

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE *ACTOPAN*, *HIDALGO* 2013

Fecha:

23 de Diciembre del 2013

Número de Expediente

diaz@sps.com.mx

actopan



**Municipio de
Actopan, Hidalgo**

ESTE PROGRAMA ES DE CARÁCTER PÚBLICO, NO ES PATROCINADO NI PROMOVIDO POR PARTIDO POLÍTICO ALGUNO Y SUS RECURSOS PROVIENEN DE LOS IMPUESTOS QUE PAGAN TODOS LOS CONTRIBUYENTES. ESTA PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.

ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE *ACTOPAN*, *HIDALGO. 2013*

ESTE PROGRAMA ES DE CARÁCTER PÚBLICO, NO ES PATROCINADO NI PROMOVIDO POR PARTIDO POLÍTICO ALGUNO Y SUS RECURSOS PROVIENEN DE LOS IMPUESTOS QUE PAGAN TODOS LOS CONTRIBUYENTES. ESTA PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.

El presente documento fue elaborado por el H. Ayuntamiento de Actopan, presidido por el Arq. Gregorio Hernández Serrano; en coordinación con la empresa consultora *Strategies in Planning and Systems S.A*; en concordancia con las “Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013” emitido por la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano.

Responsables de Proyecto:

Presidente Municipal de Actopan, Hidalgo.

Arq. Gregorio Hernández Serrano

Director General de Strategies in Planning and Systems S.A.

L.D. y L. en PL.U. Rodolfo Díaz López

Coordinador General de Atlas de Riesgos

Mtro. en A.E.G. Francisco Reyna Sáenz

Coordinador de Proyecto

L. en P.T. Adrian Pedraza Cuadros

Analistas:

Ing. Juan Carlos Izquierdo González

L. en P.T. Octavio Guadarrama Colín

L. en P.T. María de Luz Bernal Sánchez

L. en P.T. Brenda Nohemí Valdés Flores

L. en P.T. Ilwilxochitl Tenorio Martínez

L. en P.T. Francisco Guadarrama Cruz

Arq. Jesús E. Fuentes

Analistas en Sistemas de Información Geográfica

Elizabeth Jasmín Velázquez Guerrero

Norma Angélica Zapi Salazar

Contenido

CAPÍTULO I	1
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Objetivo	6
1.4 Alcances	6
1.5 Metodología General.....	7
1.6 Contenido del Atlas de Riesgo	9
CAPÍTULO II	10
2.1 Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.....	14
CAPÍTULO III	17
3.1 Fisiografía.....	18
3.2 Geomorfología.....	20
3.3 Geología.....	24
3.4 Edafología	26
3.5 Hidrología.....	28
3.6 Cuencas y Sub-cuencas	31
3.7 Clima	32
3.8 Uso del Suelo y Vegetación.....	37
3.9 Áreas naturales protegidas.....	39
CAPÍTULO IV	40
4.1 Dinámica Demográfica	41
4.2 Proyección de Población (<i>Según CONAPO</i>).....	41
4.3 Distribución de la Población.....	43
4.4 Densidad de la Población	44
4.5 Rangos de edad (Pirámide de edad)	45
4.6 Equipamiento	45
4.7 Escolaridad	46

4.8	Índice de Hacinamiento.....	46
4.9	Población con Discapacidad	46
4.10	Marginación	48
4.11	Índice de Rezago Social (Pobreza).....	51
4.12	Economía.....	51
CAPÍTULO V		53
5.1.-	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico	54
5.1.1	Erupciones Volcánicas.....	54
5.1.2.	Sismos.....	55
5.1.3	Inestabilidad de laderas	63
5.1.4	Flujos.....	68
5.1.5	Caídos o Derrumbes.....	69
5.1.6	Hundimientos y Subsistencia	71
5.1.7	Agrietamientos.....	73
5.2.-	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	74
5.2.1	Ondas cálidas y gélidas	74
5.2.2	Sequías.....	80
5.2.3	Heladas.....	86
5.2.4	Tormentas de granizo	89
5.2.5	Tormentas de nieve (No Aplica).....	91
5.2.6	Ciclones Tropicales.....	91
5.2.7	Tornados (No aplica)	94
5.2.8	Tormentas de polvo (No Aplica)	96
5.2.9	Tormentas eléctricas.....	96
5.2.10	Lluvias extremas	98
5.1.11	Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.....	100
	Vulnerabilidad.....	103
	Evaluación del Riesgo.....	109

CAPÍTULO I

Antecedentes e Introducción

1.1 Introducción

La elaboración del presente Atlas de Riesgos del Municipio de Actopan se enmarca dentro del programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) impulsado y coordinado por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) cuyo propósito es contribuir al fortalecimiento de las capacidades de los municipios en materia de prevención de riesgos, a través de obras y acciones que reduzcan la vulnerabilidad de la población ante el impacto de fenómenos naturales.

El Atlas de Riesgos de Actopan constituye un instrumento que integra el conocimiento sobre los peligros y amenazas de origen natural (geológicas e hidrometeorológicas) que afectan a la población y a sus bienes, las características y los niveles actuales de riesgo ante esos fenómenos así como las consideraciones (obras y proyectos) para mitigar y reducir dichos niveles de riesgo.

En un sentido más amplio, el Atlas permitió detectar, clasificar y zonificar las áreas propensas a amenazas, vulnerabilidad y riesgos por medio de la correlación entre las zonas susceptibles a ser afectadas por el desarrollo de fenómenos perturbadores y el espacio físico vulnerable considerando aspectos tales como vivienda, infraestructura, equipamiento, sistemas productivos y medio ambiente. La identificación de áreas y elementos bajo diferentes niveles de riesgo, permitirá apoyar la toma de decisiones así como definir acciones en torno a la prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad (y por lo tanto de riesgos), ordenamiento del territorio y ubicación óptima del equipamiento e infraestructura de respuesta ante desastres, entre otras.

La evaluación de los riesgos partió del análisis integral previo de las condiciones del medio físico, biológico, social y económico de

Actopan. La formulación técnica y científica del Atlas de Riesgos se enmarcó en el análisis de las relaciones entre los diversos componentes del territorio.

A partir de este diagnóstico integral se realizó la identificación de peligros, su intensidad o grado de influencia en el territorio del municipio. Asimismo, se llevó a cabo la evaluación de la vulnerabilidad entendida como un factor interno del riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a la amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado (<http://www.cenapred.unam.mx>).

Finalmente, se delinearon las medidas de mitigación que deben llevarse a cabo de forma anticipada al registro de una contingencia para reducir su impacto en la población, sus bienes y el entorno.

El Atlas fue desarrollado considerando las definiciones y contenidos establecidos en la Ley General de Protección Civil (LGPC) en su artículo 2, fracción XXII-XXIII (DOF, 2012):

Fenómeno Geológico: Agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre.

A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos.

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

1.2 Antecedentes

El municipio de Actopan se localiza en la región VII Actopan del Estado de Hidalgo, en la zona centro sur de la entidad, a aproximadamente 37 kilómetros al poniente de la ciudad de Pachuca.

Las condiciones ambientales actuales de Actopan están determinadas y/o influenciadas principalmente por los siguientes factores: latitud geográfica inferior a 21 grados, su situación geográfica dentro del territorio nacional y estatal (continentalidad), su emplazamiento físico en sistemas orográficos (Sistema Volcánico Transversal y Sierra Madre Oriental) así como por su altitud sobre el nivel del mar (2,050 msnm en promedio). Estos elementos conocidos como macroestructuras, caracterizadas por su amplia extensión y poca variabilidad espacio-temporal, determinan a su vez otros elementos del medio físico como son las condiciones litológicas, suelos, hidrología y vegetación (microestructuras).

Por su ubicación geográfica, Actopan es susceptible a diversas amenazas de origen natural (geológicas e hidrometeorológicas), lo anterior obedece a las particularidades tectónicas y geomorfológicas de su territorio así como por la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos: efecto de huracanes y sistemas tropicales, frentes fríos, sequías y tormentas eléctricas, entre otros.

Las condiciones tectónicas regionales le confieren una peligrosidad sísmica moderada a Actopan. El municipio es afectado por movimientos telúricos que tienen su epicentro a lo largo de la costa sur de México, en los Estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, principalmente.

Históricamente Actopan ha sido afectado por sismos de diversa magnitud con epicentros regionales. Estos sismos están relacionados a sistemas de fallas locales, por ser esta la frontera norte del Sistema Volcánico Transversal.

Tabla 1. Principales sismos históricos en la región

Fecha	Región	Latitud	Longitud	Profundidad Km	Magnitud	Intensidad máxima
1887, 26 de noviembre	Pinal de Amoles	21.14	99.63	?	5.3	VIII
1950, 11 de marzo	Ixmiquilpan	20.35	98.97	15	4.9	VII
1976, 25 de marzo	Cardonal	20.62	99.09	15	5.3	VIII
1987, 27 de enero	Actopan	20.31	99.21	15	4.1	VII
1989, 10 de septiembre	Landa	21.04	99.43	10	4.6	VII

Fuente: Reporte del Servicio Sismológico Nacional. Secuencia de Sismos en Hidalgo, Mayo 2010. www2.ssn.unam.mx (consultado en Agosto del 2013).

Como puede verse, en el Estado de Hidalgo y concretamente en la región donde se encuentra enclavado el municipio de Actopan también hay una sismicidad recurrente, no con las grandes magnitudes de los sismos de la costa del Pacífico de México,

pero si importante. De vez en cuando se presentan una secuencia de sismos en periodos cortos de tiempo conocidos como enjambres sísmicos como los observados en el año 2010, en general estos sismos son sentidos con una fuerte intensidad aunque su duración es corta.

Por lo tanto, como un indicador de la actividad sísmica local, tan sólo entre el 18 y el 23 de mayo del 2010, el Servicio Sismológico Nacional reportó 22 sismos en la Región de Actopan, Hidalgo. De estos sismos, fue posible localizar 13, ya que los 8 restantes tuvieron magnitudes muy pequeñas. De esta secuencia sísmica, o enjambre sísmico, el mayor de ellos tuvo una magnitud de 4 (preliminarmente reportada como 4.3). Los sismos tienen profundidades someras, de menos de 4.6 km, y esto hace que sean sentidos fuertemente, pero debido a su magnitud su duración es corta, de sólo unos cuantos segundos. Estos enjambres sísmicos son comunes en muchas regiones del país, incluyendo la de Actopan y no están relacionados con la formación de volcanes, o como precursores de grandes sismos.

La información sobre desastres naturales por fenómenos hidrometeorológicos en el Estado de Hidalgo no es consistente, existen múltiples vacíos temáticos e históricos. En el caso concreto de las sequías, uno de los fenómenos de mayor impacto global y que ocasiona mayores repercusiones sociales, ambientales y económicas, a continuación se reseñan algunos de los registros históricos reportados para el Estado de Hidalgo.

De acuerdo a García (1997), en el período comprendido entre los años 1860 y 1900, el Estado de Hidalgo se vio afectado por efecto de sequías, secas y canículas en los años de 1873, 1884, 1885, 1888, 1892 y 1900. No se aportan mayores datos sobre las peculiaridades de los desastres.

Por otro lado, CENAPRED (2002) reporta que en el siglo XX en México tuvieron lugar los siguientes grandes períodos de sequías: 1948-1954, 1960-1964, 1970 -1978 y 1993-1996, 1998 y 1999-2000. En la siguiente tabla se muestran los reportes específicos para el Estado de Hidalgo, indicando el año en que se presentó la sequía y sus efectos económicos y sociales.

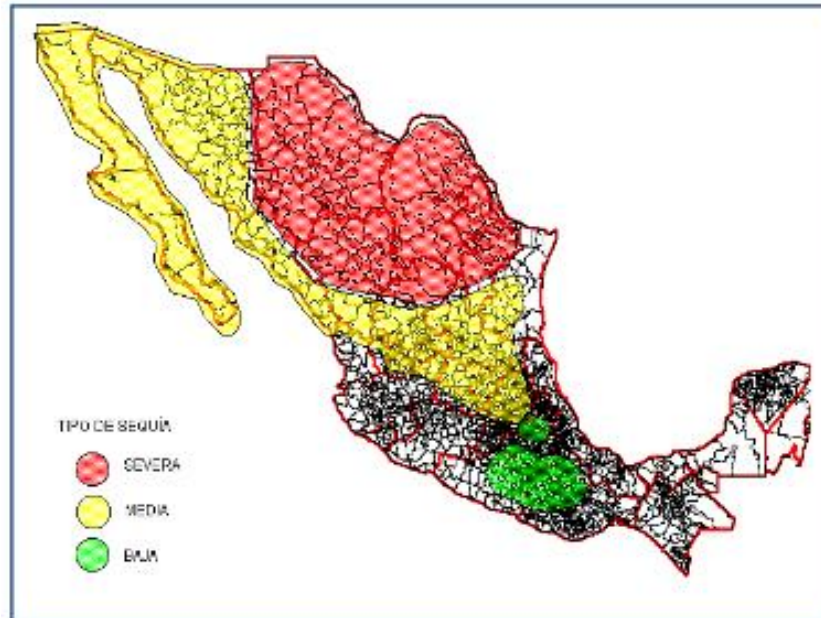
Tabla 2. Efectos de las sequías del siglo XX en Hidalgo

Año	Mes	Área Geográfica Afectada	Efectos Económicos y Sociales
1960	Junio	Centro Sur y Norte: Hidalgo y Durango	Temor de que este año sea igual al de 1957
1962	Junio	Golfo de México, Tamaulipas (Huasteca), Tampico e Hidalgo.	Pérdidas en la ganadería superiores a 15 mil cabezas de ganado vacuno. No hay agua en Hidalgo, las labores agrícolas se encuentran paralizadas.
1995	Abril	Norte y Centro del país	Piden declarar zonas de desastre por la sequía en cuatro estados (Durango, Tamaulipas, Hidalgo y Puebla) la sequía ha ocasionado la muerte de miles de cabezas de ganado

Fuente: CENAPRED, 2002

En la figura 1 se muestran las zonas que históricamente han sido afectadas por las sequías en nuestro país donde se indica el grado de severidad con que se han presentado. De acuerdo al análisis acumulativo de las sequías en México, prácticamente todo el Estado de Hidalgo se encuentra en la categoría de grado de severidad medio, constituye de hecho la zona más austral de la República con éste grado de severidad, es decir, al sur de esta entidad, el territorio nacional muestra susceptibilidad a la sequía baja o nula.

Figura 1. Zonas afectadas por grado de severidad de las sequías registradas en el siglo XX.



Fuente: CENAPRED, 2002

De acuerdo al Monitor de Sequías de América del Norte, Actopan se encuentra en una zona de alta incidencia de sequías. El programa *North American Drought Monitor* (NA-DM) es un esfuerzo de cooperación entre expertos de Canadá, México y Estados Unidos y está enfocado a monitorear la sequía en el sector de América del Norte. El programa se inició en abril de 2002 y forma parte de un amplio proyecto, cuyo principal objetivo es el monitoreo de eventos climáticos extremos sobre el territorio de los tres países.

Desde el año 2002 se generan mapas mensuales que muestran la recurrencia de sequía meteorológica, agrícola e hidrológica en ésta región del estado de Hidalgo. La principal afectación es por sequía meteorológica y agrícola en periodos cortos (inferiores a 6 meses).

En el contexto descrito acerca de la situación del municipio de Actopan en el tema de riesgos naturales, las acciones de gobierno se orientan a la generación de conocimiento mediante estudios científicos y técnicos que sirvan como base para definir estrategias y líneas de acción en el ámbito de la prevención y atención de desastres.

1.3 Objetivo

El objetivo central del presente Atlas es identificar los tipos de elementos en riesgo en el municipio de Actopan ante fenómenos naturales así como su ubicación geográfica a través de la evaluación de los peligros geológicos e hidrometeorológicos que afectan al territorio municipal. Se pretende que el Atlas funcione como un instrumento de planeación para la prevención y mitigación de los fenómenos naturales que constituyen un riesgo para la población.

1.4 Alcances

El presente Atlas de Riesgos se circunscribe a la evaluación de los riesgos de origen natural del municipio, de acuerdo a los fines del programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) impulsado y coordinado por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU): fenómenos geológicos e hidrometeorológicos.

Concretamente, los tipos de riesgos del municipio de Actopan a ser abordados en el presente estudio son aquellos reconocidos en la Ley General de Protección Civil (LGPC) en su artículo 2, fracción XXII-XXIII (DOF, 2012).

En general, durante el desarrollo del Atlas de Riesgos se buscó en todo momento el empleo de la información más actual, precisa y veraz disponible, un contacto permanente con las autoridades y población municipal, así como el uso de las tecnologías más modernas para el inventario, sistematización y procesamiento de la información requerida.

Los alcances específicos en torno a los fenómenos analizados, la profundidad de los diferentes análisis y el ámbito geográfico en el que fueron abordados, pueden ser consultados en el Capítulo II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.

1.5 Metodología General

La metodología para la elaboración del Atlas de Riesgos del Municipio de Actopan, Hidalgo, se enmarcó dentro de los lineamientos conceptuales y metodológicos establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Si bien existen diferentes enfoques para abordar el tema de prevención de desastres, el CENAPRED establece como una premisa fundamental la presencia de un agente perturbador (en el caso del presente Atlas un fenómeno natural) que potencialmente pueda ocasionar daños a un sistema afectable (población, infraestructura, sistemas productivos, recursos naturales) cuya magnitud represente un desastre (CENAPRED, 2004). En este sentido, la ocurrencia de fenómenos naturales solo constituyen un riesgo si existen probabilidades de que las personas, comunidades y sus bienes pueden ser afectadas severamente de manera negativa. Por lo tanto, en el análisis de desastres naturales, se distinguen tres componentes centrales: peligro, vulnerabilidad y riesgo.

Figura 2. Esquema general de riesgo



FUENTE: CENAPRED, 2004

De acuerdo al glosario de CENAPRED, conceptualmente se entiende por cada uno de los componentes de riesgo lo siguiente:

Peligro (Amenaza): se refiere a la potencial ocurrencia de un suceso de origen natural o generado por el hombre, que puede manifestarse en un lugar específico con una intensidad y dirección determinada.

Vulnerabilidad: es un factor interno del riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a la amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado.

Riesgo: probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, en un lugar específico y durante un tiempo de exposición determinado. $R = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$.

La evaluación de los riesgos geológicos e hidrometeorológicos de Actopan se realizó tomando como punto de partida esta concepción general, dentro de ese marco se llevaron a cabo los siguientes procesos metodológicos:

1. Investigación, recopilación y análisis de estudios sobre riesgo en el municipio, de registros históricos de desastres, así como de bibliografía especializada sobre metodologías para el desarrollo de estudios de riesgo.
2. Evaluación preliminar de los riesgos existentes en el municipio a partir de recorridos de campo y consulta con personal de protección civil municipal.
3. Identificación e inventario de los fenómenos naturales que afectan o pueden afectar al municipio mediante actividades de recopilación y análisis de información cartográfica, de documentos especializados, catálogos y bases de datos. Asimismo, se realizaron observaciones directas en campo.

para visualizar, corroborar y registrar los sitios involucrados en situaciones de riesgo. Se implementaron mecanismos que permitieron integrar la percepción y conocimiento de habitantes del municipio, sobre la manifestación de los fenómenos naturales en estudio (pláticas y cuestionarios).

Para la ubicación, registro y sistematización de información en campo, se utilizaron cédulas de captura, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y cámaras fotográficas, entre otros implementos.

4. Determinación de los peligros asociado a los fenómenos identificados. La zonificación de diferentes grados de amenaza permitió conocer sus variaciones espaciales en el territorio municipal.
5. Identificación de los sistemas expuestos y evaluación de su vulnerabilidad. En esta fase se ubicaron los sistemas que potencialmente pueden ser afectados por las amenazas naturales, a través del análisis de la distribución de la población, así como de sus características sociales, culturales y económicas, localización de los diferentes tipos de equipamiento, infraestructura, sistemas productivos, entre otros elementos.
6. Evaluación de los diferentes niveles de riesgo asociado a cada tipo de fenómeno, tanto geológicos como hidrometeorológicos por medio del análisis de las correlaciones espaciales entre los grados de peligro y niveles de vulnerabilidad.
7. Durante todo el proceso se realizó una integración sistemática de la información sobre el peligro, vulnerabilidad y riesgo asociados a los fenómenos naturales.

