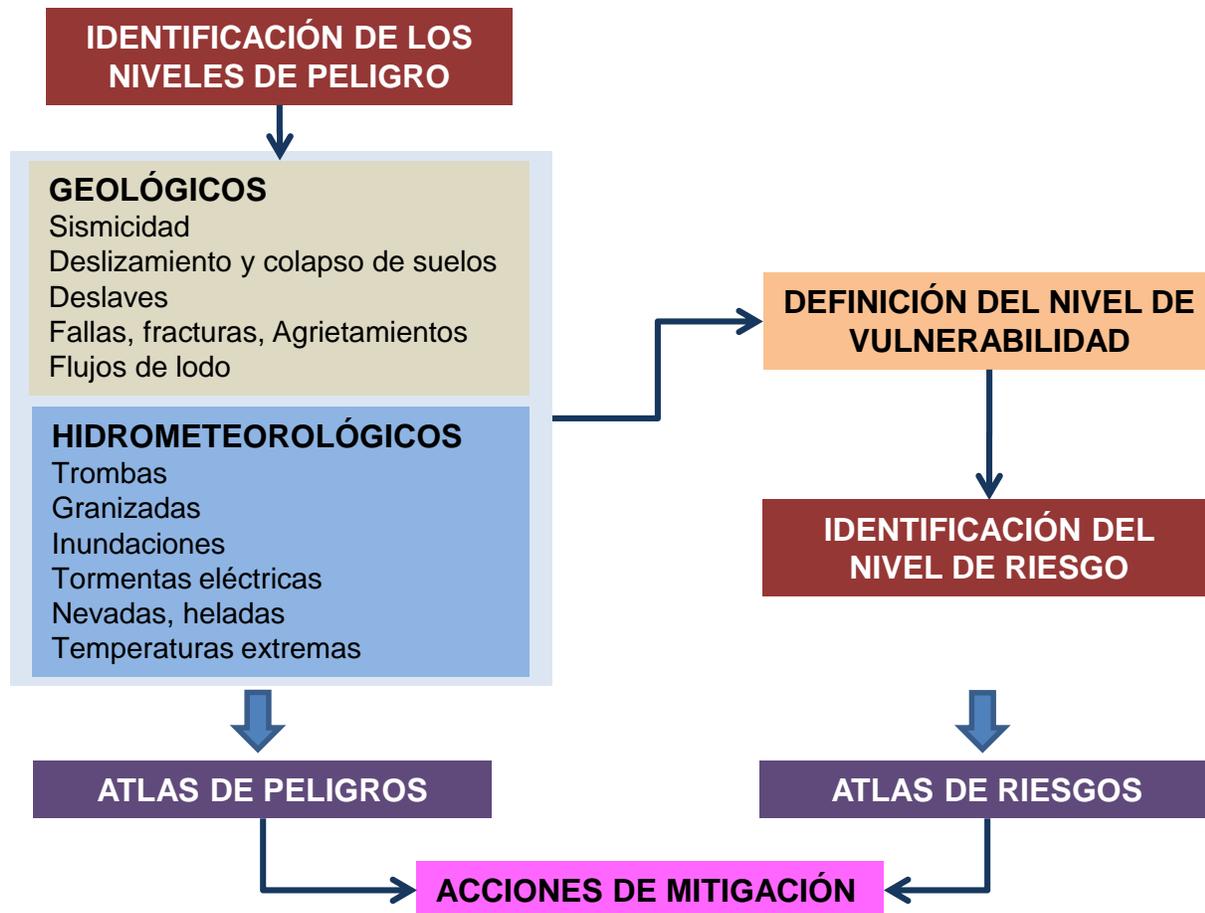
El Atlas de Riesgos de Cuautla, previo análisis-síntesis de la situación de peligros y riesgos ocasionados por eventos naturales en conjunción con las variables de vulnerabilidad del sistema afectable, identificará por medio de mapas y cuantificará por medio de tablas y descripciones analíticas dentro del texto, la afectabilidad del municipio ante distintos fenómenos de la naturaleza.

Los alcances que tendrá el presente documento se apegarán a las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDESOL tanto en la elaboración de cartografía, sus diccionarios de datos y metadatos como en el tipo de documento técnico en donde se describa el atlas de riesgos con antecedentes e Introducción, determinación de la zona de estudio, caracterización de los elementos del medio natural y de los elementos sociales, económicos y demográficos y por último se realizará la parte central de este documento que consiste en la identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural. Adicionalmente se incluirán en un documento anexo los metadatos, memoria fotográfica, fichas de campo, glosarios, bibliografía y demás información de apoyo empleada para la conformación de este documento.

## **1.5. Metodología General**

El tema del riesgo dentro de la prevención de desastres ha sido tratado y desarrollado por diversas disciplinas que han conceptualizado sus componentes de manera diferente, aunque en la mayoría de los casos de manera similar. Un punto de partida es que los riesgos están ligados a actividades humanas. La existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador (fenómeno natural o generado por el hombre) que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, etc.) en un grado tal, que constituye un desastre. Así, un movimiento del terreno provocado por un sismo no constituye un riesgo por sí mismo. Si se produjese en una zona deshabitada, no afectaría ningún asentamiento humano y por tanto, no produciría un desastre.

Figura 1. Esquema conceptual del Atlas de Riesgos.



Fuente: SEDESOL. Metodología de los Atlas de Riesgos.



## 1.6. Contenido del Atlas de Riesgo

El contenido del presente documento se enmarca en el capitulo que definen las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDESOL y se menciona en la siguiente tabla.

Cuadro 1. Contenido general del atlas de riesgos de Cauatla

<b>CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción</b>	<b>CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural</b>
Introducción	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico
Antecedentes	Fallas y Fracturas
Objetivo	Sismos
Alcances	Tsunamis o maremotos
Metodología General	Vulcanismo
Contenido del Atlas de Riesgo	Deslizamientos
	Derrumbes
<b>CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio</b>	Flujos
Determinación de la Zona de Estudio	Hundimientos
	Erosión
<b>CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural</b>	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico
Fisiografía	Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)
Geología	Tormentas eléctricas
Geomorfología	Sequías
Edafología	Temperaturas máximas extremas
Hidrología	Vientos Fuertes
Climatología	Inundaciones
Uso de suelo y vegetación	Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)
Áreas naturales protegidas	
<b>CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos</b>	<b>CAPÍTULO VI. Anexo *</b>
Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.	Glosario de Términos
Características sociales	Bibliografía
Principales actividades económicas en la zona	Cartografía empleada
Características de la población económicamente activa	Metadatos
Estructura urbana	Fichas de campo

## CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

En este apartado se establecerán los niveles geográficos de aproximación a la problemática municipal del peligro o riesgo. Se definirán, por medio de aproximaciones y condiciones específicas de las localidades estudiadas. A continuación se explica cómo se llegó a los niveles escalares propuestos en el presente atlas de riesgos.

La determinación de la zona de estudio, es un instrumento técnico geográfico que determina las áreas de tratamiento para desarrollar las acciones de nivel territorial que permitan configurar y delimitar representaciones territoriales óptimas. Para la elaboración del mapa de zonificación, se realizó una evaluación integrada de las zonas de peligro y unidades geográficas funcionales; dentro de un análisis de superposición que incluye el mapa base en conjunción con los diferentes temas que se abordarán en el atlas.

### 2.1. Determinación de la Zona de Estudio

El presente Atlas abarca el territorio del municipio de Cuautla, el cual se localiza en la parte centro-oriental del Estado de Morelos. Colinda con los Municipios de Yautepec, Atlatlahucán, Yecapixtla y Ayala. Políticamente está dividido en 43 localidades, siendo las más importantes: Cuautla, Calderón, Casasano, Cuautlixco, Eusebio Jáuregui, Gabriel Tepepa, el Hospital, Otilio Montaña, Tetelcingo y Puxtla.

La cabecera municipal se ubica a 52 km de Cuernavaca, capital del estado y a 104 km del Centro Histórico de la Ciudad de México. Sus coordenadas extremas son: al norte 18°53' y al sur 18°45' latitud norte y los meridianos 98° 53' al este y 99° 01' al oeste, longitud Oeste.

Se encuentra relativamente cercano a los Estados de México (20 km), Puebla (26 km) y Guerrero (38 km)

El municipio de Cuautla comprende una superficie aproximada de 153 km<sup>2</sup>, representando el 1.92% de la superficie del estado, su territorio se extienden hasta una altitud de 1,300 metros sobre el nivel del mar, las elevaciones de importancia en el Municipio son el cerro de Calderón que se ubica al poniente, del Municipio así como el cerro del Hospital que separa los valles de Cuautla y Yautepec.

Figura 2. Localización del Municipio de Cuautla, Morelos

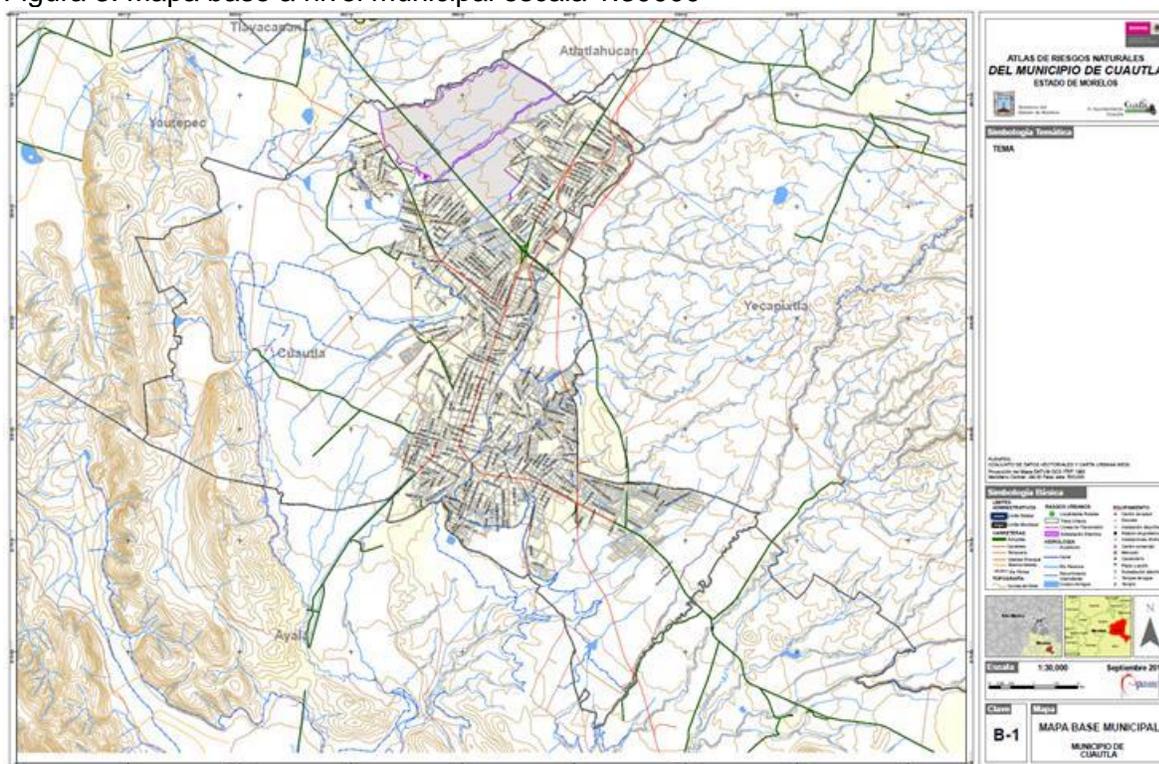


Fuente:Elaboración propia.

La metodología utilizada para la determinación de las zonas de estudio del presente atlas, ha sido estructurada a partir de la aplicación de métodos y técnicas de análisis y la organización territorial, cuya finalidad es definir y delimitar y/o redelimitar el número apropiado de niveles y escalas de estudio. El presente Esquema Metodológico presenta; la descripción, el análisis y la presentación de información en 2 niveles de aproximación cartográfica: el municipal y el manzanero.

Cuautla es un municipio con características geográficas de superficie y forma que hacen posible el estudiarlo integralmente en escalas no mayores a 1:30,000 para representaciones cartográficas impresas en 90cm por 60cm. Es decir que una primera aproximación a la situación relacionada con peligros del municipio, éste será representado en escala 1:30,000, como se aprecia en la Figura 3.

Figura 3. Mapa base a nivel municipal escala 1:30000



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

En áreas que son potencialmente susceptibles a ser afectadas por algún tipo de evento o fenómeno natural, lo cual las hace vulnerables, se orientará la zonificación hacia áreas propicias a la evaluación detallada de niveles de vulnerabilidad por fenómenos naturales, por lo que a partir del mapa base municipal se analizarán las características propias del territorio cuatlense en relación con sus condiciones y propensión a ser impactado por alguno de los fenómenos naturales que se especificarán más adelante. Con base a este nivel de análisis, la representación cartográfica será adecuada a cada una de las condiciones mencionadas para visualizar los fenómenos desde una perspectiva a mayor detalle que será expresada gráficamente en el espacio con mapas a nivel centro de población en los que se emplearán escalas a 1:12,000.

En la Figura 4 se ilustra el nivel del mapa manzanero del centro de población, en el que se representa el peligro o riesgo de la población ante determinados fenómenos; este nivel de detalle permitirá establecer bases para futuros estudios de riesgo y también para evaluar otras áreas con características semejantes además de localizar de forma puntual las obras propuestas para mitigar la vulnerabilidad del sistema afectable.

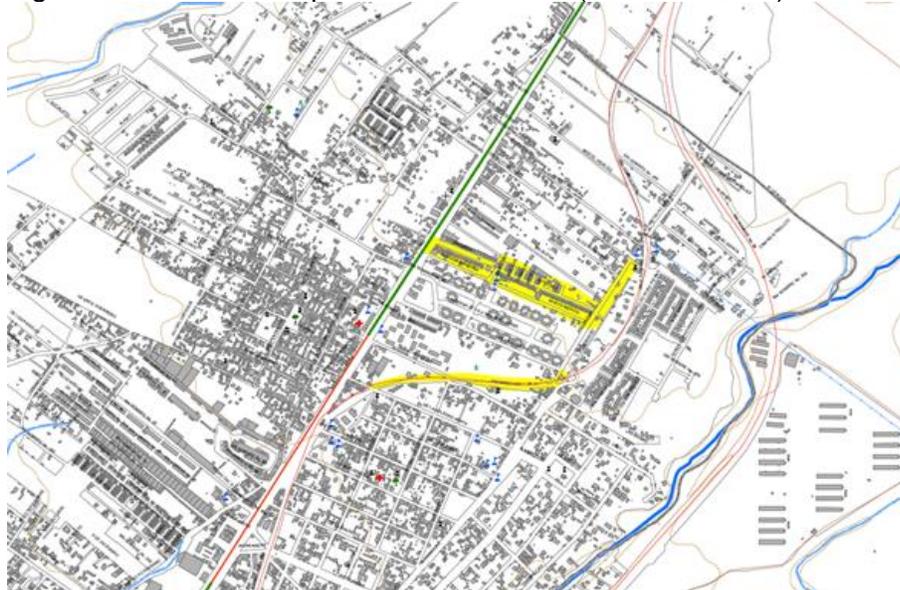
Figura 4. Mapa base manzanero (escala 1:12,000)



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

Este mapa puede estar en diversas escalas, por ejemplo en la Figura 4 la escala es en 12,000 mientras –en el caso del tema así lo exija- la Figura 5 tiene una escala de 1:7,500 mismo que permite apreciar a mayor detalle los rasgos de la cartografía.

Figura 5. Detalle de mapa base manzanero (escala 1:7,500)



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.



## CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

El objetivo de la caracterización del subsistema natural tiene como propósito establecer las condiciones medioambientales que prevalecen en un espacio determinado, en este caso, el Municipio de Cuautla, Morelos. Una vez caracterizadas dichas condiciones se logrará una primera aproximación a las causas naturales que generan fenómenos potencialmente peligrosos.

### 3.1. Fisiografía

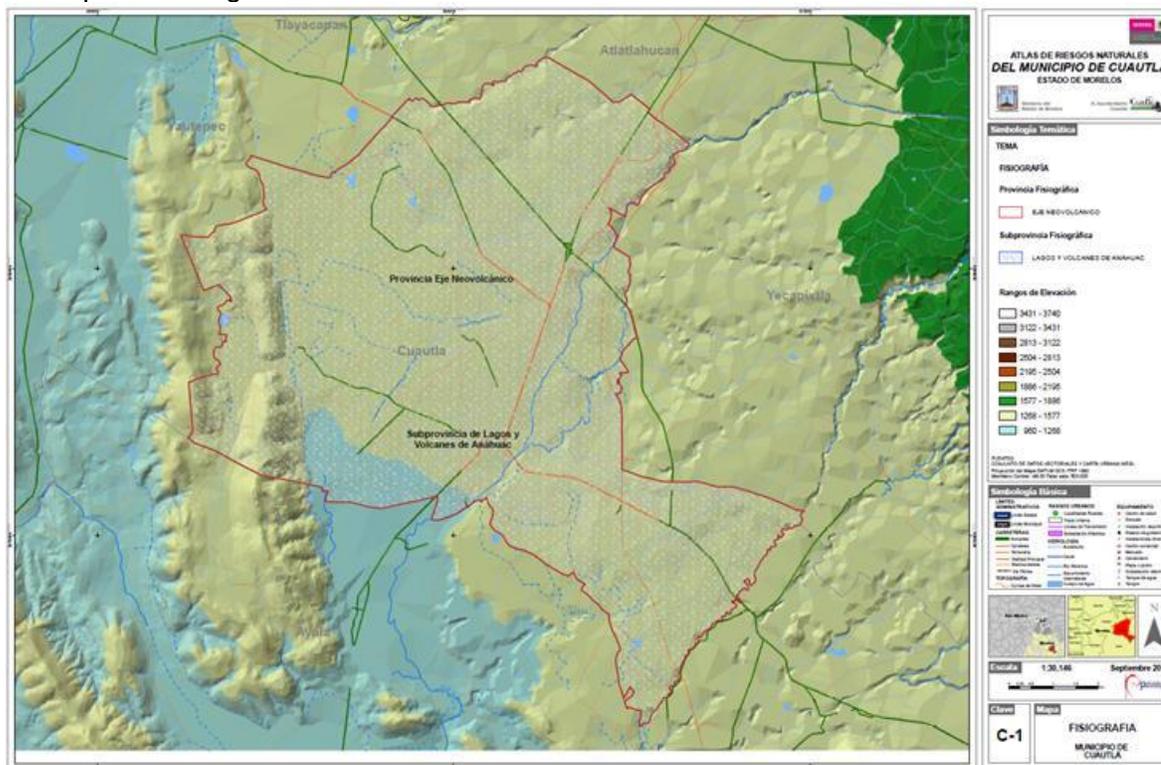
Fisiográficamente, el estado de Morelos pertenece a las provincias Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico. El municipio de Cuautla se comprende en la provincia del Eje Neovolcánico, misma que se caracteriza por tener grandes sierras volcánicas, enormes coladas lávicas, conos cineríticos y depósitos de arena y cenizas, comprende también la cadena de grandes estratovolcanes, como el Popocatepetl e Iztaccíhuatl. Esta provincia se divide en dos subprovincias: la de Lagos y Volcanes de Anáhuac y Sur de Puebla, la primera sirve de marco para el Municipio de Cuautla, provocando algunas irregularidades del terreno hacia el sur del municipio.

El estado de Morelos se ubica en la provincia de La Sierra Madre del Sur, en la subprovincia de Sierras y Valles Guerrerenses cuyos sistemas montañosos tienden a orientarse norte-sur, al contrario de la tendencia general de la provincia que es este-oeste.

El Sistema Volcánico Transversal, pasando por Morelos, atraviesa el país de oeste a este, entre los paralelos 19 y 21 grados de latitud norte, su continuidad orográfica determina la fisiografía del centro de México, y establece un límite biogeográfico, geológico, geomorfológico, climático, hidrológico y edáfico. Por esta influencia fisiográfica, Morelos se sitúa desde el punto de vista físico y biológico, justo en la frontera entre América del Norte y América del Sur, en la zona de transición entre las provincias bióticas Neártica y Neotropical.

La naturaleza, forma y estructura de las montañas del norte de Morelos son muy diferentes a las de las peniplanicies del este, por lo que no deben contemplarse juntas como una provincia fisiográfica. Tampoco es acertado pensar que el suroeste de Morelos forma parte de la Sierra Madre del Sur, ya que más bien está ubicado en la Depresión del Balsas.

Figura 6. Mapa de Fisiografía



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

El Municipio de Cuautla se localiza a una altitud promedio de 1,300 metros sobre el nivel del mar.

En general se presentan tres formas características de relieve en el municipio, la primera corresponde a las zonas accidentadas y abarca aproximadamente el 7% de la superficie, la segunda corresponde a zonas semiplanas y abarca aproximadamente el 32% de la superficie, la tercera corresponde a las zonas planas y cubre el 61% de la superficie.

La Sierra del Chichinautzin desciende abruptamente hacia la parte sur del Estado, dando lugar a ondulantes y fértiles lomeríos en el valle de Cuautla, que se extienden hasta una altitud de 1,200 metros sobre el nivel del mar, las únicas elevaciones de importancia en el Municipio la conforman el cerro de Calderón que se ubica al poniente, del Municipio así como también el cerro del Hospital que separa los valles de Cuautla y Yautepec.

Las zonas semiplanas se localizan principalmente al Norte y al Este del municipio, y son utilizadas con usos agrícolas de temporal.

Las zonas planas ocupan la porción central y el Suroeste del municipio, en ellas se ubican las áreas agrícolas de riego y la cabecera municipal de Cuautla y las localidades conurbadas a ella.

### 3.2. Geología

El factor geológico y su interdependencia socioambiental representan la base a partir de la cual se han desarrollado los paisajes. La coherencia y los lugares de contacto de las rocas, la heterogeneidad en edades, origen y tipos de unidades litológicas, determinan la edafogénesis, la composición fisicoquímica del suelo, la formación de relieve, la localización de los recursos hidráulicos subterráneos, así como la ubicación de los depósitos minerales y materiales de construcción, además de mantener una estrecha relación con otros elementos, como son la vegetación y la fauna.

El estudio de la estratigrafía pone de manifiesto la disposición y estructura de las 22 formaciones y grupos de rocas que se han localizado en la corteza terrestre del estado de Morelos, en el transcurso de los millones de años de su historia geológica, a partir del Cretácico Inferior hasta el Holoceno. Cada unidad presenta una función diferente en el momento de interrelacionarse con otros factores ambientales para integrar el funcionamiento de un paisaje, así como su naturaleza, forma y estructura. Así por ejemplo es fácil para cualquier persona que observa desde Cuernavaca hacia el noreste, distinguir la formación Tepoztlán del grupo Chichinautzin, que forman parte de las sierras del mismo nombre y que sustentan ecosistemas forestales con diferente capacidad de infiltración de agua de lluvia, desigual carpeta edáfica y distinta densidad de cobertura vegetal.

Los grupos de rocas que se encuentran en el municipio son las siguientes:

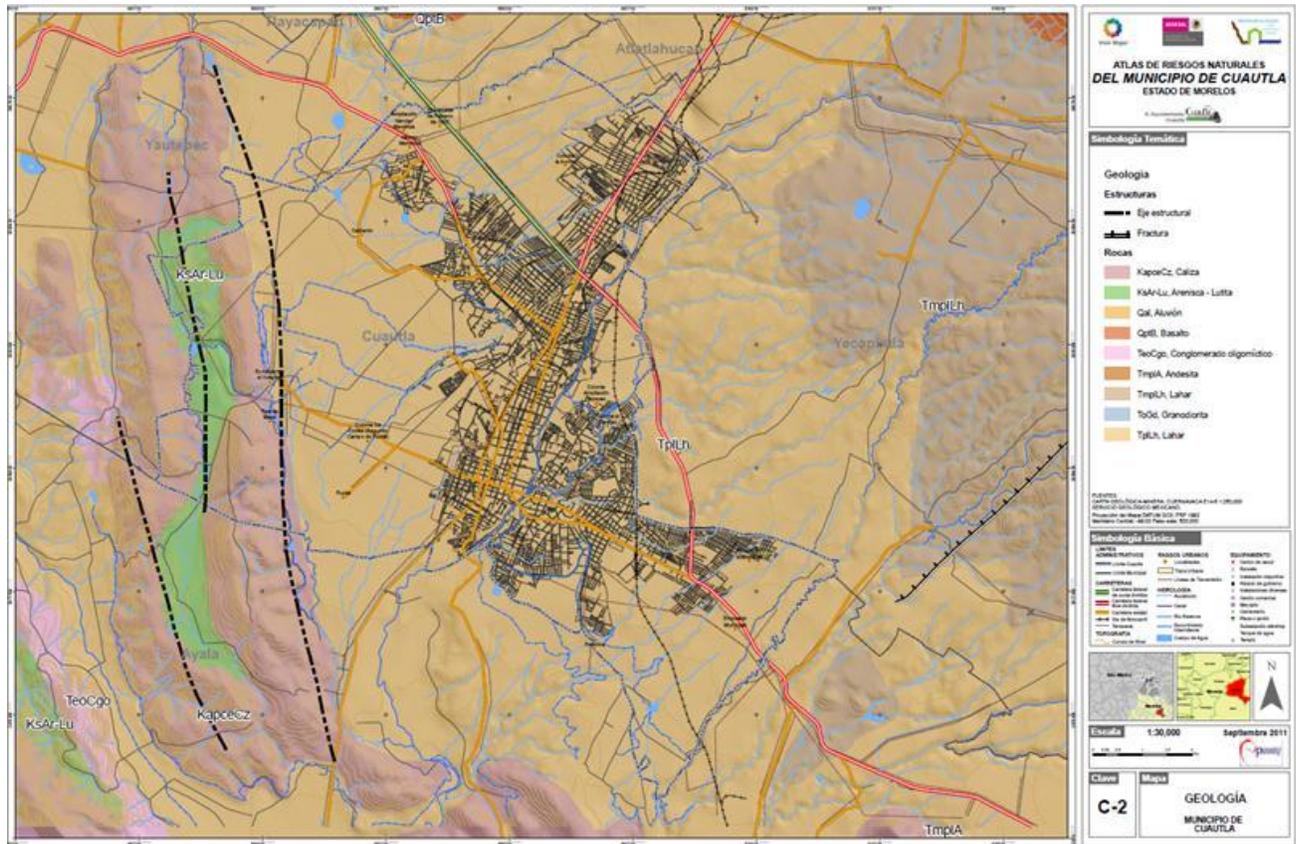
Suelo Aluvial (Lahares) en la mayoría del territorio municipal, abarca casi el 70% de la superficie, incluyendo la zona donde se localiza el área urbana.

Sedimentarias, compuestas por arenisca – conglomerado; calizas y lutita – arenisca, se localizan principalmente al poniente del municipio, en las elevaciones de la zona de la Hacienda El Hospital. Ocupan el 26.44% de la superficie municipal

Ígneas extrusivas, con dos subgrupos, basalto - brecha volcánica básica y toba básica - brecha volcánica básica. Ocupan dos pequeñas fracciones al norte y al sur del municipio, y ocupan el 3.4%% de la superficie municipal.

Roca:	%
Suelo	
Aluvial	69.96
Sedimentaria	
arenisca - conglomerado	18.88
caliza	6.42
lutita - arenisca	1.34
Ignea extrusiva	
basalto - brecha volcánica básica	2.68
toba básica - brecha volcánica básica	0.72
Total	100.00

Figura 7. Mapa de geología



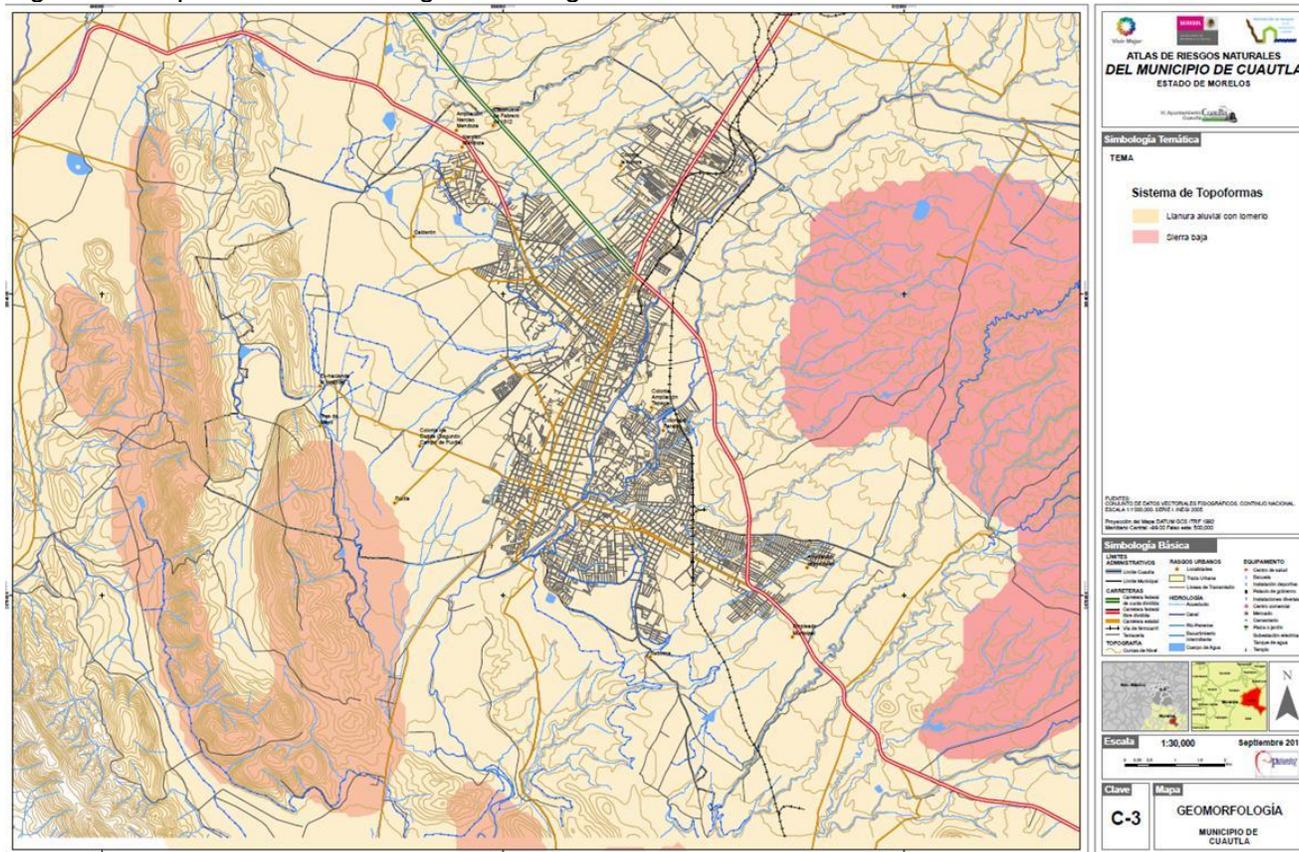
Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos del INEGI.