8. Adicionalmente a las funciones básicas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) relacionadas con la captura de datos, visualización, consulta y edición cartográfica, esta tecnología fue una herramienta básica en el desarrollo de procesos de análisis espacial.

De acuerdo al enfoque de aplicación de los SIG como herramientas de análisis geográfico, metodológicamente se siguió la siguiente secuencia (ESRI, 1991):

- Definición de los objetivos del análisis del fenómeno natural (amenaza), de los elementos del sistema afectable o de los niveles de riesgo.
- Identificación de las variables que permiten modelar la temática de riesgo.
- Definición de los mecanismos de interacción y procesamiento de las variables seleccionadas.
- Revisión de los resultados.
- Adecuación de criterios y procesos.
- Evaluación y obtención de resultados finales (mapas, gráficos, tablas, matrices).

Con relación a los métodos específicos aplicados en la determinación de peligros y vulnerabilidad, se tomaron en primera instancia como referencia las metodologías propuestas en el apartado Niveles de Análisis para la Elaboración de Atlas de Riesgos de las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013 (SEDATU, 2013). De acuerdo a la disponibilidad de datos, tiempos de ejecución del proyecto y a las

características del municipio se utilizaron métodos alternativos para la investigación de algunos temas.

1.6 Contenido del Atlas de Riesgo

El Presente Atlas de Riesgos está integrado por los siguientes capítulos:

Capítulo 1. Antecedentes: Breve reseña histórica de todas aquellas problemáticas relacionadas a los riesgos de origen natural que a lo largo del tiempo se han presentado en el municipio, a partir de investigación documental y estadística.

Capítulo 2. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica: Para cada uno de los fenómenos perturbadores presentes, se determinaron los métodos a ser aplicados así como el ámbito territorial de análisis y de representación cartográfica.

Capítulo 3. Caracterización de los elementos del medio natural: En este se explican las condiciones del medio físico - geográfico del municipio de Actopan, se hace énfasis en los componentes o variables que proporcionan información para la evaluación de riesgos naturales. Se abordan las siguientes temáticas: fisiografía, geomorfología, geología, edafología, hidrografía, clima, uso del suelo y vegetación.

Capítulo 4. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos:

Incluye el diagnóstico de aspectos demográficos, sociales y económicos relevantes tales como dinámica demográfica, distribución de la población, pirámides de edades, mortalidad y densidad de población; asimismo se abordan los temas relativos al grado de escolaridad de la población, índice de hacinamiento,

población vulnerable (discapacidad, marginación y pobreza) y de las principales actividades económicas.

Capítulo 5. Identificación de peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural: Incluye una evaluación profunda y concisa de cada uno de los riesgos naturales geológicos e hidrometeorológicos existentes en el territorio de Actopan. Se determinan los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo en las diferentes áreas de la geografía municipal.

CAPÍTULO II

Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

El Municipio de Actopan se localiza en la zona centro - sur del Estado de Hidalgo (Ver Figura 3), pertenece a la región VII Actopan, la cual está integrada también por los municipios de El Arenal, Francisco I. Madero, Mixquiahuala de Juárez, Progreso de Obregón, San Salvador y Santiago de Anaya. El municipio se localiza entre los meridianos $98^{\circ} 59' 36.402''$ y $98^{\circ} 47' 02.526''$ de longitud oeste y entre los paralelos $20^{\circ} 10' 54.667''$ y $20^{\circ} 26' 09.380''$ de latitud norte.

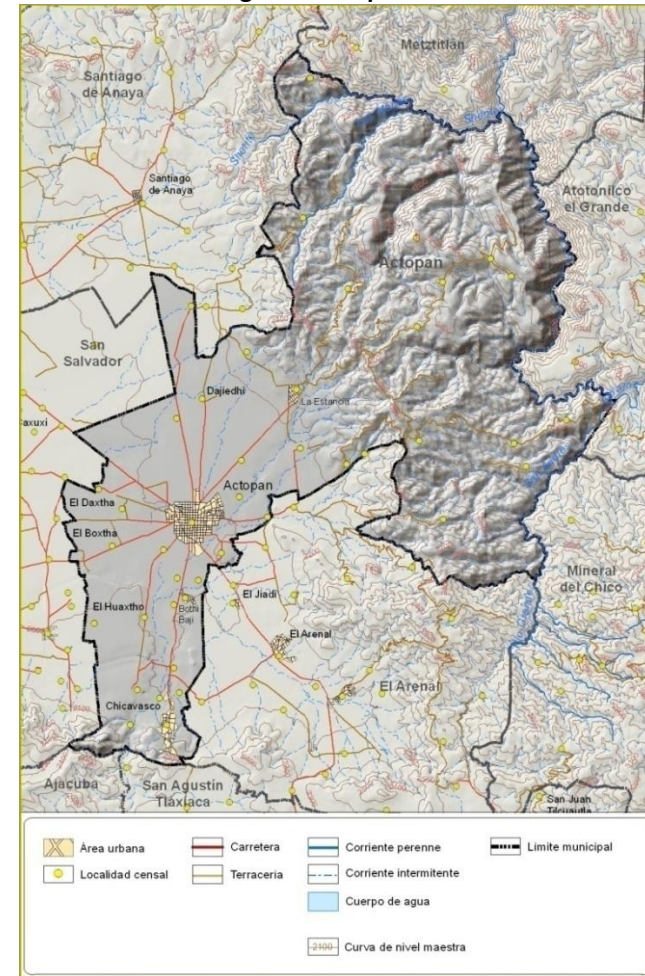
Las principales vías de acceso son la carretera federal No. 85 que vincula la cabecera municipal con la ciudad de Pachuca, capital del Estado (al sureste) y con la ciudad de Ixmiquilpan al norponiente así como la carretera estatal que comunica a Actopan con los poblados de Mixquiahuala, Progreso y Tepatepec, entre otros (al poniente).

Al norte y noreste domina un paisaje de Sierras con rocas de origen volcánico y de origen sedimentario, por otro lado, en el centro y sur del municipio se distribuyen amplias llanuras de origen volcanoclástico y aluvial, donde se encuentra asentada la cabecera municipal.

De acuerdo con información cartográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Actopan cuenta con una extensión territorial de 271.64 km² (27,164.85 hectáreas), lo cual representa el 1.31% de la superficie estatal y lo ubica en el lugar número 55 con relación al total de municipios del Estado.

Actopan limita con los siguientes municipios: al norte con Metztitlán; al Norponiente con Santiago de Anaya; al poniente con San Salvador; al sur con Ajacuba y San Agustín Tlaxiaca; al sureste con El Arenal y al oriente con Mineral del Chico y Atotonilco el Grande.

Figura 3.- Mapa Base



Fuente: INEGI. Conjunto de datos vectoriales escala 1:50,000 de las cartas F14C79, F14C89, F14D71 y F14D81; Principales resultados por localidad (ITER) 2010 y Marco Geoestadístico Municipal 2010.

El municipio está integrada por las siguientes localidades censales (INEGI, 2010).

Figura 4. Croquis de Localización



Tabla 3. Localidades Censales del Municipio de Actopan, Hidalgo

Clave de la Localidad	Nombre de la Localidad	Población
130030001	Actopan	29,223
130030002	Benito Juárez	50
130030003	Bothi Baji	725
130030004	Boxaxni	1,339
130030005	El Boxtha	2,708
130030006	San Diego Canguihuindo	416
130030007	Cañada Chica Antigua	763
130030009	Colonia Cuauhtemoc	1,581
130030010	Chicavasco	3,190
130030011	Dajiedhi	2,039
130030012	El Daxtha	2,313
130030013	La Estancia	1,341
130030014	El Huaxtho	2,798
130030015	La Loma	968
130030016	Santa María Magdalena	341
130030017	Las Mecas	224
130030018	Mesa Chica	44
130030019	El Palomo	452
130030020	La Peña	876
130030021	Plomosas	163
130030023	San Andrés Tianguistengo	716
130030024	Saucillo	296
130030025	La Quinta	7
130030026	Xideje	251
130030027	La Escoba	15
130030028	Rancho Osorios	3
130030035	El Shente	65
130030037	La Segunda Manzana de Magdalena (El Arco)	119
130030038	La Presa	8
130030039	La Ardilla (Tierras Coloradas)	17
130030040	Casa Blanca	453
130030041	San Pedrito	15

130030043	Segunda Manzana Chicavasco (El Pozo)	147
130030044	Cuarta Manzana Chicavasco (La Ladera Chicavasco)	237
130030045	Pabellón Gastronómico	3
130030046	Francisco Constancio Azpeitia García	3
130030047	El Apartadero	58
130030048	San Isidro	178
130030049	Manzana de Golondrinas	41
130030050	La Palma	21
130030051	El Paraje	92
Total:		54,299

FUENTE: ITER. INEGI 2010

2.1 Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

En función a los lineamientos de la SEDATU (2013), debido al tamaño del municipio así como a la disponibilidad de información de referencia y temática básica, en el presente Atlas se emplean fundamentalmente las escalas cartográficas 1:50,000 y 1:10,00, la primera, para el almacenamiento y representación de datos en el ámbito municipal y la segunda, para el contexto urbano de la cabecera municipal, cuando el tipo de fenómeno estudiado así lo requirió. Adicionalmente, se recurrió a otras escalas complementarias con base a la carga de información de un mapa o bien a la escala en que se encuentra disponible la misma.

Para el análisis y representación de datos censales e indicadores derivados, en el ámbito urbano de la cabecera municipal, se emplearán las unidades relativas a áreas geoestadísticas básicas (AGEBS) y los polígonos de manzanas del marco geoestadístico de INEGI 2010.

Las especificaciones del sistema de referencia espacial utilizado son las siguientes:

Proyección:	Universal Transversa de Mercator (UTM)
Zona:	14
Datum:	ITRF92
Elipsoide:	GRS80
Unidades:	Metros

Los niveles de análisis con los que se identifican cada uno de los fenómenos perturbadores geológicos e hidrometeorológicos, de acuerdo a los Métodos, evidencias e indicadores de vulnerabilidad de los peligros propuestos por la SEDATU (2013), son los siguientes:

Tablas 4 y 5. Niveles de Análisis

	Fenómenos Geológicos					Escala de Representación	Nivel de Peligro (CIPP)
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5		
Erupciones volcánicas	X	X	X	X		Municipio	Muy Bajo
Sismos	X	X	X			Municipio, Cabecera municipal	Bajo
Tsunamis	NO APLICA						
Inestabilidad de Laderas	X	X		X		Sierras del norte y noreste del Municipio	Alto
Flujos	X					Municipio	Medio
Caídos o Derrumbes	X	X				Sierras del norte y noreste del Municipio	Alto
Hundimientos	X					Municipio	Muy bajo
Subsidencia *						Subprovincia Fisiográfica de Llanuras	Muy bajo
Agrietamientos *						Subprovincia Fisiográfica de Llanuras	Muy bajo

* Métodos no mencionados en la guía de la SEDATU

	Fenómenos Hidrometeorológicos					Escala de Representación	Nivel de Peligro (CIPP)
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5		
Ondas cálidas y gélidas	X					Municipio	Bajo
Sequias	X	X	X			Municipio	Medio
Heladas		X	X			Municipio	Medio
Tormentas de granizo *	X					Municipio	Bajo

Tormentas de nieve		X	X			Municipio	Muy bajo
Ciclones tropicales	X	X				Municipio	Muy bajo
Tornados *	X					Municipio	Muy bajo
Tormentas de polvo *	X					Municipio	Muy bajo
Tormentas eléctricas	X	X				Municipio	Bajo
Lluvias extremas *						Municipio	Medio
Inundaciones, pluviales, fluviales, costeras y lacustres	X	X				Municipio, Cabecera municipal	Bajo

* Fenómenos no descritos en el apartado de Métodos, evidencias e indicadores de vulnerabilidad de los peligros (SEDATU, 2013). Como nivel I, señalado en esta tabla, se entiende a la recopilación y análisis de registros históricos (en caso de existir), de los principales estudios realizados y de datos de percepción de la población. Si se dispone de información suficiente se llevará a cabo la ubicación espacial del fenómeno.

CAPÍTULO III

Caracterización de los Elementos del Medio Natural

3.1 Fisiografía

Fisiografía es un término usado, en su sentido más amplio, para describir las formas del relieve de la superficie terrestre. A través del análisis fisiográfico se realiza el inventario y descripción de las formas generales del relieve de una región. Usualmente las unidades de relieve perceptibles a nivel regional incluyen sierras, montañas, llanuras, valles, depresiones, entre otras.

El territorio donde se localiza Actopan pertenece a las Provincias Fisiográficas Sierra Madre Oriental y al Sistema Volcánico Transversal (mismas en las que se encuentra prácticamente la totalidad del Estado de Hidalgo a excepción de una pequeña porción de territorio que se encuentra en la Llanura Costera del Golfo Norte), las cuales en el territorio municipal comprenden una sola subprovincia por cada una de ellas: Carso Huasteco y Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, respectivamente. Se encuentra por lo tanto en la margen norte del Sistema Volcánico Transversal y en el extremo sur de la Sierra Madre Oriental lo cual le confiere características geológicas y tectónicas particulares con repercusiones directas en determinados fenómenos naturales como se verá en la evaluación de los riesgos geológicos.

La Sierra Madre Oriental (Subprovincia Carso Huasteco) abarca la región norte y nor-oriental del municipio, iniciando a aproximadamente dos kilómetros al norte de las localidades de La Estancia y Xideje. En esta provincia y subprovincia se sitúan las localidades de La Escoba, La Ardilla (Tierras Coloradas), Manzana de Golondrinas, Benito Juárez, Mesa Chica, El Apartadero, El Senthe, El Paraje, Plomosas, Las Mecas, Saucillo y Santa María Magdalena.

El Sistema Volcánico Transversal (Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo) cubre por tanto la porción centro y sur

del municipio, donde se asienta la Cabecera Municipal y 28 localidades más, cuya población en conjunto representa el 97.41% respecto a la población total municipal.

Imagen 1. Panorámica de la subprovincia fisiográfica Carso Huasteco



Las áreas más bajas del municipio se localizan al norte, en el valle erosivo del Río Senthe, la cota mínima es de 1,308 metros sobre el nivel del mar (msnm). La cota máxima es de 2,825 msnm y se ubica en la parte alta de las sierras, teniéndose por tanto una diferencia altitudinal de 1,517 metros. La altitud promedio de Actopan es de 2050 msnm y La cabecera municipal se encuentra a una altitud de 2,001 msnm (Conjunto de Datos Vectoriales escala 1:50,000, INEGI; Modelo de Elevación del Terreno, DEM; y obtención de datos en campo con apoyo de Sistemas de Posicionamiento Global, GPS).

}

Imagen 2. Panorámica de la subprovincia fisiográfica Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo



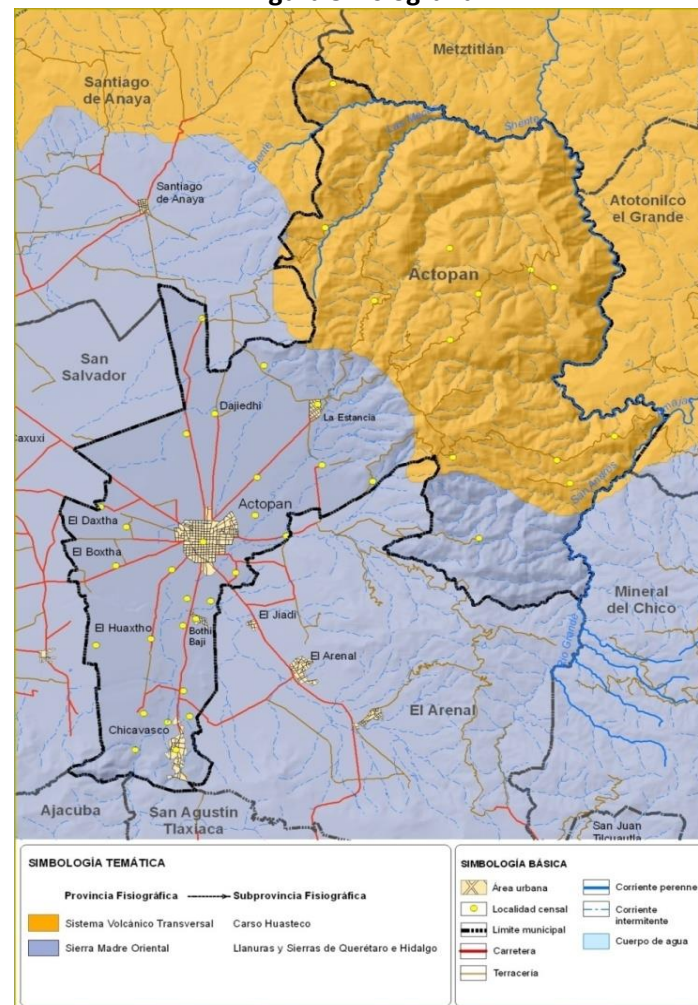
Fotografía tomada en trabajo de campo

Tabla 6. Provincias y subprovincias fisiográficas del municipio de Actopan

Provincia Fisiográfica	Subprovincia Fisiográfica	Área km ²	Porcent aje
Sistema Volcánico Transversal	Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	135.91	50.03
Sierra Madre Oriental	Carso Huasteco	135.73	49.97

Fuente: Elaborado a partir de INEGI. S/F. Continuo Nacional Fisiográfico 1: 000 000.

Figura 5 Fisiografía



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. S/F. Continuo Nacional Fisiográfico 1: 000 000.

3.2 Geomorfología

Para la identificación de las formas del relieve fueron usados como datos primarios diversos mapas morfométricos (Lugo, 1989), entre ellos los rangos hipsométricos de la zona de estudio, y el grado de inclinación del terreno. Como información complementaria se emplearon relieves sombreados, curvas de nivel, hidrología superficial e imágenes de satélite de alta resolución (www.google.com).

Hipsometría

El mapa hipsométrico se construyó empleando rangos de altitud de 200 metros exceptuando el primer y el último intervalo con el propósito de mantener los valores de altitud máximo y mínimo (INEGI, S/F).

El mapa hipsométrico muestra las alturas del terreno inferiores a 1,400 metros adyacentes a los ríos Amajac y Senthe. El trabajo erosivo de los ríos se denota por la existencia de valles fluviales en las laderas oriente de las sierras en la vertiente noreste. El gradiente de altitud aumenta hasta la parte alta de la Sierra de Actopan. En las zonas relativamente planas del municipio del centro y sur, las altitudes dominantes fluctúan entre 1,800 y 2,200 metros sobre el nivel del mar.

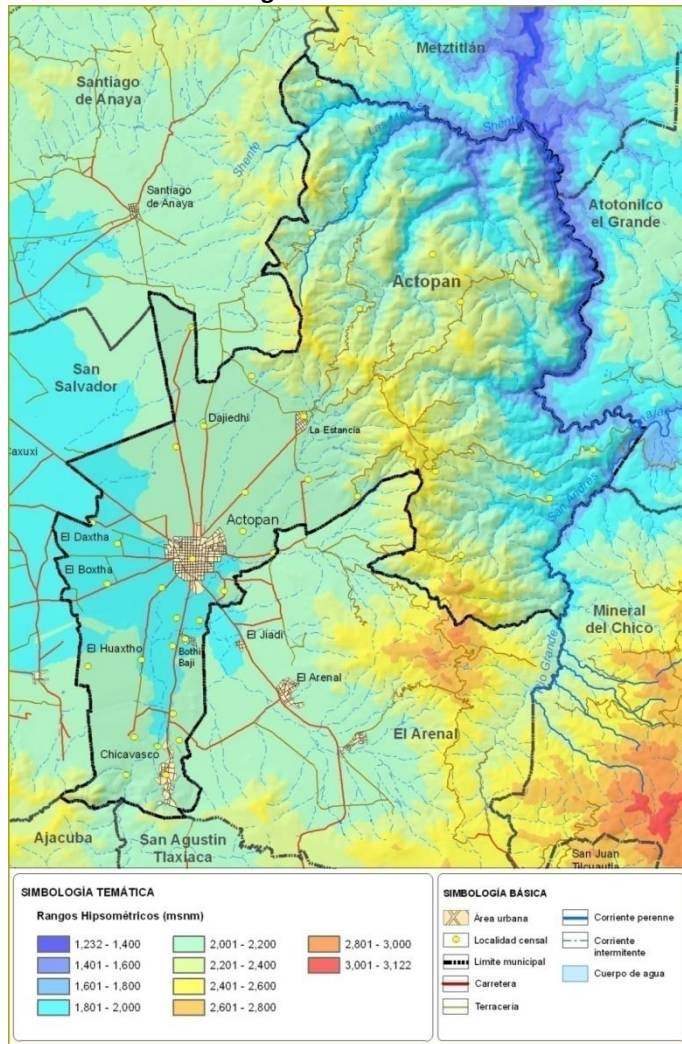
Aun cuando se tiene una diferencia de altitudes importante, resalta el hecho de que el 87-36% de la superficie municipal se encuentre en solo tres intervalos altimétricos: 1,800 – 2,000, 2,000 – 2,200 y 2,200 – 2,400, las áreas con valores bajos y altos cubren porciones del terreno marginales.

Tabla 7. Superficie de los rangos altimétricos del territorio de Actopan

Rango hipsométrico	Área km ²	Porcentaje
1308 - 1400	0.90	0.33
1400 - 1600	5.00	1.84
1600 - 1800	12.29	4.53
1800 - 2000	62.71	23.08
2000 - 2200	124.50	45.83
2200 - 2400	50.13	18.45
2400 - 2600	14.55	5.36
2600 - 2825	1.69	0.62
	271.76	100.04

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa altimétrico.

Figura 6. Altimetría



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (b). S/F.

Pendiente del terreno

La pendiente del terreno es una variable fundamental en la definición primaria de tipos de relieve. El grado de inclinación del terreno guarda estrecha relación con diferentes tipos de geformas. Las planicies horizontales (menos a 3 grados) y subhorizontales (entre 4 y 6 grados), se distribuyen en la mayor parte de la zona de estudio, comprenden grandes áreas del Valle del Mezquital, desde La Estancia hasta Chicavasco, en correspondencia a la geología de materiales volcanoclástico y depósitos aluviales. La pendiente entre 6 y 15 grados corresponde a relieve de lomeríos y pies de monte, se encuentra principalmente en la zona de transición de las serranías y llanuras.

Entre 15 y 40 grados se tienen laderas de montañas en rocas ígneas andesíticas y en rocas calizas, se extienden en amplias zonas de la Sierra de Actopan. Las pendientes mayores a 30 grados corresponden a laderas con pendiente severa, normalmente se encuentran en las paredes escarpadas de valles erosivos (Ríos Las Milpitas, Las Mecas, Gualulo, Senthe y Amajac).

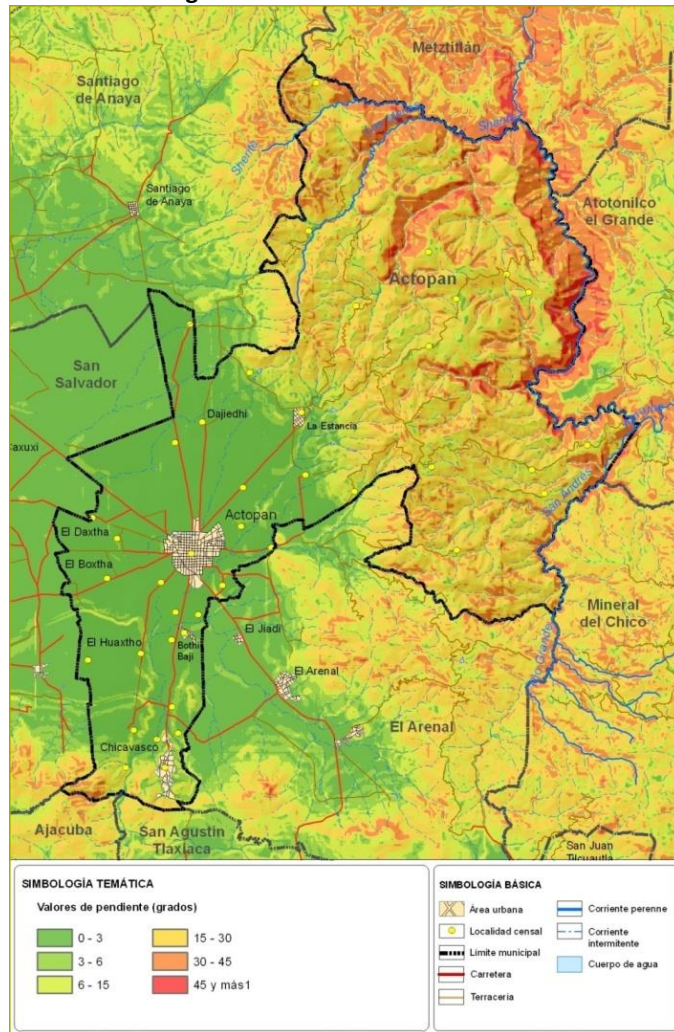
Esta primera aproximación al estudio del relieve expresa una gran heterogeneidad del mismo, lo cual es evidencia de los orígenes de las estructuras primarias y la acción de los procesos modeladores que han actuado y actúan en la modificación del relieve original.

Tabla 8. Superficie municipal según rangos de pendiente

Pendiente (Grados)	Área km2	Porcentaje
0 - 3	82.29	30.29
3 - 6	16.05	5.91
6 - 15	39.27	14.45
15 - 30	92.18	33.93
30 - 45	37.45	13.79
45 y mas	4.42	1.63
Total	271.65	100.00

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de pendientes

Figura 7. Pendientes del Terreno



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (b). S/F.

Formas del Relieve

A nivel local se diferencian un total de seis unidades de relieve: Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío, Sierra volcánica de laderas escarpadas, Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados, Sierra alta de laderas convexas, Llanura aluvial de piso rocoso o cementado y Cañón típico.

Los rasgos topográficos que predominan en el paisaje de Actopan son las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, las cuales se observan con claridad desde la porción central del municipio. A partir de estas estructuras y en virtud de la localización del municipio, los procesos del modelado del relieve han dado lugar a la formación de llanuras aluviales, lomeríos y serranías.

Las zonas montañosas están clasificadas en el mapa geomorfológico como sierras, corresponden a materiales geológicos ígneos extrusivos de composición básica y andesítica así como a rocas calizas, presentan una pendiente elevada y son las áreas con mayores altitudes sobre el nivel del mar. La acción conjunta de procesos tectónicos (fallamiento - fracturamiento) y exógenos (intemperismo, agentes fluviales y gravitacionales) han propiciado un modelado intenso, gran amplitud del relieve y disección severa.

El relieve exógeno, incluye las llanuras ya descritas y el cañón típico modelado en las rocas calizas de la Sierra Madre Oriental. Las planicies aluviales se encuentran en las márgenes de los ríos, en la zona de estudio cartográficamente pueden identificarse en sedimentos aluviales derivados del trabajo de los ríos.

El modelado fluvial combinado en algunos casos con procesos gravitacionales es altamente representativo de Actopan. La cartografía geomorfológica y los mapas de relieve sombreado permitieron identificar entre otros los valles de los ríos Las

Milpitas, Las Mecas, Gualulo, Senthe y Amajac. La corriente más caudalosa es el Río Amajac, en el límite oriental de la zona de estudio, su acción erosiva ha generado un amplio valle acumulativo-erosivo. Al sur de la zona urbana, el resultado del modelado fluvial es tangible por la acumulación de depósitos en las riberas de los ríos que fluyen en los terrenos con escasa pendiente.

Tabla 9. Unidades geomorfológicas

Geoforma	Área km ²	Porcentaje
Sierra alta de laderas convexas	109.94	40.47
Cañón típico	25.79	9.49
Llanura aluvial de piso rocoso o cementado	103.19	37.99
Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados	22.61	8.32
Sierra volcánica de laderas escarpadas	10.11	3.72
Total	271.65	100.00

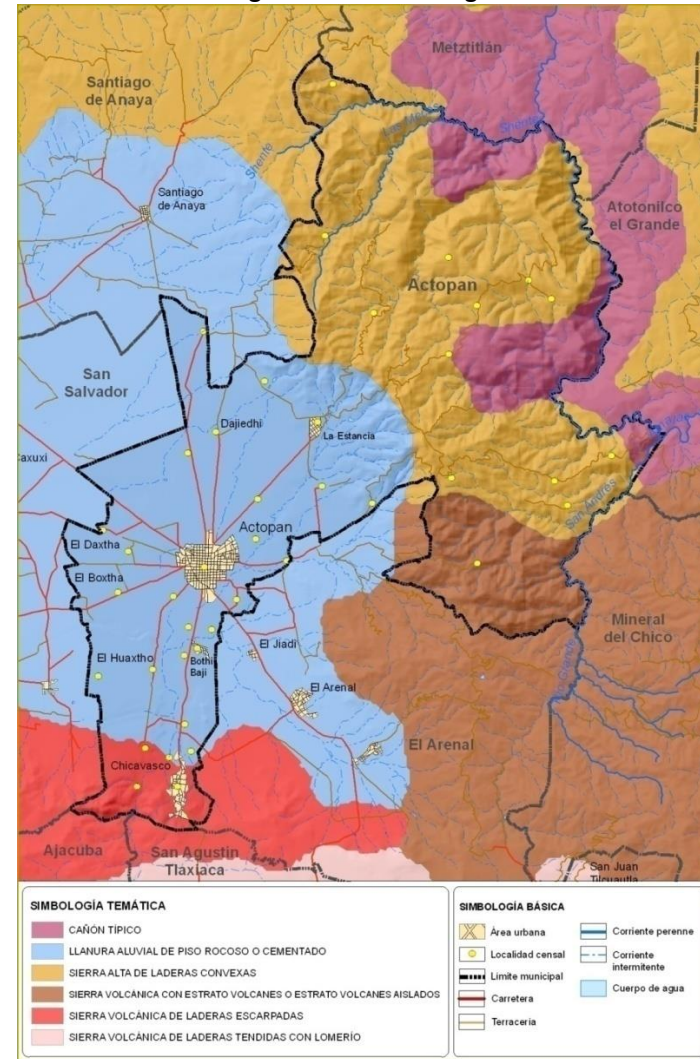
Fuente: Elaborado a partir del mapa geomorfológico.

Imagen 3. Modelado fluvial característico de la Sierra de Actopan



Fotografía tomada en trabajo de campo (El Saucillo)

Figura 8. Geomorfología



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (b). S/F. Sistema de Topoformas 1: 000 000.

3.3 Geología

Para la identificación de las formas del relieve fueron usados como datos primarios diversos mapas morfométricos (Lugo, 1989), como son los rangos hipsométricos de la zona de estudio, así como el grado de inclinación del terreno. Como información complementaria se emplearon relieves sombreados, curvas de nivel, hidrología superficial e imágenes de satélite de alta resolución (www.google.com).

Las características geológicas de Actopan están en correspondencia con la evolución geológica de la región centro del país.

La zona de estudio se haya adscrita a las provincias geológicas denominadas Faja Volcánica Transmexicana y Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas. La geología de la zona está representada principalmente por rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario (Cenozoico) y por afloramientos de secuencias sedimentarias del Mesozoico.

En el municipio están presentes rocas cuyas edades varían del Mesozoico (cretácico) al reciente. Las rocas más antiguas son de carácter sedimentario (calizas), estas afloran al noreste del municipio en correspondencia con la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. Los materiales más recientes corresponden a depósitos que forman valles, planicies aluviales y depósitos residuales.

Tabla 10. Geología del municipio de Actopan

Geología	Área km ²	Porcentaje
Aluvial	21.73	8.00
Andesita-Brecha volcánica intermedia	84.94	31.27
Basalto	0.65	0.24
Basalto-Brecha volcánica básica	3.18	1.17

Caliza	76.11	28.02
Caliza-Lutita	1.50	0.55
Toba ácida-Brecha volcánica ácida	7.05	2.60
Volcanoclástico	68.89	25.36
N/A	7.60	2.80
Total	264.05	97.20

Fuente: Elaborado a partir del mapa geológico

Las rocas ígneas que afloran en Actopan son de carácter extrusivo e incluyen las siguientes clases litológicas: Andesita-Brecha volcánica intermedia, Basalto, Basalto-Brecha volcánica básica, Toba ácida-Brecha volcánica ácida y materiales volcanoclásticos. La expresión morfológica incluye serranías, lomeríos y llanuras. Abarcan la parte sur de la sierra, la cual corresponde a las zonas de mayor altitud así como a las áreas relativas a las llanuras que se encuentra dentro de la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal.

Los aluviones constituyen depósitos recientes (Holoceno), forman planicies adyacentes a los escurrimientos superficiales que les dieron origen, entre ellos se encuentran los arroyos La Mora, El Toril y Chicavasco. Diversas localidades se encuentran asentadas sobre materiales aluviales o en sus bordes entre ellas San Pedrito, La Palma, El Palomo, La Loma, El Daxtha, El Huaxtho, El Boxtha, La Quinta y Francisco Constancio Azpeitia García.

Los aluviones están formados por depósitos detríticos no-consolidados provenientes de la denudación y erosión de las rocas preexistentes en el área y están compuestos por cantos rodados, gravas, arenas, limos y limos-arcillas, con diferente grado de madurez, los fragmentos líticos corresponden a cuarzo, plagioclasas y feldespatos, van de subredondeados a redondeados, los colores varían de gris claro a oscuro. La

expresión morfológica corresponde básicamente a planicies aluviales.

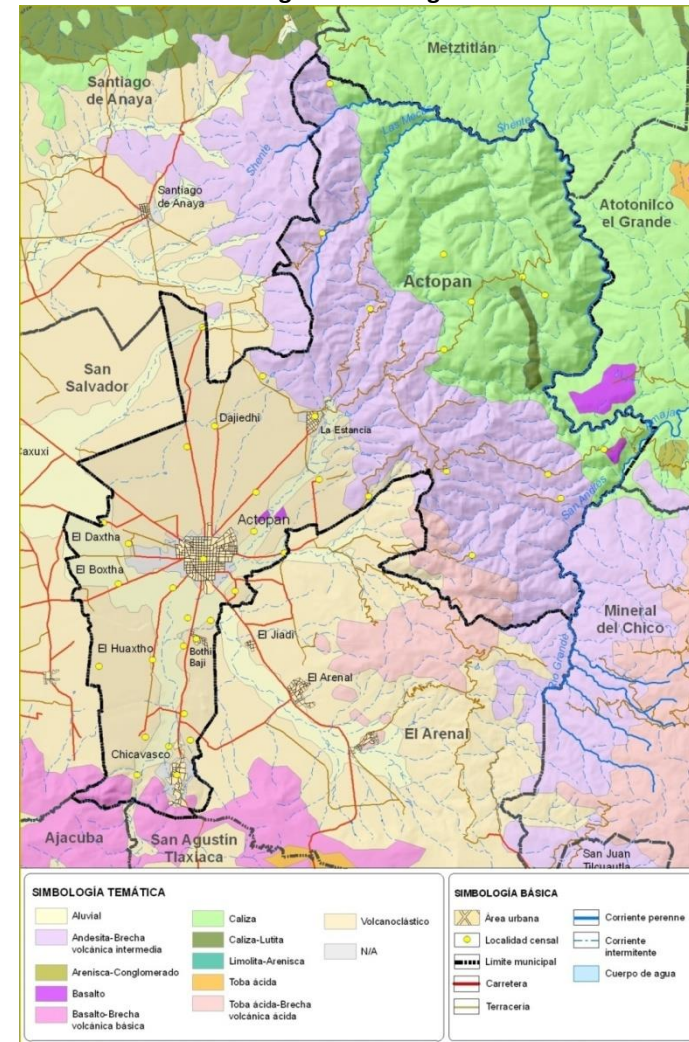
Imagen 4. Formación de diaclasas por intemperismo en rocas dacíticas



Fotografía tomada en trabajo de campo (El Saucillo)

El componente estructural es una constante en las serranías del norte de Actopan. El sistema de fallas en la región se ubica en el complejo de rocas Andesitas-Brecha volcánica intermedia y en las rocas calizas. En general tienen una orientación muy marcada con rumbos aproximados de 30°NW en sistema volcánico y en el segundo grupo de rocas las fracturas se agrupan en dos sistemas principales: 70° NW y 20-30° NE.

Figura 9. Geología



Fuente: INEGI. S/F. Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:250,000. Serie I.

3.4 Edafología

La pedogénesis está determinada por las condiciones geológicas, hidro-climáticas, geomorfológicas y por la cubierta vegetal de Actopan. En virtud de las condiciones ambientales prevalecientes, en general los suelos de la región cuentan con un incipiente grado de desarrollo, se distinguen unidades edáficas jóvenes (regosol, Cambisol, Litosol), ya sea como unidades primarias o secundarias. De acuerdo a INEGI (2007), en el municipio están presentes seis unidades de suelos (Cambisol, Feozem, Litosol, Regosol, Rendzina y Vertisol) con un amplio predominio de los suelos Feozem y Litosol (Tipos de suelos en base a la Clasificación Mundial de Suelos FAO/UNESCO/1970).

Tabla 11. Unidades de suelos

Tipo de suelo	Área km ²	Porcentaje
Cambisol	13.97	5.14
Feozem	165.04	60.76
Litosol	76.67	28.22
Regosol	2.88	1.06
Rendzina	1.90	0.70
Vertisol	3.59	1.32
N/A	7.60	2.80
Total	271.65	100.00

Fuente: Elaborado a partir del mapa edafológico

La mayor parte de suelos presentan fases físicas: dúrica, dúrica profunda, lítica y petrocálcica. Únicamente los suelos que se desarrollan sobre materiales aluviales y rocas calizas carecen de fase física.

La morfología de Montañas y lomeríos con un sustrato geológico de Andesitas-Brechas volcánicas intermedias, dan origen a la

unidad de Cambisoles. Se distribuye en el oriente del municipio en las inmediaciones de la localidad San Andrés Tianguistengo.

Los Cambisoles se desarrollan a partir de la alteración de materiales procedentes de una amplia gama de materiales parentales, como son los depósitos de carácter aluvial, coluvial y eólico. Son suelos recientes que se originan y evolucionan *in situ*, presentan una fertilidad media a baja, alta permeabilidad y profundidad media. Son accesibles de manejar para usos agrícolas, no obstante, presentan elevada susceptibilidad a la erosión (Strahler y Strahler, 1996; Silva, 1978). En el municipio están ocupados básicamente por pastizales inducidos, bosque de encino y bosque de táscate.

La unidad de feozem tiene una amplia distribución en el municipio (60.76%), cubre extensas áreas del norte, centro y sur de Actopan. Son suelos con una capa orgánica importante, el material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; destacan los depósitos aluviales, andesitas-brechas volcánicas intermedias y el loess con predominio de materiales con propiedades básicas, volcanoclásticos y en menor medida basaltos.

El relieve es plano o suavemente ondulado, muy permeables y presentan una fertilidad de moderada a alta y pueden soportar una gran variedad de cultivos de temporal y de riego así como pastizales. Sus limitaciones más importantes son las inundaciones y la erosión.

En Actopan, los suelos feozem proporcionan las mejores condiciones topográficas y de fertilidad para la agricultura.

Los litosoles constituyen parte del grupo de suelos azonales (Lugo, J. 1989), son suelos delgados y jóvenes formados sobre rocas compactas, en Actopan se desarrollan sobre rocas calizas en

laderas de montañas con pendientes fuertes. Actualmente están ocupados preponderantemente por bosques de encino y matorrales.