### 3.3. Geomorfología

Las formas y estructuras del relieve que se encuentran en la zona de estudio se subdividen en los siguientes tipos específicos de topoformas.

- Llanura aluvial con lomeríos en la mayor parte del municipio
- Sierras bajas en los extremos poniente y oriente del municipio.

Figura 8. Mapa de zonificación geomorfológica



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales y geológicos del INEGI



### 3.4. Edafología

El suelo constituye el medio natural en el que las plantas terrestres crecen. Sus características físicas y químicas dependen de la naturaleza y composición de las rocas, de las condiciones o modo de disposición de los materiales de origen, del clima, de la topografía y del tiempo de exposición de los materiales. Las rocas al estar expuestas a los agentes exógenos de la tierra han contribuido a la formación de los diferentes suelos.

En el municipio de Cuautla solo se identifican tres grandes unidades de suelo, las cuales se enlistan a continuación:

1.- Feozems. Cubren un 23% de los 153.65 Km<sup>2</sup> de la superficie municipal, son suelos con una profundidad de 1.50 m. presentan un color café en seco y obscuro en húmedo, rico en materia orgánica y nutrientes. Presentan un horizonte A mólico, un horizonte gypico o concentraciones de cal suave pulverulentas dentro de los primeros 25 cm de profundidad. Carece de propiedades hidromórficas, en los primeros 50 cm de profundidad. Los valores de PH muestran un valor de 7 pero, algunas veces disminuye hasta 5 en el horizonte medio, coincidiendo con el máximo de arcilla. Son de clase textural media y se localizan en climas cálidos con lluvias veraniegas y con un régimen de humedad que va desde ligeramente húmedo hasta seco.

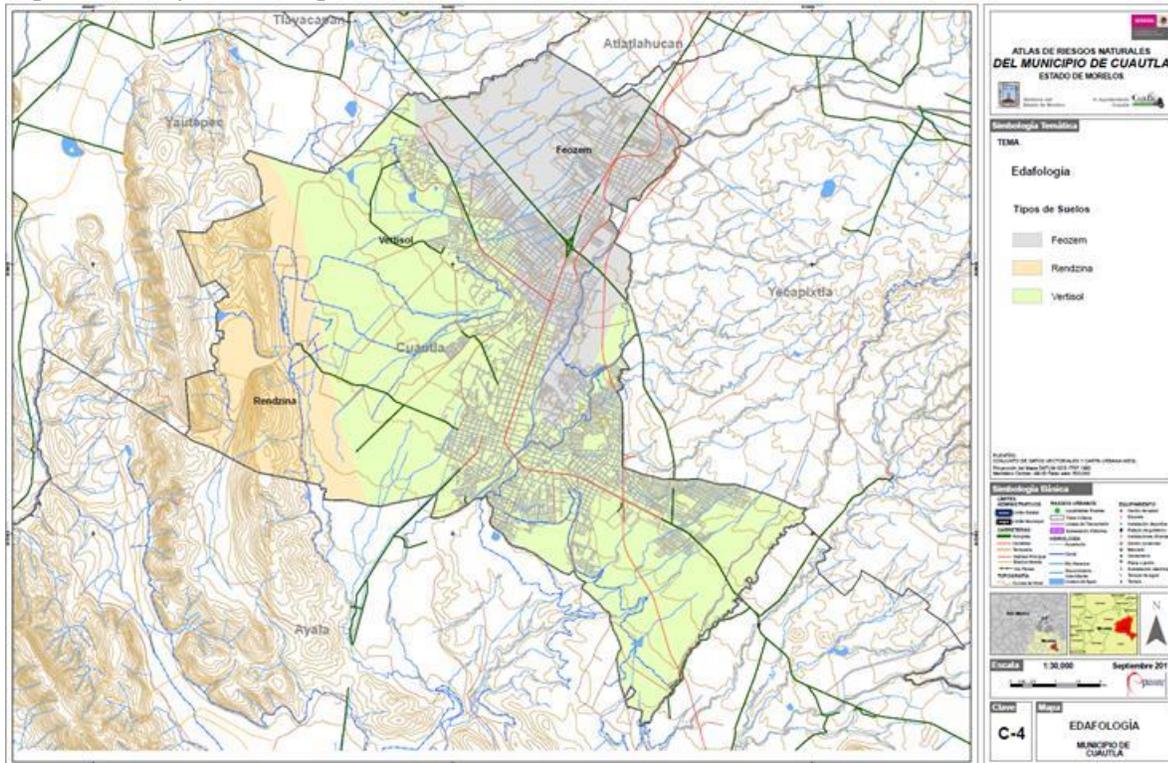
Estos suelos están confinados de manera casi exclusiva a superficies planas a ligeramente onduladas. Además, se desarrollan en condiciones aeróbicas en donde hay movimiento libre de agua a través del suelo. Presenta cuatro subunidades: cálcareoas, con un horizonte A mólico. Entre 20 y 25 cm. de profundidad, gléyicos, con un horizonte A mólico y un horizonte B argílico que muestra propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad; lúvicos, también con un horizonte A mólico B argílicos; y finalmente, haplícos, con un horizonte A mólico. Forman el sustrato ideal de la selva baja caducifolia y son aptos para la agricultura tanto de riego como de temporal.

2.- Vertisoles.- Del latín vertere, invertir; prevalecen en un 60% del territorio municipal, son suelos sumamente arcillosos que se desarrollan en climas de subhúmedos a secos. Al igual que los feozems, son profundos, muy duros cuando están secos y lodosos al mojarse (debido a su alto contenido de arcillas), por lo que resulta difícil trabajarlos. Aunque no se consideran suelos fértiles, con prácticas tecnológicas adecuadas e insumos mantienen cultivos con alta productividad. No es coincidencia que algunas de las zonas consideradas «graneros», como el Bajío o Sinaloa, cuenten con grandes extensiones de vertisoles.

Suelos con media y alta fertilidad, de textura arcillosa, son los más profundos y evolucionados en la zona, pudiendo presentar problemas de drenaje y con tendencia a la salinidad; cuando están secos se agrietan y cuando húmedos son plásticos y pegajosos, lo cual presenta problemas para el manejo agrícola y riesgos a la ganadería y a las construcciones.

3.- Rendzinas.- Esta tipología se presenta en un 17% del suelo de Cuautla. Los suelos rendzina se forman sobre una roca madre carbonatada, como la caliza, y suelen ser fruto de la erosión. (Ver plano P-6 EDAFOLOGÍA en el anexo gráfico).

Figura 9. Mapa edafológico



Fuente: Elaboración propia con base en datos de suelo del INEGI.

### 3.5. Hidrología

#### Hidrología subterránea

La hidrología subterránea de Cautla se encuentra inscrita dentro de la subcuenca del Río Cautla; los acuíferos subterráneos son libres (no confinados). Los manantiales cercanos al Río Cautla, localizados mayormente en las zonas centrales y septentrionales del municipio, son de agua procedente de la filtración de las zonas basálticas al norte de la cuenca e implican un evidente desahogo del sistema acuífero, los cuales se manifiestan, debido a la aproximación del acuífero a la superficie.

Se identificaron 4 manantiales del acuífero dentro del territorio municipal, tres de ellos se encuentran en la parte noreste del municipio y otro al sur e área urbana de Cautla. En cuanto a la calidad (medidas geométricas de coliformes totales) el agua de los pozos del acuífero de Cautla se puede considerar aún de buena calidad (León Guzmán, F. Sólidos SEAM, 2000).

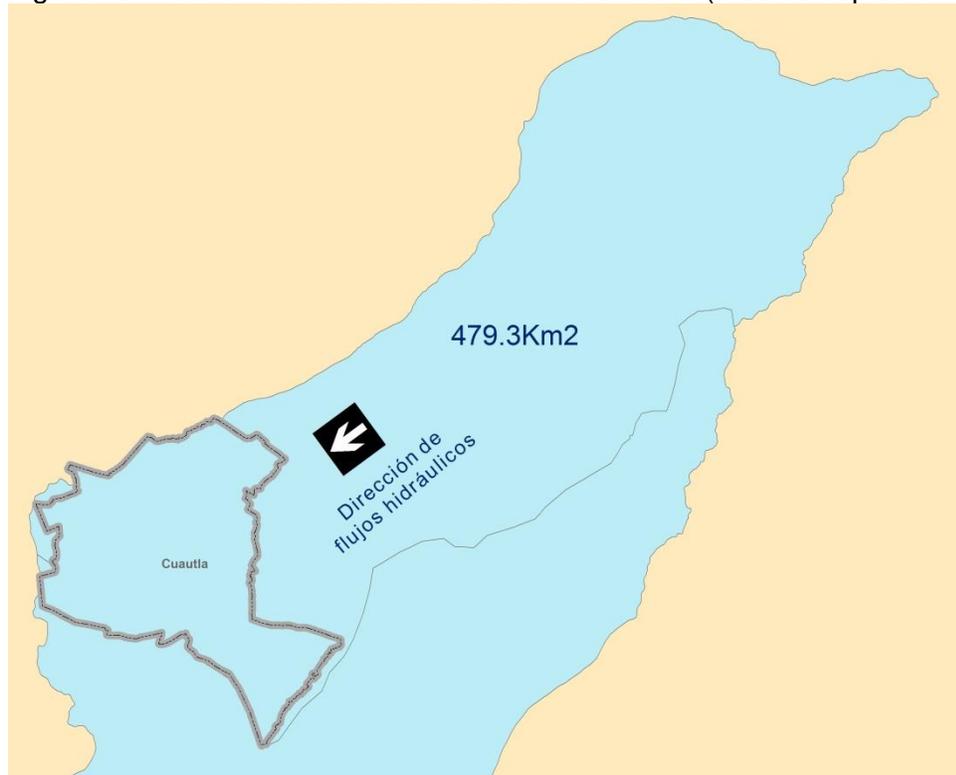
Resulta notorio que en el sistema acuífero que se interrelaciona desde Tepetlixpa y Atlatlahucan, desde el extremo septentrional de la región hasta la zona de Cautla, al sur de ella, la profundidad del agua decrezca en proporción al desnivel topográfico ya que en sistemas acuíferos libres el gradiente hidráulico representa un porcentaje de la pendiente topográfica.

## Hidrología superficial

El municipio se encuentra dentro de la subcuenca del Río Cautla, que es parte de la Región hidrológica 18 denominada Balsas. La superficie de escurrimiento de dicha subcuenca equivale a 1,117.9 Km<sup>2</sup>, sin embargo la superficie de captación de agua que incide directamente en el municipio de Cautla es equivalente al 42% de este total, es decir que dicho municipio tiene una superficie de captación de casi 500 Km<sup>2</sup>; los escurrimientos que discurren por el municipio tienen dirección suroeste como se puede apreciar en la Figura 10.

En el municipio hay 58 escurrimientos (41 de orden uno de Stralher, 14 de orden dos, 2 de orden 4 –río Ayala y Barranca Santa María- y 1 de orden 6 –río Cautla-) que lo cruzan de norte a suroeste y 8 brotantes (orden 1 de Stralher), lo que significa que el 88% de los ríos que escurren por el municipio provienen de municipios del norte de la entidad, así como del sur de la región de los volcanes del estado de México. Ver mapa C-5 Hidrología.

Figura 10. Detalle norte de la cuenca del Río Cautla (área de captación municipal)

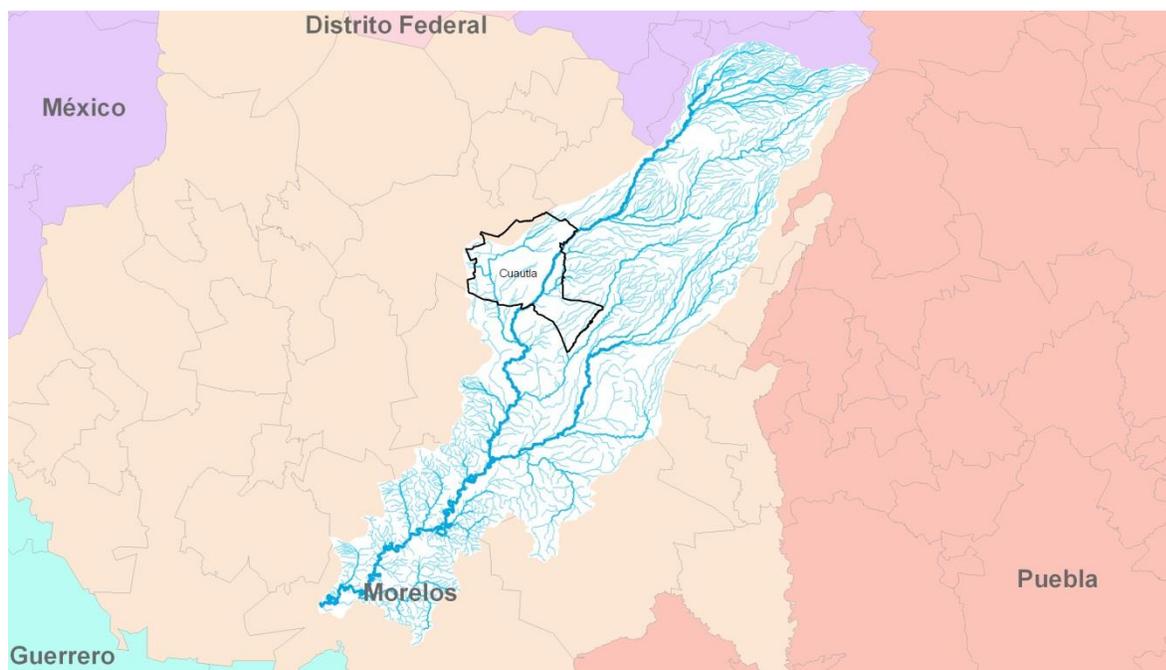


Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI.

Cautla da nombre al principal escurrimiento del municipio, mismo que nace en Atlautla Estado de México con escurrimientos nutridos por precipitaciones pluviales en los volcanes, deshielos de glaciares del Popocatépetl y, en un primer momento, del manantial Cuauxólotl en las faldas de dicho volcán. La cabecera de la cuenca (parte alta de la divisoria de aguas), esta comprende la totalidad de los municipios mexiquenses de Ecatzingo y Atlautla, el extremo sur de Amecameca y el oriente de Ozumba.

El río discurre por el sureste del territorio mexiquense para internarse en el Estado de Morelos descendiendo por el municipio de Atlatlahucan y continúa su camino hacia el sur por el municipio de Yecapixtla a través de las barrancas de las ánimas, con afluentes de ríos del oriente del municipio a través de la barranca Xoxocotla, barranca de Izote y de las Ánimas, es en esta última barranca donde recibe un fuerte aporte en su gasto por el caudal que desciende de las Ánimas en Yecapixtla y por las barrancas de La Fábrica, Grande, de Xochiquetzalco, Xalatlaco en Ocuituco y de las barrancas de Nexapa y Apatlahuac en el municipio de Ecatzingo en el estado de México.

Figura 11. Subcuenca del Río Cauatla



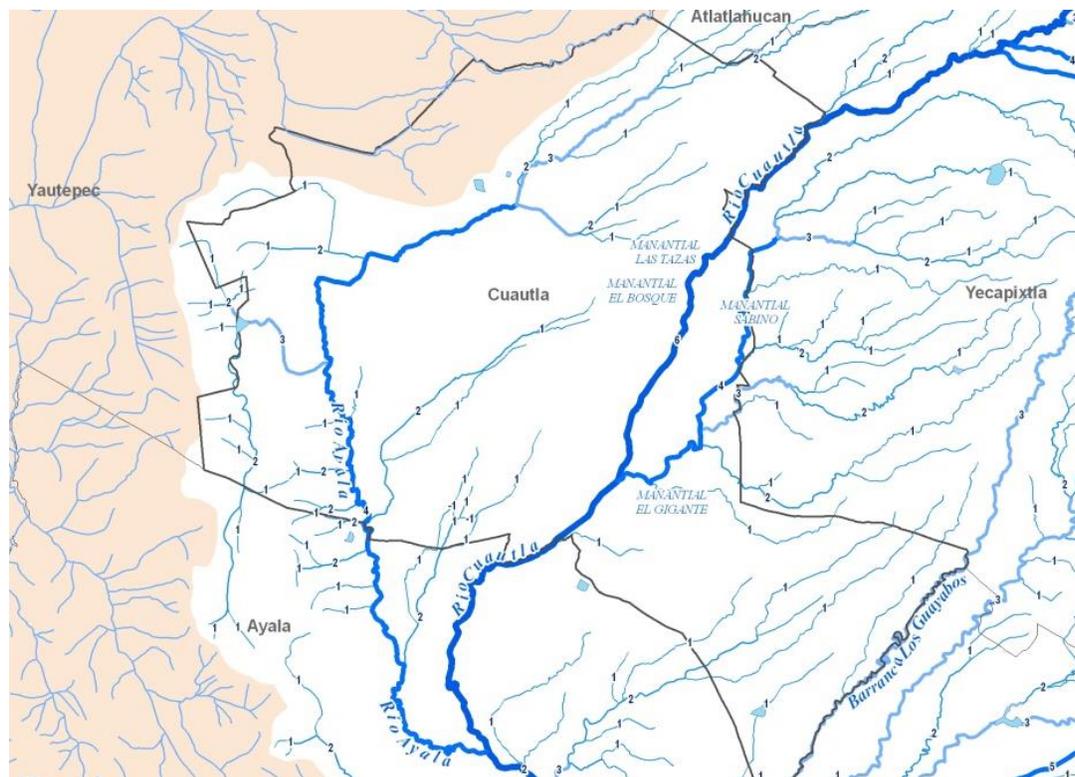
*Fuente: Elaboración propia con base en datos hidrológicos del INEGI.*

En lo concerniente a la procedencia inmediata de los escurrimientos, se puede afirmar que más del 90% de la superficie total del municipio de Yecapixtla es superficie de captación de agua en la gran mayoría de los ríos de Cauatla, dándose este aporte primordialmente por el Río Cauatla, el río Ayala y en proporción muy reducida por la barranca los Guayabos en el extremo oriente del municipio de Cauatla. Por lo que respecta al municipio de Atlatlahucan (en su vertiente de extremo oriente) este aporta unos pocos kilómetros cuadrados de cuenca a Cauatla, de igual forma el extremo oeste de Tetela del Volcán.

El sistema de drenaje del río presenta una configuración subdendrítica en su curso superior y anastomosado en el inferior, que inicia al oeste de la población de Tecomalco, donde recibe los aportes de la Barranca de la Cuera.

Entre los cuerpos de agua en la cuenca del Río Cauatla, identificados con nombres propios se destacan sesenta y tres barrancas, dos ríos, cuatro balnearios, ocho arroyos, un canal, cinco embalses, un lago-cráter y cuatro manantiales.

Figura 12. Hidrología de Cautla



Fuente: Elaboración propia con base en datos hidrológicos del INEGI.

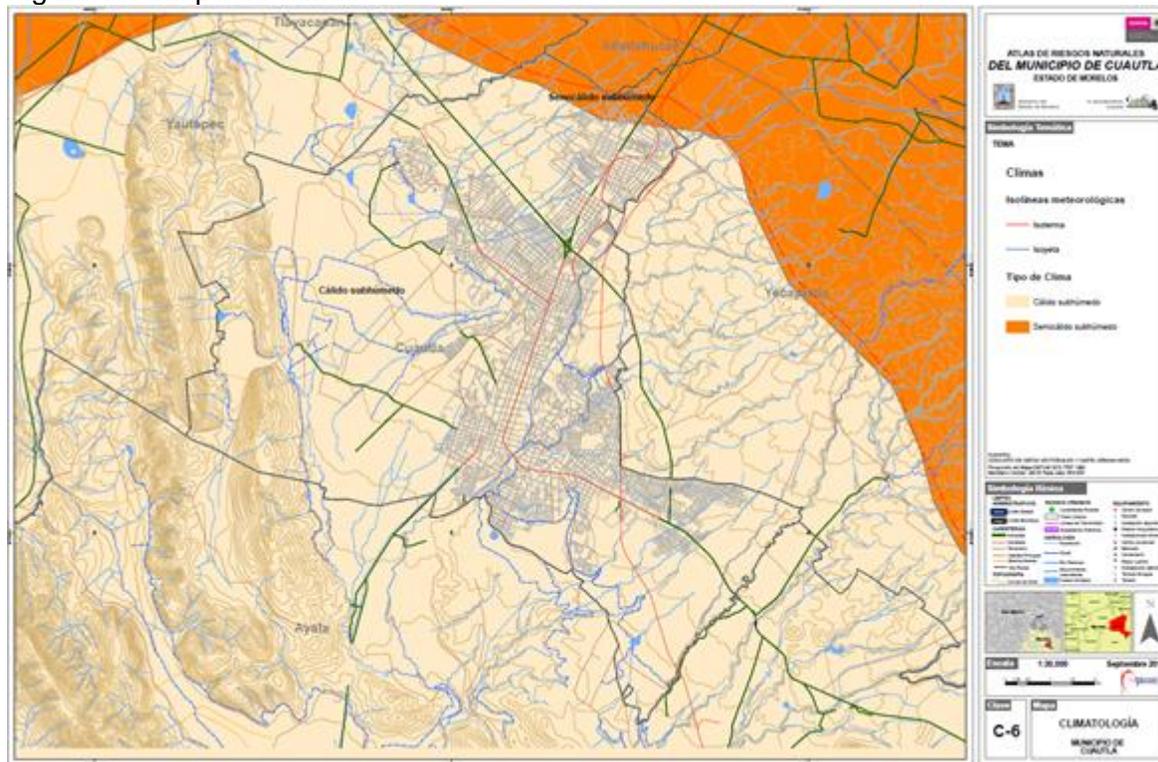
### 3.6. Climatología

El régimen pluviométrico tropical de Morelos determina la existencia de dos épocas climáticas definidas: la de secas y la de lluvias. En toda la entidad, las lluvias caen entre mayo y octubre (empiezan en mayo y se establecen ya definitivamente en junio). En el verano, la cantidad de lluvia excede la capacidad de filtración del suelo, presentándose así escurrimiento superficial en todas las cuencas.

En Morelos existe una precipitación media anual de 1,100 milímetros en la cuenca del Amacuzac y de 900 milímetros en la del Atoyac, lo que genera un volumen llovido de 5,300 millones de metros cúbicos, de los cuales 1,200 escurren libremente, 700 se infiltran y el resto se evapora. En el caso hipotético de que el estado de Morelos fuera plano y todos los 5,300 millones de metros cúbicos de agua precipitados anualmente quedaran estancados y distribuidos en forma homogénea por toda la entidad, formarían una lámina aproximada de 1,000 milímetros de espesor, cifra que contrasta con la media del país que como se ha dicho es de 700 milímetros anuales.

En Cautla, el tipo de clima predominante es de tipo (AW) cálido subhúmedo con lluvias en verano, agrupando el subtipo más seco de los subhúmedos con régimen de lluvia invernal menor de 5% con oscilaciones comprendidas entre 5 y 7 grados centígrados. Y registra a lo largo de su historia, una temperatura promedio de 20.5 grados centígrados. La precipitación pluvial se ubica entre los 800 -1,000 mm.

Figura 13. Mapa de climas

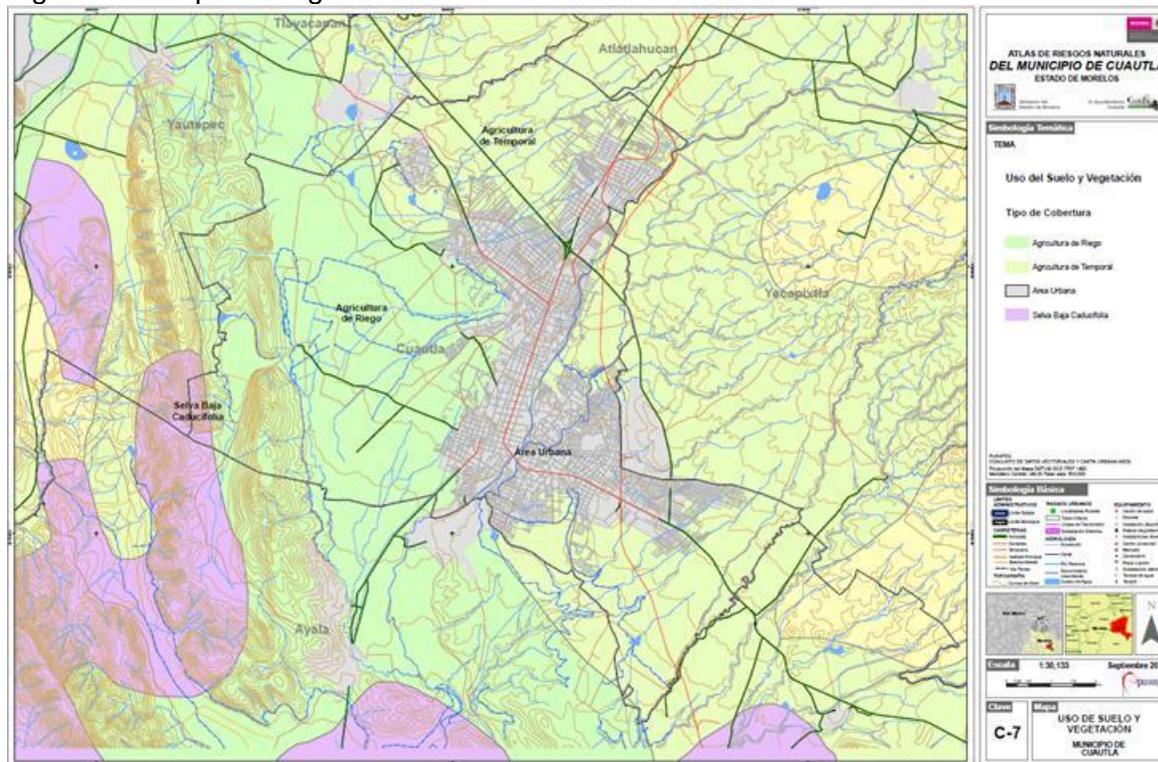


Fuente: Elaboración propia con base en datos de climas del INEGI.

### 3.7. Uso de suelo y vegetación

La superficie del municipio es de 153.65 kilómetros cuadrados de los cuales se destinan 6,332.2 hectáreas para uso agrícola; distribuidas en 1,967 unidades parcelarias de las que 2,388.8 hectáreas son de riego con 963 unidades parcelarias; 1,208.7 hectáreas son de temporal con 406 unidades parcelarias y 2,734.7 hectáreas de riego y temporal con 598 unidades parcelarias. Al uso pecuario se destinan 2,327 hectáreas; al uso industrial 415.3 hectáreas y para uso forestal 9,113 hectáreas.

Figura 14. Mapa de vegetación



Fuente: Elaboración propia con base en datos de usos del suelo y vegetación del INEGI.

### 3.8. Áreas naturales protegidas

Para resguardar los ecosistemas naturales más representativos y relevantes de Cuautla, así como para establecer zonas recreativas para los habitantes, se han decretado algunas zonas como Áreas Naturales Protegidas (ANP).

Particularmente en el municipio de Cuautla el área natural que tiene mayor influencia es la denominada: Los Sabinos, Santa Rosa y San Cristóbal (Rio Cuautla).



**AREAS NATURALES PROTEGIDAS EN CUAUTLA**

NOMBRE	CATEGORIA	FECHA DE DECRETO	DE SUPERFICIE (HAS)	ECOSISTEMA
Los Sabinos, Santa Rosa Y San Cristóbal (Rio Cuautla), Estatal	Zona Sujeta A Conservación Ecológica	31-Marzo-1993	152	Selva Baja Caducifolia

Con la intención de contar con mayor información de esta área natural, se expone el siguiente resumen:

**Nombre:** Zona de Manantiales de Los Sabinos, Santa Rosa y San Cristóbal (Río Cuautla)

**Categoría:** Zona Sujeta a Conservación Ecológica

**Fecha de Decreto:** 31 de Marzo de 1993

**Superficie:** 152 Hectáreas

**Importancia:** Ecosistema Selva Baja Caducifolia al noroeste y al suroeste y vegetación ripiaría en la parte media existen especies dominantes como de Ahuehuetes o Sabinos (*Taxodium sp.*), Amates (*Ficus sp.*) y Sauces (*Salix sp.*).

**Problemática:** En la parte Norte presenta problemas de invasión de asentamientos humanos irregulares, de deforestación y de contaminación del Río.

**Acciones:** Se ha tenido acercamiento con las autoridades municipales, ejidales y usuarios del Río.

Es importante señalar que el manejo de las áreas naturales protegidas debe comprender todas aquellas actividades encaminadas a su conocimiento, protección, aprovechamiento y restauración, e implica aspectos diversos como la vigilancia, señalización, difusión, educación, rehabilitación de flora y fauna, uso de recursos naturales, estudios e investigaciones, desarrollo de proyectos productivos, la recreación y el turismo.

Para que el manejo de las áreas naturales protegidas se pueda concretar se requieren de diversos instrumentos legales y administrativos, tales como decretos, programas de manejo y operativos, acuerdos de coordinación entre las autoridades responsables y de concertación con los diversos sectores que tienen que ver con el conocimiento y uso de los recursos naturales o con la propiedad de la tierra, pero además y principalmente se requieren recursos humanos, materiales y presupuestales para poder concretar este manejo.





## CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

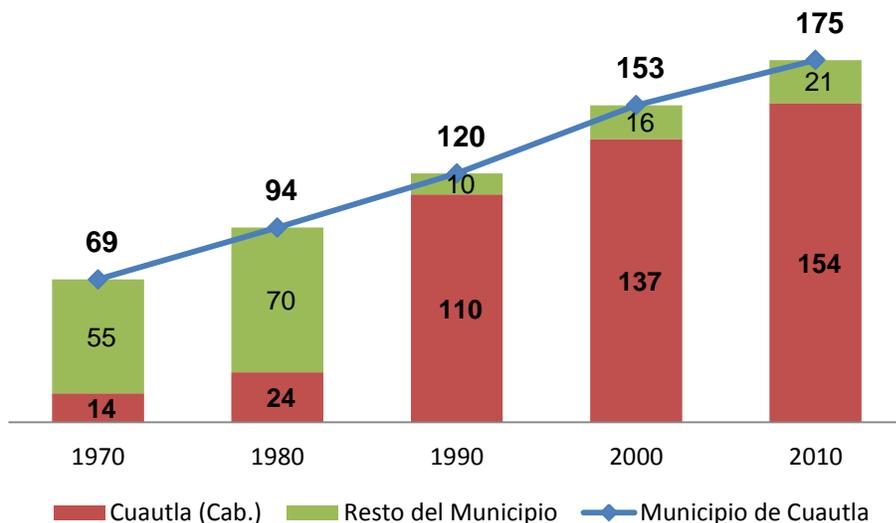
### 4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.

Al año 2010 el municipio de Cautla contaba con una población de 175,207 habitantes, el 9.9% de la población del Estado de Morelos.

Por su parte, con una población de 154,358 habitantes, la Ciudad de Cautla concentra el 88.1% de la población municipal. El proceso de concentración en la cabecera municipal se dio en la década de los 80s, en la cual la cabecera pasó de representar el 25.7% de la población municipal al 91.6% de ese total.

En los últimos 20 años el municipio ha incrementado su población en 54,892 habitantes, en tanto que su cabecera municipal ha crecido en 44,116 habitantes.