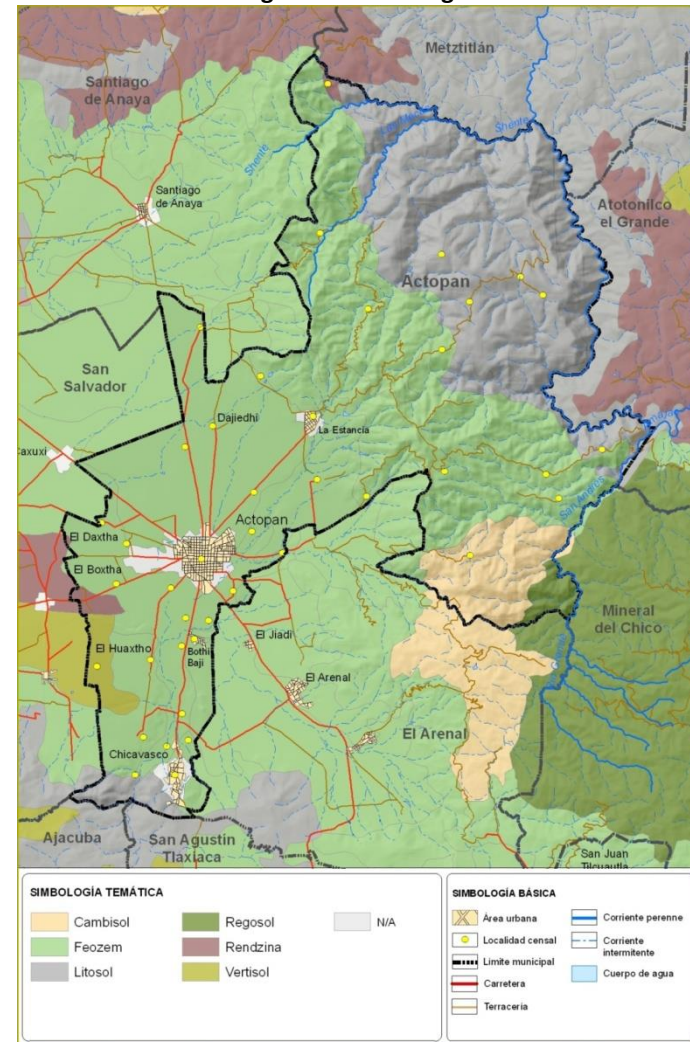
Los regosoles en la zona de estudio se derivan de los mismos materiales parentales que los cambisoles. Son suelos de escaso desarrollo que usualmente se derivan de rocas consolidadas aunque también es posible encontrarlos en zonas de dunas, playas y cenizas volcánicas.

En general se clasifican como suelos poco fértiles aunque con rendimientos aceptables con fertilización apropiada, su uso agrícola está en función principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presentan. Su uso recomendado es para pastizales y en áreas con elevadas pendientes se sugiere una cobertura de bosques.

Los regosoles tienen una distribución restringida en el municipio (apenas el 1.06 % de la superficie municipal), en la zona oriente adyacentes a los cambisoles. Actualmente están ocupados por pastizales inducidos y bosques de encino.

Los suelos Rendzina son los de distribución más restringida (0.70%). Son suelos someros y pedregosos, muestran una capa superficial de abundante materia orgánica a la que subyacen rocas calizas o rocas ricas en carbonato de calcio, son suelos generalmente arcillosos y poco profundos, moderadamente susceptibles a la erosión. Se encuentran al suroeste del municipio entre las localidades El Boxtha y San Antonio Zaragoza.

Figura 10. Edafología



Fuente: INEGI. S/F. Conjunto de Datos Vectoriales de la carta Edafológica. Escala 1:250,000. Serie I.

3.5 Hidrología

Hidrología superficial

La hidrología de Actopan tiene una fuerte influencia de factores geológico-geomorfológicos, condiciones climáticas (macro estructuras) así como de la cobertura del suelo y tipos de suelos (micro estructuras).

Los escurrimientos superficiales de la subcuenca del Río Amajac discurren en dirección preponderante noreste, hasta llegar al cauce del Río con el mismo nombre. En esta parte del municipio, el Río Amajac constituye el límite con el municipio de Atotonilco El Grande. En la cuenca del Río Actopan los escurrimientos fluyen hacia el centro del municipio hacia la cabecera municipal.

Los ríos y arroyos que fluyen por el municipio son en su mayoría de carácter intermitente. Aun cuando la mayor parte del año no contienen agua, las barrancas y cañadas constituyen en medio para el desalojo del agua superficial que fluye en la zona de estudio en la época húmeda del año. Los principales ríos permanentes son Las Mecas, Senthe y Amajac.

Hidrología Subterránea

La geohidrología del municipio comprende tres unidades (ver tabla 12), con un predominio de unidades con posibilidades bajas de contener aguas subterráneas.

La unidad con posibilidades altas corresponde a las zonas con escasa pendiente compuestas por materiales de relleno poco consolidados, constituidos por aluviones de origen fluvial y por aluviones, materiales clásticos con cenizas volcánicas y calizas de origen lacustre (Arenal, 1978). Se localizan en el centro y sur del

municipio desde las localidades de Boxaxni, Xideje, La Estancia y San Diego Canguihuindo, hasta la localidad de Chicvasco y comunidades aledañas.

En la parte más meridional del municipio, una reducida franja, compuesta por derrames de lava basáltica y materiales clásticos del Neógeno, cuentan con posibilidades geohidrológicas medias.

La unidad con posibilidades bajas incluye las rocas calizas de origen marino con recursos acuíferos pobres. En esta misma categoría se encuentra la sierra de Actopan compuesta principalmente por derrames andesíticos y materiales volcanoclásticos la cual tiene también pocas posibilidades de contener agua subterránea.

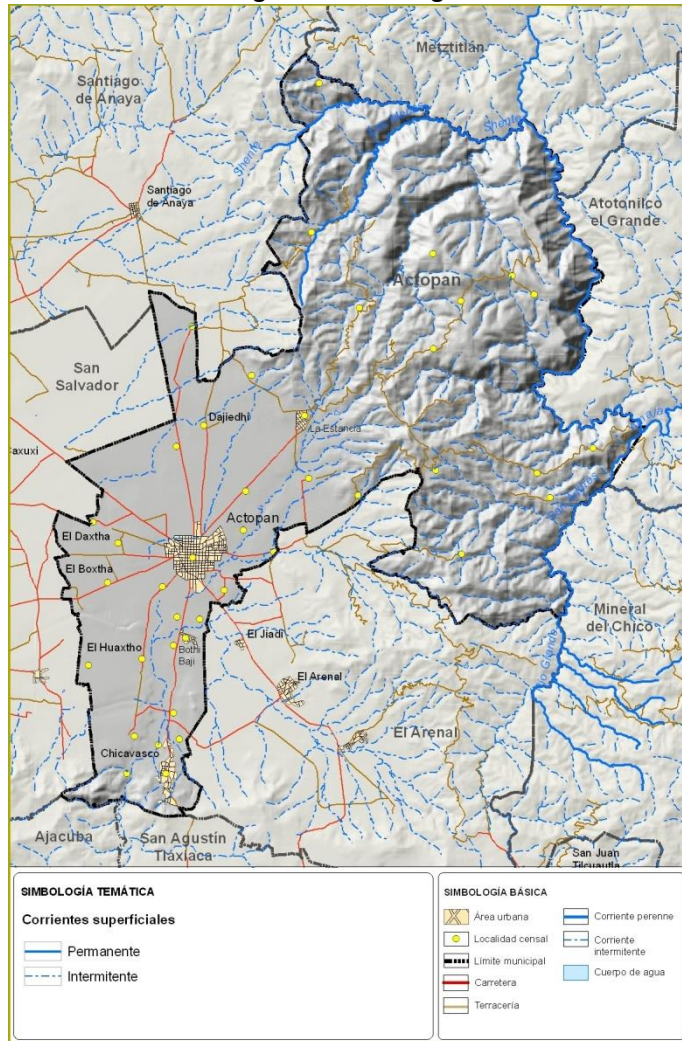
El flujo general de las aguas subterráneas, al igual que el de las superficiales, es del sur hacia el norte.

Tabla 12. Unidades Geohidrológicas del Municipio de Actopan

Unidad Geohidrológica	Área Km ²	Porcentaje
Material no consolidado con posibilidades altas	90.42	33.29
Material no consolidado con posibilidades medias	5.32	1.96
Material consolidado con posibilidades bajas	175.91	64.76
Total	271.65	100.00

Fuente: INEGI. S/F. *Hidrología de Aguas Subterráneas escala 1:250,000.*

Figura 11. Hidrología



Fuente: SIATL. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.
http://antares.ineqi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

En el territorio del municipio de Actopan se distinguen dos acuíferos, el primero (Acuífero Amajac), se ubica en los terrenos de rocas sedimentarias de tipo calcáreo de la Sierra Madre Oriental y rocas ígneas extrusivas consolidadas y semiconsolidadas de composición andesítica a intermedia; el segundo (Actopan - Santiago de Anaya) en los materiales granulares de relleno que datan del neógeno al reciente, constituidos por aluviones y materiales clásticos.

El acuífero Actopan - Santiago de Anaya incluye un acuífero superior en los materiales superficiales de relleno el cual se encuentra alternadamente con rocas ígneas fracturadas, arenas piroclásticas y tobas de menor permeabilidad que lo confinan parcialmente (Arenal, 1978), y un acuífero superior mismo que recibe una recarga inducida desde las partes altas del valle Progreso-Tepatepec-Actopan, por infiltración en los conductos de riego y excedentes de riego así como por la recarga natural de aguas pluviales y fluviales de las estribaciones de la Sierra de Actopan. El acuífero por tanto cuenta con aportes de agua inducidos y recarga natural, las salidas están representadas por descargas subterráneas laterales, manantiales, extracción en pozos artesanos y por el drenaje del Río Actopan.

Tabla 13. Valores medios anuales de disponibilidad de agua

Acuífero	Área km2	Porcentaje
Amajac	152.52	56.15
Actopan - Santiago de Anaya	119.13	43.85
		100.00

Fuente: CONAGUA. 2010.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua, la disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de ambos acuíferos son las siguientes:

Tabla 14. Valores medios anuales de disponibilidad de agua

Clave	Acuífero	R	Dncom	Vcas	Vextet	Das	Deficit	Condición**
1313*	ACTOPAN-SANTIAGO DE ANAYA	171.90	89.950	32.130479	40.5	49.819521	0.00	Subexplotado
1321**	AMAJAC	166.0	161.8	0.735115	9.8	3.464885	0.00	Subexplotado

Fuentes: * DOF, 2007; ** DOF, 2011.

Notas: Cifras en millones de metros cúbicos anuales

** Este dato fue obtenido de la cartografía de acuíferos de la República Mexicana solicitado a la CONAGUA a través de INFOMEX. Corresponde a datos del Diciembre del 2010.

R: recarga media anual. Volumen de agua que recibe una unidad hidrogeológica, en un año.

DNCOM: descarga natural comprometida. Fracción de la descarga natural de una unidad hidrogeológica, que está comprometida como agua superficial para diversos usos o que debe conservarse para prevenir un impacto ambiental negativo a los ecosistemas o la migración de agua de mala calidad a una unidad hidrogeológica.

VCAS: volumen concesionado de agua subterránea. Cantidad de agua que se debe preservar para satisfacer los derechos de explotación, uso o aprovechamiento de agua asignada o concesionada, y para satisfacer las reservas establecidas conforme a la Programación Hidráulica.

VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos. Volumen de agua que se extrae artificialmente de una unidad hidrogeológica para los diversos usos.

DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.

Figura 12. Acuíferos del Municipio de Actopan



Fuente: CONAGUA, 2010.

3.6 Cuencas y Sub-cuencas

De inicio se destaca la posición de la zona de estudio en la primera cuenca, en el sentido del escurrimiento de las aguas superficiales, de la Región Hidrológica del Río Panuco (cuenca del Río Moctezuma). Lo anterior tiene implicaciones diversas, entre las más importantes, se encuentra su cercanía al principal centro de población y económico del país, la Ciudad de México, hecho que de manera directa o indirecta puede ejercer presión sobre este recurso.

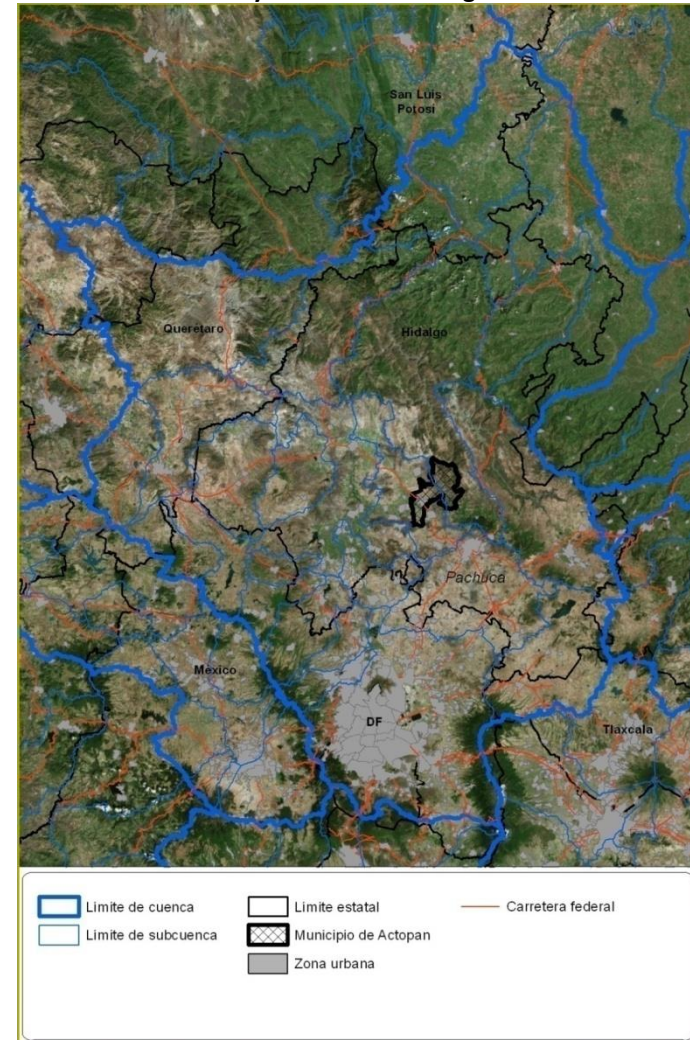
Actopan se encuentra dentro de las subcuencas del Río Amajac y del Río Actopan, La regionalización hidrológica de la zona de estudio se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 15. Regionalización hidrológica de Actopan

RH	CVE_RH	CUENCA	CVE CUENCA	SUBCUE NCA	CVE SUBCUENCA	Área km2	%
Pán uco	RH26	Río Moctezuma	D	Río Actopan	r	119.68	44.06
				Río Amajac	s	151.96	55.94

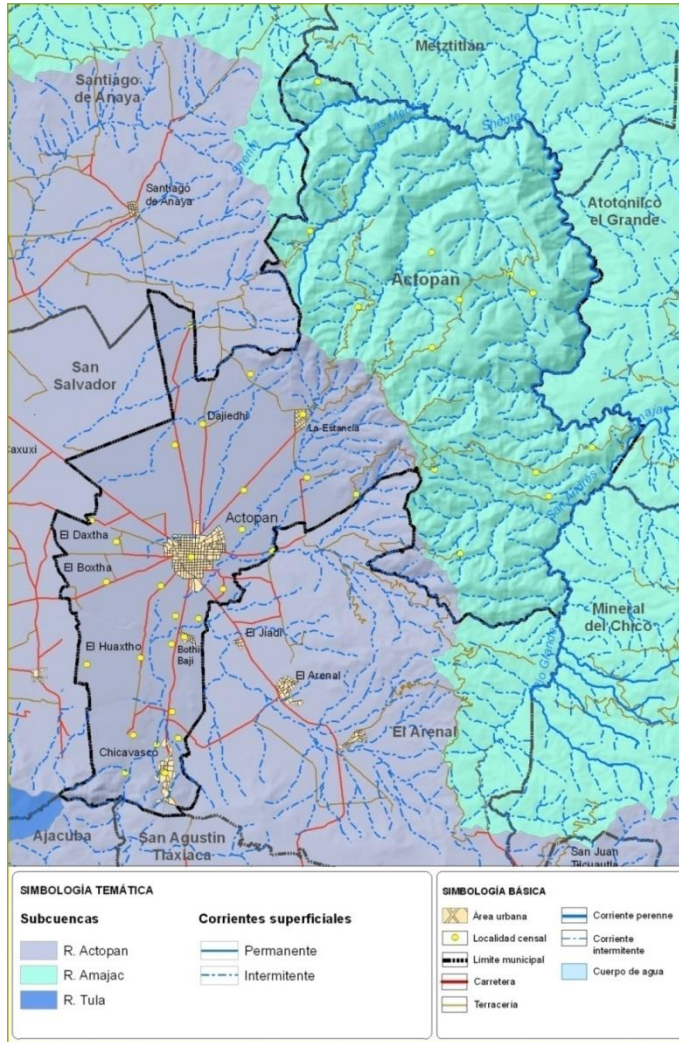
Fuente: INEGI. SIATL. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.
http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#
RH: Región Hidrológica

Figura 13. Ubicación del Municipio de Actopan en el contexto de la cuenca y subcuencas hidrográficas



Fuente: INEGI. SIATL. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.
http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

Figura 14. Cuencas y Subcuencas



Fuente: INEGI. SIATL. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.
http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

3.7 Clima

El municipio presenta tres tipos generales de clima que van del seco semicálido al templado subhúmedo. En la parte sur, en casi todo el territorio con relieve de llanuras perteneciente al Valle del Mezquital y localizada al pie de la Sierra de Actopan presenta un clima Semiseco templado (39.76%), este tipo de clima abarca el área comprendida entre La Estancia y Chicavasco pasando por la cabecera municipal Actopan y localidades vecinas.

Hacia la parte norte y oriente, aproximadamente a partir de la cota 2,200, el clima se torna menos seco y más húmedo, con el aumento de la altitud sobre el nivel del mar, teniéndose un clima templado subhúmedo (59.93%). Más al norte, en los terrenos con menor altitud, en los límites con el municipio de Metztitlán, se tiene una franja reducida de clima Seco semicálido (0.32%).

Todos los tipos climáticos presentes en el municipio tienen un régimen de lluvias de verano.

Tabla 16. Climas del municipio de Actopan

Tipo de clima	Área km2	Porcentaje
Templado subhúmedo	162.79	59.93
Semiseco templado	108.00	39.76
Seco semicálido	0.87	0.32
Total	271.65	100.00

Fuente: Elaborado a partir del mapa de climas.

Actopan se encuentra entre las isoyetas que registran una precipitación dentro del rango de 400 – 500 y entre 800 y 1000 mm anuales. La zona más seca del municipio se ubica al poniente de la cabecera municipal, a partir de este sitio, los valores de precipitación aumentan gradualmente hacia el nororiente, conforme se incrementa el gradiente de altitud, para

posteriormente disminuir nuevamente en la vertiente norte de la Sierra de Actopan. La temperatura media anual oscila entre los 14 y 18 grados centígrados, registrándose valores máximos promedio de 33 grados y valores mínimos promedio de 21 grados (INEGI, 1984).

Figura 15. Clima



Fuente: INEGI. S/F. Unidades climáticas escala 1:1,000,000.

La temperatura promedio mensual en el municipio, oscila entre los trece grados centígrados para los meses de diciembre y enero, que son los más fríos del año y los veinte grados para el mes de mayo, que registra las temperaturas más altas. La estación meteorológica de la ciudad de Actopan, tras 40 años de observación, ha estimado que la temperatura anual promedio en el municipio es de aproximadamente 16.8°.

Con respecto a la precipitación anual en el municipio, el nivel promedio observado es de alrededor de los 436.3 mm, siendo los meses de junio y septiembre los de mayor precipitación y los de febrero y diciembre los de menor.

En el Municipio limítrofe de San Salvador, opera la estación Demacú, la cual forma parte de la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimáticas (<http://clima.inifap.gob.mx>). Constituye una fuente de datos climáticos actuales y consistentes de la región. Aun cuando no cuenta con un registro histórico amplio, los datos proporcionados por dicha estación hasta el momento, permiten valorar el comportamiento de diversos elementos de la zona.

El régimen de lluvias de Actopan está fuertemente marcado por la presencia de huracanes tanto del océano Pacífico como en el Atlántico. Existe una concentración de precipitaciones en la época húmeda del año (verano) la cual puede extenderse de acuerdo al comportamiento de huracanes en cada temporada.

En el periodo analizado (enero - diciembre del 2012), el pico de precipitación más alto corresponde al mes de marzo, en el mes julio, la lluvia registró un descenso muy drástico hasta llegar a valores casi nulos en los meses de agosto y septiembre para repuntar nuevamente en octubre y noviembre. Registros muy bajos de lluvia se tuvieron en los meses de junio y diciembre. En el inicio del año (febrero-abril), los valores elevados de lluvia

registrada derivaron del desplazamiento de las masas de aire húmedo procedentes del norte del continente que inciden en diversas regiones del territorio nacional en esta época del año.

Es de destacar por tanto el comportamiento fluctuante de las lluvias no solo de manera estacional sino también mensual.

El comportamiento de las temperaturas registra también fluctuaciones importantes, en el 2012, la oscilación de la

temperatura promedio fue de 9.63 grados centígrados, con una temperatura mínima promedio de 9.48, una máxima promedio de 22.74 y un promedio anual de 16.02 grados centígrados.

El pico de temperatura más alto se registró en mayo (27.17 grados) en tanto que el valor más bajo se registró en enero (2.53 grados).

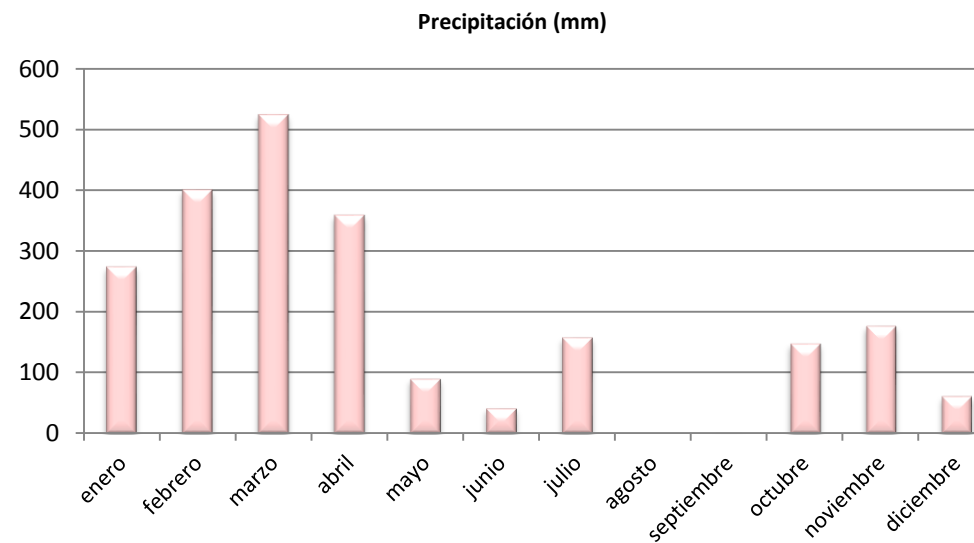
Tabla 17. Valores de elementos climáticos de la estación Demacú registrados de Enero a Diciembre del 2012

Fecha	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	VV max.	DVV max.	VV	DV	Rad. G.	HR	ET	EP
ENERO	274.8	21.54	2.53	11.35	23.2	7.6(N)	2.49	335.99(NO)	260.19	64.6	53.7	69.83
FEBRERO	401	21.43	6.62	13.04	20.7	300.4(NO)	2.44	263.31(O)	239.33	73.69	47.7	56.98
MARZO	524.6	25.57	5.06	14.8	26.5	222.9(SO)	2	234.93(SO)	347.61	61.09	86.4	106.5
ABRIL	359.4	25.73	6.34	16.03	31.6	278.6(O)	2.19	321.82(NO)	336.93	59.1	62.6	115.6
MAYO	90.4	27.17	8.77	17.89	17	152.5(SE)	1.85	255.09(O)	339.16	59.35	97.1	115.6
JUNIO	41.6	25.88	11.54	18.04	24.2	3.7(N)	1.56	224.12(SO)	279.18	68.6	72.7	91.03
JULIO	158.4	23.93	12.66	17.61	13.3	5.1(N)	1.17	217.88(SO)	270.93	72.74	57.5	79.28
AGOSTO	0	25.15	14.75	20.98	6	7.9(N)	1.36	211.85(SO)	ND	60.72	2	3.94
SEPTIEMBRE	0.8	18.76	15.89	17.76	13.8	11.8(N)	1.38	215.54(SO)	317.52	67.01	4.4	13.6
OCTUBRE	148.2	20.14	12.26	16.41	10.2	1.8(N)	1.38	290.4(O)	159.66	64.68	9.6	42.04
NOVIEMBRE	177	19.01	7.36	13.73	13.5	348.5(N)	1.6	334.49(NO)	280.56	68.12	19.7	62.11
DICIEMBRE	61.6	18.56	9.98	14.65	10.9	1.4(N)	1.52	234.06(SO)	229.06	56.54	8.1	40.16
TOTALES	2237.8+	22.74*	9.48*	16.02*	--	--	1.74*	263.25(O)*	278.19*	64.69+	521.5+	796.6

Fuente: <http://clima.inifap.gob.mx>

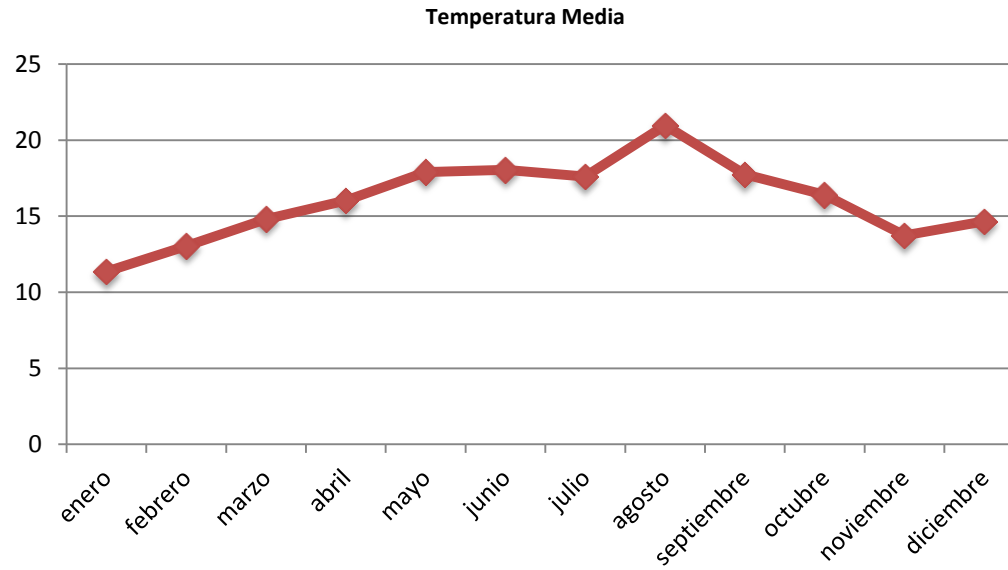
Prec	Precipitación total (mm)
T. Max	Temperatura máxima (°C)
T. Min	Temperatura mínima (°C)
T. Med	Temperatura media (°C)
VV max	Velocidad del viento máxima (km/hr)
DVV max	Dirección de la velocidad máxima del viento (grados azimut)
VV	Velocidad promedio del viento (km/hr)
DV	Dirección promedio del viento (grados azimut)
Rad. G	Radiación Global (w/m2)
HR	Humedad relativa (%)
ET	Evapotranspiración de referencia (mm)
EP	Evaporación potencial (mm)

Gráfica 1. Precipitación mensual en milímetros (Julio del 2011 – Agosto del 2012)



Estación Agroclimática Demacú (<http://clima.inifap.gob.mx>)

Gráfica 2. Temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales en grados centígrados (Enero a Diciembre del 2012)



Estación Agroclimática Demacú (<http://clima.inifap.gob.mx>)

3.8 Uso del Suelo y Vegetación

La vegetación natural de Actopan incluye diversas asociaciones florísticas tales como Bosque de encino, Bosque de encino-pino, Bosque de táscate, Matorral crasicaule, Matorral desértico rosetófilo y Matorral submontano. Algunos de estos tipos de vegetación fueron sustituidos por los usos antrópicos que prevalecen actualmente en gran parte del municipio: Pastizal inducido, Agricultura de riego, Agricultura de temporal y Zonas Urbanas.

Tabla 18. Vegetación y usos del suelo de Actopan

Tipo de suelo	Área km2	Porcentaje
Bosque de encino	60.21	22.16
Bosque de encino-pino	6.53	2.40
Bosque de táscate	36.02	13.26
Matorral crasicaule	21.61	7.95
Matorral desértico rosetófilo	3.07	1.13
Matorral submontano	21.39	7.87
Pastizal inducido	22.17	8.16
Agricultura de riego	33.58	12.36
Agricultura de temporal	59.47	21.89
Zona Urbana	7.60	2.80

Fuente: Elaborado a partir del mapa de vegetación y uso del suelo.

En conjunto, los bosques cubren el 37.83% de la superficie municipal, siendo el uso más extendido, con un porcentaje ligeramente inferior se encuentran los usos agrícolas de riego y temporal con el 34.25%, los matorrales representan el 16.96% de la vegetación y usos del suelo actuales.

Con excepción del uso urbano, el cual está muy focalizado, los usos del suelo de Actopan están sumamente fragmentados, lo cual es producto de factores sociales (forma de apropiación de la

tierra, productividad de suelos, especulación, rentabilidad de cultivos) y factores naturales (pendientes del terreno, orientación de laderas, tipos de vegetación).

Los bosques de encino y táscate se encuentran en retroceso para abrir terrenos para la agricultura y la ganadería, estas actividades están presentes incluso en terrenos con elevada pendiente en diversos sitios de la Sierra de Actopan. Actualmente han tenido lugar procesos de cambio de uso del suelo con diferentes grados de intensidad.

Imagen 5. Vegetación natural de encinos en laderas de la Sierra de Actopan



Fotografía tomada en trabajo de campo (La Magdalena)

Imagen 6. Áreas deforestadas en las montañas del municipio (Localidad Plomosas)



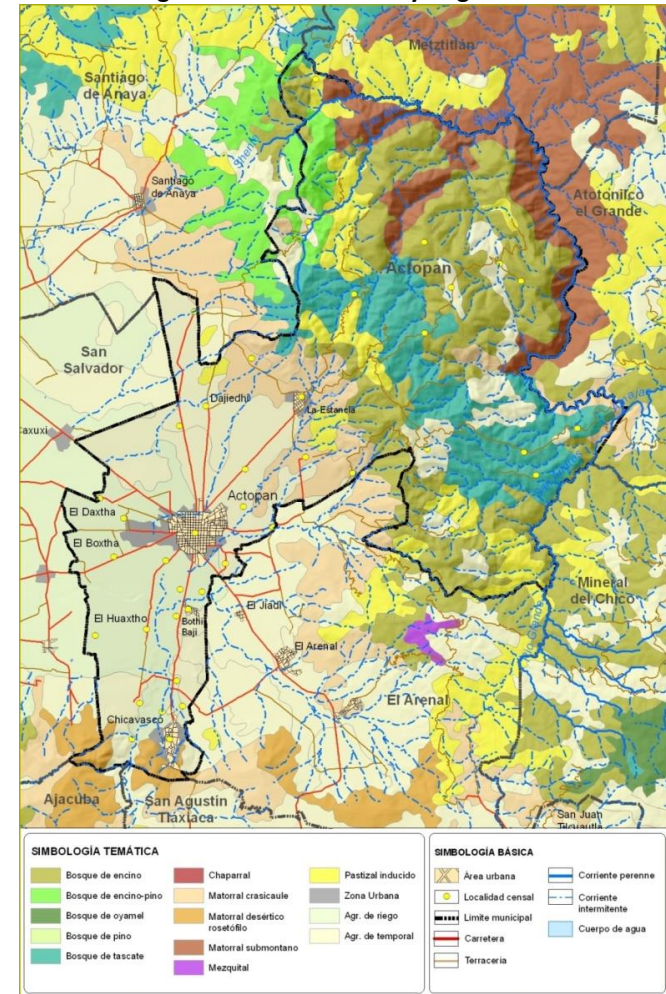
Fotografía tomada en trabajo de campo (Plomosas)

Imagen 7. Cultivos de temporal afectados por vientos



Fotografía tomada en trabajo de campo (Plomosas)

Figura 16. Uso del Suelo y Vegetación



Fuente: INEGI. Cartografía de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000.

Con relación a la vegetación, el municipio de Actopan se ubica en las provincias florísticas Sierra Madre Oriental y Serranías meridionales dentro de la región Mesoamericana de Montaña la cual constituye la transición entre los reinos Holártico y Neotropical (Rzedowski, 1978).

En el municipio de Actopan encontramos distintos tipos de vegetación como Bosque de encino, Bosque de pino-encino, Bosque de táscate, Matorral crasicaule, matorral desértico rosetófilo, Matorral submontano, Pastizal inducido.

Al norte del municipio encontramos Matorral submontano el cual se caracteriza por ser un tipo de vegetación arbustiva que presenta ramificaciones desde la base del tallo, cerca de la superficie del suelo, con altura variable pero casi siempre inferior a 4 metros, suele ser densa y se forma por especies inermes o a veces espinosas, caducifolias por un breve periodo del año (Rzedowski, 1979).

También encontramos la comunidad de Bosque de encino, que se extiende en el norte y centro del municipio, es conocida también como Bosque de Quercus. Son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México, se presentan sobre rocas ígneas y sedimentarias, están formadas por arboles bajos, con troncos delgados y son además de crecimiento relativamente lento.

Al oeste de Actopan se localizan pequeñas comunidades de Bosque de encino – pino sobre suelos delgados y poco desarrollados principalmente Litosol, Regosol y Cambisol.

Al centro del municipio se extiende una amplia franja de bosque de táscate, los cuales son bosques formados por árboles escumifolios (hojas en forma de escama) del género Juníperos.

Asimismo en el centro y oeste en pequeñas áreas se encuentra vegetación de matorral crasicaule característico por la presencia de cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos, la altura de este matorral alcanza de 2 a 4 metros, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura.

Del noroeste al centro y este se pueden distinguir comunidades de pastizal inducido, esta comunidad resulta del movimiento que produce el hombre al abrir zonas donde la vegetación principal era el bosque de pino-encino o matorrales desérticos.

Finalmente al sur del municipio se presenta vegetación de Matorral desértico rosetófilo, característico por el dominio de especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado, se distribuye en las zonas más secas y áreas donde la precipitación es inferior a 100 mm anuales.

3.9 Áreas naturales protegidas

El municipio de Actopan no cuenta actualmente con Áreas Naturales Protegidas.

CAPÍTULO IV

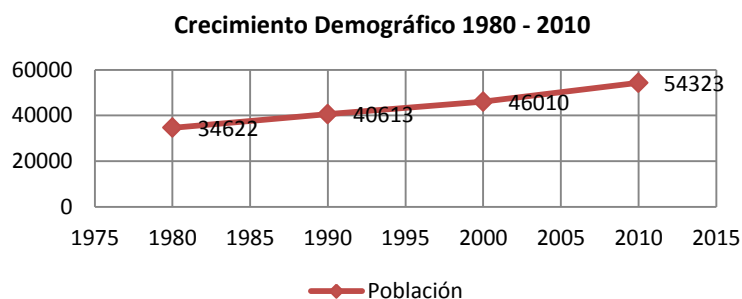
Caracterización de los Elementos Sociales, Económicos y Demográficos

El estudio de los riesgos y vulnerabilidad de una población ante fenómenos naturales perturbadores, representa el primer paso para poder combatir cualquier tipo de eventualidad o contingencia de manera oportuna y eficiente. El contar con información sociodemográfica nos permitirá conocer las condiciones generales del estado que guarda el municipio y que expresen el nivel de vulnerabilidad que tiene dicha población una vez identificadas las áreas de riesgos, el fenómeno perturbador y las características sociodemográficas presentes. El municipio de Actopan cuenta actualmente con una población de 54,323¹ diversificada en sus 41 localidades censales.

4.1.- Dinámica Demográfica

El crecimiento demográfico a lo largo de los años no ha exentado al municipio, de esta manera, la población total se ha incrementado en un 56% en los últimos 30 años como se muestra a continuación.

Gráfica 3. Crecimiento demográfico 1880-2010



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censo General de Población y Vivienda 1980, 1990, 2000 y 2010

¹Incluye a los 24 habitantes ubicados en asentamientos humanos de una o dos viviendas.

A lo largo del municipio es Actopan, la cabecera municipal, la que cuenta con el mayor número de habitantes con el 53% del total municipal, en comparación con la comunidad de Francisco Constancio Azpeitia García que cuenta únicamente con 3 habitantes.

4.2.- Proyección de Población (Según CONAPO)

Derivado del crecimiento progresivo de la población, no sólo en el municipio, sino en todo el territorio nacional es esencial contar con indicadores que reflejen de manera clara el crecimiento tendencial de la población, por lo que a continuación se presenta la Tasa de Crecimiento Media Anual para el municipio de Actopan.

a) Tasa de Crecimiento Media Anual

En los últimos cinco años el crecimiento de la población de Actopan ha estado cerca del promedio estatal. Del año 2005 al 2010 el promedio ha aumentado 1.22 puntos.

Tabla 19. Tasa de Crecimiento Media Anual

Ámbito territorial	Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA)	
	2000 - 2005	2005 - 2010
Actopan	1.07	2.29
Hidalgo	0.96	2.59

Fuente: Elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda 2005 y Censo de Población y Vivienda 2010

La población ha manifestado un crecimiento acelerado en los últimos años, y la tendencia continua, lo que implica mayor atención por parte de las autoridades municipales en materia de

salud, educación, empleo, seguridad y énfasis especial en salvaguardar dicha población contando con mecanismos preventivos como lo es un Atlas de Riesgos.

Aunado a lo anterior y de acuerdo a los estudios y estimaciones demográficas del Consejo Estatal de Población (CONAPO) la población del municipio de Actopan presenta las siguientes proyecciones en cada uno de los periodos especificados

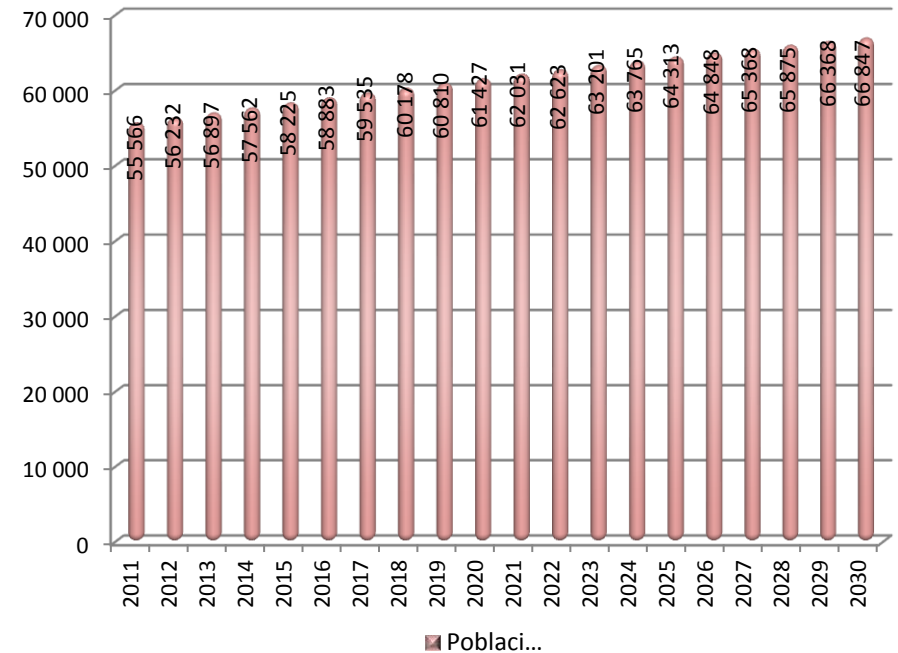
Tabla 20. Proyecciones de Población

Año	Estimación Poblacional	% de Incremento respecto al 2010
2015	58,225	7.1
2020	61,427	13
2025	64,313	18
2030	66,847	23

Fuente: Elaboración propia con base en Proyecciones de Población del Consejo Estatal de la Población (CONAPO)

De manera gráfica se aprecia ese posible crecimiento tendencial que presentaría el municipio.