Gráfica 1.- Municipio de Cautla y Ciudad de Cautla. Crecimiento demográfico 1970 – 2010



Cifras en miles de habitantes

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos de Población y Vivienda, INEGI.

El CONAPO proyecta una disminución en las tasas de crecimiento tanto del municipio como de la Cabecera Municipal para los siguientes años, con lo que esa Institución estima que al año 2030, el municipio contará con poco más de 186 mil habitantes y la Ciudad de Cautla alcanzará una población superior a los 169 mil habitantes, representando el 90.8% de la población municipal.

Cuadro 2. Población y crecimiento promedio anual 1970-2010 y sus proyecciones al año 2030



Año	Municipio de Cuautla				Cuautla Cabecera Municipal			
	Población	% de la población estatal	Crecimiento promedio anual	TCMA	Población	% de la población municipal	Crecimiento promedio anual	TCMA
1970	69,020	11.2%			13,946	20.2%		
1980	94,101	9.9%	2,508	3.1%	24,153	25.7%	1,021	5.6%
1990	120,315	10.1%	2,621	2.5%	110,242	91.6%	8,609	16.4%
2000	153,329	9.9%	3,301	2.5%	136,932	89.3%	2,669	2.2%
2010	175,207	9.9%	2,188	1.3%	154,358	88.1%	1,743	1.2%
2020	180,226	10.0%	502	0.3%	163,579	90.8%	922	0.6%
2030	186,457	10.0%	623	0.3%	169,237	90.8%	566	0.3%

Nota: TCMA = Tasa de Crecimiento Promedio Anual

*Fuente: Para los años 1970 al 2010 los datos fueron tomados de los Censos de Población y Vivienda del INEGI, para los años 2020 al 2030 los datos se tomaron de las Proyecciones de Población del CONAPO, 2008.*

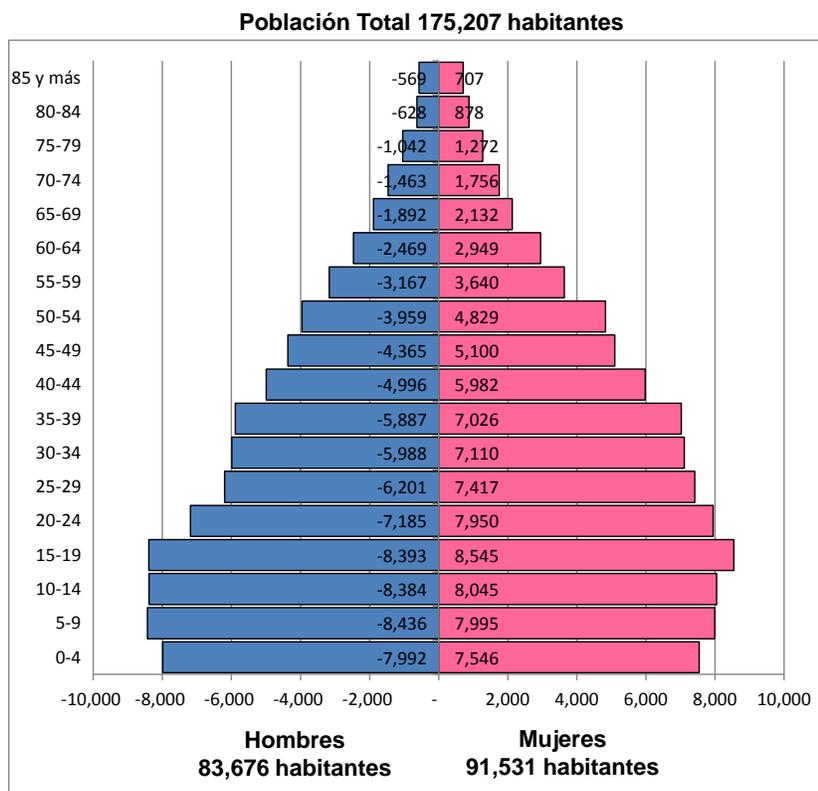
De esta manera, Cuautla se identifica como un municipio eminentemente urbano. Después de la localidad de Peña Flores (Palo Verde) que cuenta con una población de 3,867 habitantes y prácticamente se encuentra conurbada a la Ciudad de Cuautla, cuenta con 56 localidades rurales que conjuntan una población de 17,026 habitantes.

En la población total del municipio de Cuautla se manifiesta un mayor número de mujeres que de hombres. Con 91,531 habitantes, ellas representan el 52.2% del total en tanto que los varones con 83,676 personas, representan el 47.8% restante.

Por grupos quinquenales de edad se manifiesta un incremento de la población de 15 a 19 años, en tanto que los grupos de población menor a este grupo, empiezan a ver reducido su volumen.

Es de destacarse si bien en el total predomina el número de mujeres, en la población menor de 15 años predomina el número de hombres sobre el de las mujeres.

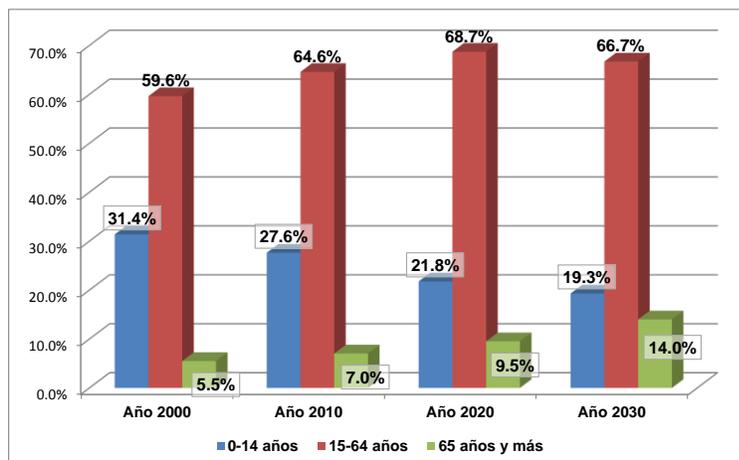
Gráfica 2.- Municipio de Cuautla. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, 2010.



Por grandes grupos de edad, al igual que la población de todo el país, la del municipio de Cuautla tiende a disminuir la participación de la población menor de 15 años, incrementándose la de 15 a 64 años y de 64 años y más.

En el 2010 la población menor a 15 años ascendió a 48,398, representando el 28% del total, la de 15 a 64 años fue de 113,158 (el 65% del total) y la de 65 años y más fue de 12,339 habitantes, el 7% del total.

Para el año 2030 el CONAPO estima que la población de 65 años y más duplicará su participación, representando el 14% de la población total con 26,107 habitantes, en tanto que la población menor a 15 años (35,976) representará el 19% de la población total municipal. Por su parte, la población en edad productiva ascenderá a 124,374 habitantes, el 67% del total.



Respecto a la mortalidad en el municipio, esta se encuentra dentro de los promedios estatales. Con el 9.9% de la población estatal, en el 2008 el municipio registró el 10.6% de las defunciones generales de la entidad y el 9.7% de las defunciones de menores de un año.

En términos absolutos esto significa que en el 2008 fallecieron 951 personas del municipio, de las cuales 40 eran menores de un año.

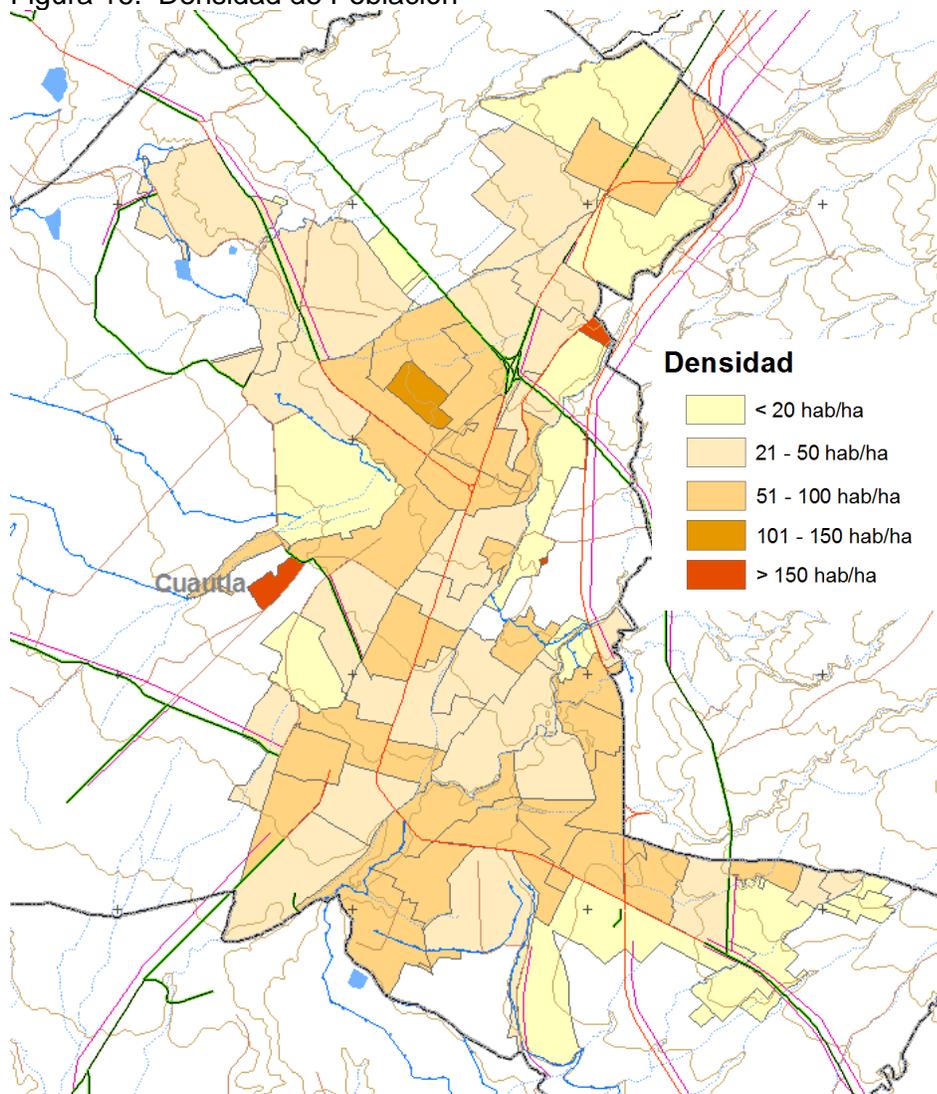
Cuadro 3. Mortalidad en Cautla, 2010.

Concepto	Estado de Morelos		Municipio de Cautla	
	Total	% del estado	Total	% del estado
Defunciones generales por municipio de residencia habitual del fallecido 2008	8 951	9.9%	951	10.6%
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido	411	9.9%	40	9.7%

Fuente: Anuario estadístico del Estado de Morelos, 2010. INEGI.

En otro tema, en general la Ciudad de Cautla presenta densidades de bajas a medias, únicamente un AGEB presenta densidades de entre 100 y 150 hab/ha y dos de ellos mayores a 150 hab/ha.

Figura 16. Densidad de Población



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

## 4.2. Características sociales

En el año 2010 se registraron en el Municipio de Cuautla 5,083 habitantes de 5 años y más que hablaba alguna lengua indígena, (el 3.2% de la población en ese rango de edad).

Esta población se localiza principalmente en la Ciudad de Cuautla (el 85%), Tierra Larga y Peña Flores (2% cada una de ellas) en tanto que el resto se distribuye en 39 comunidades rurales.

Asimismo se registran 64 personas en ese rango de edad que habla alguna lengua indígena y no habla español, de las cuales 37 se asientan en la cabecera municipal. Si bien este número resulta



relativamente pequeño, deberá de tenerse en consideración para efectos de comunicarles la existencia de algún riesgo o de las tareas de ayuda en un momento dado.

Por otra parte, en ese mismo año se registraron 8,151 habitantes de 8 años y más analfabetas en el municipio, nuevamente concentrados en la Ciudad de Cuautla (6,717 habitantes, el 82% de los analfabetas), seguida de las localidades de Peña Flores (Palo Verde), Ex-Hacienda el Hospital y Narciso Mendoza con el 3%, 2% y 1% respectivamente.

El restante 12% de analfabetas (955 personas) se distribuyen entre las 54 localidades restantes del municipio.

Al igual que con la variable anterior, el diseño de eventuales campañas de difusión debe tomar en cuenta esta situación.

Una parte importante de las condiciones generales de vida en el Municipio de Cuautla se expresa en el ámbito de la salud, en el cual el municipio presenta ligeramente una mayor carencia que los promedios de la entidad. Así, mientras que en el 2010, en el estado el 35% de la población no contaba con derechohabiencia en ninguna institución de salud, en el municipio de Cuautla esta proporción asciende al 38%

En números absolutos lo anterior significa que 66,193 habitantes no contaban con derechohabiencia en el municipio, de los cuales 58,254 (el 88% del total municipal) corresponden a la Ciudad de Cuautla.

Estos números son significativos, a pesar de que en los últimos años se han incorporado a 40,035 personas al Seguro Popular en el municipio.

Por lo que respecta a la vivienda, en el año 2010 se registraron 46,060 viviendas particulares en el municipio

Para efectos del presente trabajo es de destacarse el material de construcción de las viviendas, el cual es determinante para proteger a la población ante la presencia de eventuales fenómenos climáticos.

En el año 2010 se registraron en el municipio 2,529 viviendas con piso de tierra, el 5.5% del total.

Respecto a las viviendas con techos vulnerables (considerando las de lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil y madera, lámina de cartón o material de desecho), se estiman en 7,633 unidades, el 15.2% del total.

Por su parte, las viviendas con paredes vulnerables (considerando las de madera, lámina de asbesto y metálica, barro y bajareque, carrizo, bambú y palma) resultaron relativamente pocas, 1,541 unidades que representaban el 3.3% del total.

Cuadro 4. Viviendas particulares habitadas vulnerables ante fenómenos climáticos, 2010.

	Paredes de embarro o bajareque, lámina de asbesto metálica, carrizo, bambú o palma	Paredes de madera o adobe	Con piso de Tierra	Con techos de material de desecho o lámina de cartón	Con techos de lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil	Con techos de teja o terrado con vigería
Número de viviendas particulares habitadas	193	1,348	2,529	654	6,787	192
% del total de viviendas particulares habitadas	0.4%	2.9%	5.5%	1.4%	14.8%	0.4%

Fuente: Estimaciones de Master Planning, S.A. de C.V. con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Tabulados del Cuestionario Ampliado.

En lo que respecta al grado de marginación, en el año del 2005 el municipio de Cuautla se ubicó entre los mejores lugares de la entidad, ocupando el lugar 30 con un grado de marginación promedio “Muy Bajo”, siendo superado por los municipios de Zacatepec de Hidalgo, Jiutepec y Cuernavaca.

Para ese año, solamente la Ampliación Ejido de Tetelcingo con 47 habitantes presentaba un Grado de Marginación Muy alto, otras 22 localidades que conjuntaban al 1% de la población municipal presentaba un Grado de Marginación Alto, en tanto que el restante 99% de la población presentó un grado de Marginación de Medio a Muy bajo

Localidad	Población total	Grado de marginación 2005
Ampliación Ejido de Tetelcingo	47	Muy alto
Reforma	607	Alto
Los Cerritos	32	Alto
Tierra Larga (Campo Nuevo)	377	Alto
Ampliación Santa Cruz	41	Alto



Localidad	Población total	Grado de marginación de 2005
La Loma	29	Alto
Las Vegas	16	Alto
Rancho Santa Teresa	26	Alto
Campo Partidor Zumpango	95	Alto
Ampliación Biznaga Uno	135	Alto
Campo Ahuehuepan	9	Alto
Campo Carrizal	44	Alto
Campo la Calavera	115	Alto
Campo el Fresnal	27	Alto
El Polvorín	66	Alto
Ampliación Francisco I. Madero	47	Alto
Colonia Girasoles	92	Alto
Ampliación Gabriel Tepepa	50	Alto
Ampliación Galeana Sur	66	Alto
Ampliación Iztaccíhuatl	154	Alto
Campo Nuevo	70	Alto
Campo Nuevo los Tepetates	127	Alto
Rancho Flor de los Arcos	68	Alto
Ex-hacienda el Hospital	1628	Medio
Tres de Mayo	522	Medio
Colonia la Aurora	225	Medio
Ampliación Reforma	145	Medio
La Esperanza	122	Medio



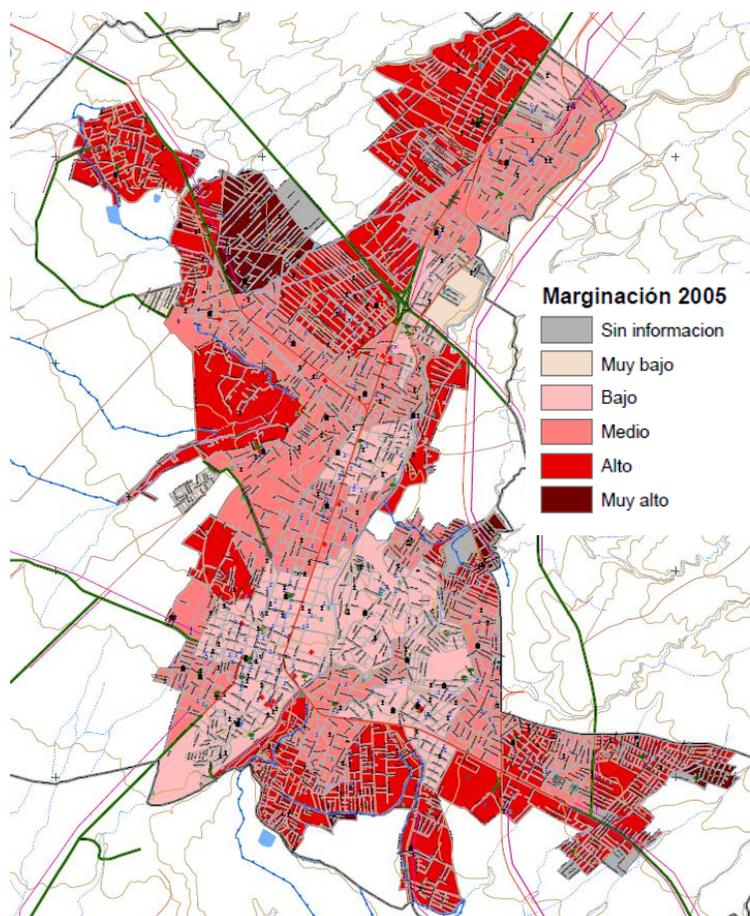
Localidad	Población total	Grado de marginación de 2005
Colonia Martínez Peña (Los dos Puentes)	71	Medio
Colonia Ampliación 10 de Abril	149	Medio
Ampliación Iztaccíhuatl	107	Medio
Campo el Chapulín	46	Medio
Eusebio Jáuregui (La Angostura)	143	Medio
Tierra y Libertad	45	Medio
Puxtla	915	Bajo
Peña Flores (Palo Verde)	3719	Bajo
Narciso Mendoza	1218	Bajo
Colonia los Cortés (Segundo Campo de Puxtla)	196	Bajo
Diecinueve de Febrero de 1812	637	Bajo
Colonia Polvorín 18 de Septiembre 94	105	Bajo
Héroes de Nacozari	136	Bajo
Jicamán (Colonia el Mirador)	151	Bajo
Colonia el Paraíso	175	Bajo
Colonia Ampliación Tepeyac	236	Bajo
Cuautla	145482	Muy bajo
Calderón	728	Muy bajo
Empleado Municipal	300	Muy bajo
Ampliación Narciso Mendoza	690	Muy bajo

Fuente: Estimaciones del CONAPO.

No obstante lo anterior, dentro de la Ciudad de Cuautla, principal concentración poblacional, se presentan zonas con niveles de marginación Alto y Muy Alto, las cuales se ubican principalmente en los extremos norte y sur de la cabecera municipal.



Figura 17. Mapa de grado de marginación en la Ciudad de Cautla, 2005.



Fuente: Master Planning, S.A. de C.V. con base en información vectorial y estimaciones del CONAPO.

Por lo que se refiere a la población con alguna limitación, en el Censo del 2010 se registró que 165,182 habitantes, el 94% de los 175,207 con que contaba el municipio en ese año, no presentaban dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana, en tanto que 8,269 personas presentaban algún tipo de limitación para ello.

Los principales tipos de limitación se referían a la limitación para caminar o moverse, subir o bajar (57%), para ver, aun usando lentes (29%) y para escuchar (14%)



Con limitación en la actividad	8,269	
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	4,684	57%
Población con limitación para ver, aun usando lentes	2,393	29%
Población con limitación para escuchar	1,129	14%
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	778	9%
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	394	5%
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	416	5%
Población con limitación mental	668	8%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010: INEGI.

En el cuadro siguiente se presentan los tipos de limitación registrados por localidad.



Localidad	Población total	Con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aun usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Población con limitación mental	Población sin limitación en la actividad	
TOTAL DEL MUNICIPIO	175,207	8,269	4,684	2,393	778	1,129	394	416	668	165,182	94%
CUAUTLA	154,358	7,259	4,151	2,121	648	983	347	353	565	145,524	94%
PEÑA FLORES (PALO VERDE)	3,867	163	96	38	16	18	7	5	16	3,680	95%
EX-HACIENDA EL HOSPITAL	2,053	114	66	28	12	8	8	4	17	1,924	94%
NARCISO MENDOZA	1,612	169	62	63	27	38	3	8	19	1,427	89%
PUXTLA	1,476	55	32	11	5	7	1	2	5	1,392	94%
TIERRA LARGA (CAMPO NUEVO)	1,052	72	35	28	6	10	3	7	7	959	91%
AMPLIACIÓN NARCISO MENDOZA	985	39	24	9	6	6	3	4	5	942	96%



Localidad	Población total	Con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aun usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Población con limitación mental	Población sin limitación en la actividad	
19 DE FEBRERO DE 1812	871	57	42	5	4	2	1	1	4	798	92%
CALDERÓN	795	18	9	-	6	1	1	1	2	777	98%
3 DE MAYO	804	50	29	10	5	14	1	5	3	753	94%
REFORMA	736	31	18	7	5	2	3	2	4	705	96%
EMPLEADO MUNICIPAL	557	10	4	-	3	2	1	1	3	544	98%
AMPLIACIÓN BIZNAGA UNO	344	8	4	1	2	1	-	-	1	334	97%
COLONIA AMPLIACIÓN 10 DE ABRIL	349	1	1	-	-	-	-	-	-	330	95%
COLONIA AMPLIACIÓN TEPEYAC	337	9	4	4	-	3	1	-	-	325	96%



Localidad	Población total	Con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aun usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Población con limitación mental	Población sin limitación en la actividad	
JICAMÁN (COLONIA EL MIRADOR)	326	6	3	1	1	1	-	-	-	320	98%
AMPLIACIÓN IZTACCÍHUATL	355	38	16	17	7	8	1	2	1	317	89%
COLONIA 12 DE DICIEMBRE	325	10	5	1	3	-	-	2	2	315	97%
CAMPO PARTIDOR ZUMPANGO	311	11	5	1	1	4	-	2	-	297	95%
CAMPO NUEVO LOS TEPETATES	304	24	7	14	2	5	-	1	-	280	92%
HÉROE DE NACUZARI	278	10	7	3	3	1	1	-	-	268	96%
EUSEBIO JÁUREGUI (LA ANGOSTURA)	278	9	6	3	-	-	-	-	-	266	96%
COLONIA EL PARAÍSO	272	5	1	1	4	-	2	2	-	263	97%



Localidad	Población total	Con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aun usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Población con limitación mental	Población sin limitación en la actividad	
COLONIA LOS CORTÉS (SEGUNDO CAMPO DE PUXTLA)	270	8	2	3	-	-	1	1	1	262	97%
AMPLIACIÓN GABRIEL TEPEPA	219	3	3	1	-	1	-	1	-	216	99%
LA ESPERANZA	207	6	5	2	2	1	3	1	1	201	97%
EL POLVORÍN	204	4	2	-	1	1	-	1	1	197	97%
COLONIA POLVORÍN 18 DE SEPTIEMBRE 94	151	11	7	4	1	2	3	1	2	139	92%
LAS VEGAS	150	16	10	5	1	3	2	4	1	134	89%
COLONIA MARTÍNEZ PEÑA (LOS DOS PUENTES)	127	4	3	-	-	-	-	-	1	123	97%
AMPLIACIÓN REFORMA	126	3	1	1	-	-	-	-	1	123	98%



Localidad	Población total	Con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aun usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Población con limitación mental	Población sin limitación en la actividad	
CAMPO NUEVO	114	-	-	-	-	-	-	-	-	114	100%
CAMPO CALAVERA LA	117	6	1	3	1	1	-	-	-	105	90%
AMPLIACIÓN IZTACCÍHUATL	114	10	6	3	1	3	-	2	-	103	90%
AMPLIACIÓN GALEANA SUR	86	-	-	-	-	-	-	-	-	81	94%
LOS CERRITOS	87	8	5	1	1	1	1	1	1	79	91%
AMPLIACIÓN SANTA CRUZ	78	2	-	-	1	1	-	-	-	76	97%
COLONIA EL SIFÓN	70	-	-	-	-	-	-	-	-	70	100%
AMPLIACIÓN FRANCISCO MADERO I.	58	-	-	-	-	-	-	-	-	58	100%
SANTA ISABEL	62	6	6	1	-	1	-	-	-	56	90%



Localidad	Población total	Con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aun usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Población con limitación mental	Población sin limitación en la actividad	
CAMPO SANTA ROSA	49	1	-	-	-	-	-	1	1	48	98%
TIERRA Y LIBERTAD	42	3	1	-	2	-	-	-	3	39	93%
CAMPO EL FRESNAL	39	2	-	-	1	-	-	-	1	37	95%
LOCALIDADES DE DOS VIVIENDAS	38	1	-	1	-	-	-	-	-	37	97%
LA LOMA	22	1	1	-	-	-	-	-	-	21	95%
RANCHO LA PROVIDENCIA	21	-	-	-	-	-	-	-	-	21	100%
COLONIA CAMPESTRE	20	1	-	-	-	-	-	1	-	19	95%
RANCHO EL VIVERO	18	1	-	1	-	-	-	-	-	14	78%
COLONIA GIRASOLES	17	3	3	1	-	-	-	-	-	14	82%



Localidad	Población total	Con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aun usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Población con limitación mental	Población sin limitación en la actividad	
RANCHO EL PARAÍSO	15	1	1	-	-	-	-	-	-	14	93%
SANTA CRUZ (CAMPO SANTA CRUZ)	13	-	-	-	-	-	-	-	-	13	100%
CASASANO	12	-	-	-	-	-	-	-	-	12	100%
CAMPO AHUEHUEPAN	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	100%



### 4.3. Principales actividades económicas en la zona

Con el 10% de la población del estado, el Municipio de Cautla concentra el 13% del personal ocupado de la entidad y el 15% de las unidades económicas, aportando el 7% del Valor Agregado Censal Bruto (VACB) al estado.

Cuadro 5. Indicadores de la participación del Municipio de Cautla en la economía estatal

Estado / Municipio	Personal ocupado total	Unidades Económicas	Valor agregado censal bruto (Millones de pesos)
Estado de Morelos	294,073	79,118	38,2065.7
Municipio de Cautla	39,155	11,459	2,803.9
Participación del municipio de Cautla en el estado de Morelos	13%	15%	7%

Fuente: INEGI. Censos económicos 2009. Resultados definitivos.

La agricultura del municipio se basa en la explotación intensiva de áreas de riego donde se cultiva principalmente, caña de azúcar, arroz, maíz, frijol y hortalizas. En las áreas de temporal se cultiva principalmente maíz y sorgo.

Existe una ganadería de mediana relevancia, destacando en este rubro la producción de leche; El ganado bovino se explota en forma extensiva en tanto que la mayoría de los animales porcinos se explotan en traspatio.

En el sector primario también se trabaja en la avicultura, la apicultura y la acuicultura. El viverismo es relevante, por el número de personas que se dedican a esta actividad y el número de empleos que generan. La mayor parte de la producción se comercializa en otros estados de la República y en menor medida en los otros municipios del Estado Morelos.

En el sector Agroindustrial las empresas más importantes son: el Ingenio La Abeja de Casasano y la empresa COMARROZ, que opera el Molino de arroz Buenavista en coordinación con los productores arroceros de la región. Ambas empresas benefician a la población de Cautla y de los municipios aledaños.

Entre las ramas de actividad, el comercio al por menor se presenta como la más importante, tanto por su contribución al PIB municipal, como por la generación de empleos y el número de unidades económicas. El comercio genera el 26% del VACB, ocupa al 39% del personal ocupado y agrupa al 51% de los establecimientos de todo el municipio.



Por su importancia, los siguientes dos sectores de actividad del municipio son los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, y la industria manufacturera.

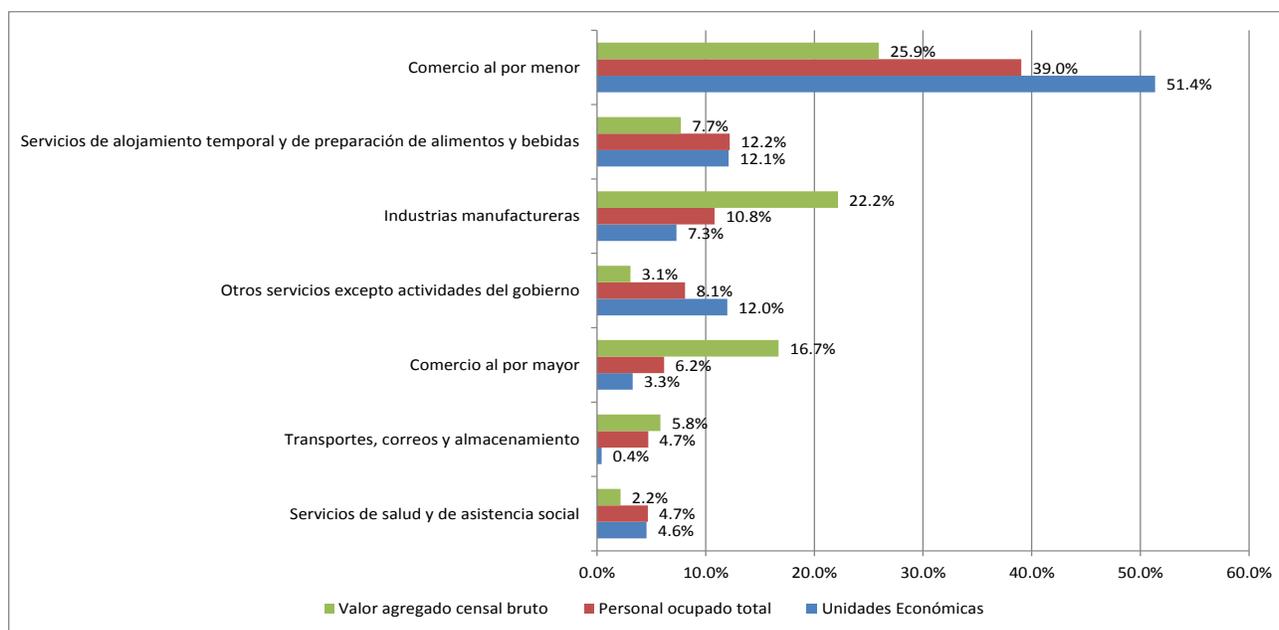
El primer sector se constituye por pequeños restaurantes y hoteles, ocupa el 12% del personal y genera el 8% del VACB municipal.

El siguiente sector se orienta principalmente a la industria alimentaria, la de las bebidas y del tabaco, y a la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, ocupa el 11% del personal y genera el 22% del VACB del municipio.

Las principales empresas industriales instaladas en el área urbana municipal son la Embotelladora de Refrescos "Coca Cola", la fábrica empacadora de cacahuates "Martín Cubero", Maprisa del Sur S.A de C.V., Campi Dinova S.A. de C.V., Cacahuates y Semillas del Sur S.A de C.V., CIMSA, Distribuidora Maracol, S.A. de C.V., Grupo Industrial Casamar, Avícola Llano Grande Pro-Pollo, Carrocerías Aroche S.A. de C.V, Transformación Textil S.A. de C.V., Zapata estampados de Exportación S.A. de C.V., Agua Manantiales de Cautla S.A de C.V., Carrocerías Cautla S.A. de C.V., Distribuidora de Cerámica Morelense S.A. de C.V, Equipos Industriales Mexar, S.A. de C.V, Fábrica de Hielo La Escarcha, S.A., Impresos América S.A de C.V., Nutrimor S.A de C.V., Refrigeración de Cautla S.A. de C.V., Lácteos Laguna S.A. y Empresas Bimbo S.A.

El Parque Industrial Cautla, es un desarrollo de la iniciativa privada con una superficie de 103 hectáreas, que se encuentra en la zona oriente del municipio a una distancia de 8 kilómetros de la cabecera municipal.

Gráfica 3. Municipio de Cautla. Principales ramas de actividad y su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%), 2008



Fuente: INEGI. Censo Económico 2009.

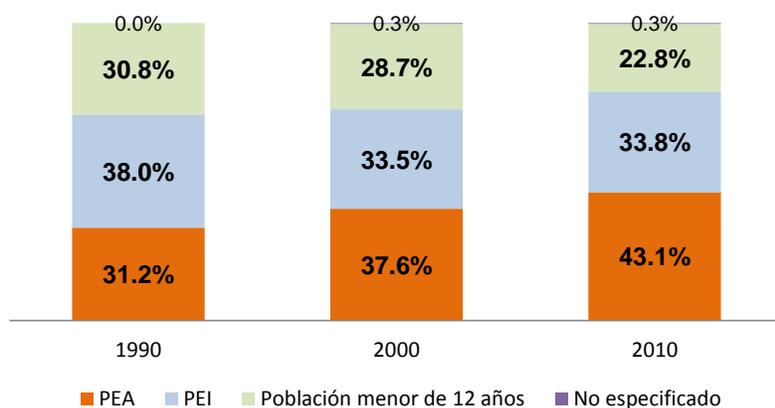


#### 4.4. Características de la Población Económicamente Activa

En el año 2010 la Población Económicamente Activa (PEA) del municipio ascendió a 75,588 personas, representando el 43.1% de la población total.

Esta población ha venido incrementando su participación en los últimos años, en el año 1990 la PEA del municipio ascendía a 37,549 habitantes representando en aquel año el 31.2% de la población total. Como puede apreciarse en la gráfica siguiente, la participación de la población menor a 12 años ha venido disminuyendo sensiblemente.

Gráfica 4. Participación de la PEA en el total de la población, 1990-2010.



Fuente: INEGI. Censos Generales de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010.

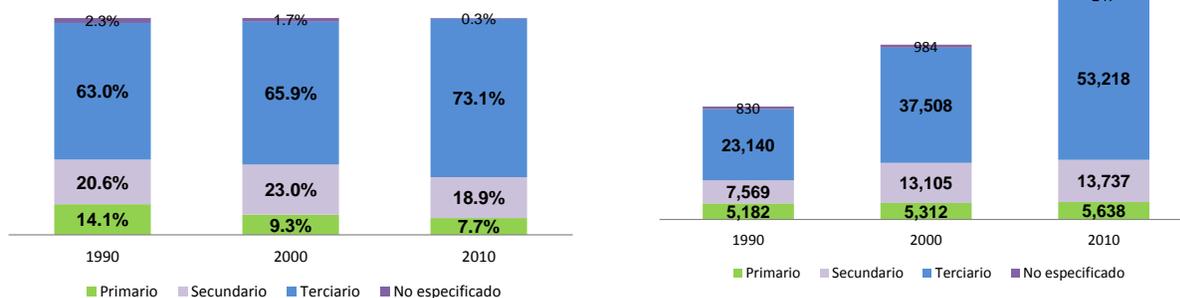
En cuanto a los sectores en los que labora la población económicamente activa del municipio, destaca el sector terciario, mismo que representa el 73.1 de la PEA ocupada.

La preeminencia del sector terciario se ha venido dando sobre una notable disminución porcentual del sector primario y un ligero decremento del sector secundario. Entre 1990 y el 2010, la PEA dedicada al sector terciario incrementó su volumen en términos absolutos en más de 30,000 (el 130% de la PEA dedicada a este sector en 1990), en tanto que la población ocupada en las labores agrícolas prácticamente se ha mantenido estable.

Gráfica 5. Municipio de Cuautla. Distribución de la PEA por sectores, 1990 – 2010

Participación porcentual

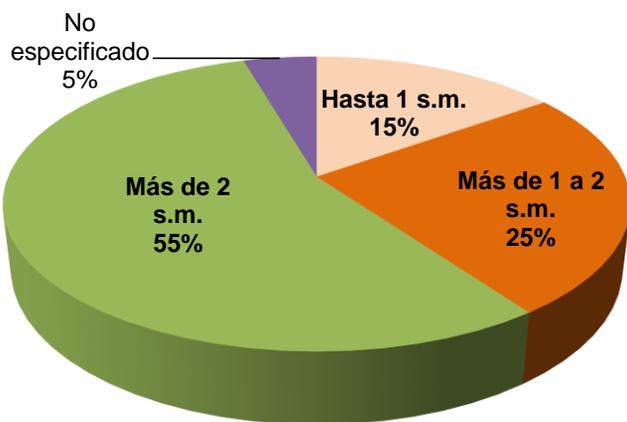
Población



Fuente: INEGI. Censos Generales de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010.

Por otra parte, la distribución de los niveles de ingresos de la PEA que se encuentra ocupada en el municipio son similares los del promedio estatal, el 15% de la PEA percibe menos del salario mínimo en tanto que más de la mitad percibía ingresos superiores a los dos salarios mínimos.

Gráfica 6.- Niveles de ingreso de la población ocupada, 2000



Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010.



Cuadro 6. Indicadores de la PEA del Municipio de Cuautla, 1990 - 2010

	1990	2000	2010
Población Total	120,315	153,329	175,207
PEA	37,549	57,581	75,588
PEI	45,739	51,322	59,215
Población menor de 12 años	37,027	43,980	39,952
No especificado		446	452
PEA Ocupada	36,721	56,909	72,840
Primario	5,182	5,312	5,638
Secundario	7,569	13,105	13,737
Terciario	23,140	37,508	53,218
No especificado	830	984	247
Niveles de Ingresos			
Hasta 1 s.m.		11,276	11,083
Más de 1 a 2 s.m.		19,905	18,090
Más de 2 s.m.		43,084	40,381
No especificado		2,549	3,286



#### **4.5. Estructura urbana**

El Municipio de Cuautla se comunica por vía terrestre con la Ciudad de México mediante la carretera México-Cuernavaca-Cuautla vía la pera No.115D y la carretera Federal México-Cuautla vía Amecameca-Chalco No.115; con la Ciudad de Cuernavaca, por la citada carretera 115D y por la carretera federal Cuernavaca - Cuautla No.138 y; hacia las ciudades de Puebla y Oaxaca mediante la carretera No.160.

Adicionalmente pasan por el territorio la carretera estatal Cuautla-Zacatepec-Jojutla y las carreteras locales Cuautla, Hospital y Apatlaco.

Al interior de la Ciudad de Cuautla, las principales vías de comunicación son, del norponiente al suroriente, el circuito que conforman la prolongación de la autopista Oaxtepec – Cuautla – el libramiento y la carretera Cuautla – Oaxaca.

En el sentido norte-sur, la prolongación de la carretera federal México – Cuautla – Reforma hasta llegar al centro histórico, y su prolongación al suroriente por la calle Jacarandas – carretera México – Oaxaca.



## CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

### 5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico

#### 5.1.1 Fallas y Fracturas

Las dislocaciones de la superficie terrestre se deben principalmente por los esfuerzos internos producto del movimiento relativo de las placas tectónicas. Al momento del desplazamiento, si es súbito, se generan sismos. La sismicidad no se concentra solo en los límites de placas, ya que pueden ocurrir desplazamientos al interior del continente, producto del reacondicionamiento interno. Evidencia del movimiento son plegamiento, disyunción y discontinuidad de una misma unidad geológica.

El territorio que comprende al municipio de Cuautla, Mor., se encuentra casi en su totalidad cubierto por depósitos recientes extruidos por el volcán Popocatepetl. Estos depósitos cubren parcial o incluso en su totalidad cualquier evidencia de fallas y/o fracturas. En cambio la zona oeste del municipio, denota una sierra producto de la deformación tectónica, en donde las fallas jugaron un papel importante. Esta sierra tiene una orientación NNW-SSE, está constituida por rocas sedimentarias (calizas). La deformación genera fallas perpendiculares a la dirección de los esfuerzos, razón por lo que se muestra su eje de deformación. Las fallas relacionadas a la serranía al oeste del municipio, han sido consideradas del Cretácico inferior y no muestran evidencia de movimiento reciente.

Por lo tanto, el peligro por movimiento tectónico es bajo. Cabe señalar que las pendientes y competencia del material pueden representar otro peligro en caso de que se presente un sismo (Figura 18).

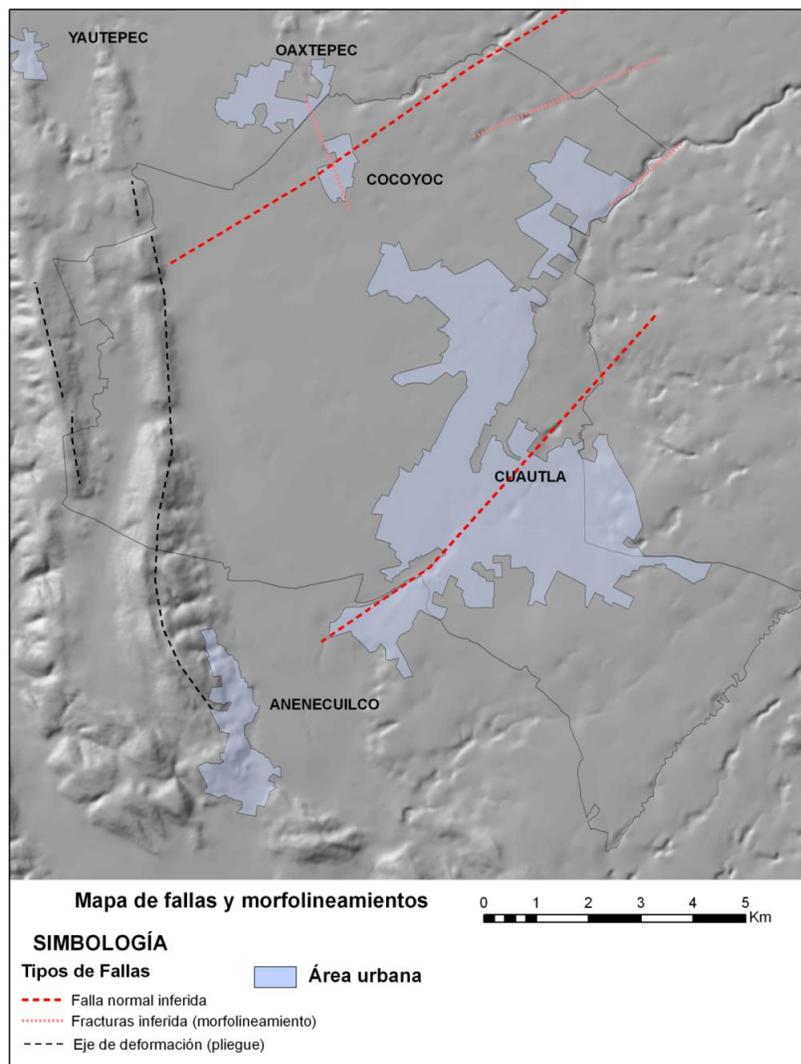


Figura 18. Mapa de fallas y morfolineamientos que se encuentran y/o cruzan al municipio de Cautla, Morelos.

Por otro lado las rocas que comprenden gran parte del municipio son escombros volcánicos recientes removilizados por gravedad con y/o sin agua de por medio. Este recubrimiento enmascara las fallas de la región.

Esto no significa que el fenómeno se ausente dentro del municipio. Ya que al conocer la naturaleza volcánica del territorio, los conductos por donde asciende el material magmático está estrechamente relacionado a un complejo sistema de fallas y fracturas. En este sentido se infirieron dos grandes fallas que atraviesan al municipio de NE al SW. Las evidencias para la identificación fueron los alineamientos de estructuras volcánicas al NE del municipio que continúan por todo el municipio y terminan con una discontinuidad estructural en la sierra sedimentaria al oeste.



No existe reporte alguno de sismicidad el día de hoy, pero las áreas cercanas a estos lineamientos pueden ser zonas potenciales para que pueda presentarse alguno tipo de movimiento. Por último, existen al NE del municipio algunos ríos que muestran una ligera inflexión. Este comportamiento es común en zonas con una naturaleza tectónica.

### 5.1.2 Sismos

La sismicidad es un fenómeno natural producto del movimiento súbito de la corteza terrestre, debido a diferentes fuerzas, principalmente al movimiento de las placas tectónicas. El país se encuentra dividido en varias placas tectónicas: la de Norteamérica (que comprende a cerca del 90 % del territorio continental), Pacífica, de Cocos (enfrente de las costas de Michoacán hasta Chiapas), y de Rivera (enfrente de las costas de Colima, Jalisco y Nayarit). La sismicidad comúnmente se produce en los límites de estas placas, y rara vez en el interior. Los movimientos de las placas desencadenan tres tipos de fenómenos, de acuerdo con la teoría de Tectónica de Placas, que son: subducción, extensión y transcurrancia; cada uno de ellos ocurre en los límites de las placas. En el país se presentan los tres tipos de fenómenos. El límite de las placas de Norteamérica y Pacífica, en el Mar de Cortés, se presenta el proceso de extensión y en continente (cerca de Mexicali) el proceso de transcurrancia. En el océano Pacífico las placas de Cocos y Rivera en su origen, propician los fenómenos de extensión, en donde, se forma nueva corteza oceánica, y se desplaza lentamente lejos de su punto de origen. Este movimiento trata de empujar, al llegar a la base, a la placa de Norteamérica. Esta placa al ser más grande y ligera, le cuesta trabajo moverse, por lo que cabalga sobre la placa que la empuja, esto ocasiona el proceso de subducción de las placas. El límite de subducción es muy importante ya que es en éste donde se generan fenómenos como el vulcanismo y la sismicidad. La zona de subducción de es la responsable de la mayor cantidad de los sismos que ocurren en el país, va desde Nayarit hasta Chiapas y continúa hasta el sur del continente.

De acuerdo con la zona de subducción el país ha sido dividido en 4 grandes zonas sísmicas (Figura 19). Para su división se utilizó la información sísmica del país desde el inicio del siglo pasado, a partir de registros históricos. Estas zonas son un reflejo de la ocurrencia de sismos en las diversas regiones. En la zona A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años. Las zonas B y C son zonas intermedias, aquí los registros de sismos no son tan frecuente. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente.



Figura 19. . Regiones sísmicas (Fuente SSM).

El estado de Morelos se encuentra en los límites de las regiones sísmicas B y C. La región B, es considerada como una zona penesísmica, es decir, se experimenta actividad sísmica además de ser un cinturón de amortiguamiento debido a la cercanía a la Trinchera Mesoamericana (donde las placas oceánicas subducen a la continental). Por tal motivo es relativamente común percibir movimientos corticales, pero su recurrencia aunque es mayor comparada con la región A, rara vez incrementa la intensidad de la actividad. La zona C es intermedia al área de subducción, aquí se registran sismos aunque no tan frecuentemente, es una zona afectada por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Para determinar la cantidad e intensidad de los movimiento sísmicos, el Servicio Sismológico Nacional (SSN), cuenta con varias estaciones sísmicas distribuidas en todo el país. La estación sísmica más cercana al municipio es la estación YAIG, localizada en el poblado de Yautepec, Morelos, con coordenadas de 18.86° de latitud norte, y 99.06 de longitud W.

Cautla se encuentra aprox. a más de 300 km de distancia de la trinchera sismo-generadora. La sismología experimentada en el municipio, es producto de los esfuerzos producidos por las placas en la zona de subducción, producto del reacomodo en superficie del relieve, o liberación de energía por los esfuerzos al interior de la corteza y por efectos volcánicos. Los sismos recientes en el municipio no superan la magnitud 4 (Tabla 1). El sismo de mayor magnitud ocurrido cerca de Cautla, Morelos con una magnitud de 6 se registró el 21 de julio del año 2000 a la 1:13:39 en las coordenadas de 18.09 latitud norte y 98.97 longitud W (SSN. 2011), en donde se reportan en el estado de Morelos intensidades en escala de Mercalli de III-VIII. En donde, la sensación de menor intensidad es III, lo que indica que los objetos suspendidos oscilaron y el terreno vibró con poca oscilación. La intensidad VIII describe el colapso parcial de construcciones sin refuerzos en sus



pilares o en las que la oscilación lateral es evidente, cualquier estructura sin refuerzo muestra fractura o colapso y algunas veces aparecen grietas en el suelo (SSN, 2011).

Tabla 1. Sismos recientes cercanos al municipio de Cauatla, Morelos (Fuente: SSN, 2011).

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof.(km)	Mag.	Localización
25/01/2007	8:38:21	19,06	-99,06	14	3,8	9 km al NORESTE de TEPOZTLAN, MOR
20/06/2007	1:13:56	18,85	-98,81	1	3,7	6 km al SURESTE de YECAPIXTLA, MOR
25/11/2007	19:07:29	18,73	-99,34	2	3,8	12 km al NOROESTE de XOXOCOTLA, MOR
19/04/2008	0:31:28	18,72	-99,37	5	3,3	13 km al NOROESTE de PUENTE DE IXTLA, MOR
02/01/2009	7:30:20	18,92	-98,86	5	3,7	4 km al NORTE de YECAPIXTLA, MOR
08/01/2009	23:50:41	18,48	-99,37	6	3,6	16 km al SUROESTE de PUENTE DE IXTLA, MOR
15/08/2009	19:09:54	18,74	-99,28	20	3,3	7 km al NOROESTE de XOXOCOTLA, MOR
26/10/2009	17:45:16	18,9	-98,82	32	3,3	4 km al NORESTE de YECAPIXTLA, MOR
26/11/2009	7:03:16	18,49	-99,26	60	3,6	15 km al SURESTE de PUENTE DE IXTLA, MOR
08/01/2010	5:33:20	18,92	-99,21	5	3,2	3 km al ESTE de CUERNAVACA, MOR
10/02/2010	21:47:13	18,63	-99,34	13	3,2	3 km al NOROESTE de PUENTE DE IXTLA, MOR
26/06/2011	7:58:50	19,04	-99,16	20	3,3	9 km al NOROESTE de TEPOZTLAN, MOR

El municipio al encontrarse inmerso en la zona B (penisísmica), presenta un riesgo moderado en cuanto a la ocurrencia de movimientos sísmicos de cualquier tipo (tectónico y/o volcánico). Pero para caracterizar de mejor manera este peligro, es necesario considerar los efectos del sitio, de

acuerdo con su litología. Bajo este contexto el municipio pueden definirse tres zonas claras (Fig. 3). La zona de riesgo bajo, ocupa la serranía al oeste del municipio, constituido por relieve calcáreo en donde en caso de presentarse un sismo los problemas que se presentarían no involucra la aceleración del terreno, sino colapsos y procesos de remoción en lugares con procesos de disolución y de fuerte pendiente, respectivamente. La zona de riesgo moderado es la zona de transición entre el terreno firme, está constituido por depósitos volcanoclásticos, por lo que se presume una baja amplificación de las ondas sísmicas. En cambio en la zona de riesgo alto, la constituye material aluvial con un componente freático importante, por lo cual se hace posible una amplificación considerable de las ondas sísmicas.

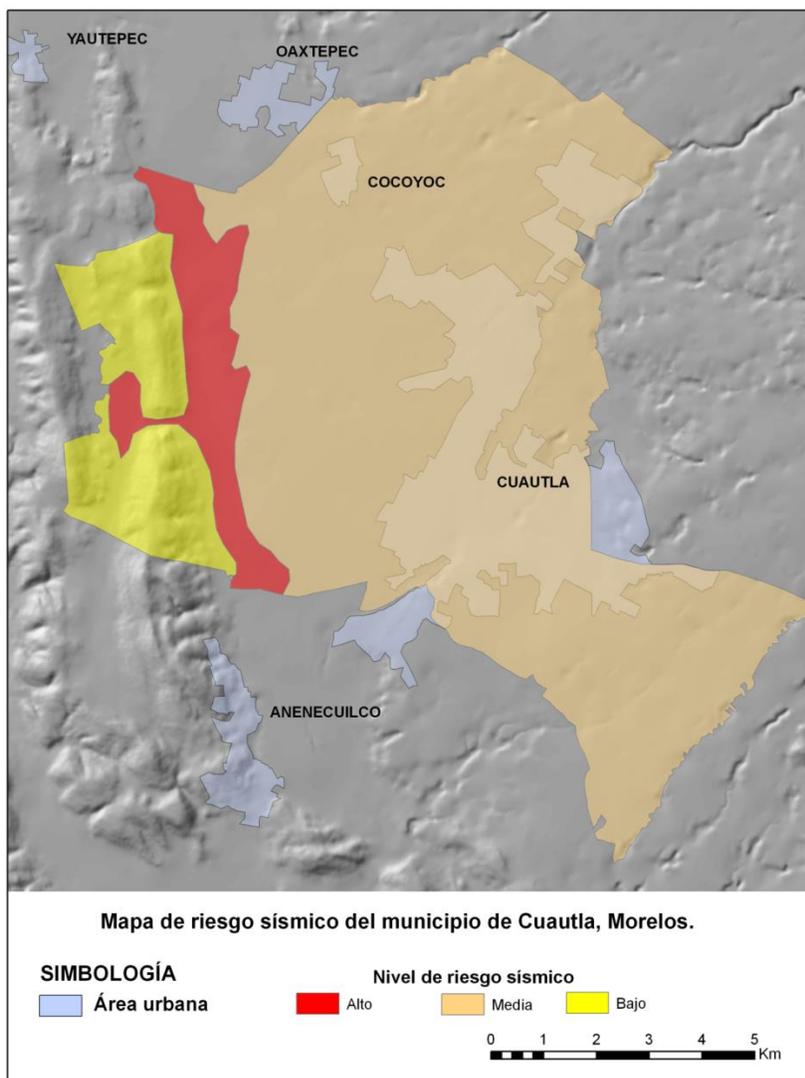


Figura 20. Riesgo sísmico del municipio de Cautla, Morelos



### 5.1.3 Vulcanismo

El municipio de Cauatla se encuentra cerca de unos de los volcanes con mayor actividad en México, solo rebasado por el volcán de Colima: el volcán Popocatepetl, que ha presentado una gran cantidad de erupciones volcánicas en tiempos geológicos recientes. Algunos periodos eruptivos han tenido como testigo a los pobladores de sus alrededores.

El municipio se encuentra aproximadamente 40 km al suroeste del cráter del volcán, en las partes bajas de sus alrededores a 1,300 msnm. Cauatla se localiza en los límites de los dominios litológicos de origen volcánico y rocas sedimentarias. En donde, el estrato sedimentario, lo constituye una secuencia de rocas carbonatadas del Cretácico Inferior (Albiano) perteneciente a la denominada Plataforma Morelos-Guerrero. La conforman rocas calizas marinas someras, pélagicas y silíceas clásticas (Nieto-Samaniego *et al.*, 2006). Esta secuencia se encuentra ampliamente cubierta por una sucesión de depósitos volcanoclásticos constituidos por lahares y productos piroclásticos, muchos de ellos, pertenecientes al volcán Popocatepetl. Aunado a estos depósitos también aflora un barniz de productos piroclásticos de caída emplazados por importantes erupciones producidas por dicho volcán.

En este sentido, el municipio puede ser afectado de manera importante por el sistema volcánico, en este caso, representado por el volcán Popocatepetl. La intensidad de afectación es variable y de acuerdo con el mapa de peligros vigente del volcán (Macías *et al.*, 1997) los fenómenos volcánicos que pueden perturbar su espacio son lahares (flujos de escombros con un variable contenido de agua) y flujos piroclásticos (flujos de escombros incandescentes) en mayor medida. Además en caso de que el volcán entre en actividad explosiva sostenida y levante una columna piroclástica de tipo pliniana (o incluso subpliniana), la probabilidad de que en el municipio presente una lluvia de ceniza y pómez será moderada. Dentro del rubro fenómenos volcánicos cabe la posibilidad de que una parte del edificio principal se derrumbe lo que ocasionaría un colapso de edificio. Siendo unos de los fenómenos más peligrosos que puede desencadenarse en el volcán. Este fenómeno (derrumbe) ya se ha presentado en el volcán (Siebe *et al.*, 1995), razón por la cual es muy importante considerarlo.

Bajo este contexto, debido a la distancia de Cauatla con respecto al volcán y la geología que constituye al municipio, los fenómenos que deben ser considerados como peligrosos son tres principalmente. La Figura 21 muestra las áreas susceptibles a que, en caso de ocurrir una erupción del tipo subpliniana o mayor, podrían ser afectadas por flujos piroclásticos y lahares. Es importante considerar que solo las áreas cercanas a los principales valles que cruzan al municipio son consideradas con un peligro medio o moderado. Fenómenos como estos han ocurrido en el pasado geológico del volcán.

Los flujos piroclásticos son corrientes densas compuestas por una mezcla de rocas que pueden tener tamaños desde decenas de metros hasta cenizas (-2 mm) incandescentes y gases que se desplazan sobre las formas negativas del relieve (depresiones y/o barrancas). Estos flujos pueden iniciarse por el desplome de una columna eruptiva, por explosiones laterales ocurridas en el edificio principal y por erupciones dirigidas producidas por la abertura de un nuevo foco emisor de



material magmático. Los lahares por su parte, son flujos de escombros volcánicos que se movilizan por un importante contenido de agua. Es importante señalar que los lahares no necesitan la presencia de actividad volcánica para su ocurrencia. Ya que éstos precisan una gran cantidad de material no consolidado que pueda ser movilizado por efecto de una sobresaturación de la escorrentía en superficie. Razón por la cual, el monitoreo de las condiciones meteorológicas en las laderas del volcán se vuelve mandatorio.

Fenómenos similares (lahares y flujos piroclásticos) han ocurrido continuamente en la historia eruptiva del volcán Popocatepetl. En tiempos históricos estos peligros han destruido asentamientos humanos. Estudios han revelado que las erupciones de tipo plinianas han puesto a disposición una gran cantidad de material en los alrededores del volcán, que de manera inmediata y posteriormente, han sido movilizados por efectos hídricos. El CENAPRED junto con científicos de los institutos de ciencias de la Tierra de la UNAM, han evidenciado la capacidad que tiene el volcán para presentar erupciones mayores. Ejemplo de estos son las erupciones ocurridas entre 3195-2830 a.P., 215 a.P y 675 d.C. Estas erupciones desencadenaron múltiples flujos de escombros, dentro de los cuales algunos afectaron el relieve que ocupa el municipio, y que se muestra referido en la Figura 21 Una de las últimas erupciones que desencadenó lahares ocurrió hace 1,095 años aprox. (Siebe *et al.*, 1996).

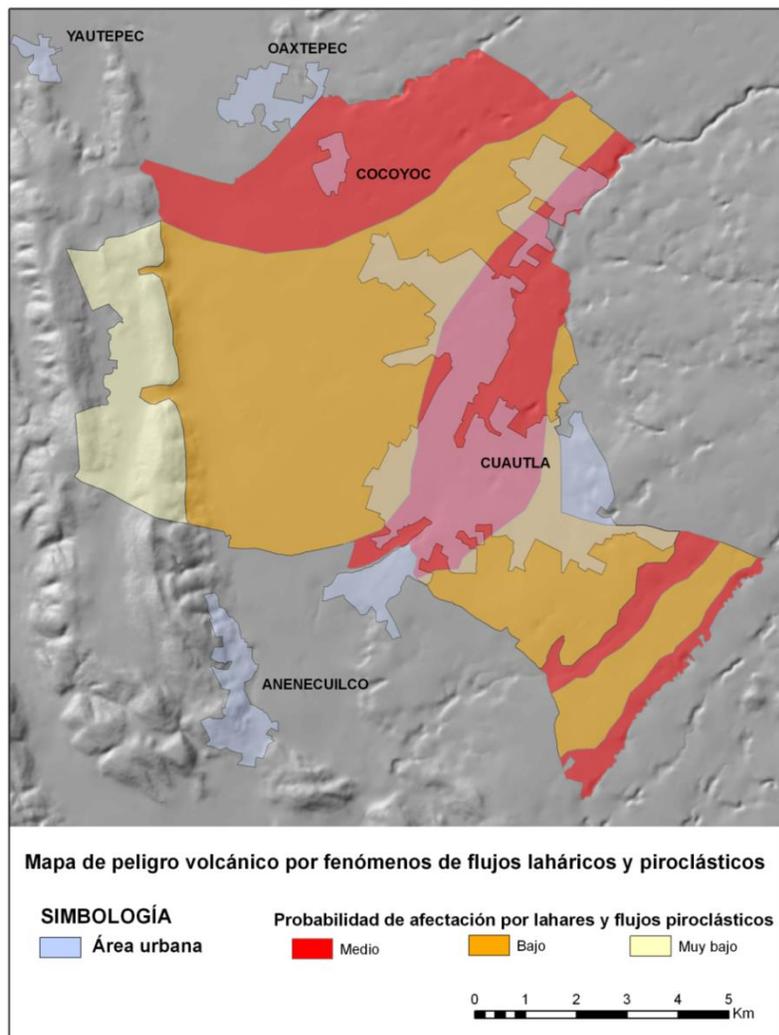


Figura 21. Mapa de peligros volcánicos por fenómenos de flujo.

Las áreas por encima de los principales valles, muestran una superficie de piedemonte sin un importante incremento en la pendiente. Cuando los flujos volcánicos llegan a zonas en donde disminuye el confinamiento, tienen a rebasar las laderas de los valles y ocupan las áreas llanas cercanas al valle, denominadas de inundación. De esta manera cuando los flujos contienen una gran cantidad de material y rebasan las laderas del valle, tienen a inundar su llanura. En la Figura 21 estas áreas se ven caracterizadas con un peligro bajo o menor. Solo la parte más occidental del municipio, se muestra con un peligro muy bajo. Esto se debe a que las montañas plegadas funcionan como barrera en caso de la ocurrencia de algunos de estos flujos.