Gráfico 4: Proyección de Población 2011-2030



Fuente: Elaboración propia con base en Proyecciones de Población del Consejo Estatal de la Población (CONAPO)

Las proyecciones de población analizadas nos permiten prever de manera lógica y coherente, con la metodología utilizada por el CONAPO, la población con la que contará el municipio y con base en esto llevar acciones en cuanto a prevención de riesgos se refiere, desde el evitar que la futura población edifique y se asiente en zonas propensas a sufrir fenómenos naturales perturbadores.

La población de Actopan se distribuye de manera preponderante en las llanuras, menos del 3% de la población se asienta en las comunidades de la Sierra de Actopan. La población de la Cabecera Municipal representa el 53.81% del total del municipio.

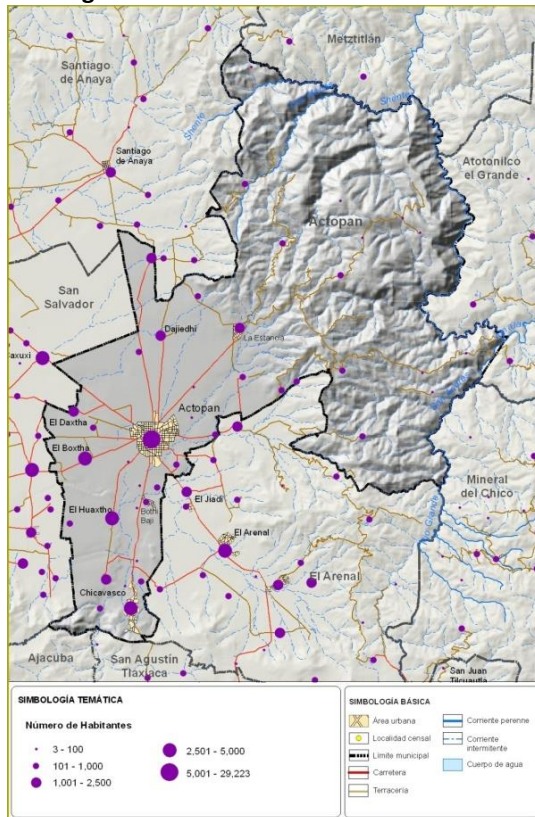
4.3.- Distribución de la Población

Tabla 21. Distribución de la población por localidad

Localidades	Pob.	Localidades	Pob.
Actopan	29223	San Isidro	178
Chicavasco	3190	Plomosas	163
El Huaxtho	2798	Segunda Manzana Chicavasco (El Pozo)	147
El Boxtha	2708	La Segunda Manzana de Magdalena (El Arco)	119
El Daxtha	2313	El Paraje	92
Dajiedhi	2039	El Senthé	65
Colonia Cuauhtémoc	1581	El Apartadero	58
La Estancia	1341	Benito Juárez	50
Boxaxni	1339	Mesa Chica	44
La Loma	968	Manzana de Golondrinas	41
La Peña	876	La Palma	21
Cañada Chica Antigua	763	La Ardilla (Tierras Coloradas)	17
Bothi Baji	725	La Escoba	15
San Andrés Tianguistengo	716	San Pedrito	15
Casa Blanca	453	La Presa	8
El Palomo	452	La Quinta	7
San Diego Canguihuindo	416	Rancho Osorios	3
Santa María Magdalena	341	Pabellón Gastronómico	3
Saucillo	296	Francisco Constancio Azpeitia García	3
Xideje	251		
		Total Municipal	54 299
Cuarta Manzana Chicavasco (La Ladera Chicavasco)	237	54299	
Las Mecas	224		

Fuente: Elaboración propia con base en ITER 2010, INEGI

Figura 17. Distribución de la Población



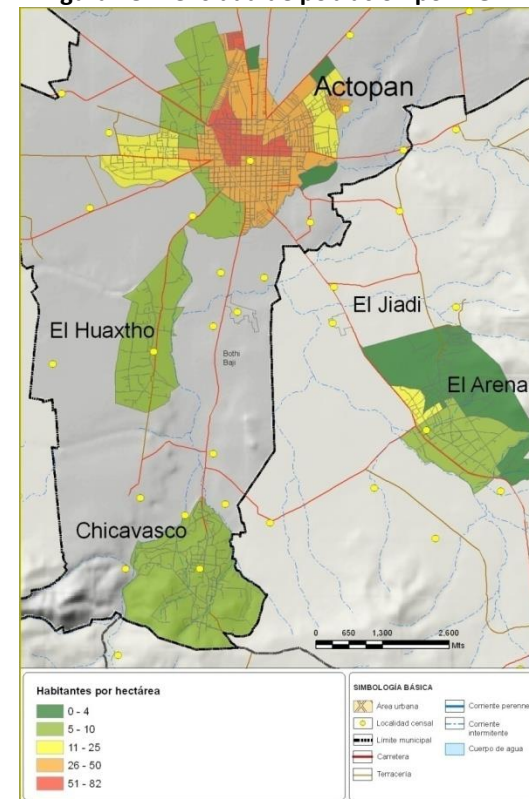
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. 2010. Principales resultados por localidad (ITER).

4.4.- Densidad de la Población

El municipio cuenta con una superficie territorial de 271.53 Km², por lo que la densidad de población es de 200 habitantes por cada kilómetro cuadrado en promedio. Cabe destacar que este es un promedio general, es decir que varía dependiendo de la localidad y su población total, de esta manera la densidad de

población para cada localidad es diferente. Es importante señalar que las áreas con altos índices de densidad de población son altamente propensas a sufrir daños en materia de pérdidas humanas al acontecer algún fenómeno perturbador, por ende son zonas prioritarias para llevar a cabo acciones que puedan mitigar cualquier tipo de eventualidad.

Figura 18. Densidad de población por AGEB



Fuente: Elaboración propia con base al Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI

4.5.- Rangos de edad (Pirámide de edad)

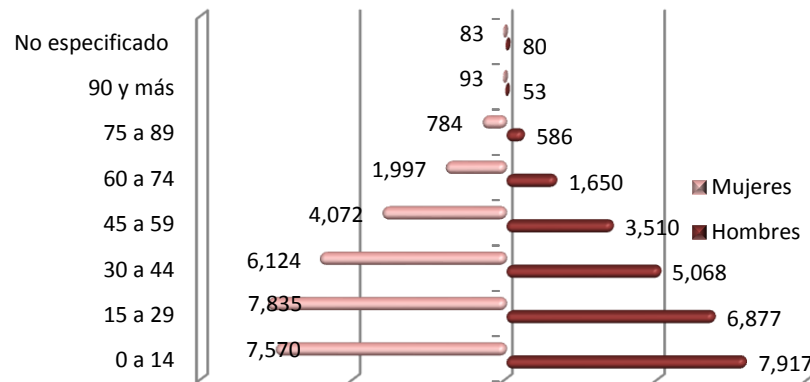
Es importante mencionar que el municipio, según los datos oficiales se caracteriza por contar con población joven, principalmente entre el rango de 15 a 29 años de edad como se muestra en la tabla y gráfica siguientes:

Tabla 22. Pirámide de edades por sexo

Rangos de Edad	Hombres	Mujeres
0 a 14	7917	7570
15 a 29	6877	7835
30 a 44	5068	6124
45 a 59	3510	4072
60 a 74	1650	1997
75 a 89	586	784
90 y más	53	93
No especificado	80	83

Fuente: Elaboración propia con base en ITER 2010, INEGI

Gráfica 5. Pirámide de edades por sexo



Fuente: Elaboración propia con base en ITER 2010, INEGI

Naturalmente, conforme aumenta el rango de edad el tamaño del grupo de población descende, pero es importante destacar la situación del municipio en cuanto a edad se refiere ya que bajo este tenor pueden influir una serie de temas relacionados al desarrollo local como el empleo, actividades productivas y la educación, la salud reproductiva, el desarrollo social etc.

4.6.- Equipamiento

En cuanto a equipamiento se refiere el municipio de Actopan, cuenta con la siguiente infraestructura y servicios:

a) Equipamiento Educativo

El municipio cuenta con 52 planteles de nivel primaria, 25 de nivel secundaria, 7 de bachilleratos, 8 escuelas de formación para el trabajo.

b) Salud

Uno de los temas prioritarios en cualquier municipio es el de Salud, un tema de interés para la población en general y para las autoridades municipales. El contar con sistemas de salud de calidad asegura la integridad física y mental de las personas, en el caso de presentarse alguna contingencia por algún tipo de fenómeno perturbador natural, sin duda alguna los servicios de salud serían imprescindibles.

Actualmente el 58.7% de la población se encuentra afiliado con alguna institución de salud entre las que destacan el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

El municipio cuenta con un personal médico de 108 personas, cabe destacar que la cobertura de atención ciudadana médico-población es de 3,017.9; Se cuenta también con 16 unidades médicas de las cuales 13 son de la Secretaría de Salud del Estado, 1 del IMSS, 1 del ISSSTE-Oportunidades y 1 del ISSSTE únicamente, con un promedio de 13,323.9 consultas por año.

c) Cultura

En cuanto a cultura se refiere, el municipio cuenta con 2 Bibliotecas Públicas y 19 Bibliotecas de Educación básica, media y superior de la modalidad escolarizada.

4.7.- Escolaridad

Se cuenta con una tasa de alfabetización 99% de la población en edad productiva y joven (15 a 24). De la población de 5 años y más con educación primaria se registraron 17,025, es decir población con grado mínimo de alfabetismo. De igual manera el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 8.9.

Entre otros datos de interés el municipio de Actopan cuenta con los siguientes registros (según el Censo de Población y Vivienda 2010):

1,189 alumnos egresados en preescolar, 1,142 egresados de nivel primaria, 1,263 egresados de secundaria, 986 de bachillerato. La misma fuente contabilizó 5,358 habitantes (es decir el 9.8% del total municipal) de 18 años y más con nivel profesional.

4.8.- Índice de Hacinamiento

Éste índice nos refleja el promedio de habitantes por vivienda, de esta manera el municipio de Actopan cuenta con un índice medio de 4.1 personas por vivienda, lo que significa un proceso de ocupación de vivienda acorde al crecimiento demográfico municipal, un proceso de planificación familiar fructuoso derivado de las tendencias sociales estatales y nacionales sobre planificación familiar, sobre todo en la cabecera municipal y las localidades de Chicavasco, El Huaxtho, El Boxtha, El Daxtha, Dajiedhi, Colonia Cuauhtémoc, La Estancia y Boxaxni.

4.9.- Población con Discapacidad

De acuerdo con la clasificación Internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de salud, presentada en 2001, las personas con discapacidad “son aquellas que tienen una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales (problemas al caminar o moverse, discapacidad visual, mental, discapacidad al escuchar, al hablar o comunicarse, dificultades de atención o aprendizaje y las referidas a la incapacidad de autocuidado) y que al interactuar con distintos ambientes del entorno social pueden impedir su participación plena y efectiva en igualdad de condiciones a las demás”.

Dichos padecimientos son originados por distintas causas, sin embargo el INEGI los clasifica en cuatro grupos de causas principales: Nacimiento, Enfermedad, Accidente y Edad avanzada. De manera general, en México, de cada 100 personas con discapacidad: 39 la tienen porque sufrieron alguna enfermedad; 23 están afectados por edad avanzada; 16 la adquirieron por herencia, durante el embarazo o al momento de

nacer; 15 quedaron con lesiones a consecuencia de algún accidente; y 8 debido a otras causas.

El municipio cuenta, según información del INEGI 2010, con un total de 2,647 habitantes con algún tipo de limitación desagrada de la siguiente manera:

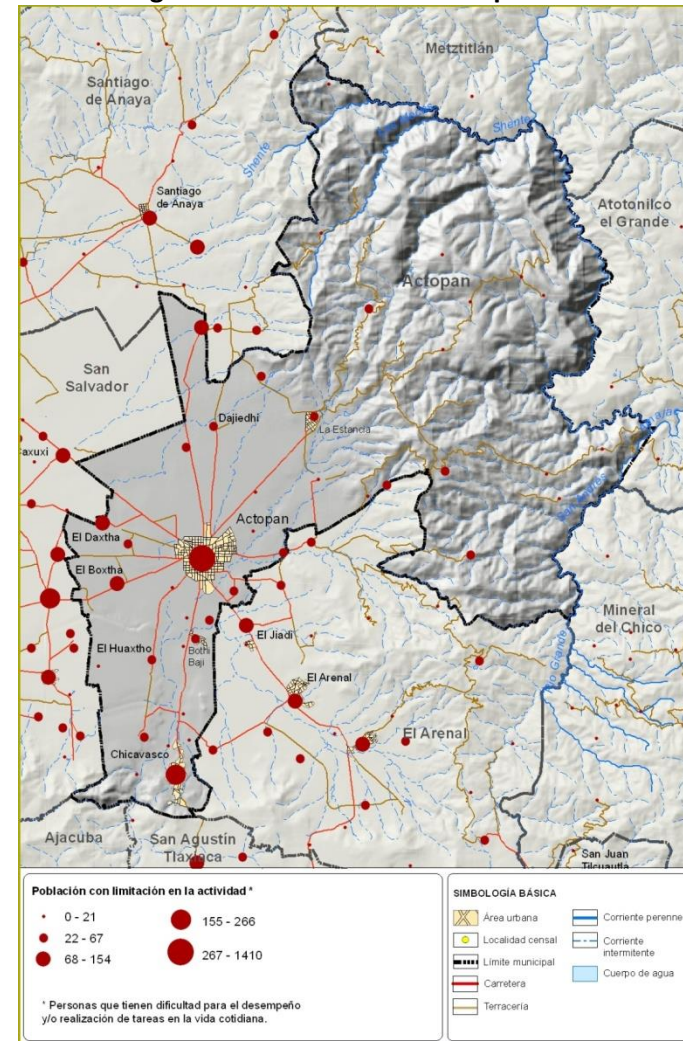
Tabla 23. Población con limitaciones (discapacidades)

Limitación	Hombres	Mujeres
Al caminar o moverse	652	829
Ver	423	439
Escuchar	194	178
Hablar o comunicarse	143	130
Atención del cuidado personal	74	101
De atención o aprendizaje	61	57
Mental	118	97
No especificado	103	105
Total	1 280	1 367
Población Total con limitaciones	2 647	

Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal con información del Censo de Población y Vivienda 2010

Es importante destacar que sólo el 59% del total de la población discapacitada cuenta con derechohabencia.

Figura 19. Población con discapacidad



Fuente: Elaboración propia con base en ITER 2010, INEGI

4.10.- Marginación

La marginación proporciona los elementos que permiten considerar las limitantes de desarrollo municipal, así el Consejo Nacional de Población, define el índice de marginación como una medida-resumen que permite diferenciar los municipios de la entidad según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas. A nivel localidad se tiene el índice y grado de marginación del resultado de la falta de acceso a la educación, viviendas inadecuadas y la carencia de bienes.

El índice de marginación considera cuatro dimensiones estructurales: *educación vivienda, ingresos monetarios y distribución de la población*, a partir de las cuáles identifica las variables por las que se considera que una población se encuentra excluida de los servicios básicos para tener un mínimo de bienestar.

De esta manera el municipio de Actopan cuenta con los siguientes indicadores:

Tabla 24. Marginación

	Índice de Marginación	Grado de Marginación	Índice de Marginación a escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto estatal	Lugar que ocupa en el contexto Nacional
Actopan	-0.9857	Bajo	16.534	62	2,025

Fuente: CONAPO, con base en los Censos de Población y Vivienda 2010 y 2000, el Censo de Población y Vivienda 2005, así como la Encuesta Nacional de Empleo y Ocupación del IV Trimestre de 2005.

Cómo se observa el grado de marginación entra en el rango de "Bajo", por lo que ocupa el lugar número 62 (*con menor grado de marginación*) del total de la entidad y el 2,025 a nivel nacional.

En cuanto a sus localidades es la cabecera municipal la que cuenta con menor grado de marginación, por el contrario Manzana de Golondrinas es las que presenta el grado de marginación más alto del municipio.

Tabla 25. Marginación por localidad

Nombre de la Localidad	Índice de Marginación	Grado de Marginación	Índice de Marginación a escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto Nacional	Lugar que ocupa en el contexto estatal
Actopan	-1.3023	Bajo	4.3137	103 630	3 807
Bothi Baji	-1.3011	Bajo	4.3229	103 615	3 806
San Pedrito	-1.1295	Bajo	5.6849	99 092	3 633
Chicavasco	-1.0704	Bajo	6.1543	96 878	3 553
La Loma	-1.07	Bajo	6.1575	96 862	3 551
El Daxtha	-1.0558	Medio	6.2701	96 252	3 529
Colonia Cuauhtémoc	-1.03	Medio	6.4752	95 157	3 494
La Estancia	-1.0264	Medio	6.5035	95 000	3 487
Cañada Chica Antigua	-0.9955	Medio	6.7494	93 677	3 440
El Palomo	-0.9787	Medio	6.8824	92 887	3 398
La Peña	-0.9463	Medio	7.1397	91 414	3 327
Boxaxni	-0.8852	Medio	7.6249	88 477	3 207
San Diego Canguihuindo	-0.8832	Medio	7.6408	88 368	3 205
El Boxtha	-0.8779	Medio	7.6825	88 105	3 197

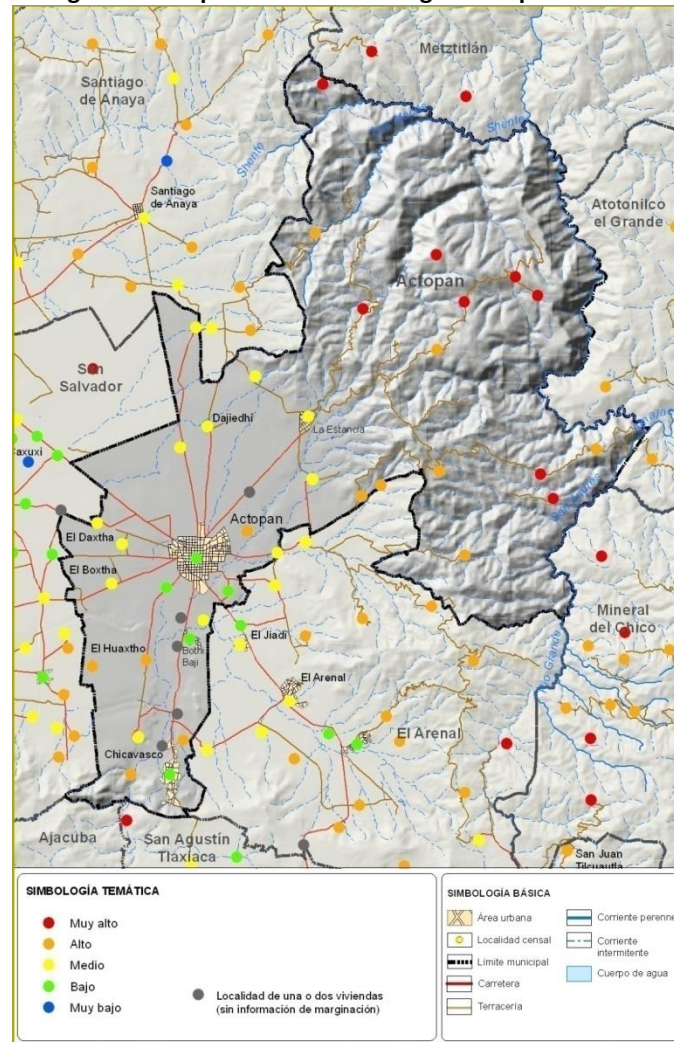
Dajiedhi	-0.8714	Medio	7.7338	87 777	3 180
Casa Blanca	-0.8704	Medio	7.742	87 720	3 174
Xideje	-0.8344	Medio	8.0281	85 854	3 100
Segunda Manzana Chicavasco (El Pozo)	-0.7959	Alto	8.3336	83 786	3 016
El Huaxtho	-0.7814	Alto	8.4485	83 077	2 982
Cuarta Manzana Chicavasco (La Ladera Chicavasco)	-0.7637	Alto	8.5891	82 089	2 935
La Palma	-0.5823	Alto	10.029 5	72 343	2 512
San Andrés Tianguistengo	-0.2436	Alto	12.718 4	55 010	1 742
San Isidro	-0.143	Alto	13.517 1	50 503	1 526
La Segunda Manzana de Magdalena (El Arco)	0.1669	Alto	15.976 6	38 091	993
Las Mecas	0.1788	Alto	16.071 5	37 656	977
Santa María Magdalena	0.2023	Alto	16.257 9	36 876	947
Mesa Chica	0.5629	Alto	19.120 3	26 034	549
Plomosas	0.6836	Alto	20.078 6	23 120	461
Saucillo	0.7643	Muy alto	20.719 4	21 285	410
El Paraje	0.9631	Muy alto	22.297 4	17 384	306
La Ardilla (Tierras Coloradas)	1.1578	Muy alto	23.843 2	14 191	232
El Senthé	1.2076	Muy	24.238	13 492	213

		alto	5		
La Escoba	1.3171	Muy alto	25.108 1	12 009	171
Benito Juárez	1.6145	Muy alto	27.469	8 646	100
El Apartadero	1.65	Muy alto	27.751 1	8 290	94
Manzana de Golondrinas	1.6962	Muy alto	28.117 5	7 864	85

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO, con información de los Censos de Población y Vivienda 2010 y 2000, el Censo de Población y Vivienda 2005, así como la Encuesta Nacional de Empleo y Ocupación del IV Trimestre de 2005.