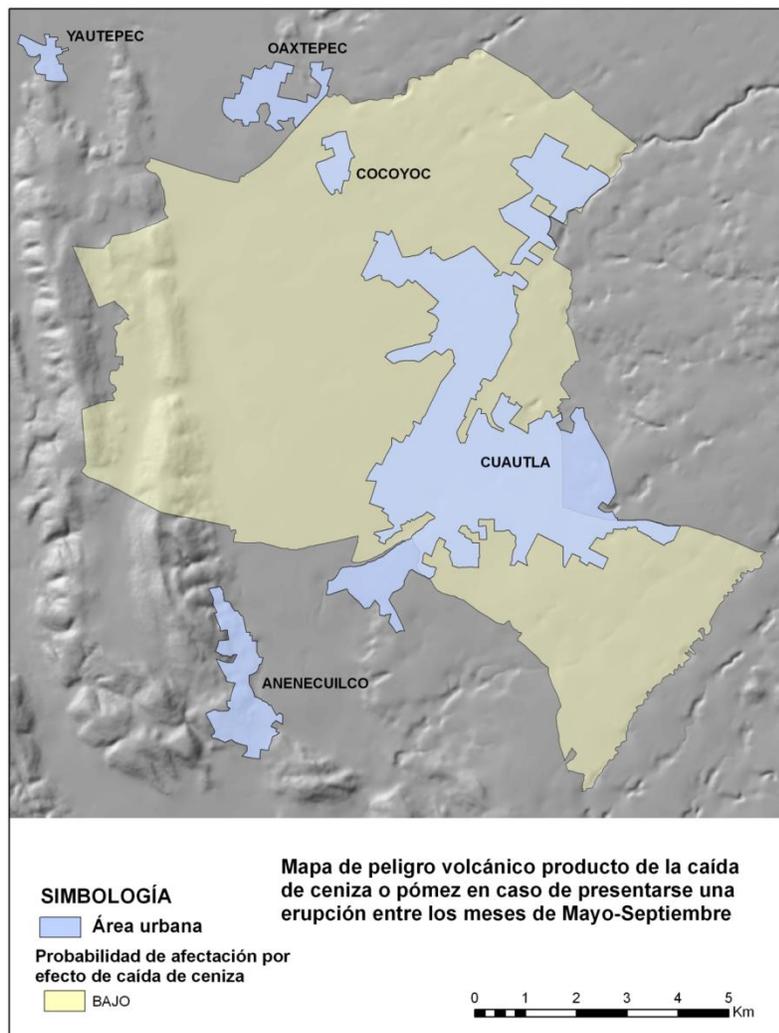


Figura 22. Mapa de peligros volcánicos por efecto de caída de ceniza.

Como se ha mencionado anteriormente, las erupciones de tipo explosivo ponen a disposición una gran cantidad de material piroclástico en los alrededores del volcán. Dependiendo de la altura en la columna eruptiva (es decir, energía de expulsión del material volcánico), los piroclastos pueden viajar a una mayor distancia de la fuente. Cuando las erupciones rebasan tropósfera, los piroclastos se desplazan con facilidad, de acuerdo a la dirección del viento en cada época del año. De esta manera la distribución de los materiales tenderá a depositarse de acuerdo a un eje, este eje lo determina la dirección del viento. Mientras mayor sea la altura de la columna eruptiva, mayor será la dispersión de los materiales. El eje de dispersión de las recientes erupciones del Popocatepetl ha permanecido primordialmente a desplazarse de E-W al norte del volcán. Esto no quiere decir que el municipio tienda a encontrarse a salvaguarda para este tipo de peligro, ya que la distribución de los productos en estas erupciones han inundado fácilmente áreas a distancias mayores a los 70 km del cráter del volcán, con 10 cm de ceniza. Razón por la cual la totalidad del municipio se encuentra con un nivel bajo (Figura 23). Esto quiere decir, que Cuautla puede ser

afectado por la caída de decenas de centímetros de ceniza y pómez, cuando las erupciones sean mayores y los vientos tengan una dirección dominante al WSW o SW, lo cual puede ocurrir entre los meses de Mayo a Septiembre (Macías *et al.*, 1997).



Figura 23. Mapa de peligros por efecto de un colapso del edificio.

Por último, dentro de los variados fenómenos volcánicos que pueden representar un peligro para la población asentada dentro del municipio de Cuautla, Morelos, resalta un proceso común en el desarrollo de los grandes volcanes a nivel mundial. Los volcanes no pueden crecer para siempre, resultado de la actividad efusiva y explosiva. La gravedad juega un papel fundamental en la ocurrencia de fenómenos de flujo o deslizamiento. Después de la erupción del monte Sta. Helena en los EE.UU en 1980, los científicos descubrieron que una parte del edificio de un volcán puede deslizarse ladera abajo ocasionando el fenómeno conocido como avalancha de escombros.



El volcán Popocatepetl ya ha colapsado anteriormente, siendo la última vez hace aprox. 22 000 años (Siebe *et al.*, 1995). Este fenómeno no necesariamente necesita ser desencadenado por una erupción volcánica, ya que existen muchos factores que pueden desestabilizar una ladera, como el movimiento de una falla tectónica, la alteración hidrotermal al interior de las laderas del volcán etc. Por este motivo es importante conocer el estado de equilibrio de los materiales que componen las laderas del volcán, monitoreándolo con inclinómetros y gps de alta resolución que permitan identificar los movimientos o incrementos en la altura. Cuautla se encuentra sobre el último depósito de avalancha de escombros. Al considerarse que un fenómeno geológico que ya ha ocurrido en tiempos anteriores puede repetirse, casi la totalidad del municipio debe ser considerado con un nivel alto en caso de que ocurra un fenómeno de la magnitud y característica similar al ocurrido hace 22 000 años.

#### 5.1.4 Procesos gravitacionales (Deslizamientos<sup>1</sup>)

Los procesos gravitacionales o remoción en masa son tan sólo uno de los peligros naturales que se presentan en el municipio de Cuautla en el Estado de Morelos. Su identificación, localización, estudio y análisis son parte de un estudio integral en el que se persigue identificar las áreas propensas a diversos peligros. En este sentido la identificación y caracterización de los niveles de susceptibilidad potencial de los peligros geológicos por procesos gravitacionales tiene como finalidad detectar las zonas con condiciones vulnerables más críticas.

Para la evaluación de los procesos gravitacionales, se requieren varias consideraciones y ponderaciones naturales como podría ser la pendiente del terreno, la litología, las fallas, la cobertura vegetal, la estructura y textura de los suelos, el régimen hidrológico, entre otros, pero para el presente estudio sólo se tomaron en consideración los dos primeros, por ser los que más influyen en el municipio de Cuautla.

El mapa de susceptibilidad identifica las zonas donde de acuerdo con a las condiciones litológicas y el grado de inclinación (Tabla 7) de la superficie terrestre, son potenciales a desarrollar las diferentes grados de intensidad de ocurrencia, información que servirá como base orientativa sobre los niveles de peligro ante el desarrollo de procesos gravitacionales.

---

<sup>1</sup> Nota: El término “Deslizamientos” solo se refiere a un tipo de proceso, se sugiere usar “Procesos Gravitacionales o de Remoción en Masa”.

Pendiente	Lahar volcánico	Calizas	Areniscas y Lutitas
0° a 1.5°	MB	--	B
1.5° a 6°	B	--	M
6° a 12°	M	M	M
12° a 18°	A	M	A
mayor a 18°	MA	--	MA

Tabla 7.- Condiciones de litología y pendiente

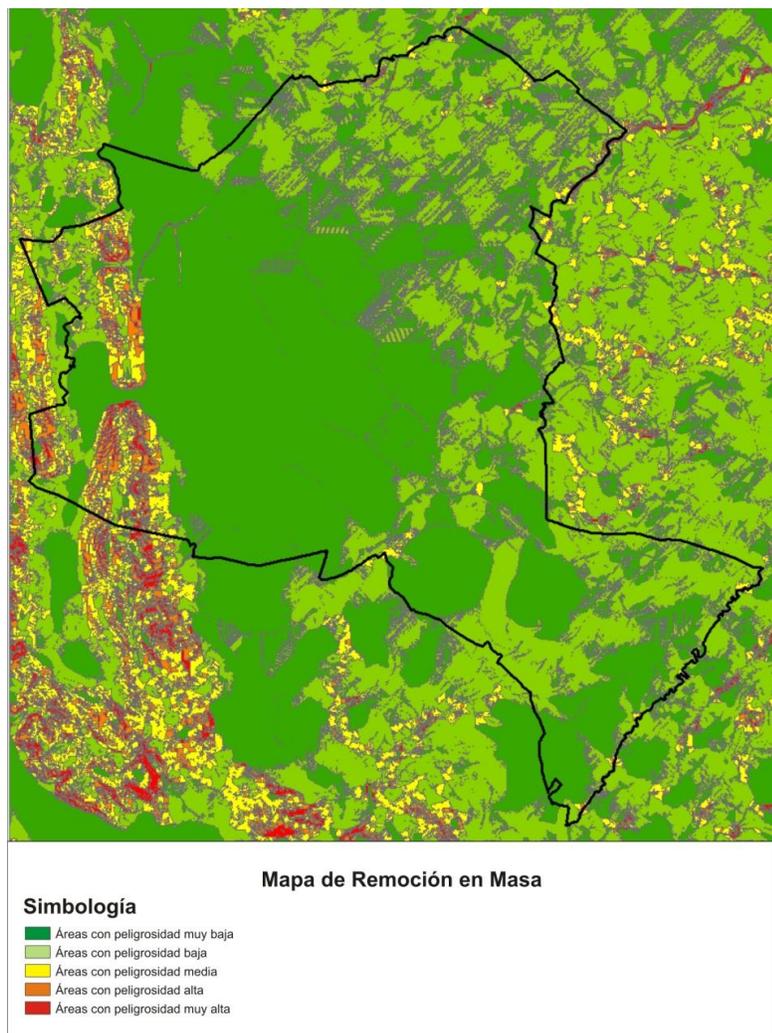


Figura 24. Mapa de susceptibilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.



### **5.1.5 Derrumbes**

Los derrumbes en el municipio de Cuautla, Morelos, se presentan principalmente en dos áreas, al oeste en las laderas de los lomeríos; y en menor proporción al este en las barrancas existentes. Cada una de estas áreas tiene diferentes características que originaran derrumbes.

Las áreas clasificadas como de peligrosidad potencial muy alta y alta se presentan básicamente en laderas de los pequeños lomeríos al oeste del municipio con litología de areniscas y lutitas. En menor medida y casi puntual, estas áreas también se presentan en algunos de las laderas de los barrancos al este del municipio. Cada una de estas áreas cuenta con litología diferente, pero lo que realmente influye para que exista una alta peligrosidad es la pendiente.

En las partes bajas de los lomeríos, los derrumbes se pueden presentar en las áreas clasificadas como de peligrosidad potencial media, ya que en combinación de la pendiente con las rocas calizas resultan en ese nivel de peligrosidad. De la misma forma al este del municipio, también se presenta el nivel de peligrosidad potencial medio, ya que las pendientes en los barrancos es pronunciada.

En el resto de Cuautla se presentan los niveles de peligrosidad potencial bajo y muy bajo, en estas áreas la presencia de estos procesos es prácticamente nulo, ya que las pendientes bajas y la litología hacen que sea prácticamente imposible la presencia de estos.

### **5.1.6 Flujos**

Los Procesos de Remoción en masa clasificados como Flujos, se pueden presentar principalmente en las laderas de los lomeríos, en forma de flujos de detritos. Para que se den estos procesos usualmente se requiere de abundante agua que fluye ladera abajo con un comportamiento de fluido viscoso y esto en conjunto con la litología abundante en arcillas como lo son las areniscas y las lutitas.

### **5.1.7 Hundimientos**

Los hundimientos en el terreno ocurren por diversos factores, pero se producen cuando la competencia del terreno se ve sobrepasada por la carga o esfuerzos ajenos al mismo. Una de las principales variables a considerar para reconocer zonas con posibles hundimientos es la extracción de agua del subsuelo. Los hundimientos son “agujeros” de tamaños variables, desde pequeños (decenas de centímetros) hasta grandes (decenas de metros). Comúnmente provocan agrietamiento antes y después de su descenso. Esto puede afectar considerablemente a construcciones o infraestructura diversa.

Los hundimientos pueden tener un origen natural o inducido por la actividad humana. En este sentido, pueden clasificarse a partir de su velocidad de ocurrencia en: hundimientos lentos y progresivos denominados como subsidencias; ó, hundimientos rápidos y repentinos denominados colapsos.



La subsidencia al tener velocidades bajas de ocurrencia, no ocasiona víctimas mortales, pero los daños económicos que conlleva pueden ser elevados, sobre todo en áreas urbanas, donde constituye un riesgo alto para cualquier tipo de estructura asentada sobre el terreno que se deforma.

En cambio los hundimientos súbitos pueden ocasionar serios daños e incluso fatalidades, a estos fenómenos se les denomina como colapsos y están muy relacionados al desarrollo de cavernas o cavidades en el interior del terreno. Los mecanismos que desencadenan a este tipo de procesos son variados, por ejemplo: movimientos sísmicos, tectónicos, rellenos internos no compactados, minas antiguas, explotación de recursos en el subsuelo, o disolución de capas de rocas o salinas (natural o por construcción de embalses). Este proceso puede ocasionar la destrucción o daño en las vías de comunicación, invasión de aguas en zonas cercanas al mar, lagos o salinas, cambios en la pendiente que afecten a flujos de aguas en tuberías y alcantarillado, contaminación de aguas subterráneas, desestabilización o hundimiento de edificios y casas.

En este sentido, es necesario considerar varios aspectos que determinan las zonas de subsidencias o colapsos potenciales del terreno. A partir de las características morfológicas del terreno, la topografía, fallas y fracturas, la geología y más importante, zonas de extracción de agua, fue posible generar un mapa de zonas potenciales de hundimiento para el municipio.

La litología en donde se concentran este tipo de fenómenos es la del relleno aluvial del Cuaternario, perteneciente a las zonas de valles amplios, en este caso, cuencas sedimentarias con procesos de rellenos aluviales, y proluvial. Además aquí se consideran las zonas que, debido a una litología de calizas propensa a presentar cavidades, puedan colapsar como producto de la disolución de  $\text{CaCO}_3$ . De esta manera el municipio de Cuautla presenta zonas propensas a hundimientos importantes cerca de la serranía al oeste del municipio, con una potencialidad alta.

Debido a la extracción de agua dentro del subsuelo calizo y lo frágil de la cobertura piroclástica, se presentan algunas pequeñas zonas al interior de la ciudad. Por el contrario en las partes altas de la serranía al oeste del municipio se muestran las zonas que pueden desarrollar colapsos debido a cavidades al interior de la montaña. El área con una susceptibilidad media de presentar hundimientos corresponde tentativamente al área del acuífero sobreexplotado de Cuautla (CNA, 2002). Además de considerar los vectores de flujo del acuífero subterráneo, de acuerdo con la geología del subsuelo (Vázquez et al., 1989).

De esta manera las zonas bajas del municipio pueden presentar subsidencias. Por el contrario las partes altas de acuerdo con su litología más competente (piroclastos y lahares consolidados) dificultan el desarrollo de estos fenómenos. Por último el área de la serranía puede presentar toda una gama de procesos de remoción en masa en sus laderas pero solo en las cimas persisten las condiciones para la ocurrencia de fenómenos de colapsos del terreno.

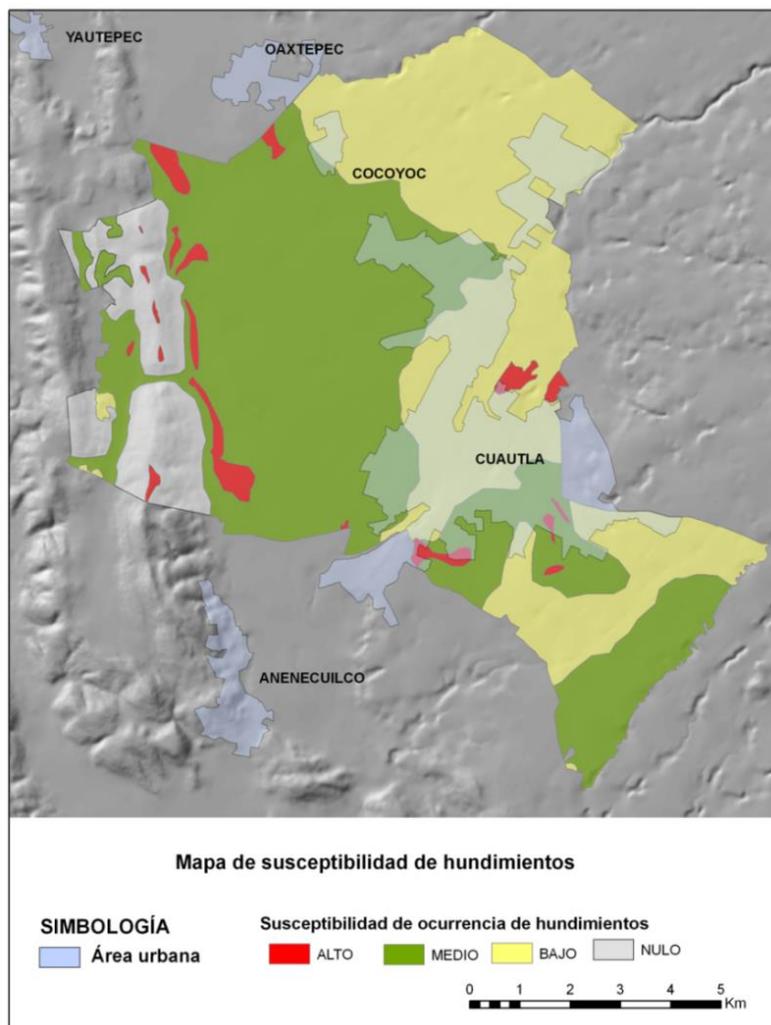


Figura 25. Mapa de susceptibilidad de ocurrencia de hundimientos.

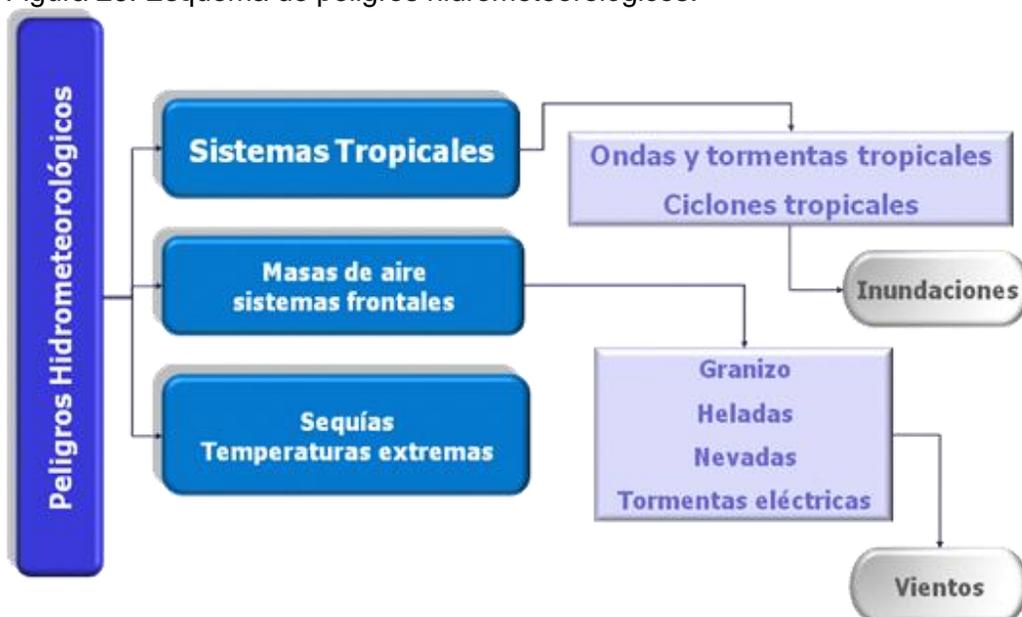
## 5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

Los fenómenos hidrometeorológicos, son procesos o fenómenos naturales de tipo atmosférico, hidrológico u oceanográfico que pueden causar lesiones o la pérdida de vidas, daños a la propiedad, la interrupción social y económica o la degradación ambiental, tales como inundaciones, avalanchas de lodo y escombros, ciclones tropicales, marejadas, tormentas y granizo, fuertes lluvias y vientos, fuertes nevadas y otras tormentas severas, sequías, desertificación, incendios forestales, temperaturas extremas, tormentas de arena o polvo, heladas y avalanchas.

Estos fenómenos por su frecuencia, magnitud e intensidad física, así como su impacto en la población y la infraestructura, están relacionados con el mayor número de desastres naturales en México. Lo cual ha evidenciado una alta vulnerabilidad de los asentamientos humanos.

Diferentes científicos e investigadores consideran que el incremento en la magnitud e intensidad de las amenazas como huracanes, inundaciones y sequías están asociadas al cambio climático. Los peligros hidrometeorológicos se clasifican como lo muestra el siguiente esquema:

Figura 26. Esquema de peligros hidrometeorológicos.



Fuente: SEDESOL 2009.



## Causas de los peligros hidrometeorológicos

El ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las zonas térmicas y las variaciones de presión son fenómenos que se presentan como parte de la dinámica atmosférica del planeta. El elemento central de estos fenómenos es la precipitación pluvial, la cual se refiere a la forma de agua, sólida o líquida, que cae de la atmósfera y alcanza la superficie de la tierra, a través de lluvia granizo o nieve.

La atmósfera es un sistema de gran complejidad que interactúa con los océanos, el suelo, y todo tipo de vida distribuyendo la energía que recibe del sol a través de numerosos procesos. Cerca de la cuarta parte de la energía del sol que llega a la tierra se encarga de evaporar agua que luego asciende hacia la atmósfera. Al mismo tiempo, la constante atracción de la gravedad provoca un descenso de la humedad atmosférica en forma de nieve o lluvia. La circulación a gran escala de los vientos también juega un papel determinante al mover el calor y transportar la humedad sobre la superficie de la tierra (Abbott, 1999). Así, la dinámica atmosférica del planeta permite que se lleven a cabo fenómenos como el ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las variaciones de presión barométrica, que combinados a fenómenos como la rotación y traslación de la tierra, o a características como la altitud o el tipo de suelo, determinan los fenómenos hidrometeorológicos de un sitio en particular.

Los peligros hidrometeorológicos se asocian a los fenómenos que se generan en las capas bajas de la atmósfera terrestre, producto de las condiciones de temperatura y humedad que en ella predominan y que tiene una incidencia directa sobre la superficie. Estos fenómenos pueden ser un peligro para los seres humanos y su patrimonio al momento de romper el balance del ciclo hidrológico en las características topográficas e hidrográficas de las cuencas.

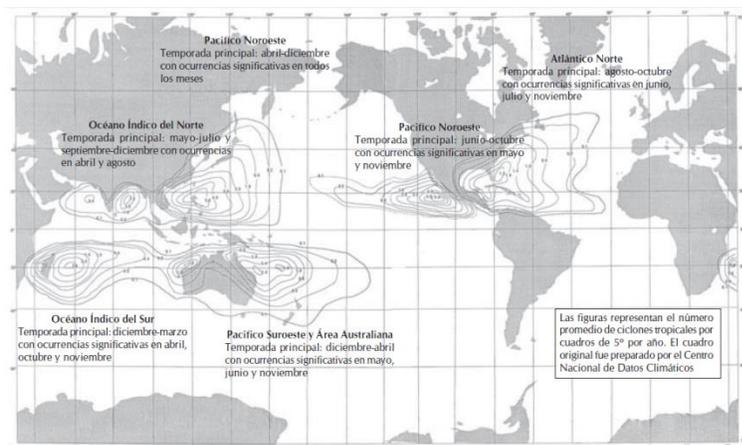
### **5.2.1. Ciclones (*Huracanes y ondas tropicales*)**

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. Como su nombre lo indica, el ciclón tropical se origina en las regiones tropicales del planeta<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> CENAPRED; Ciclones Tropicales, 2003.

Figura 27. Presencia de ciclones tropicales en el mundo (las líneas indican el número de ciclones tropicales promedio que se presentan cada año).



Fuente: CENAPRED 2003.

Los efectos de los Huracanes -como se les llama en México a los sistemas ciclónicos-, son los que provocan mayor destrucción en nuestro país, son capaces de causar graves daños a poblaciones costeras y ocasionar pérdidas humanas y económicas difíciles de superar. La energía de los ciclones tropicales proviene esencialmente del calor y la humedad que transfiere el océano al aire en los niveles bajos de la atmósfera.

En el municipio de Cuautla no impacta este tipo de fenómenos directamente debido a su ubicación geográfica.

### 5.2.2. Tormentas eléctricas

Una tormenta eléctrica es una descarga de rayos producida por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre. Es un fenómeno meteorológico en el que se presentan rayos que se descargan en la superficie, generalmente en zonas boscosas y urbanas.

La identificación de este tipo de fenómenos está basada en la información obtenida por las estaciones meteorológicas en el municipio de Cuautla del Servicio Meteorológico Nacional SMN, en este municipio, existen dos estaciones climáticas ubicadas en el centro de la ciudad.



Cuadro 7. Tormentas eléctricas registradas por estación meteorológica

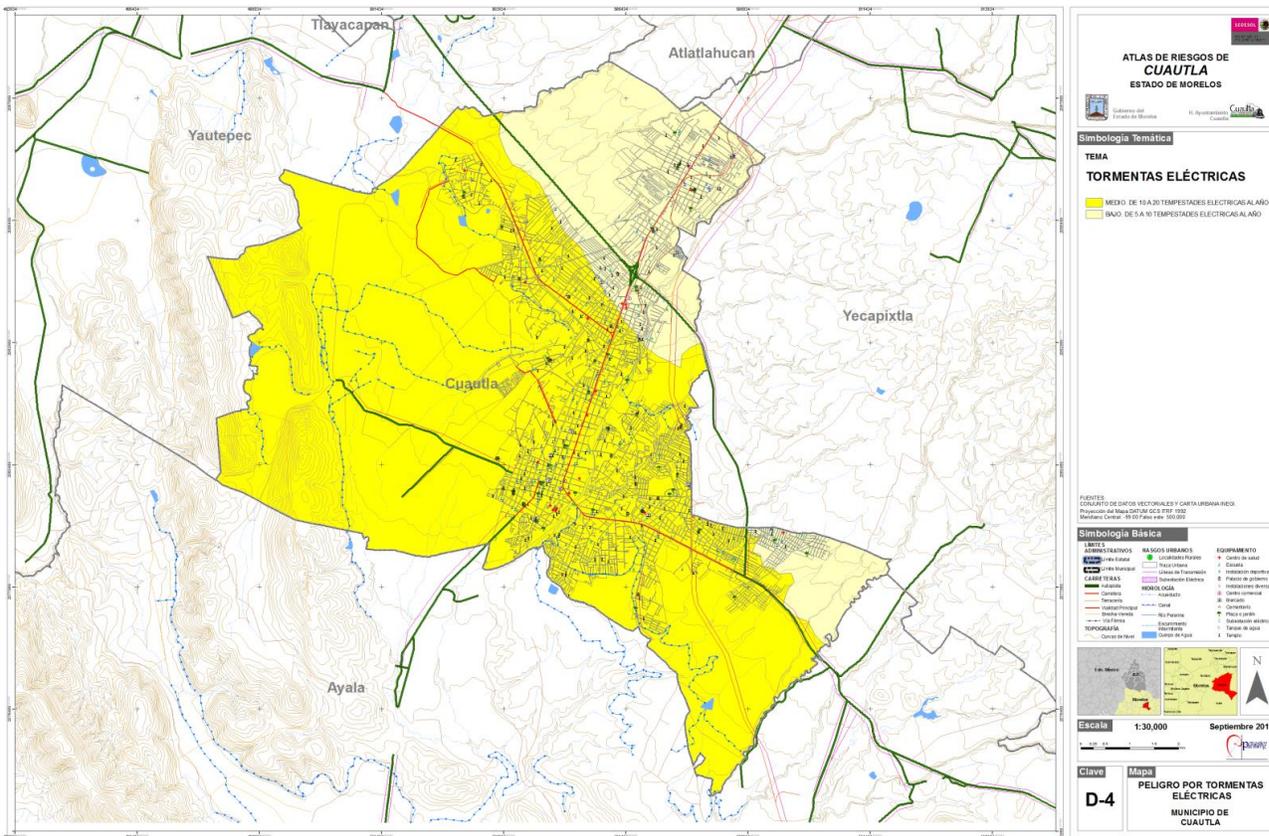
ESTACION: 00017003 CUAUTLA (SMN)		LATITUD: 18°48'15" N.							LONGITUD: 098°57'03" W.					
ALTURA: 1,303.0 MSNM.		EN	FE	MA	AB	MA	JU	AG	SE	OC	NO	ANUA		
		E	B	R	R	Y	N	JUL	O	P	T	V	DIC	L
TORMENTA E.		0	0.1	0.1	0.3	0.8	1.7	1.9	1.7	1.5	0.8	0.7	0	9.6
AÑOS CON DATOS		55	55	56	55	56	55	54	55	55	55	54	54	
ESTACION: 00017005 CUAUTLA (DGE)		LATITUD: 18°48'37" N.							LONGITUD: 098°57'03" W.					
ALTURA: 1,302.0 MSNM.		EN	FE	MA	AB	MA	JU	AG	SE	OC	NO	ANUA		
		E	B	R	R	Y	N	JUL	O	P	T	V	DIC	L
TORMENTA E.		0.2	0.3	0.2	0.6	1.9	4.7	3.1	4.2	3.1	1.5	0.5	0.1	20.4
AÑOS CON DATOS		55	55	55	56	54	55	54	54	54	54	55	55	

Fuente: Elaboración propia con base en Servicio Meteorológico Nacional, Normales Climáticas.

En dichas estaciones durante un periodo de observación de 55 años se han presentado tormentas eléctricas principalmente entre los meses de junio a septiembre, la zona nororiente del municipio tiene una actividad menor de este tipo de fenómeno.

En promedio se observan más de nueve tormentas eléctricas anuales en la estación meteorológica No. 17003 Cautla, mientras que la estación de Cautla No. 17005 la actividad es mayor presentando hasta 20 tormentas eléctricas anuales.

Figura 28. Mapa de Tormentas eléctricas



Fuente: Elaboración propia con Base en SMN

Según los registros al poniente del municipio se detecta una actividad leve de tempestades eléctricas que alcanza entre 10 y 20 tormentas al año, considerando un nivel de peligro medio, mientras que al oeste de Cuautla, el nivel de peligro es bajo, pues de acuerdo a la información se registran entre 5 y 10 tormentas eléctricas al año.