**Las 5 localidades que no aparecen no contaban con datos suficientes para desarrollar su estimación*

Figura 20. Mapa de Grado de marginación por localidad



Fuente: Elaboración propia con base en información de CONAPO, 2010.

4.11.-Índice de Rezago Social (Pobreza)

El índice de rezago social nos permite contribuir con información sobre las condiciones de pobreza. Según la Ley General de Desarrollo Social, la medición de la pobreza deberá ser multidimensional incorporando al menos indicadores de ingreso, educación, salud, seguridad social, alimentación, características y servicios disponibles en la vivienda y el grado de cohesión social.

Algunos de los aspectos que permiten medir desarrollar el indicador e rezago social son: Población analfabeta, derechohabencia a servicios de salud, viviendas con distintos tipos de material de construcción como pisos de tierra, disposición de servicios como alumbrado, agua entubada, drenaje, energía eléctrica, lavadora y demás bienes domésticos. Al igual que el índice de marginación, el rezago social se clasifica en Muy Alto, Alto, Medio, Bajo, Muy Bajo, lo cual contribuye a diagnosticar la situación socio-económica municipal.

Por lo anterior y derivado de fuentes oficiales, el municipio cuenta con los siguientes indicadores de pobreza:

Tabla 26. Índice de Rezago Social

Municipio	Índice de rezago social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Actopan	-0.86882	Muy bajo	1921

Fuente: Elaboración Propia con base en CONAPO, con información de los Censos de Población y Vivienda 2010

Actopan es un municipio que presenta bajos índices de pobreza, sin embargo, no se tiene que quitar el dedo del renglón en la elaboración de políticas que traten en la manera de lo posible de bajar aún más este índice. Lo anterior es importante debido a que

siempre en las contingencias ambientales, la población con menos recursos es la que padece de mayores obstáculos para recibir atención salir adelante.

En cuanto a las localidades del municipio los mayores índices de pobreza son los presentados por los siguientes municipios:

Tabla 27. Índice de Rezago Social (Localidades con mayor rezago en el municipio)

Localidades	Índice de rezago social	Grado de rezago social
Plomosas	0.927231	Alto
Saucillo	1.022116	Alto
La Palma	1.05072	Alto
La Escoba	1.313742	Alto
La Ardilla (Tierras Coloradas)	1.514268	Alto
El Senthe	1.624142	Alto
Manzana de Golondrinas	1.882032	Alto
Benito Juárez	1.952249	Alto
El Apartadero	1.954578	Alto

Fuente: Elaboración Propia con base en CONAPO, con información de los Censos de Población y Vivienda 2010

La condición de rezago puede estar sujeta a una serie de factores como los demográficos, sociales, económicos desde luego y geográficos (de localización), debido a que por lo general las zonas con mayor grado de pobreza son las ubicadas en áreas poco accesibles y alejadas a la cabecera municipal y por lo que se vuelven zonas prioritarias en el estudio y manejo de la prevención de riesgos.

4.12.- Economía

Es importante destacar el porcentaje de población involucrada directamente en las actividades productivas de un municipio.

Para el caso de Actopan y para los fines de este documento, el tener registros económicos nos permite visualizar en primer lugar cuales serían las actividades económicas o productivas que resultarían afectadas en el supuesto de algún acontecimiento de origen natural. De esta manera el 42.8% de la población municipal es perteneciente a la Población Económicamente Activa, es decir población con capacidades legales, naturales y sociales que le permitirían realizar un trabajo remunerado. Cabe destacar que del 100% de población perteneciente a la PEA el 95 % se encuentra ocupado.

Tabla 28. PEA, PEI, PEAO, PEAD

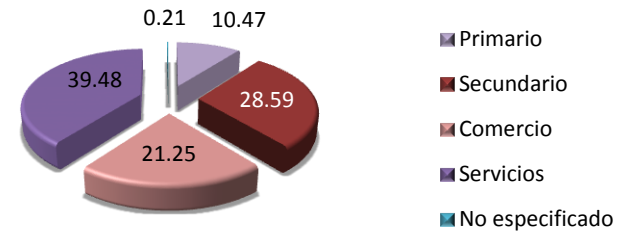
Pob. total	PEA	PEA Ocupada	PEA Desocupada	PEI
54,323	23,262	22,199	1,063	18,263

Fuente: Elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda 2013. INEGI

Ahora bien, uno de los sectores económicos mayormente afectados por fenómenos naturales es el primario, debido a que se encuentra siempre expuesto a heladas, sequías, tormentas, plagas etc., y para el municipio de Actopan es de suma importancia ya que según fuentes oficiales cuenta con una superficie sembrada de 9,296 hectáreas donde se produce principalmente alfalfa, avena, frijol y maíz de grano. Asimismo cuenta con una superficie sembrada para temporal de 5,028 hectáreas. El sector manufacturero es otra fuente de empleo para cierto grupo de la población, bajo este criterio 2,596 habitantes desarrollan esta actividad en 394 unidades manufactureras.

De manera general la Población Económicamente Activa Ocupada se distribuye de la siguiente manera en los diferentes sectores de actividad:

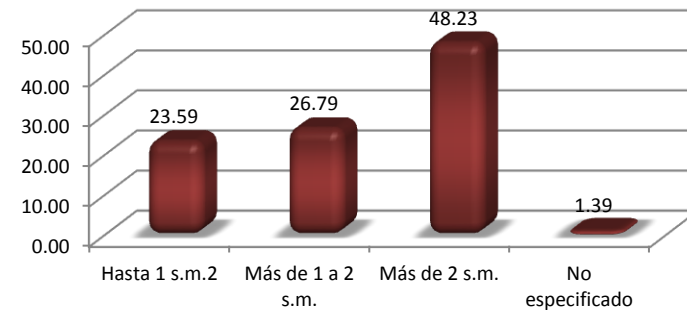
Gráfica 6. Distribución porcentual de la PEAO por sector de actividad



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

En cuanto a ingresos se refiere la distribución se mantiene de la siguiente manera:

Gráfica 7. Distribución de salarios mínimos de la PEAO



Fuente: Elaboración propia con base en Censo de Población y vivienda 2013. INEGI.

Como podemos observar casi el 50% de la población ocupada percibe sueldos de más de dos salarios mínimos lo que puede significar estabilidad, crecimiento y desarrollo económico para el municipio.

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.- Erupciones Volcánicas

El peligro por erupciones volcánicas puede tener su origen en emisiones de volcanes existentes o por el nacimiento de nuevos volcanes. En el primer caso, normalmente el volcán constituye un aparato de grandes dimensiones denominado estratovolcán o volcán poligenético; en el segundo, por lo general son volcanes que aparecen en un solo evento o periodo corto de tiempo y se les conoce con el nombre de volcanes monogenéticos.

En México, la mayor parte de volcanes se encuentran en la región geológica de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), tienen una distribución muy marcada hacia el sur de la misma. En este sentido, aun cuando parte del territorio de Actopan se encuentra en esta región geológica, existe una distancia importante entre los volcanes considerados como activos y el municipio: a 132.6 km del Popocatepetl, a 143.9 km del Nevado de Toluca y a 210.7 km del Pico de Orizaba.

Figura 21. Distribución de los volcanes activos de México



Elaborado a partir de

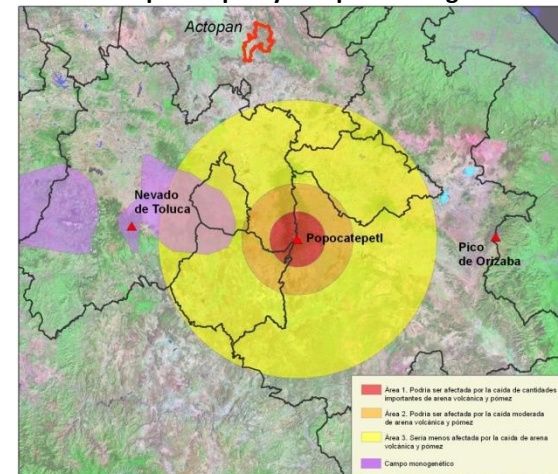
<http://www.geofisica.unam.mx/vulcanologia/spanish/volcanes.html>

El municipio de Actopan no se encuentra dentro de las diferentes áreas de peligro del volcán Popocatepetl (Instituto de Geofísica, 1995), incluso para el fenómeno de mayor alcance regional, la caída de materiales volcánicos derivados de erupciones extraordinarias, el municipio se encuentra fuera de su radio de influencia exterior.

De igual manera, Actopan no se encuentra localizado en los campos de vulcanismo monogenético identificados para el país, como son aquellos que dieron origen a los volcanes Parícutín y Jorullo en el Estado de Michoacán.

Por lo tanto, el riesgo por erupciones volcánicas en el municipio de Actopan es considerado prácticamente nulo. La manifestación de actividad volcánica que pueda afectar a este territorio implica asumir tiempos en la escala geológica.

Figura 22. Áreas de peligro por caída de materiales volcánicos del Volcán Popocatepetl y campos monogenéticos



Fuente: Instituto de Geofísica. 1995

5.1.2.- Sismos

Los sismos son vibraciones de la tierra ocasionadas por la propagación, ya sea en el interior o en la superficie de ésta, de varios tipos de ondas elásticas ((http://www.cenapred.unam.mx/es/Glosario/Glosario_S.php). La energía que da origen a estas ondas proviene de una fuente sísmica (epicentro del sismo). Un sismo es todo temblor que ocurre en la tierra, como consecuencia de procesos geológicos (la gran mayoría de origen tectónico) aunque también pueden ser provocados por el hombre. Los sismos de gran magnitud son denominados comúnmente como terremotos.

Los sismos pueden tener un origen natural (por procesos tectónicos, actividad volcánica y por colapso de grandes volúmenes de rocas y detritos) o artificial (derivados de explosiones convencionales o atómicas por lo regular). No obstante, la mayor parte de los sismos tienen un origen tectónico.

La causa principal de la gran mayoría de los sismos es la ruptura o fracturamiento de las rocas de la corteza terrestre, como resultado de la interacción de placas tectónicas. En este sentido, los sismos tectónicos tienen su origen en el fracturamiento repentino de una porción de la litósfera terrestre (capa superficial sólida del planeta) como consecuencia de la acumulación de esfuerzos de deformación en las rocas. Cuando una roca es sujeta a esfuerzos durante un cierto periodo de tiempo (años o meses), acumula energía conocida como elástica de deformación, cuando la energía acumulada excede la resistencia de las rocas, estas se rompen súbitamente (ruptura de falla). El movimiento repentino de grandes masas de roca a ambos lados de la falla produce ondas elásticas, también denominadas ondas sísmicas. Al sitio donde ocurre la ruptura se le conoce como foco, en tanto que al punto

de su proyección en la superficie de la tierra se le conoce como epicentro. La energía liberada por la ruptura se propaga en forma de ondas sísmicas hasta grandes distancias.

El territorio del occidente de México se encuentra dentro de la franja de sismicidad más importante del planeta, la cual rodea al Océano Pacífico y se conoce con el nombre de Cinturón de Fuego del Pacífico o Cinturón Circunpacífico.

La mayor parte de los sismos de gran magnitud que afectan al centro del país tienen su origen en la zona de contacto entre placas tectónicas en la costa del Océano Pacífico (zona de convergencia entre placas tectónicas), en esta, las placas de Rivera y de Cocos son subducidas por la placa Norteamericana, es decir, estas dos placas de menor densidad, se introducen lentamente por debajo de la corteza continental, generando esfuerzos que se traducen en rompimientos de rocas y en los movimientos sísmicos consecuentes.

Existen dos escalas adoptadas globalmente para medir la magnitud de los terremotos, la escala Richter (escala cuantitativa que mide la cantidad de energía liberada por el sismo, la mayor magnitud registrada históricamente ocurrió en Chile, en 1960, con un valor de 9.5) y la escala de Mercalli, la cual es de carácter cualitativo y mide los sismos con base a su percepción y a la magnitud de los daños ocasionados.

En la siguiente tabla se muestra la descripción de cada una de las clases de intensidad en la escala de Mercalli, mismas que serán referidas en el presente análisis de la sismicidad en el municipio de Actopan.

Tabla 29. Escala de intensidad Mercalli modificada abreviada

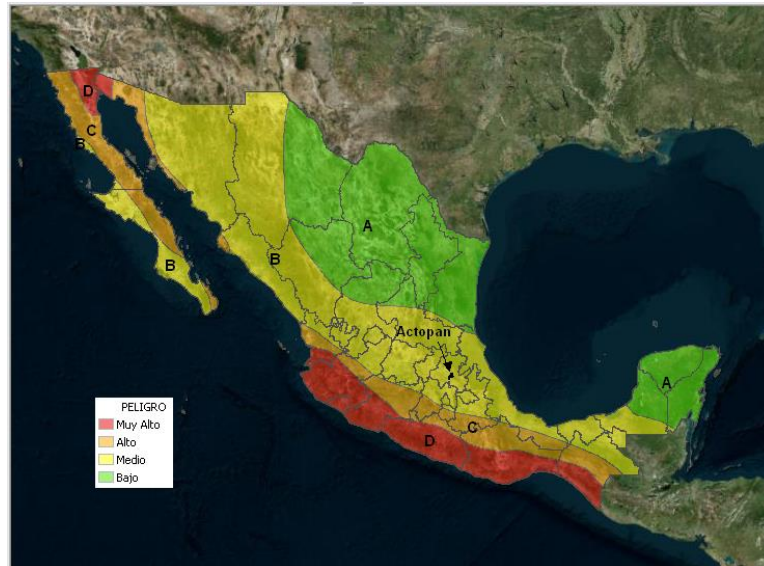
Escala	Descripción
I.	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II.	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III.	Sentido claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV.	Durante el día sentido en interiores por muchos; al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, puertas y ventanas agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V.	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI.	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII.	Todo el mundo corre al exterior. Daños insignificantes en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerables en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII.	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX.	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras

	bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios comunes bien construidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el terreno. Tuberías subterráneas rotas.
X.	Algunas estructuras bien construidas en madera, destruidas; la mayoría de estructuras de mampostería y marcos, destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Deslizamientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
XI.	Pocas o ninguna obra de mampostería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcido.
XII.	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie

Fuente: CENAPRED, 2005

El municipio de Actopan se sitúa en la zona clasificada con un nivel de peligro medio o moderado (Figura 23), según el mapa de regionalización sísmica de México de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). No obstante las regiones sísmicas delineadas, existen sitios donde el nivel de peligro se incrementa debido a las características de los suelos y del sustrato geológico regional y local (por ejemplo los suelos poco consolidados de origen lacustre o aluvial). El factor local del suelo y materiales geológicos tienen una influencia directa en el poder destructivo de los movimientos sísmicos.

Figura 23. Regionalización sísmica de la República Mexicana



Empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se ha definido la Regionalización Sísmica de México. Ésta cuenta con cuatro zonas. La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g).

En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g. Las zonas B y C, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.

Fuente: Cenapred, 2011 (Manual de Obras Civiles de la CFE) CENAPRED. 2001. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana

Actopan es afectado por la intensa actividad sísmica en la costa occidental de México (sismos de subducción), por movimientos telúricos de falla normal y por temblores locales.

Los grandes movimientos telúricos que tienen lugar en las costas del pacífico mexicano son la principal amenaza sísmica para el centro del País, entre el año 1900 y octubre del 2013, se registraron 77 sismos que afectaron al territorio nacional con magnitud igual o superior a 7 grados. 28 sismos en este periodo tuvieron una magnitud igual o superior a 7.5 grados (ver tabla 30).

Figura 24. Epicentros de sismos con magnitud igual o superior a 7.0 grados Richter (1900-2012)



Fuente: Servicio Sismológico Nacional (Consultado en Octubre del 2013) y CENAPRED, 2005

Tabla 30. Relación de sismos en México con magnitud igual o superior a 7.5 registrados en el periodo 1900-2013

No.	Año	Mes	Día	Lat	Long	Prof	Mmáx	Región
1	1902	4	19	14.900	-91.500	25	7.5	Guatemala. (A 70 km de la frontera con México)
2	1902	9	23	16.500	-92.500	25	7.7	Chiapas
3	1903	1	14	15.000	-93.000	S	7.6	Costa de Chiapas
4	1907	4	15	16.700	-99.200	33	7.6	Costa de Guerrero
5	1908	3	26	16.700	-99.200	33	7.5	Costa de Guerrero
6	1911	6	7	17.500	-102.500	33	7.6	Jalisco
7	1911	12	16	16.900	-100.700	50	7.5	Costa de Guerrero
8	1928	3	22	15.670	-96.100	33	7.5	Oaxaca
9	1928	6	17	16.330	-96.700	33	7.6	Oaxaca
10	1928	10	9	16.300	-97.300	33	7.5	Oaxaca
11	1931	1	15	16.340	-96.870	40	7.8	Oaxaca
12	1932	6	3	19.570	-104.420	33	8.2	Jalisco
13	1932	6	18	19.500	-103.500	33	7.8	Jalisco
14	1941	4	15	18.850	-102.940	33	7.6	Michoacán
15	1942	8	6	14.800	-91.300	50	7.9	Guatemala. (A 80 km de la frontera con México)
16	1957	7	28	17.110	-99.100	33	7.8	Guerrero
17	1965	8	23	16.178	-95.877	12	7.6	Oaxaca
18	1973	1	30	18.412	-103.019	24	7.6	Costa de Michoacán
19	1976	2	4	15.262	-89.198	13	7.5	Guatemala. (A 150 km de la frontera con México)
20	1978	11	29	16.013	-96.586	23	7.6	Oaxaca
21	1985	9	19	18.419	-102.468	15	8.1	Costa de Michoacán
22	1985	9	21	17.828	-101.681	17	7.6	Costa de Michoacán
23	1995	10	9	18.993	-104.245	25	8.0	Colima-Jalisco
24	1999	9	30	16.010	-97.000	42	7.5	Oaxaca
25	2001	1	13	13.150	-89.940	10	7.6	El Salvador
26	2003	1	21	18.220	-104.600	10	7.6	Costa Colima

Fuente: Servicio Sismológico Nacional y CENAPRED, 2005

Desde mediados del siglo pasado, los diversos sismos han impactado a la República Mexicana ocasionaron daños cuantiosos en términos de decesos, heridos y damnificados, casas y edificios afectados y elevados montos económicos en daños. Entre ellos se encuentran el sismo de Guerrero y Ciudad de México 1957; Sismo en Guerrero y Michoacán 1964, Sismo en la Ciudad de México 1979; Sismo en Guerrero y Oaxaca 1985; Sismo en la Ciudad de México 1985; Sismo en Colima 1995; Sismo en Puebla y Oaxaca 1999; Sismo en Oaxaca 1999; Sismo en Guerrero 2001 (los detalles sobre daños causados por estos eventos pueden consultarse en CENAPRED, 2005).