### 5.2.3. Sequías

Una sequía es la carencia de agua en el suelo a consecuencia de la insuficiencia de lluvias y es un periodo prolongado de tiempo seco. Es un proceso que puede tomar uno o más años y afecta las zonas agrícolas (Lundgren, 1973). Existen tres tipos principales de sequía: meteorológica, agrícola e hidrológica.

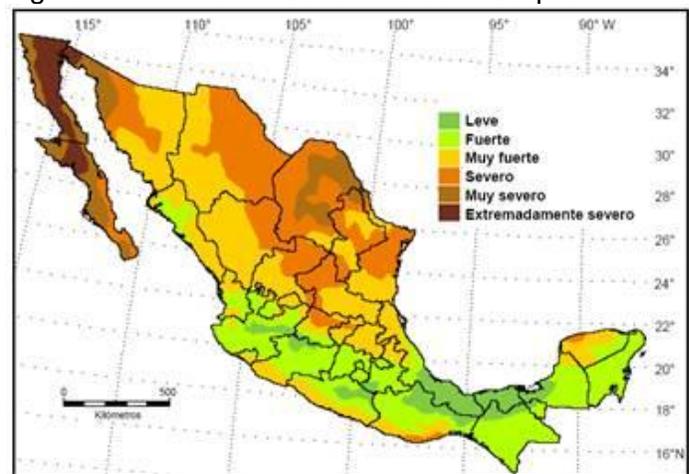
*Sequía Meteorológica:* Es una expresión de la desviación de la precipitación respecto de la normal en un periodo de tiempo. Estas definiciones dependen de la región considerada, y se basan presumiblemente del conocimiento de la climatología regional.

**Sequía Agrícola:** Ocurre cuando no existe humedad suficiente en el terreno para un cultivo determinado en un momento particular de tiempo. La sequía agrícola sucede después de la sequía meteorológica.

**Sequía Hidrológica:** Se refiere a deficiencias en las fuentes de abastecimiento de aguas superficiales y subterráneas. Se mide de acuerdo con los niveles de agua en los ríos, lagos, presas y aguas subterráneas. Se requiere un periodo de tiempo entre el déficit de precipitación y la disminución de agua en los ríos, lagunas, presas, etc. Por lo que este no es el primer indicador de la sequía.

Existen estudios importante dirigidos a determinar el índice de severidad en el país, determinado que en México existen tres áreas con índice de severidad leve, la primera se localiza sobre la llanura tabasqueña comprende parte de los siguientes estados: sur de Veracruz, norte de Oaxaca, la mayor parte de Tabasco y sur de Campeche; la segunda, en el extremo oriente de la cuenca del Balsas; y la tercera, en el Bajío donde abarca parte del estado de Jalisco y noroeste de Michoacán. Ocupan 6.3% de la superficie total del país.

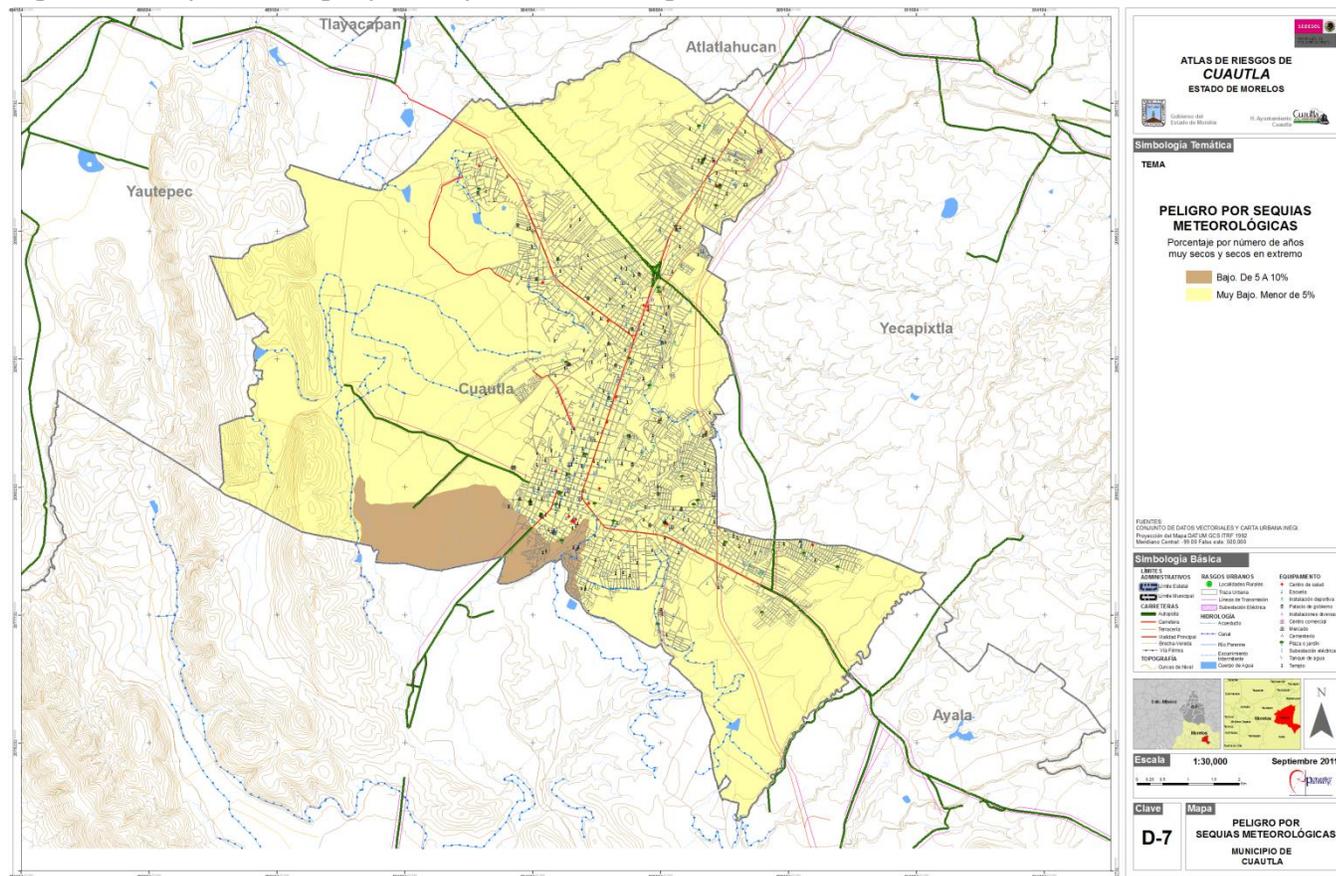
Figura 29 . Índice de Severidad de la Sequía Meteorológica



Fuente: Hernández, Instituto de Geografía e Instituto de Ciencias de la UNAM

El estado de Morelos junto con Tlaxcala, el centro y sur de Puebla, el estado de México, Jalisco y Michoacán, presentan condiciones que los ubican en un nivel de severidad de la sequía leve. Por otro lado, cinco áreas del país tienen sequía severa: la de mayor extensión se ubica en el noreste de México y abarca el desierto chihuahuense y una prolongación, hacia el sur, que llega al estado de Guanajuato. Otra zona se localiza en el centro norte del estado de Sonora, y una más en la costa oriente de Baja California Sur. Las otras dos áreas, de menor extensión, se localizan: una sobre la costa oaxaqueña y otra en la costa noreste del estado de Yucatán. Todas ellas abarcan 24.4% de la superficie del país.

Figura 30. Mapa de Peligro por Sequías Meteorológicas



Fuente: Elaboración propia con base en Instituto de Geografía de la UNAM, Sequías Meteorológicas.

En este atlas se considera el análisis de la sequía meteorológica, identificada en función del déficit de precipitación, expresado en porcentaje respecto a la pluviosidad media anual o estacional de largo periodo y su duración. En la región de Morelos y en específico en el municipio de Cuautla, por su localización geográfica se presenta un porcentaje menor al 5% (muy bajo) de años secos y secos en extremo, en la zona sur y de 5 al 10% (bajo) casi en el total del territorio municipal.

#### 5.2.4. Temperaturas máximas extremas

El análisis de las temperaturas máximas extremas esta generalmente centrado en el impacto que este fenómeno provoca en las actividades económicas, así como, los efectos que podrían causar en el ser humano. Los últimos años se han observado a nivel mundial tendencias anómalas hacia el aumento de la temperatura, que se relacionan con el cambio climático global.

En el Municipio de Cuautla se presentan temperaturas máximas de 40°C, de acuerdo a los registros de más de cincuenta años, los meses de mayores temperaturas son entre abril y mayo, fue el año de 2005 en el que las temperaturas se elevaron al extremo de alcanzar los 40°C, cabe señalar que al sur del municipio se registran las temperaturas más altas, de acuerdo con la información de la estación meteorológica No. 17003, del Servicio Meteorológico Nacional SMN.

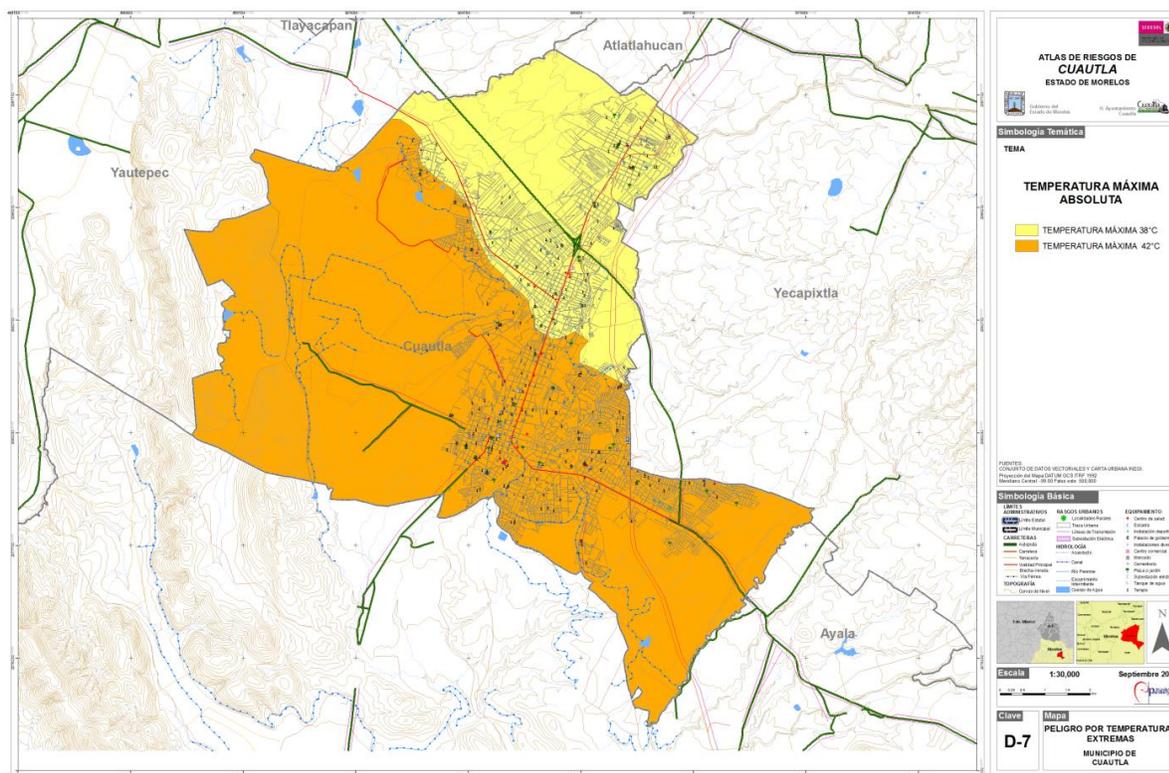


Sin embargo, debido al tipo de clima de la zona que corresponde a los grupos cálidos subhúmedos con precipitación pluvial de entre 800-1,000 mm, las temperaturas máximas extremas no provocan a la población ni a sus bienes daños. De acuerdo con los registros del Instituto de Geografía de la UNAM el municipio de Cuautla se ubica en un nivel de peligro bajo por temperaturas máximas extremas.

Cuadro 8. Temperaturas máximas registradas por estación meteorológica

ESTACION: 00017005 CUAUTLA (DGE) LATITUD: 18° 48'37" N.													
LONGITUD: 098° 57'03" W. ALTURA: 1,302.0 MSNM.													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AN UAL
NORMAL	26.4	28.3	30.7	32.1	31.5	28.4	26.9	26.8	26.2	26.6	26.7	26.2	28.1
MAXIMA MENSUAL	30.3	32.3	34.9	36.4	36.8	33.9	30.3	30.8	29.8	30.2	30.4	30.9	
AÑO DE MAXIMA	1990	1990	2003	2005	2005	2005	1994	2002	1987	199 5	199 4	199 4	
MAXIMA DIARIA	33	39	39	39	39	39	36	38.5	33.5	32	32.5	33.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	30/19 90	26/19 79	30/19 95	23/20 07	nov- 03	feb-05	abr- 99	ago- 98	jul-81	26/2 008	17/1 986	22/1 977	
AÑOS CON DATOS	55	55	55	56	54	55	53	54	54	54	55	54	
ESTACION: 00017003 CUAUTLA (SMN) LATITUD: 18° 48'15" N.													
LONGITUD: 098° 57'03" W. ALTURA: 1,303.0 MSNM.													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AN UAL
NORMAL	28.2	30	32.6	34.1	33.8	30.8	29.5	29.7	29	29.2	28.8	27.9	30.3
MAXIMA MENSUAL	37.2	40.2	39.6	41.6	40.1	40.9	41.2	42.3	40.4	40.4	37.4	37.3	
AÑO DE MAXIMA	1952	1952	1952	1951	1951	1951	1951	1951	1951	195 1	195 1	195 1	
MAXIMA DIARIA	39	44	44	46	44	46	44	44	44	44	41	39	
FECHA MAXIMA DIARIA	21/19 52	19/19 52	ene- 52	ago- 51	sep- 52	18/19 51	jul-51	ene- 51	ene- 51	abr- 51	feb- 51	24/1 951	
AÑOS CON DATOS	54	54	55	55	54	54	53	54	53	53	52	53	

Fuente: Elaboración propia con base en Servicio Meteorológico Nacional, Normales Climáticas.



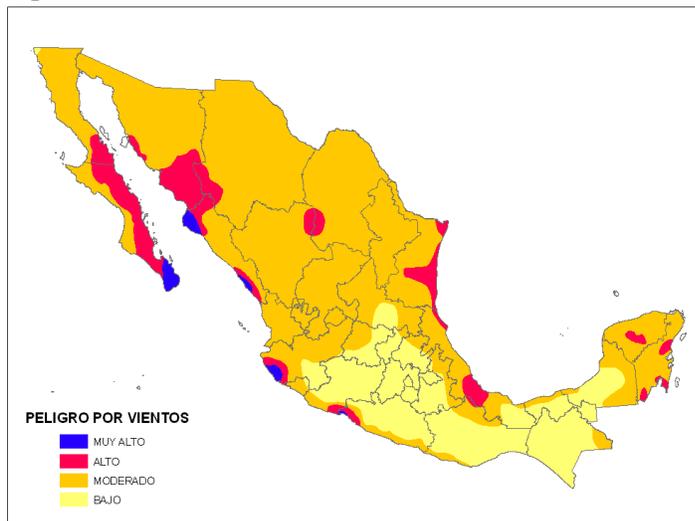
### 5.2.5. Vientos Fuertes

El viento es el aire en movimiento horizontal, originado por el desigual calentamiento de las masas de aire en las diversas regiones de la atmósfera. Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes; de hecho, la velocidad de viento es precisamente el parámetro con lo que se miden estos fenómenos. Por tanto, las zonas costeras, y en particular las que tienen una más frecuente incidencia de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efecto del viento. Sin embargo, otros fenómenos atmosféricos son capaces de producir fuertes vientos, por lo que aun en el interior del territorio existen zonas con peligro de vientos intensos (CENAPRED, 2001a).

En el siguiente mapa se muestra el nivel de peligro por viento, elaborado por CENAPRED (2001a) con base en datos de la Comisión Federal de Electricidad. De acuerdo a esta zonificación, la República Mexicana está dividida en cuatro zonas de peligro por viento: Muy alto (intervalos de 190 a 220 km/hr), Alto peligro (intervalos de 160 a 190 km/hr), Moderado, (intervalos de 130 a 160 km/hr), Bajo (intervalos de 100 a 130 km/hr), de este modo el estado de Morelos tiene un nivel de peligro por vientos bajo.

Los vientos regionales dominantes se presentan por el suroeste y tiene una actividad alta durante todo el año, considerando el mes de noviembre con menor actividad, según los registros históricos de 1940 a 1980 del Instituto de Geografía de la UNAM, los meses de más vientos son de junio a septiembre con velocidades de entre 2 m/s según la escala Beaufort, con un porcentaje de calmas del 0 al 5%.

Figura 31 . Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana



Fuente: Elaboración con base en CENAPRED, 2001.

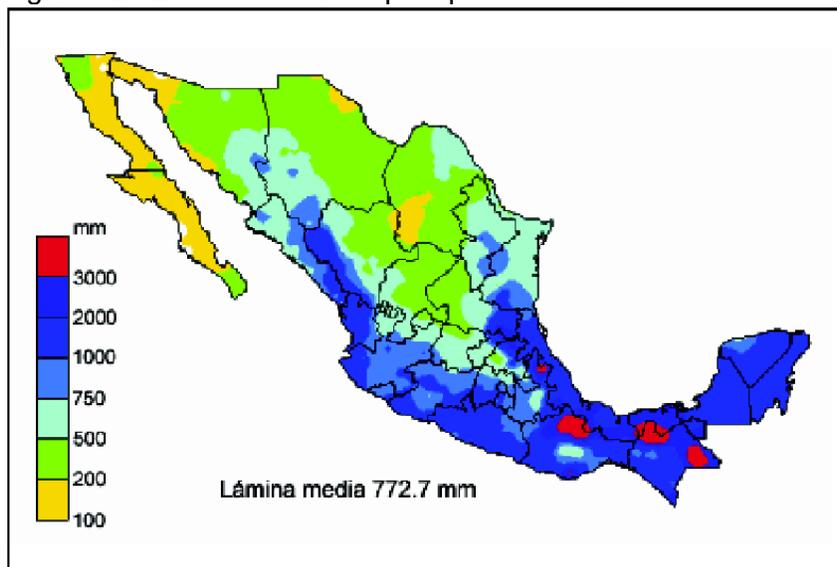
El viento es un fenómeno que no pone en alto peligro a la población de Cuautla, debido a que los vientos de la zona alcanzan velocidades moderadas, las principales consecuencias están relacionadas con la afectación de techos y paredes de viviendas construidas con materiales poco estables, principalmente en las localidades más marginadas del este del municipio.

### 5.2.6. Lluvias

Cuando el sol calienta el agua superficial de los océanos, lagos y lagunas, evapora parte del agua contenida en ellos, y este vapor se eleva hacia la atmósfera. El vapor de agua al condensarse en las capas altas y frías de la atmósfera, se transforma en nubes que se presentan en diversas formas: cúmulos, cirros, estratos y nimbos. En las nubes las pequeñas gotas formadas se juntan y crecen hasta que se vuelven demasiado pesadas y regresan a la tierra como precipitación (CENAPRED, 2004b).

La precipitación puede manifestarse como lluvia, llovizna, nieve, granizo o cellisca. La lluvia consiste de gotas de agua líquida con diámetro mayor a 0.5 mm. La llovizna está formada con gotas más pequeñas, de 0.25 mm o menos, que caen lentamente, por lo que rara vez la precipitación de este tipo supera 1 mm/h. La nieve está compuesta de cristales de hielo que comúnmente se unen para formar copos. El granizo está constituido por cuerpos esféricos, cónicos o irregulares de hielo con un tamaño que varía de 5 a más de 125 mm; la cellisca está formada por granos sólidos de agua cuando se congela al atravesar una capa el aire con temperatura cercana a los 0° C (CENAPRED, 2001a).

Figura 32. Zonificación de la precipitación media anual nacional.



Fuente: CENAPRED, 2001:106

Los principales mecanismos a través de los cuales se genera la precipitación son los siguientes:

Cuadro 8. Tipos de lluvia

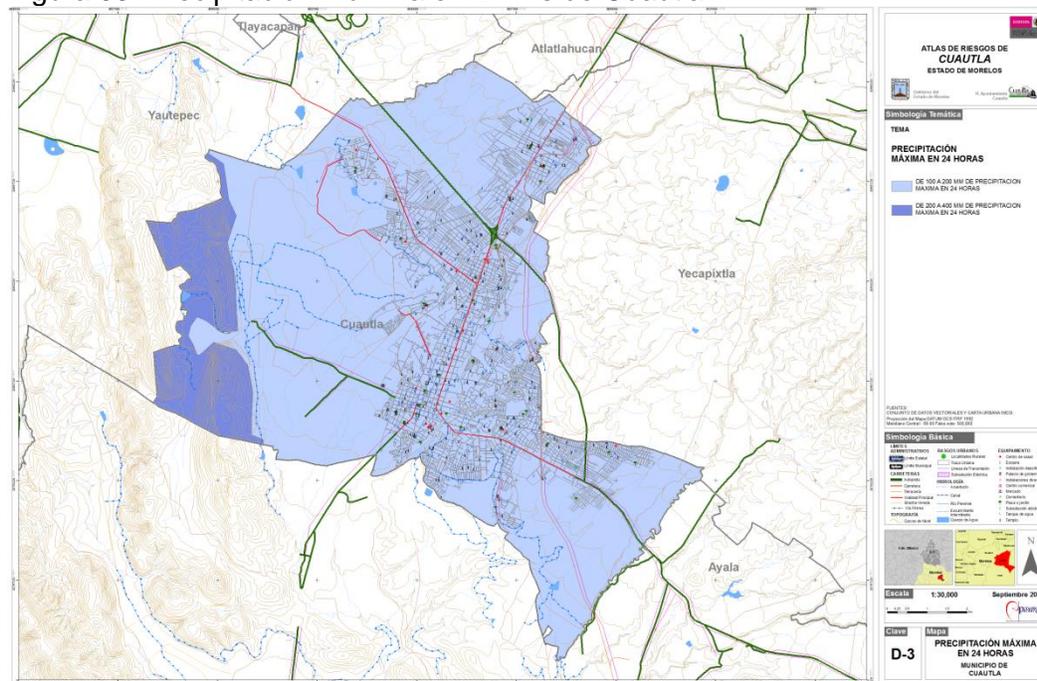
No	Tipo de lluvia	Características
1	Ciclónica.	Provocadas por ciclones, resultado del ascenso de aire por una baja de presión atmosférica.
2	Invernales	formada por el ascenso de una masa de aire caliente por encima de un frente frío
3	Orográfica	generada por el choque de aire cálido y húmedo con las montañas provocando su enfriamiento y precipitación
4	Convectiva	Resultado del ascenso del aire cálido que ascendió por ser más liviano que el aire frío que existe en sus alrededores, formando corrientes convectivas.

Fuente: CENAPRED, 2004.

Según el Servicio Meteorológico Nacional de la CONAGUA, cuando las lluvias son tan abundantes que superan la media histórica más una desviación estándar, éstas son conocidas como lluvias extraordinarias, también conocidas como lluvias atípicas e impredecibles, y la ocurrencia de éstas puede darse dentro o fuera del periodo correspondiente a la estación climática de lluvias. Su ocurrencia e impacto en los últimos años se ha asociado al Cambio Climático Global. Sus consecuencias pueden ser daño en viviendas y las áreas de cultivo.

En México, la mayor cantidad de precipitación se concentra en los estados del sur y sureste, con cantidades superiores a los 1,000 mm como media anual, lo cual muestra las áreas de mayor susceptibilidad para la ocurrencia de inundaciones y otros peligros asociados a este tipo de fenómenos hidrometeorológicos, sin embargo, los parámetros de precipitación de Cuautla son considerables y las lluvias extraordinarias se pueden presentar causando daños en la zona de estudio.

Figura 33. Precipitación máxima en 24 hrs de Cuautla



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI e Instituto de Geografía de la UNAM

Debido a su ubicación el municipio de Cuautla recibe una precipitación máxima en 24 horas oscila entre los 100 mm y 400 mm, la zona con mayores registros de lluvias se ubica al poniente del municipio, colindante con el municipio de Yautepec. De acuerdo a los registros de precipitación las ubicadas en el oriente del municipio presentan los menores niveles de lluvia que oscilan entre los 100mm y 200 mm, sin embargo, cabe señalar que de acuerdo a la escorrentía y las trayectorias de los escurrimientos son las zonas bajas hacia donde se dirige la lluvia y donde existe el peligro de inundaciones por desplazamiento vertical.



Cuadro 9. Precipitación máxima registrada por estación meteorológica

ESTACION: 00017005 CUAUTLA (DGE) LATITUD: 18°48'37" N. LONGITUD: 098°57'03" W. ALTURA: 1,302.0 MSNM.													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OC T	NOV	DIC	ANU AL
NORMAL	11.2	4	4.4	12	58	193.7	167.9	158	174.8	66.4	13.2	3.9	867.5
MAXIMA MENSUAL	101.5	76	60	78	210.9	342.5	324.3	424	399.9	153.2	82.3	51	
AÑO DE MAXIMA	1992	2010	1969	1959	1964	1988	1955	1969	1969	1976	1958	1995	
MAXIMA DIARIA	40.5	47	49	25	60.3	103	66.3	89.8	108	60	46.5	33.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	24/1980	abr-10	18/1969	15/1959	feb-65	21/2003	oct-76	19/1988	17/1969	ago-04	27/1985	31/1995	
AÑOS CON DATOS	55	55	55	56	54	55	54	54	54	54	55	55	
ESTACION: 00017003 CUAUTLA (SMN) LATITUD: 18°48'15" N. LONGITUD: 098°57'03" W. ALTURA: 1,303.0 MSNM.													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OC T	NOV	DIC	ANU AL
NORMAL	9.2	1.8	4.6	11.8	49.6	192.8	174.8	153	169.8	62.7	18.3	3.7	852.1
MAXIMA MENSUAL	112.2	20.8	30	112.9	164	396.3	378	423	439	223.2	118	58.7	
AÑO DE MAXIMA	1992	1983	1951	1982	1966	2003	1960	1969	2002	1982	1953	1995	
MAXIMA DIARIA	34.2	13	30	52.7	55	126.1	79.5	121	87.1	80.6	68	40.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	30/1995	nov-83	19/1951	19/1982	feb-65	21/2003	19/1997	18/1988	jun-02	ago-99	26/1985	30/1995	
AÑOS CON DATOS	55	55	56	56	56	55	54	55	55	55	54	54	

Fuente: Elaboración propia con base en Servicio Meteorológico Nacional, Normales Climáticas.

La precipitación máxima identificada en las estaciones meteorológicas del municipio se registró en la estación Cuautla 17003 donde se las lluvias fueron mayores a 430 mm en el mes de septiembre, a su vez, la estación 17005 durante cuatro meses consecutivos (junio-septiembre) se registró precipitaciones máximas mensuales mayores a 340 mm.



De acuerdo a las declaratorias de emergencias y desastres del SINAPROC y a los registros hemerográficos del municipio, se identificaron procesos de inundación derivados de lluvias atípicas tal como se menciona en el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Daños provocados por lluvias en el municipio de Cuautla

FECHA	DAÑOS	UBICACIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
10 de octubre de 2004	Lluvias torrenciales causaron el desborde de ríos e inundaciones en los estados de Veracruz, Querétaro, Hidalgo y Morelos, con daños en centenares de viviendas, así como en escuelas y tramos carreteros y centenares de damnificados. Las inundaciones afectaron los municipios de Yautepec y Cuautla, debido al desbordamiento del río Yautepec.	Yautepec, Cuautla	El Universal
09 de julio de 2005	Las fuertes lluvias que azotan la zona central del país, en el estado de Morelos, causaron daños en 350 casas en diferentes municipios, especialmente en Temixco, Xochitepec y Cuautla,	Cuautla	El Universal
8 de julio de 2008	Las intensas lluvias ocasionaron la crecida constante del caudal de los ríos Cuautla y Yautepec, como no se registraba desde hace 9 o 10 años y la muerte de 4 personas, que fueron arrastradas por la corriente. El río Cuautla elevó su cauce en varios metros y su velocidad ocasionó daños al engavionado que protege sus márgenes.	Cuautla	La Unión Morelos
18 de noviembre de 2008	Las lluvias de ayer causaron la muerte de dos personas en Cuautla, Morelos. El río Cuautla arrastró a dos personas que fueron encontradas sin vida 10 kilómetros más adelante.	Cuautla	Milenio
18 de septiembre de 2009	Las precipitaciones de los últimos días dañaron la infraestructura de 10 escuelas y en dos jardines de niños fue necesario suspender las clases para cuidar la integridad física de los estudiantes. Aumentó el niveles de cauce del río Cuautla un promedio de dos metros aproximadamente.	Cuautla	El Universal
2 de julio de 2010	Tormentas eléctricas y fuertes precipitaciones que se presentaron en los últimos días en Cuautla a consecuencia de la tormenta Alex colapsaron el sistema vial de semáforos.	Cuautla	Interdiario de Cuautla
19 agosto 2010	Los municipios afectados por las lluvias son Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla, Yautepec y otros. Las inundaciones fueron provocadas por la creciente de los ríos Cuautla y Yautepec, resultando 200 familias damnificadas, que perdieron objetos materiales y algunos sus comercios	Cuernavaca, Cuautla, Yautepec	La Crónica de Hoy
2 de julio de 2011	En Morelos se desbordaron los ríos Cuautla y Yautepec y se registró un saldo de 150 damnificados.	Cuautla	El Universal
Septiembre 2011	Las fuertes lluvias ocasionaron que los trabajos realizados en el Río Cuautla, a la altura de la Ampliación Los Amates y la colonia Santa Rosa, presenten serias afectaciones, lo que ha generado miedo en los vecinos, por las consecuencias que de ello puede surgir.	Cuautla	Climanoticias

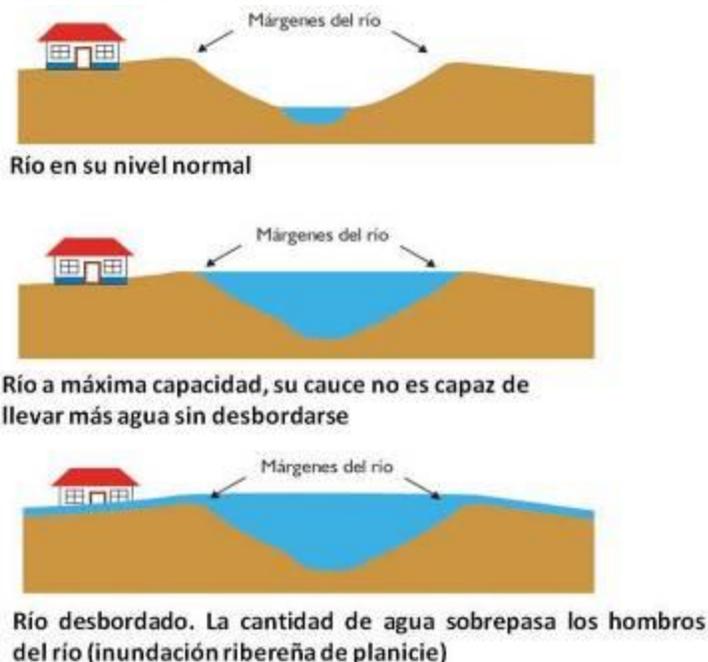
Fuente: Elaboración propia con base en investigación hemerográfica

### 5.2.7. Inundaciones

La inundación es el efecto generado por el flujo de una corriente, cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual deriva, ordinariamente, en daños que el agua desbordada ocasiona en zonas urbanas, tierras productivas y, en general en valles y sitios bajos.

Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno muy lentamente; pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien, por las descargas de agua de los embalses. Las inundaciones dañan las propiedades, provocan la muerte de personas, causan la erosión del suelo y depósito de sedimentos. También afectan a los cultivos y a la fauna. Como suele presentarse en extensas zonas de terreno, son el fenómeno natural que provoca mayores pérdidas de vidas humanas y económicas.

Figura 34. Inundaciones ribereñas



Para el estudio de las inundaciones en Cauatla, Morelos, se consideraron los aspectos principales que influyen en toda la región de forma conjunta. Dichos aspectos fueron la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos. Las inundaciones que se presentan en el municipio son principalmente fluviales, es decir aquellas relacionadas con los ríos, los escurrimientos y sus cauces son la “vía” por la que el agua precipitada recorre todo el municipio. Para un entendimiento más detallado y obtener un producto certero y adecuado a las necesidades de planeación del municipio, para



Cuautla se analizaron las inundaciones de acuerdo a su impacto en el sistema afectable (peligrosidad), y se dividieron en dos tipos básicos ambas de origen pluvial-fluvial:

- Ribereñas
- Repentinas

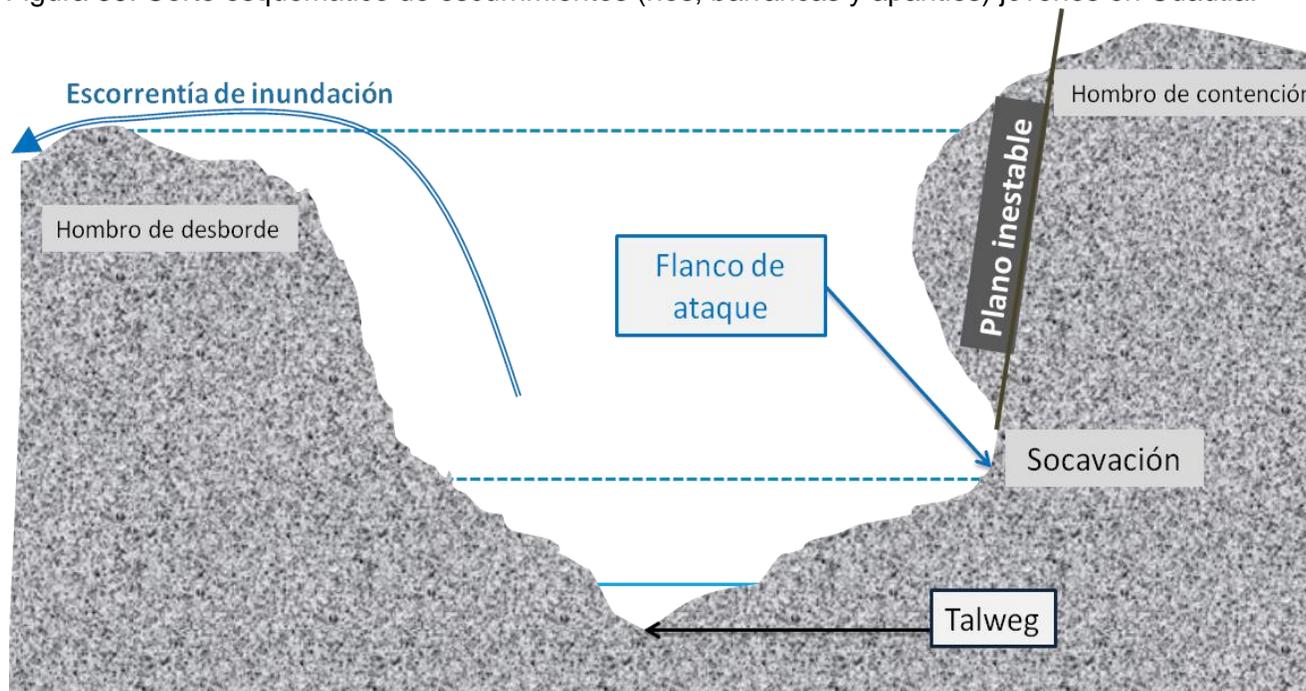
Las ribereñas son aquellas relacionadas con el desbordamiento de un escurrimiento. Para Cuautla, las inundaciones ribereñas se pueden presentar en dos categorías: las ribereñas con escorrentía y las de planicie.

Las ribereñas con escorrentía se encuentran localizadas en zonas de pendiente pronunciada, en las cercanías de los escurrimientos o de los **apantles**, su daño y peligrosidad principal es que durante un aumento extraordinario de los gastos en los escurrimientos puede arrastrar materiales que al saturar los cauces naturales o artificiales (canales, drenajes, túneles, apantles, etc) represan el agua, provocando la acumulación de agua en puntos que en primer lugar desbordan el agua por sus 'hombros' más bajos y en segundo ejercen presión sobre el punto más bajo y débil de la zona mismo que 'revienta' de forma violenta y súbita, generando una pequeña inundación repentina que puede causar severos daños.

El caso de las ribereñas de planicie el aumento del tiro de agua en las mismas puede ser súbito o lento, pero siempre contenido en los cauces del escurrimiento y en el momento que sobrepasan la capacidad de gasto del cauce desbordan el líquido generando inundaciones de desplazamiento vertical estilo planicie; éstas inundaciones de desplazamiento vertical tienden a ser de una duración mucho más prolongada y el tiro de agua puede alcanzar alturas mayores a un metro.

Se presentan en las zonas relativamente más planas y de menos pendiente del municipio, este caso es sintomático en la parte central del municipio donde se registra una interrupción de un cauce que provoca un aumento vertical del agua (por ejemplo colonia Miguel Hidalgo); el agua se estanca (por los cauces azolvados o porque el agua es demasiada) y aumenta su nivel, generalmente se desarrollan lentamente, en horas o incluso a lo largo de varios días. Aunque no se puede descartar un aumento rápido del nivel del agua (sin que ello represente flujos o fuertes corrientes). Es decir, cuando una película de agua cubre gradualmente una zona del terreno durante un cierto tiempo se forma una inundación vertical. Efectos de ésta son los charcos, agua invadiendo calles, entrando en construcciones, cultivos anegados, etc. Cuanto más tiempo permanece el agua y más grande es el espesor del volumen de agua, causa mayores daños.

Figura 35. Corte esquemático de escurrimientos (ríos, barrancas y apantles) jóvenes en Cuautla.



Las inundaciones repentinas, suceden en zonas relativamente pequeñas, localizadas en la parte baja de una microcuenca o en el cauce de un río en las que escurre toda el agua de una precipitación, filtraciones, deshielos (procedentes del Popocatepetl) e incluso descargas de aguas residuales. Son zonas susceptibles a avenidas repentinas de agua y –dada la preeminente ubicación de estas zonas en la mancha urbana- cuyos efectos desastrosos están directamente relacionados con la ocurrencia de precipitaciones extraordinarias asociadas a problemas en el sistema de drenes y canalizaciones de agua pluvial del municipio. Cuautla tiene al menos 4 sistema fluviales que pueden situaciones de inundación repentina (ver mapa P-16 Inundaciones).

Se presentan en las zonas de pendientes pronunciadas y en los cauces de ríos del municipio; los volúmenes de agua son extraordinarios y fluyen rápidamente arrastrando todo lo que esté en el cauce, son corrientes de agua, lodo, piedra y materiales orgánicos que escurren con un alto poder destructivo en la



*Figura 35* se observa un esquema de sección del cauce de un escurrimeitno con avenidas de estas carcaterísticas; se pueden desarrollar incluso en minutos y sin indicaciones visibles de lluvia (puede estar lloviendo en la sierra, en las faldas del Popocatépetl o en cualquier lado cuenca arriba al norte del municipio).

Es decir, cuando en un cauce se incrementa en poco tiempo la cantidad de agua que fluye en él, ya sea por el ingreso de agua de lluvia o por las descargas de una presa, se dice que se ha producido una avenida. La situación en Cuautla tiene el agravante de las construcciones de canales artificiales, e incluso re-encausamientos realizados de forma improvisada por habitantes provocando la acumulación de agua, misma que aplica una fuerza de presión sobre el punto más bajo y débil de la zona mismo que ‘revienta’ de forma violenta y súbita, generando ‘oleadas’ súbitas con altísimo poder destructivo con poder de arrastre de cuerpos sólidos rocosos de hasta una tonelada.

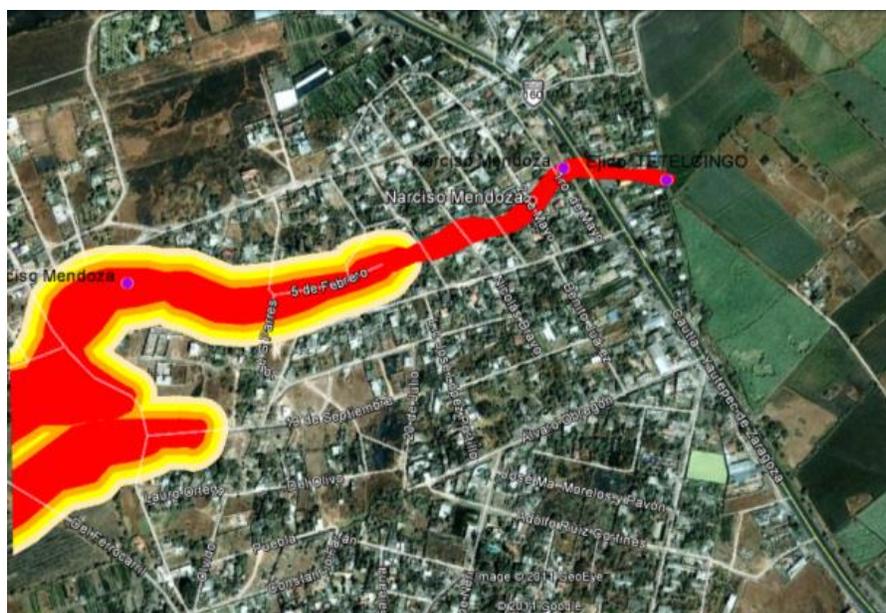
Dependiendo de la rapidez con que se presenta el cambio en la cantidad de agua se puede hablar de avenidas súbitas, las cuales tienen un fuerte efecto destructivo, por ejemplo generando deslizamientos de terreno en sus márgenes (ver plano de inestabilidad en la

Figura 35). Usualmente, resultan de situaciones climáticas que cambian rápidamente, tal como el desarrollo repentino de una intensa tormenta local sobre la cuenca de drenaje de un río o un pequeño riachuelo. Los ríos pueden subir a un nivel mucho más alto que su nivel normal en minutos. El mapa P-16 de Inundaciones identifica estas zonas dentro de las ribereñas con una simbología especial.

#### Identificación de zonas de inundación

Al norte de la colonia Narciso Mendoza se presenta un nivel de peligro alto, principalmente en las calles de Arrozal, Carretera Cuautla-Cuernavaca y Del Rosal.

Figura 36. Imagen satelital de colonia Narciso Mendoza (zona inundable en rojo)



Debido a las características topográficas de la zona los escurrimientos se dirigen hacia el suroeste, a la parte baja de esta colonia, cabe señalar, que otro factor que incrementa el peligro se debe a que los asentamientos humanos redujeron la libre circulación de los escurrimientos y la población fue realizando canales improvisados que con regularidad ven rebasada su capacidad.

El agua descende por los canales y llega a inundar las viviendas que se encuentran al lado oeste de la carretera, el Canal "el Apantle" descarga frente a viviendas de la colonia Narciso Mendoza, según los pobladores la causa de las inundaciones se debe a que el agua rebasa la capacidad del canal.

Figura 37. Canalizaciones artificiales de agua Col. Narciso Mendoza





Figura 39. En la colonia Calderón existen zonas de alto riesgo por inundación



Otro factor que incrementa el peligro es la realización de canales improvisados que en ocasiones provocan el aumento en la peligrosidad de las inundaciones, ya que al estrechar las secciones de los apantles y reducir el cauce de los arroyos con columnas o zapatas no aptas para el flujo hidráulico, se generan cuellos de botella que aceleran la velocidad de los fluidos, y con ello, su

poder erosivo y de arrastre. Es el caso de la calle Miguel Hidalgo esquina con José María, en donde el agua ha subido 60cm o provocando daños a la población.



Colonia el Polvorín – 18 de Septiembre

La zona de alto peligro por inundaciones de esta colonia comprende el área ubicada en las avenidas 10 de Abril al surponiente, Carretera Cautla-Oaxtepec en el extremo nororiente, del Polvorín al norte, Aldana y Profesor Raúl Solís Martínez al sur. La densidad de población de la zona es baja y actualmente se ubican zonas de cultivo.



Figura 41. Canal (arroyo Xochimelcancingo) de alto poder de socavación en las calles 3 de noviembre y Camino a la Antigua Vía (o del FC Interoceánico)



Figura 42. Arroyo Xochimelcancingo y puntos de muy alto riesgo de inundación repentina (satélite)

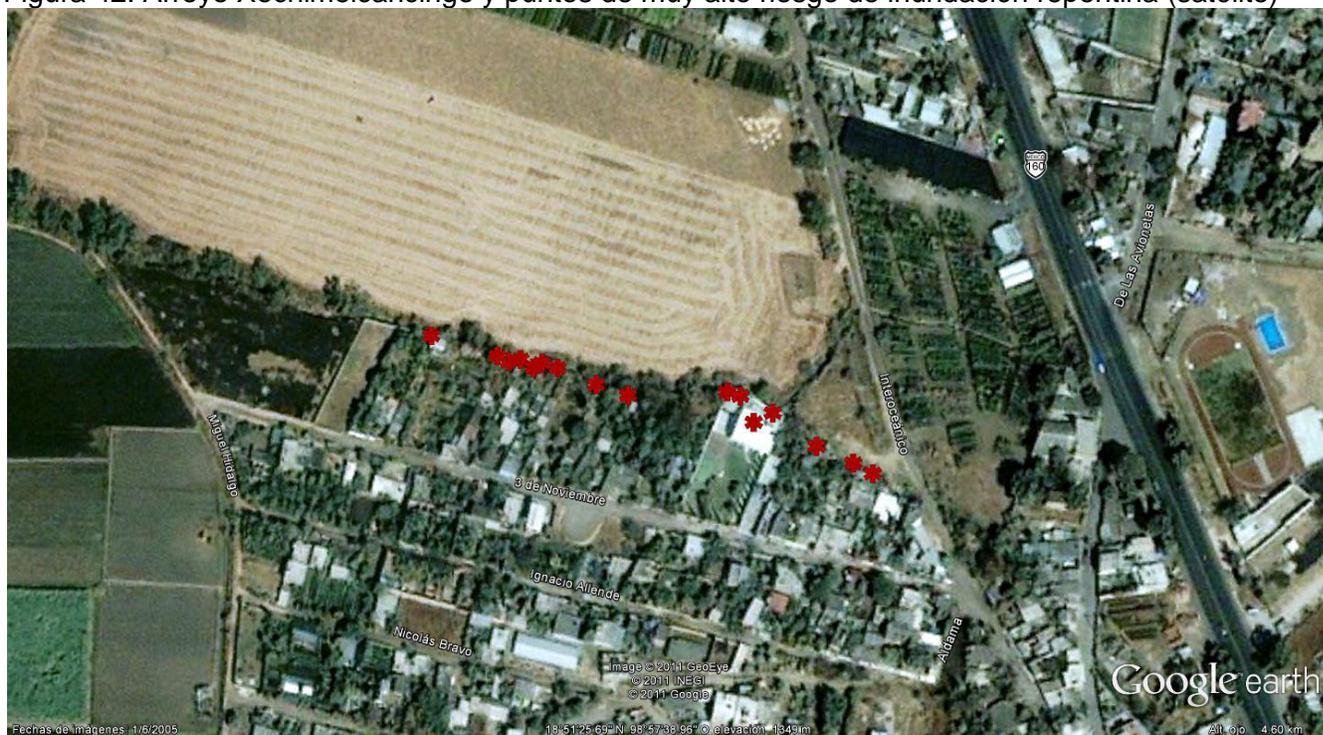


Figura 43. Arroyo Xochimelcancingo y puntos de muy alto riesgo de inundación repentina



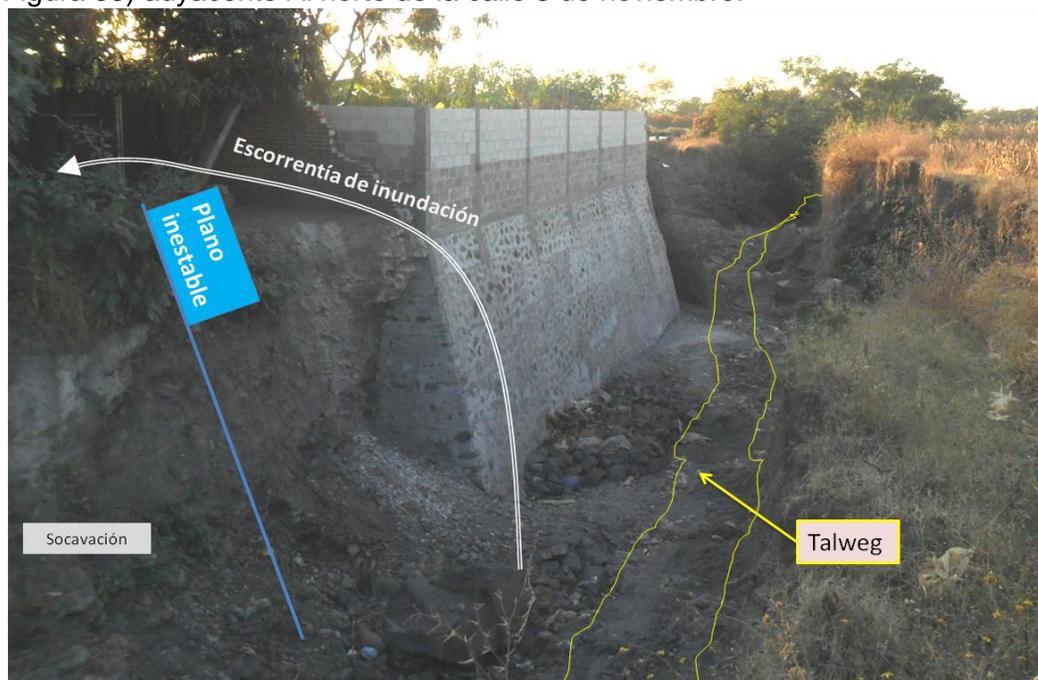
Figura 44. Viviendas afectadas por el Arroyo Xochimelcancingo.





Figura 45. Cauce esquematizado (ver

Figura 35) adyacente Al norte de la calle 3 de noviembre.



Fraccionamiento Brisas



En esta zona sube constantemente el nivel del agua y se han registrado accidente debido a que la corriente se lleva automóviles e incomunica a las viviendas que se ubican al poniente.



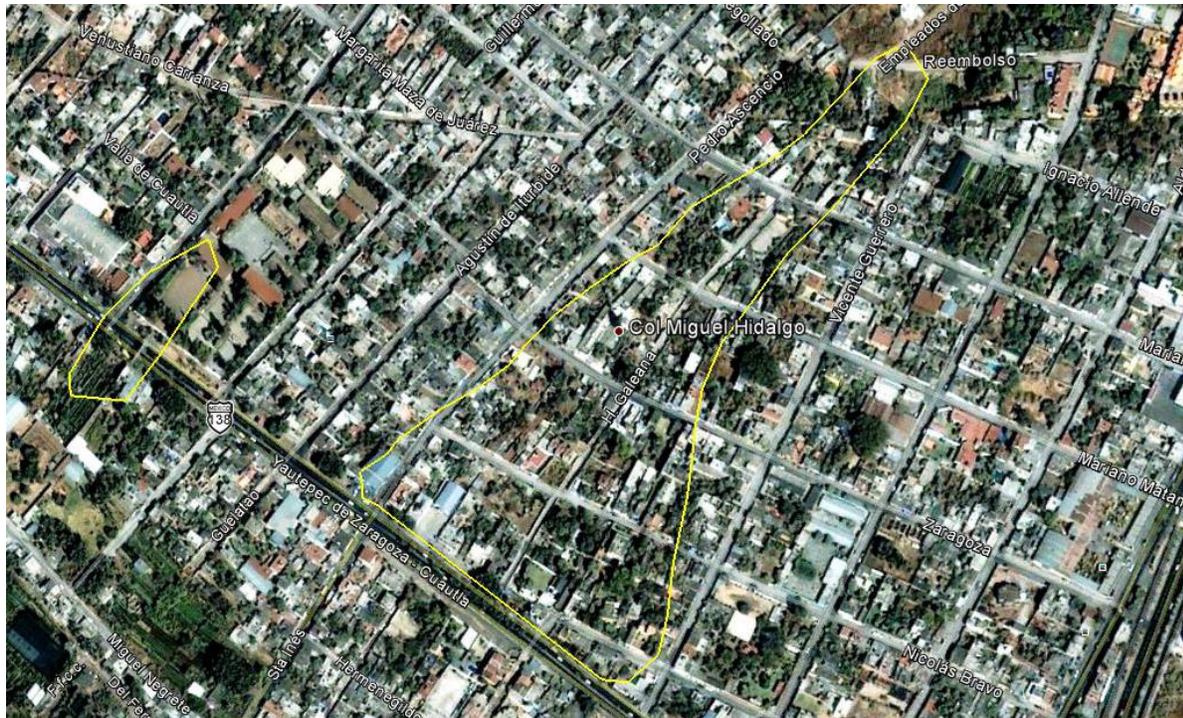


### **Colonia Miguel Hidalgo**

En esta zona una de las principales problemáticas que la población se asentó en pequeñas barrancas y en algunos casos los pobladores las han rellenado y en el mejor de los casos han dejado pequeños canales al interior de sus propiedades para que los escurrimientos sigan su cauce. Lo anterior provoca que los escurrimientos no puedan fluir libremente y se confinen a las canalizaciones artificiales, mismas que no han sido construidas con características anti-inundación.

Adicionalmente a la situación de canalización indebida de los arroyos en dicha colonia, el terraplén de la carretera a Yautepec (ver *Figura 46*) y su pequeño desagüe provocan que el agua que descende por la calle Galeana se estanque y-en casos extremos- se tape completamente el desagüe e inunde la zona hasta la calle Pedro Asencio en el oeste y Vicente Guerrero en el este.

Figura 46. Zona de inundación en colonia Miguel Hidalgo. La carretera funge como bordo de inundación.



### Colonia 3 de Mayo

Calle 10 de mayo es zona inundable, el agua ha llegado a subir hasta 50cm. Se desborda el canal y el puente se encuentra en estado endeble. Hay pocas viviendas que invaden el cauce el río. Esta zona se identifica como la primera terraza del río y bajan los escurrimientos de la zona con arrastre de rocas pequeñas

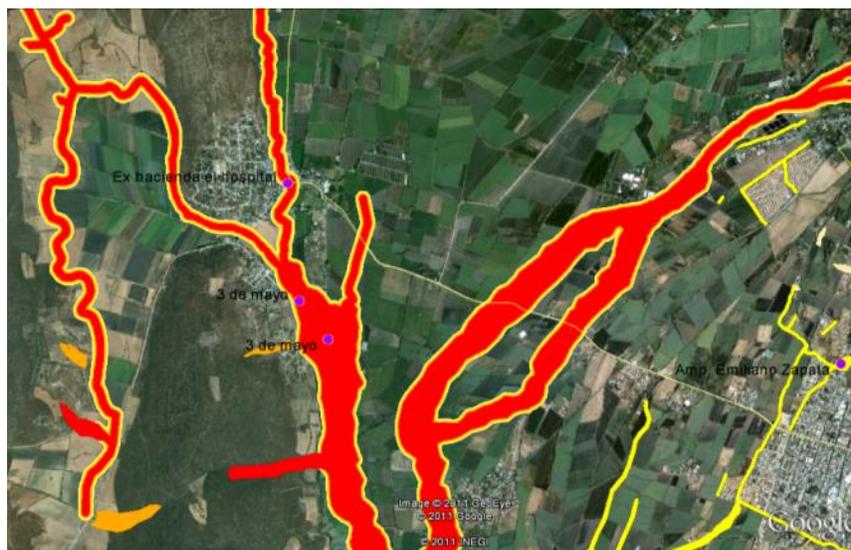


Figura 47. Imagen satelital de colonias Sabinos, Santa Cruz y Zaragoza. Puntos de alto riesgo de inundación.



Figura 48. Mapa de colonias Sabinos, Santa Cruz y Zaragoza. Puntos de alto riesgo de inundación.

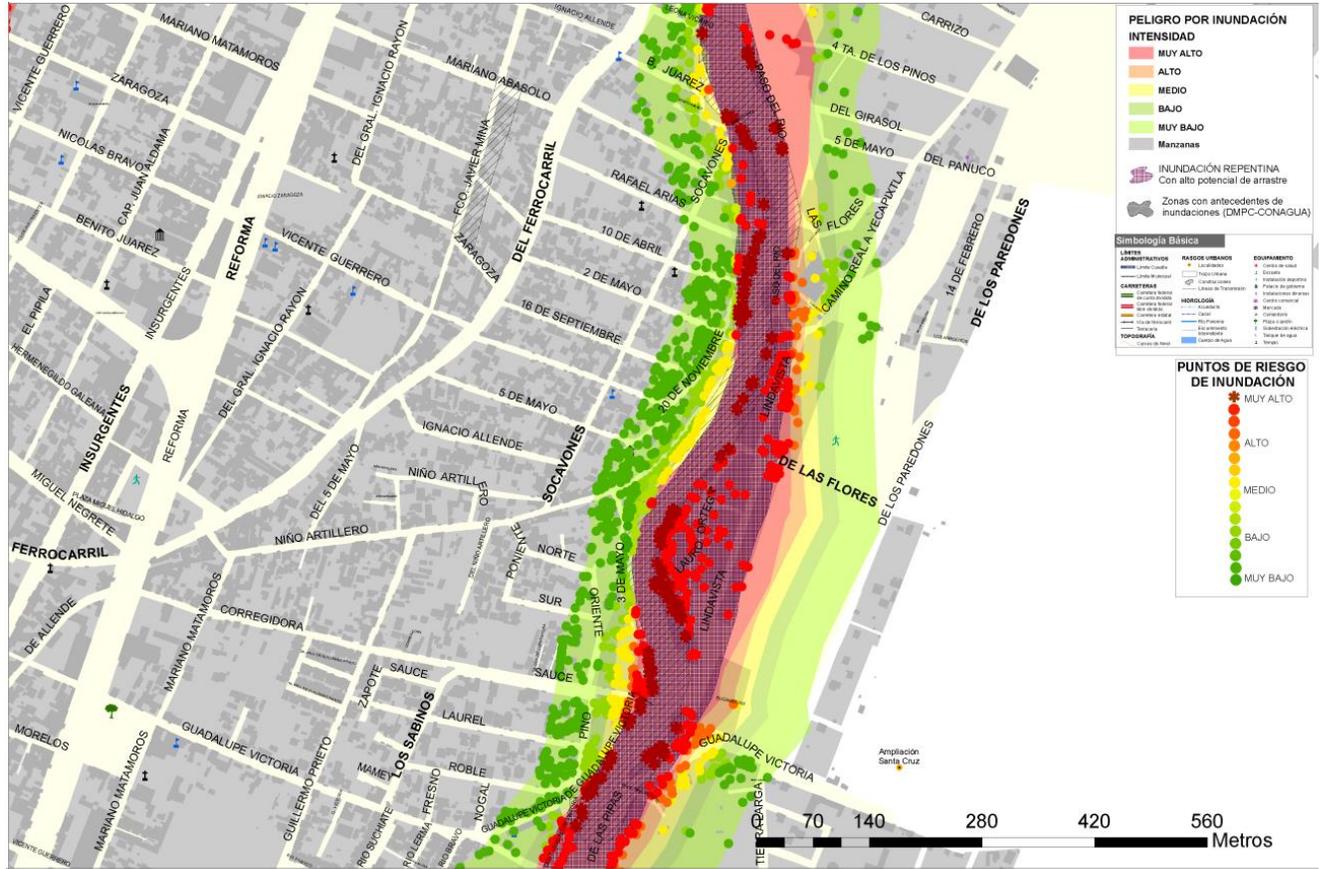


Figura 49. Imagen satelital de colonias Benito Juárez y Otilio Montaño. Puntos de alto riesgo de inundación.

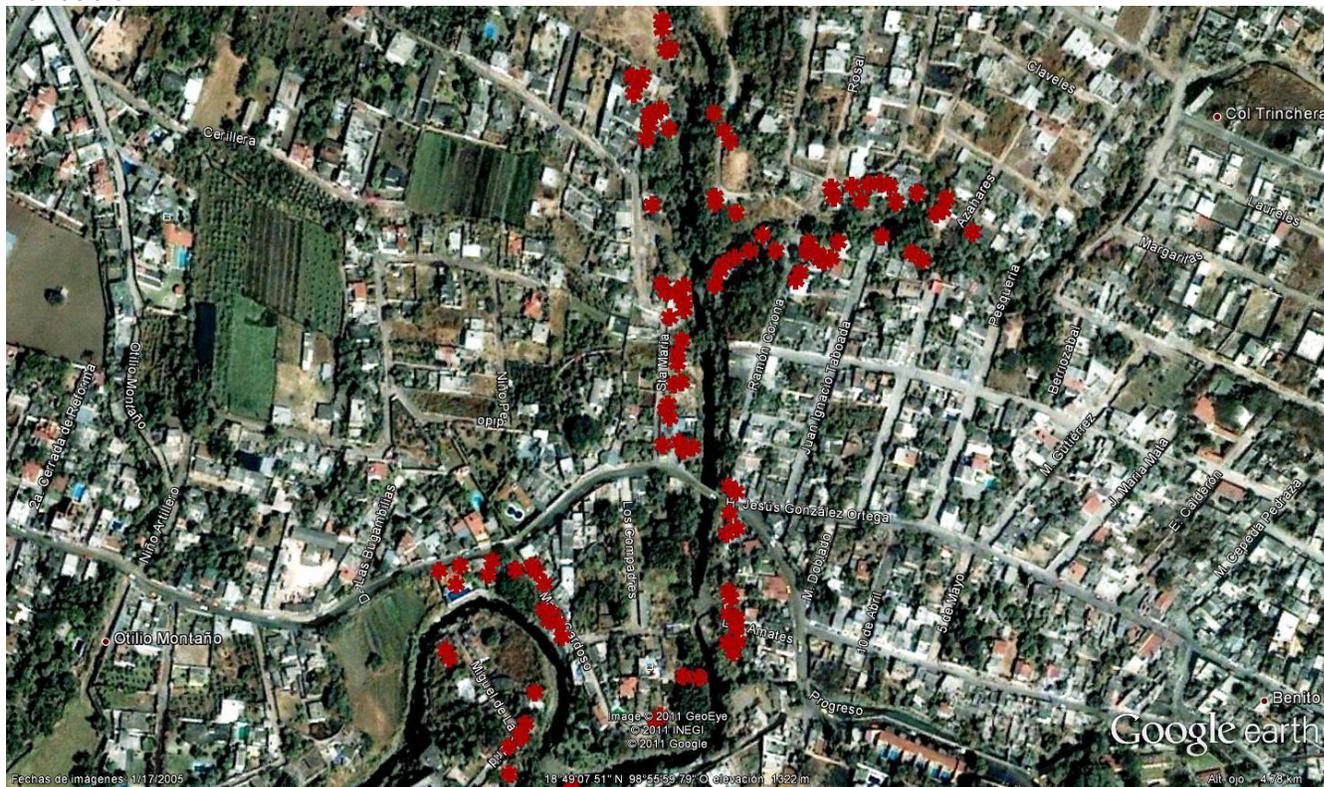


Figura 50. Mapa de colonias Benito Juárez y Otilio Montaña. Puntos de alto riesgo de inundación.

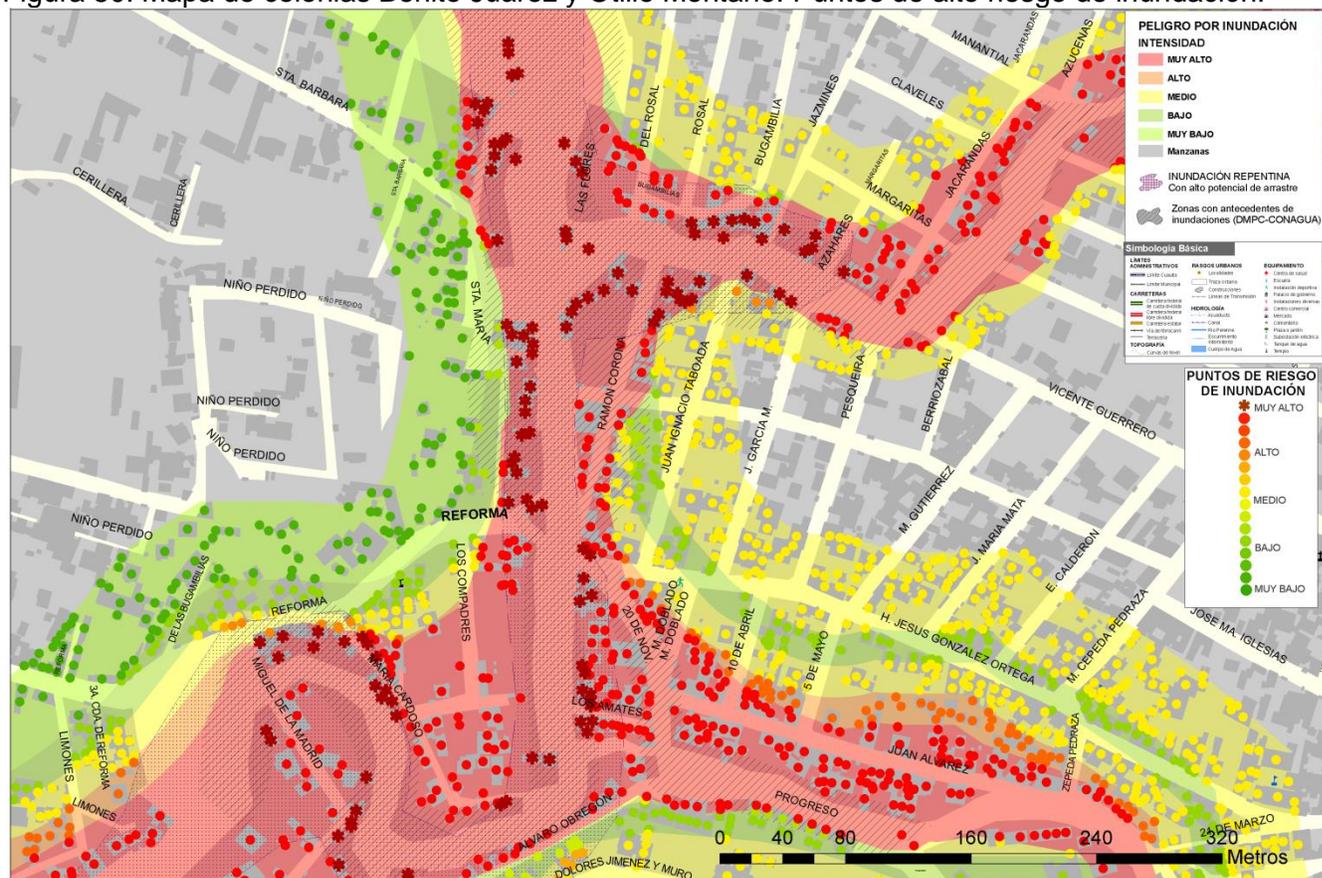
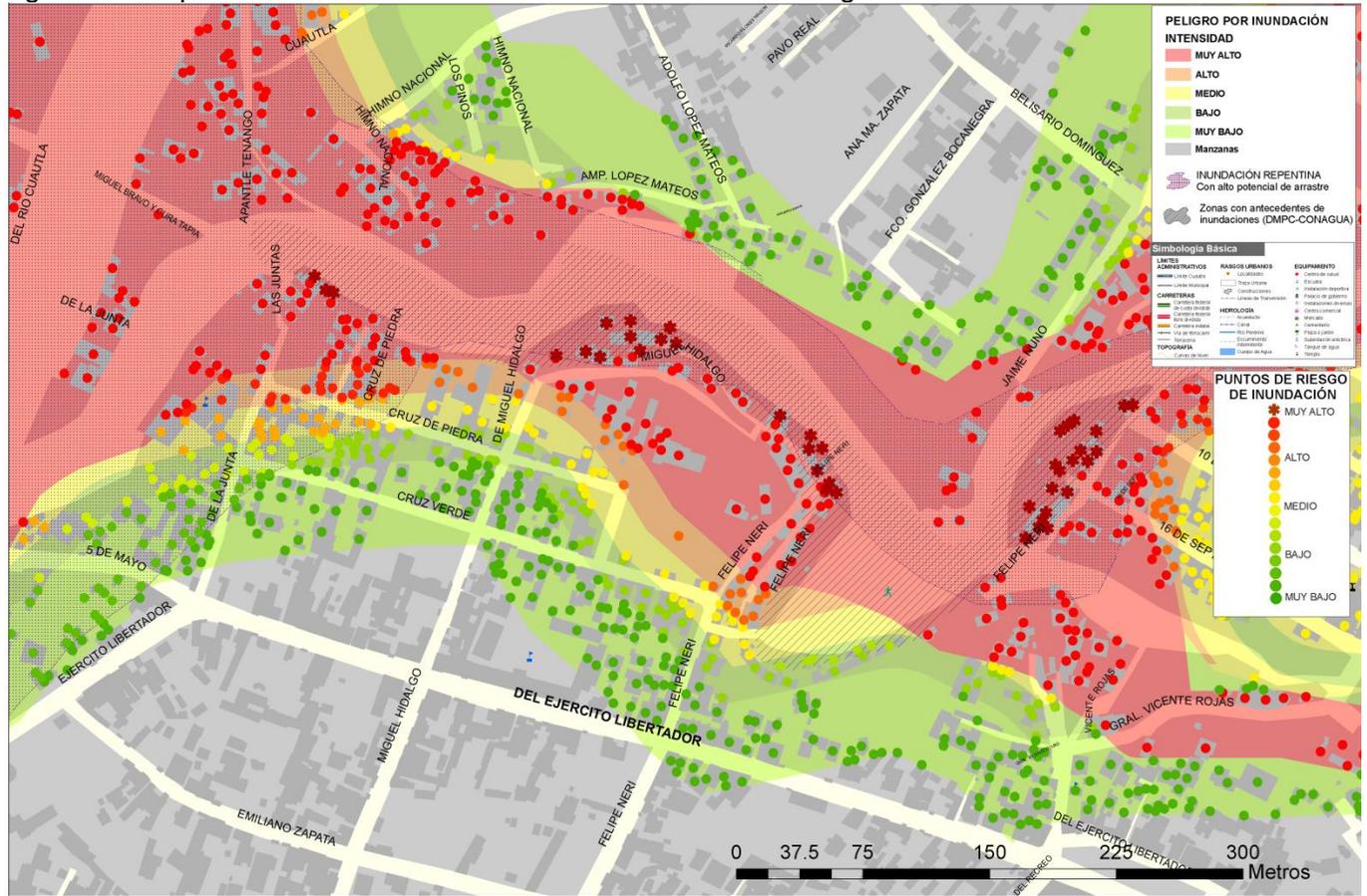


Figura 51. Imagen satelital de colonia Fovissste 5 de diciembre. Puntos de alto riesgo de inundación.





Figura 53. Mapa Norte de la colonia Reforma. Puntos de alto riesgo de inundación.





### **5.2.8. Masas de aire (granizo, heladas y nevadas)**

Otro fenómeno que provoca precipitaciones en la región centro de la República Mexicana, zona en la cual se ubica Cuautla, es el desplazamiento de masas y frentes de aire fríos que provienen de las zonas polares, que forman las llamadas tormentas de invierno, este tipo de fenómenos se presentan esporádicamente.

Cuando el aire posee propiedades físicas similares en una gran extensión, se llama masa de aire. En cada nivel, la temperatura y humedad, son uniformes en sentido horizontal y cuyas dimensiones pueden ser de más de 1,000 km. de cubrimiento. Las masas de aire se producen en los continentes o sobre los océanos, en regiones donde el aire adquiere las características físicas de la zona latitudinal de ubicación. Las regiones de contraste de temperatura, humedad, presión, viento y energía potencial que se ubican entre dos masas de aire se llaman frentes o sistemas frontales.

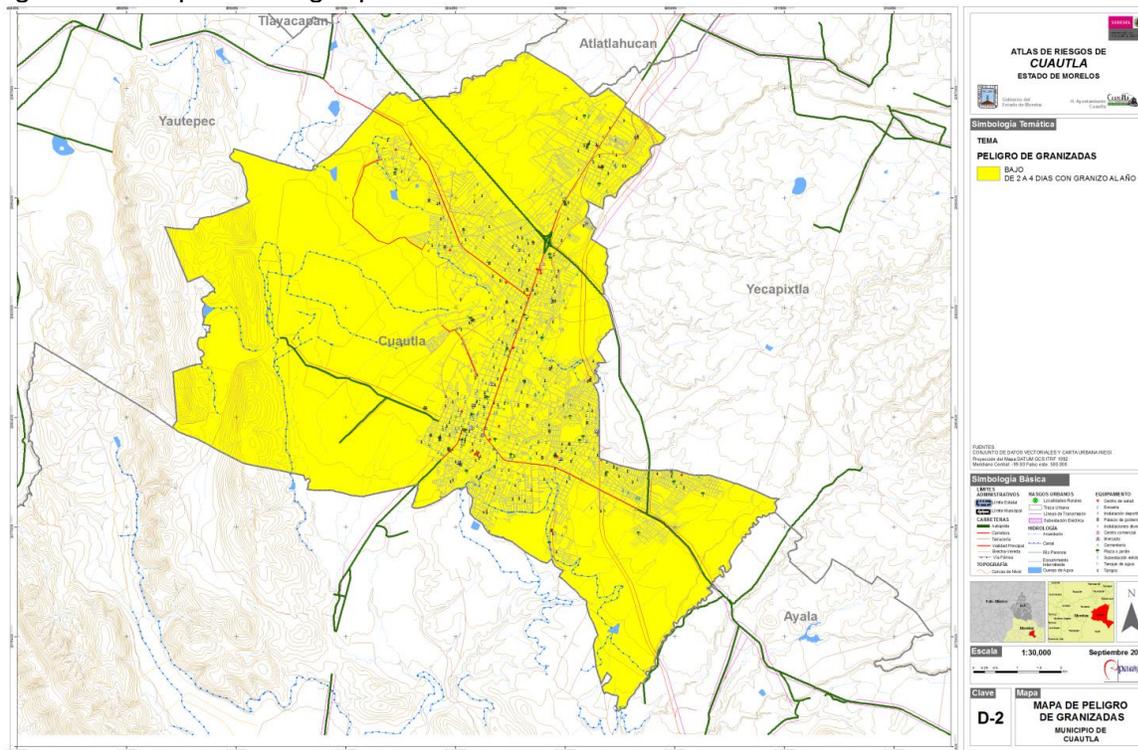
Para los fines del presente estudio, las masas de aire y sistemas frontales se clasifican de la siguiente manera: granizadas, heladas, nevadas y tormentas eléctricas:

#### **Granizadas**

El granizo es la precipitación de agua en estado sólido, en forma de granos de hielo de diversos tamaños que afectan a la población, regiones agrícolas y zonas ganaderas. En las áreas de asentamientos humanos afectan principalmente a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

Con base en la información de las estaciones meteorológicas entre el periodo 1951-2010 en el municipio de Cuautla, se han obtenido datos que reportan tiempos de duración de fracción de días con granizo acumulados por mes y año, plasmado en número de días con granizo, esta información es útil para realizar la distribución espacial y temporal de zonas de frecuencias de estos eventos. De acuerdo a dichas estimaciones se observa que el fenómeno de granizadas se presenta de 2 a 4 veces por año, por lo cual, el nivel de peligro es bajo.

Figura 54 . Mapa de Peligro por Granizadas



Fuente: Elaboración propia con base en Instituto de Geografía de la UNAM y SMN.

Según el SMN en esta zona se han detectado sólo en dos ocasiones eventos de lluvia con granizo, principalmente entre los meses de junio y julio en la estación meteorológica No. 17005, por su parte la estación meteorológica No. 17003 el indicador de días con granizo es mayor registrando fracciones de días con granizo los meses de marzo, mayo, junio, julio y agosto.



Cuadro 11. Días con granizo registradas por estación meteorológica

ESTACION: 00017005 CUAUTLA (DGE) LATITUD: 18° 48'37" N. LONGITUD: 098° 57'03" W. ALTURA: 1,302.0 MSNM.											OC	NO	DI	ANU
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP		T	V	C	AL
GRANIZO	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0.2
AÑOS CON DATOS	55	55	55	56	54	55	54	54	54	54	54	55	55	
ESTACION: 00017003 CUAUTLA (SMN) LATITUD: 18° 48'15" N. LONGITUD: 098° 57'03" W. ALTURA: 1,303.0 MSNM.											OC	NO	DI	ANU
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP		T	V	C	AL
GRANIZO	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0	0.7
AÑOS CON DATOS	55	55	56	56	56	55	54	55	55	55	54	54	54	

Fuente: Elaboración propia con base en Servicio Meteorológico Nacional, Normales Climáticas.

## Heladas y Nevadas

Una helada es un evento de origen meteorológico que ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0 grados centígrados o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas.

El peligro de heladas depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella, en esta zona del país la presencia de heladas y nevadas es nula o muy esporádica, sin embargo, existen registrados algunos incidentes. Cuando han llegado a presentarse se dan entre los meses de noviembre y enero.



## CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGACIÓN DE PELIGROS

### 6.1. Identificación de Medidas Preventivas y Acciones de Mitigación.

Con base en la identificación de riesgos, la Prevención y Mitigación son todo lo que hacemos para asegurarnos de que no suceda un desastre o, si sucede, que no nos perjudique tanto como podría, consiste en diseñar acciones y programas para mitigar y reducir el impacto de los desastres antes de que éstos ocurran. Incluye la implementación de medidas estructurales y no estructurales para reducción de la vulnerabilidad o la intensidad con la que impacta un fenómeno: planeación del uso de suelo, aplicación de códigos de construcción, obras de protección, educación y capacitación a la población, elaboración de planes operativos de protección civil y manuales de procedimientos, implementación de sistemas de monitoreo y de alerta temprana, investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de mitigación y preparación para la atención de emergencias. (CENAPRED, 2006)

La prevención es una de las actividades más importantes, esta se traduce en un conjunto de disposiciones y medidas anticipadas con el propósito de reducir significativamente las consecuencias esperadas por un evento, para evitar que un evento se convierta en un desastre. Por ejemplo, sembrar árboles previene la erosión y los deslizamientos; y también puede prevenir las sequías.

Por su parte, las acciones de mitigación se orientan a reducir la vulnerabilidad frente a ciertas amenazas, a disminuir la intensidad de los efectos que produce el impacto de las calamidades en las personas, la infraestructura y el medio ambiente, es decir, todo aquello que aminora la magnitud de un desastre. Por ejemplo, hay formas de construcción que aseguran que las viviendas y el equipamiento no se caigan con un terremoto.

Esta etapa es la más eficiente y económica en términos de inversión de recursos y del costo social.

La sociedad en general debe ser el actor principal de estas tareas, por lo que es de vital importancia que se transforme de pasiva en activa, mediante el conocimiento de los peligros existentes en los lugares donde habitan y la preparación de lo que cada cual debe hacer en cada etapa.

La problemática de riesgos detectada en el municipio de Cautla es muy variada pero se detectaron medidas generales de prevención y mitigación, mismas que continuación se enlistan, puntualizándose más adelante para la mitigación de riesgos particulares.

#### 6.1.1 Medidas preventivas generales

- Difundir los principales resultados del presente Atlas, mediante reuniones de trabajo con los habitantes del municipio, medios impresos y por medio del internet, incorporándolos a la página oficial del Municipio de Cautla.
- Realizar campañas de difusión sobre protección civil en el hogar, en el trabajo, en la escuela y en la vía pública, así como sobre los distintos tipos de riesgos detectados, en especial en las zonas que tienen alto peligro.



- Implementar un sistema de comunicación a la población que permita alertar con oportunidad la presencia o el impacto de los fenómenos hidrometeorológicos que amenazan a la ciudad, en especial aquellas cerca de zonas de peligro por inundación.
- La Dirección de Protección Civil Municipal deberá elaborar su programa municipal de protección civil, y contar con planes de emergencia para cada uno de los fenómenos detectados, asimismo deberá elaborar un programa operativo anual y un programa de capacitación del personal y de la población con el apoyo de distintos programas, como el Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos, para la reducción de riesgos a nivel municipal, para someterlo a cabildo.
- Revisar el Programa de Ordenación de Zona Conurbada Intermunicipal en su modalidad de Centro de Población de Cuautla, Ayala, Yecapixtla y Atlatlahucan de Morelos, con criterio de riesgos. Para ello se sugiere incorporar inicialmente los resultados del presente Atlas, publicarlo y vigilar su cumplimiento, principalmente en lo que respecta al crecimiento urbano y construcciones particulares en los derechos de vía de cauces y arroyos. Asimismo, promover la elaboración de los correspondientes Atlas del resto de los municipios e incorporar en su momento los resultados de dichos estudios.
- Fortalecer las tareas de gestión de la Dirección de Desarrollo Urbano, dotándola de instrumentos y personal para supervisión y control de construcciones en zonas de peligro.

## **6.1.2 Medidas ante riesgos geológicos**

### **6.1.2.1. Medidas ante riesgos por sismos**

- Promoción de criterios de construcciones sismo - resistentes.
- Expedición de reglamento de construcción para reducir la vulnerabilidad física.
- Reforzamiento de edificaciones vulnerables tales como las edificaciones tradicionales de adobe.
- Elaboración de material para los medios de comunicación y la población en general, así como el desarrollo de cursos de orientación, ilustración y preparación en caso de un evento sísmico.
- Preparación de planes de emergencia y capacitación del personal médico y paramédico para la atención de la población.

### **6.1.2.2. Medidas ante riesgos por inestabilidad de laderas (remoción en masa)**

Las acciones para mitigar los peligros por inestabilidad de laderas se enfocan principalmente en un control del crecimiento urbano en zonas de peligro. Estas zonas deben ser protegidas realizando proyectos de conservación de suelo-agua, además de fortalecer las pendientes.

Con la finalidad de reducir el peligro por inestabilidad de laderas, el CENAPRED en el fascículo de Inestabilidad de Laderas 2001, propone entre otras, las siguientes medidas:

- Monitoreo de variables que permitan determinar un posible deslizamiento, como son:
  - Las deformaciones en la superficie del terreno
  - EL desarrollo o evolución de agrietamientos en las partes altas de las laderas.
  - Las expansiones o depresiones en diferentes zonas de laderas.

- Los agrietamientos y rotura de pavimentos, muros o bardas de las construcciones ubicadas en o cerca de una ladera.
- Implantar y hacer respeten las normas y reglamentos que regulan la planificación y construcción de estructuras en áreas susceptibles a movimientos de laderas. Toda estructura de vivienda debe ser construida en áreas lejos de taludes empinados, arroyos y ríos, canales que estén secos durante ciertos períodos del año y en las desembocaduras de canales provenientes de las montañas.
- Vigilar el drenaje en los taludes alrededor de las zonas habitadas, en especial aquellos lugares donde las corrientes convergen causando que el flujo de agua sobre esos suelos aumente.
- Contar con sistemas de alerta temprana así como con planes de evacuación en casos de emergencia.

#### 6.1.2.3. Medidas ante riesgos por hundimientos

- Identificación y estudio de los procesos que comúnmente son causas de hundimientos. como:
  - Grietas
  - Disolución de materiales.
  - Variaciones del nivel freático
  - Colapso de tuberías
- Elaboración de un estudio que permita identificar líneas de debilidad tectónica susceptibles de formación de estructuras de disolución.

#### 6.1.2.4. Medidas ante riesgos por fallas o fracturas

Las medidas planteadas en la Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel ciudad de SEDESOL proponen seguir una serie de pasos, como son:

- Divulgar los reportes de desastres históricos en zonas de fallas geológicas.
- Dar a conocer y capacitar acerca de los rasgos superficiales del terreno que son síntomas de fallas
- Proponer reforzamiento de estructuras de obras civiles y viviendas
- Medir agrietamientos y deformaciones del terreno mediante inclinómetros, extensómetros y piezómetros.
- Dar información acerca de la ubicación de albergues temporales
- Capacitar acerca de las medidas de autoprotección y primeros auxilios
- Destruir viviendas dañadas y abandonadas
- Proponer cambios de uso de suelo en zonas con daños.

#### 6.1.2.5. Medidas ante riesgos por erosión

##### **Generales**

Para el caso de inestabilidad de ladera, la principal medida preventiva de mitigación en zonas con peligro por erosión consiste en no permitir el crecimiento urbano en las zonas con alto peligro por



erosión, delimitadas en los mapas de peligro. En la guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel ciudad, SEDESOL propone las siguientes medidas.

- Promover y realizar la reforestación.
- Promover el uso de cubiertas de vegetación protectora.
- Promover el uso de terrazas de cultivos.
- Promover la rotación de cultivos.
- Promover y realizar la protección de laderas, cárcavas y cauces.

### **6.1.3 Medidas ante riesgos hidrometeorológicos**

#### **6.1.3.1. Medidas ante riesgos de inundación**

- A nivel urbano, previo a la temporada de lluvias (meses de abril y mayo) el Ayuntamiento deberá establecer un programa continuo de limpieza y desazolve de cauces de ríos y arroyos para retirar toda la basura y malezas que se encuentra bloqueando el paso del agua libremente por los distintos puentes peatonales y vehiculares de la ciudad. Complementariamente realizar el desazolve del sistema de alcantarillado previo a la temporada de lluvias.
- Vigilar que se evite dejar material de construcción sobre las calles, con especial énfasis previo a la temporada de lluvias, y definitivamente prohibirlo en plena temporada que va de los meses de junio a noviembre, evitando con ello que en caso de lluvia o viento los materiales se depositen en el sistema de drenaje y alcantarillado limitando con ello su capacidad de recepción de agua en plena temporada de lluvias.
- Gestionar ante el área de limpia pública que se haga especial énfasis en aquellas colonias que se inundan por la cantidad de basura o escombros acumulados.
- Por medio de la gestión del uso de suelo urbano, evitar los asentamientos cerca de los ríos y arroyos del Municipio, especialmente en la ciudad de Cuautla y considerar la posibilidad de reubicación de aquellas viviendas que se encuentran muy cerca de estos cuerpos de agua (ver mapa de inundaciones) lo que permitirá cambiar el uso de suelo de esos terrenos (p. ej. como áreas verdes) para evitar que el cauce se vaya reduciendo debido a la construcción de muros, bardas y/o viviendas. En conjunto con el área de desarrollo urbano municipal prohibir el asentamiento de nuevas viviendas cerca de los cauces de ríos y arroyos.
- Con el área de desarrollo urbano, vigilar que todas aquellas viviendas que se encuentran en los márgenes de los arroyos de la ciudad no continúen construyendo o ampliando sus viviendas hacia el centro del río.
- Comunicar el riesgo a la población expuesta y promover la autoprotección.
- El Sistema Municipal de Protección Civil lo integran todas las Direcciones del H. Ayuntamiento en ese sentido se deberá mejorar entre todas la capacidad de respuesta y el conocimiento de los peligros de la ciudad y del Municipio en su conjunto.
- La Dirección de Protección Civil Municipal deberá elaborar un plan especial de contingencias que prevea la evacuación de las personas ante avisos de lluvias o crecidas, particularmente en las manzanas de riesgo muy alto y alto de la Ciudad de Cuautla (Ver plano P-16\_INUNDACIONES en el anexo gráfico).



#### 6.1.3.2. Medidas ante riesgos por tormentas eléctricas

- Implementación de una campaña informativa y de sensibilización sobre qué acciones realizar mientras se presenta una tormenta eléctrica, sobre todo cuando se encuentran fuera de un área cubierta.
- Reglamentar la instalación de pararrayos en instalaciones como antenas, edificios altos, instalaciones industriales o instalaciones como naves que almacenan materiales peligrosos o muy inflamables.

#### 6.1.3.3. Medidas ante riesgos por sequía

- Gestionar la publicación en los medios masivos de comunicación la información referente al pronóstico de la Comisión Nacional del Agua y las medidas de prevención y auxilio de que debe tomar la población para enfrentar la temporada de sequía o estiaje.

## 6.2. Propuesta de Acciones de Mitigación.

UBICACIÓN	PELIGRO	ANOTACIONES	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA
 <p>COL. NARCISO MENDOZA</p>	<p>Hidrometeorológico Inundación</p>	<p>En esta zona la pendiente provoca que los escurrimientos de las zonas más altas se dirijan hacia la Colonia Narciso Mendoza.</p> <p>La población asentada en esta zona se encuentra en un nivel de riesgo alto y constantemente el nivel de los canales es rebasado provocando inundaciones.</p>	<p>Estudio de factibilidad para el encausamiento de canales y escurrimientos de la zona.</p> <p>Encausamiento integral de canales de acuerdo a la dinámica hídrica natural de la zona.</p> <p>Talleres de autoprotección a los habitantes de las zonas con mayor riesgo.</p>
 <p>FRACCIONAMIENTO BRISAS. Calle Jacarandas</p>	<p>Hidrometeorológico Inundación</p>	<p>En esta zona sube constantemente el nivel del agua y provoca que se lleve automóviles e incomunica a las viviendas que se ubican al poniente</p>	<p>Construcción de puente vehicular.</p>

 <p>COL. MIGUEL HIDALGO</p>	<p>Hidrometeorológico Inundación</p>	<p>En esta colonia los asentamientos humanos han obstruido el cauce natural de la barranca, por ello, se provoca inundaciones y avenidas súbitas, debido a que los vecinos bloquean la libre circulación hidráulica y se provocan pequeñas represas por las bardas perimetrales que se han construido en la barranca.</p>	<p>Canalización estandarizada del cauce de la barranca.</p> <p>Basar la carretera en pilotes que permitan el libre y natural desfogue de los escurrimientos.</p>
 <p>LA SANTA CRUZ</p>	<p>Hidrometeorológico Inundación</p>	<p>En esta zona el nivel de río crece hasta alcanzar más de 2m y el arrastre de materiales es constante.</p>	<p>Construir muro de contención que continúe con las obras ya existentes.</p> <p>Detectar las viviendas en las que el riesgo sea no mitigable y reubicar a los habitantes.</p>

	<p>Hidrometeorológico Inundación</p>	<p>Debido al aumento del cauce del río se han provocado socavación y deslizamientos de tierra. Las viviendas se encuentran muy cercanas al cauce del río. Se afectaron 15 viviendas por la socavación, principalmente bardas y paredes.</p>	<p>Reubicación de al menos 15 viviendas.  Encauzamiento del río en esta zona.</p>
	<p>Hidrometeorológico Inundación</p>	<p>Inundaciones verticales y repentinas en 116 Puntos de alto riesgo de inundación en las colonias Benito Juárez y Otilio Montaña.</p>	<p>Ubicación de cada uno de los predios en alto riesgo y generar medidas de mitigación.</p>
<p>CAUCE DEL RÍO CUAUTLA</p>	<p>Hidrometeorológico Inundación</p>	<p>Debido al aumento del cauce del río se han provocado socavación y deslizamientos de tierra. Los muros de gavión que se habían construido, se han ido destruyendo por la fuerza del agua y la socavación de su base de sustento.</p>	<p>Construcción de presas rompepicos en la cabecera del río Cautla y previo a sus meandros. Reubicación de viviendas ubicadas en el cauce y remoción de construcciones que impiden el flujo natural del río Cautla</p>



Propuesta	Instrumentos	Detalle
Monitoreo visual directo del volcán Popocatéptl.	Equipo de video digital controlada a distancia (y visión nocturna) que permita la vigilancia de la actividad volcánica las 24 hrs.	La vigilancia del volcán Popocatépetl es vital para la precisa detección en el súbito incremento de actividad volcánica. La colocación y control de la cámara debe coordinarse con las autoridades de protección civil y el comité encargado de la vigilancia del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
Implementación de instrumentos que prevengan las inundaciones.	Estaciones hidrometeorológicas y sísmicas aguas arriba de la cuenca del río Cuautla.	Las inundación producidas en las riberas de los ríos que cruzan el municipio, se deben a lluvias extraordinarias o estacionales cuenca arriba. Las estaciones sísmicas pueden reconocer la vibración que provoca una crecida en las terrazas laterales del río Cuautla. La colocación y mantenimiento de las estaciones hidrometereológicas y sismológicas debe coordinarse con los municipios cuenca arriba al Municipio de Cuautla, junto con el CENAPRED.
Cartografía de las cavidades antrópicas en las riberas fluviales.	<i>Ground Penetration Radar</i> o sistema de radar de penetración ( <i>FS-Reflexion</i> ) con el fin de localizar por vibraciones sísmicas diferencias en la densidad de los materiales y cavidades a profundidad.	Existen cavitaciones antrópicas en las riberas de los principales ríos que disecan el territorio que ocupa el municipio, además de algunas que presumiblemente fueron realizadas en épocas postcoloniales. La urbanización emplazada en superficie debilita el subsuelo y potencializa la ocurrencia de colapsos.
Implementación de políticas que desalienten la construcción de viviendas en zonas propensas a inundación y fenómenos de remoción en masa.		Prohibición de construcciones urbanas a menos de 25 metros de la ribera fluvial u hombro del río (límite superior de la primera terraza fluvial) y a menos de 50 metros de áreas con pendientes mayores a 55°.