A partir del análisis de las intensidades de sismos de elevada magnitud registradas en la geografía nacional (CENAPRED, 2001), se obtuvo un indicador de intensidad global (Figura 9) el cual refleja las intensidades máximas con las que han sido percibidos los movimientos sísmicos en México así como las zonas afectadas. Lo anterior con base al análisis de sismos de gran magnitud registrados en el periodo de 1845 a 1985. Como puede verse, Actopan se localiza dentro de un grado de intensidad global V en la escala de Mercalli, el cual se describe de la siguiente manera:

V.

Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.

La escala de intensidad anterior (nivel V para el municipio de Actopan) hace referencia a los posibles daños que el territorio municipal ha sufrido y que en un futuro podría sufrir a causa de la ocurrencia de movimientos sísmicos con una magnitud superior a 7 grados en la escala de Richter.

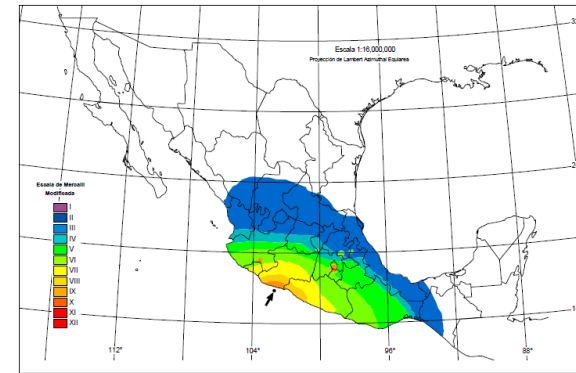
Figura 25. Intensidades sísmicas globales



Fuente: Secretaría de Gobernación (SG) y CENAPRED, 2001. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México

El sismo de mayor magnitud que afectó a México en tiempos recientes ocurrido el día 19 de septiembre de 1985 (8.1 grados en la escala de Richter), registró intensidades de entre II y III para el municipio de Actopan, en la escala de Mercalli.

Figura 26. Isosistas del sismo del 19 de septiembre de 1985



Fuente: CENAPRED, 2001. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México

La percepción y efectos de las intensidades de este sismo en el municipio de Actopan se describen a continuación:

II.	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III.	Sentido claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.

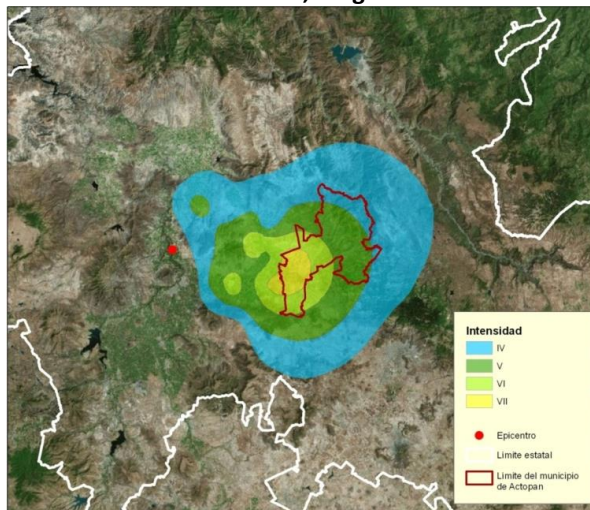
La región donde se localiza el municipio de Actopan ha presentado actividad sísmica local importante con intensidades, también a nivel local, mayores a las generadas por grandes sismos de subducción que afectan al Valle de México.

Tabla 31. Sismos históricos en la región

Fecha	Región	Latitud	Longitud	Prof. Km ²	Magnitud	Int. máxima
1987, 27 de enero	Actopan	20.31	-99.21	15	4.1	VII
1976, 25 de marzo	Cardonal	20.62	-99.09	15	5.3	VIII
1950, 11 de marzo	Ixmiquilpan	20.35	-98.97	15	4.9	VII

A continuación se muestra el mapa de isosistas para el sismo del 27 de enero de 1987, cercano a Actopan. Las máximas intensidades reportadas son de VII en la escala modificada de Mercalli, esta intensidad sugiere que algunas estructuras pueden presentar daños.

Figura 27. Intensidades para el sismo de Actopan, Hidalgo, del 27 de enero de 1987, Magnitud 4.1



Entre abril y junio del año 2010 se presentaron diversos sismos en la región de Actopan, Hidalgo. De esta secuencia sísmica o enjambre sísmico, el mayor de ellos tuvo una magnitud de 4.3 grados en la escala de Richter.

Estos sismos están relacionados a sistemas de fallas que existen en la región, por ser esta la frontera norte del Eje Neovolcánico. Los sismos tienen profundidades someras, de menos de 4.6 km, de acuerdo a los expresado por la población local, los sismos fueron percibidos con gran intensidad.

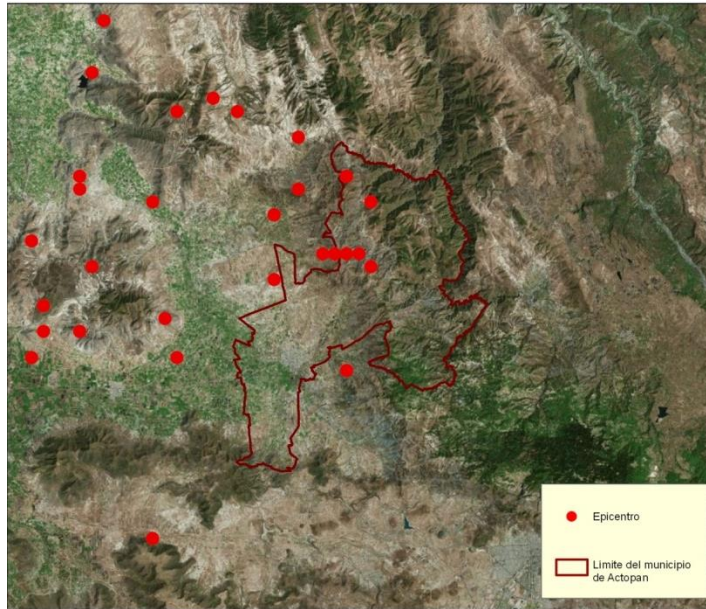
Esta secuencia de sismos se presenta también en otras zonas del país, no está correlacionada con actividad volcánica y tampoco anteceden a sismos de gran magnitud.

Tabla 32. Sismos registrados en el periodo del 01 de enero de 1998 al 17 de octubre del 2013 en el entorno de Actopan

Fecha	Latitud	Longitud	Prof_km	Mag	Zona
31/12/2008	20.36	-99.16	16.0	3.6	13 km al norte de Progreso, Hgo.
17/01/2009	20.39	-99.06	10.0	3.5	18 km al noroeste de Actopan, Hgo.
05/06/2009	20.34	-99.11	10.0	3.5	13 km al noreste de Progreso, Hgo.
23/03/2010	20.49	-99.11	5.0	3.1	12 km al este de Ixmiquilpan, Hgo.
25/03/2010	20.46	-99.04	5.0	3.4	19 km al este de Ixmiquilpan, Hgo.
04/07/2010	20.55	-99.11	5.0	3.8	14 km al noreste de Ixmiquilpan, Hgo.
17/04/2010	20.38	-98.96	2.0	4.1	13 km al norte de Actopan, Hgo.
17/04/2010	20.40	-99.12	2.0	3.3	13 km al sureste de Ixmiquilpan, Hgo.
27/04/2010	20.46	-98.99	5.0	3.5	22 km al norte de Actopan, Hgo.
18/05/2010	20.27	-99.04	3.0	4.3	11 km al oeste de Actopan, Hgo.
18/05/2010	20.35	-98.92	5.0	3.6	10 km al norte de Actopan, Hgo.
18/05/2010	20.38	-98.96	5.0	3.3	13 km al norte de Actopan, Hgo.
18/05/2010	20.34	-98.88	5.0	3.2	10 km al noreste de Actopan, Hgo.
18/05/2010	20.35	-98.89	5.0	3.2	11 km al noreste de Actopan, Hgo.
20/05/2010	20.47	-99.01	4.0	3.1	22 km al este de Ixmiquilpan, Hgo.
20/05/2010	20.35	-98.90	2.0	3.9	10 km al noreste de Actopan, Hgo.
21/05/2010	20.35	-98.91	2.0	3.3	10 km al noreste de Actopan, Hgo.
21/05/2010	20.44	-98.94	2.0	3.2	19 km al norte de Actopan, Hgo.
21/05/2010	20.41	-98.90	2.0	3.1	16 km al norte de Actopan, Hgo.
23/05/2010	20.33	-98.96	3.0	3.7	7 km al norte de Actopan, Hgo.
06/04/2010	20.39	-98.88	2.0	3.3	15 km al noreste de Actopan, Hgo.
07/11/2010	20.40	-98.94	10.0	3.4	15 km al norte de Actopan, Hgo.
02/08/2011	20.53	-99.10	3.0	3.4	14 km al noreste de Ixmiquilpan, Hgo.
11/09/2012	20.38	-98.96	20.0	3.1	13 km al norte de Actopan, Hgo.
17/09/2013	20.29	-99.12	1.0	3.8	9 km al noreste de Progreso, Hgo.
17/09/2013	20.26	-98.90	5.0	3.5	4 km al este de Actopan, Hgo.
17/09/2013	20.31	-99.15	1.0	3.7	8 km al noreste de Progreso, Hgo.
17/09/2013	20.27	-99.16	1.0	3.7	4 km al noreste de Progreso, Hgo.
17/09/2013	20.29	-99.15	2.0	3.4	7 km al noreste de Progreso, Hgo.
17/09/2013	20.29	-99.12	1.0	3.8	8 km al noreste de Progreso, Hgo.
10/08/2013	20.30	-99.05	3.0	1.6	11 km al noroeste de Actopan, Hgo.
01/04/1999	20.13	-99.06	2.0	3.5	Hidalgo-Querétaro
02/06/2005	20.41	-99.12	15.0	3.7	Hidalgo-Querétaro

Fuente. Servicio Sismológico Nacional

Figura 28. Sismos registrados en el periodo del 01 de enero de 1998 al 17 de octubre del 2013 en el entorno de Actopan



Fuente. Servicio Sismológico Nacional

La aceleración máxima del terreno es una medida de la aceleración de un movimiento sísmico en el suelo y un parámetro de entrada importante para la ingeniería de la construcción.

De acuerdo a los mapas de aceleración máxima del terreno, correspondientes a periodos de retorno de 10, 100 y 500 años (CENAPRED, 2006), el municipio de Actopan presenta los siguientes valores:

A max (g) para Tr = 10 años = 0.011

A max (g) para Tr = 100 años = 0.027

A max (g) para Tr = 500 años = 0.135

Lo anterior significa que con base al análisis estadístico de periodos de retorno, en un lapso de 10 años puede presentarse un sismo de aceleración de 0.011 g, en 100 años un sismo con aceleración de 0.027 g y en 500 años un sismo de 0.135 g. Considerando que la aceleración mínima que puede producir daños importantes a las construcciones es de 0.150 g (15% de g), en función de estos datos, el riesgo sísmico para el municipio de Actopan no se considera altamente significativo.

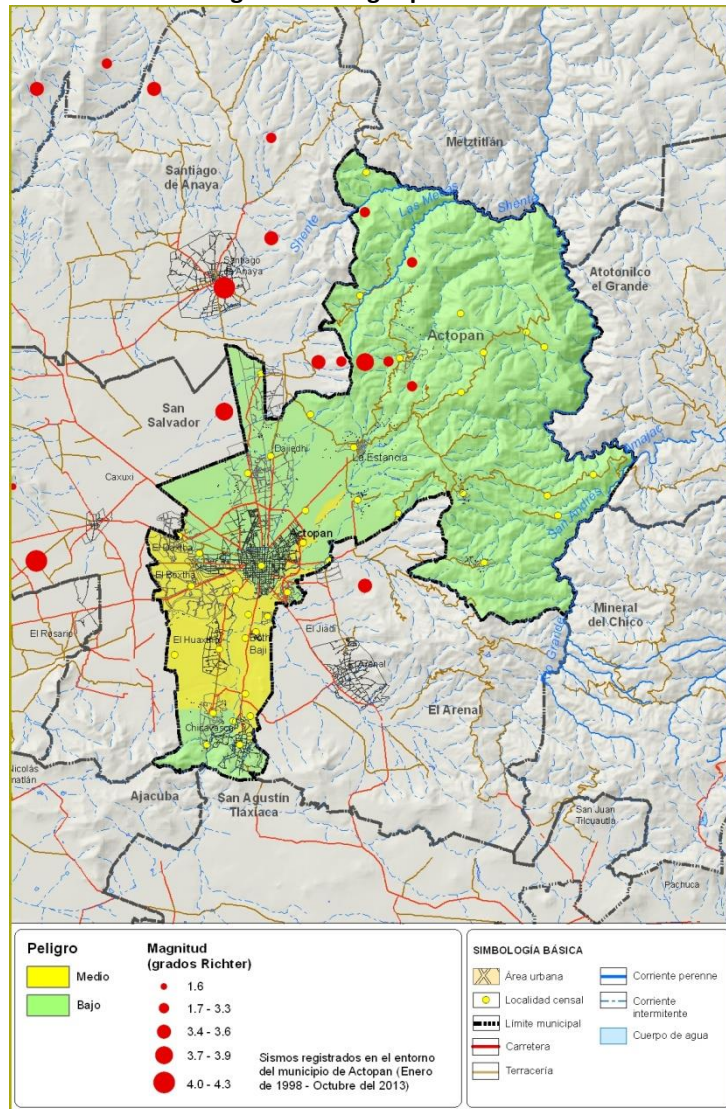
El periodo de retorno para sismos con aceleraciones de 0.15 g o mayores en el municipio de Actopan es de 2,882 años ((CENAPRED, 2006).

Los tipos de materiales del subsuelo, pueden influir de manera significativa en la aceleración de ondas de un sismo, por lo que los valores de PGA (*Peak Ground Acceleration*), pueden mostrar una variabilidad inusitada en distancias de algunos kilómetros.

A nivel local, el efecto de los movimientos sísmicos puede intensificarse en presencia de grandes espesores de sedimentos poco consolidados, debido al fenómeno de amplificación de las ondas sísmicas. En el municipio de Actopan, estas condiciones geológicas corresponden a los sedimentos de origen aluvial en la margen sur y oriental de la cabecera municipal, en la comunidad El Huaxtho y sus alrededores y en noreste de Chicavasco.

A partir de los mapas de zonificación sísmica de la República Mexicana, mapas de aceleraciones máximas para distintos periodos de retorno, sismicidad histórica lejana y regional, de las condiciones litológicas locales y del trabajo de campo, se realizó la zonificación del peligro sísmico del municipio de Actopan.

Figura 29. Peligro por sismos



Fuente: Elaboración propia.

5.1.3. Inestabilidad de laderas

Los procesos gravitacionales o movimiento de materiales superficiales del terreno derivados de la inestabilidad de laderas incluyen entre otros los siguientes fenómenos: deslizamientos de roca o suelo, caídos o derrumbes y flujos.

La inestabilidad de laderas es un término amplio para definir el origen de cualquier tipo de movimiento de rocas o suelo ladera abajo. Las laderas son una forma del relieve muy común en diversas regiones del planeta y aunque usualmente parecen estáticas y estables, constituyen en realidad sistemas complejos en constante evolución.

En ocasiones pueden existir detonadores para que se genere un movimiento de materiales superficiales del terreno, estas incluyen a los sismos, erupciones volcánicas, precipitaciones intensas, actividades humanas, entre otras. Las causas más comunes de los deslizamientos de tierra son la saturación de agua de los materiales de la superficie como consecuencia de lluvias extremas y la modificación del relieve original realizado por el hombre.

La inestabilidad de laderas es un fenómeno complejo en el que intervienen factores de carácter interno y externo. Los factores de carácter interno se relacionan con las condiciones tectónicas, geológicas y geomorfológicas. En este sentido, la posición del municipio en la frontera de dos provincias fisiográficas y regiones geológicas, le confieren ciertas particularidades que explican la aparición de procesos naturales que pueden constituirse como un riesgo. Entre los factores externos se encuentran las condiciones climáticas (especialmente la precipitación), hidrológicas, la vegetación y el uso del suelo, los tipos de suelos y las actividades humanas. Todo este conjunto de elementos generan una serie de procesos de inestabilidad en laderas que son clasificados en

función de las velocidades de los movimientos de materiales superficiales, el tipo de materiales desplazados, la forma de su desplazamiento, el mecanismo de desprendimiento, entre otros.

La inestabilidad de laderas, como el nombre lo indica, tienen lugar en terrenos con pendientes elevadas, los terrenos planos solo pueden ser afectados cuando se encuentran próximos a las zonas montañosas por lo que pueden ser receptores de materiales provenientes de las partes altas.

Entre los factores antropogénicos que originan o incrementan la intensidad de estos procesos se encuentran los cortes verticales del terreno realizado en la construcción de vías de comunicación, la eliminación de la cobertura vegetal y las actividades pecuarias de carácter extensivo.

Los procesos gravitacionales pueden conllevar diversas afectaciones de acuerdo al sitio donde se desarrollan, a sus características y magnitud, entre las que se encuentran las siguientes:

- ✓ Desprendimientos de rocas y suelo en los taludes creados por la apertura de caminos y carreteras interrumpen las comunicaciones y representan un riesgo potencial para los vehículos que las transitan.
- ✓ Derrumbes de grandes proporciones han afectado a viviendas y construcciones emplazadas en laderas o al pie de estas.
- ✓ Flujos de rocas y detritos llegan a ocasionar la destrucción de edificaciones e infraestructura construida en el cauce seco de arroyos y en las zonas de inundaciones de los escurrimientos superficiales.

- ✓ Los procesos de reptación (creep) causan daños estructurales a cualquier tipo de edificación (cercas, vialidades, viviendas, equipamiento) localizado sobre una ladera.
- ✓ Movimientos complejos del tipo deslizamiento-flujo, pueden devastar grandes extensiones de zonas habitadas, cultivos o áreas naturales.

Diversas clasificaciones de los procesos de inestabilidad de laderas tienen como origen común la ruptura de una porción del subsuelo, con la dimensión suficiente para ocasionar una separación de los materiales superficiales, suelo, rocas, detritos, y su desplazamiento por efecto de la gravedad, ya sea resbalando sobre una superficie inclinada (de forma rápida o lenta), por flujo, vuelco o volteo, por derrumbe o caída libre (Lugo e Inbar, 2002).

La combinación de dos o más procesos de remoción en masa dan lugar a movimientos complejos, por ejemplo, un derrumbe que inicia en las márgenes de un valle fluvial puede transformarse en flujo al mezclarse con el agua del escurrimiento. Los procesos combinados son los que representan mayor peligro.

Los tres tipos de procesos asociados a la inestabilidad de laderas abordados en el presente Atlas se describen a continuación:

Deslizamientos de tierra. Movimiento que ocurre cuando un bloque de materiales se resbala sobre otro bloque subyacente. Se presenta cuando materiales poco consolidados están dispuestos sobre un estrato inclinado de materiales rígidos. La inclinación del sustrato sólido puede tener su origen en hundimientos diferenciales del terreno, fallas geológicas o procesos de plegamiento, principalmente. Estos movimientos se clasifican en lentos (*creep*) y rápidos.

Flujos: Movimiento ladera debajo de materiales sin consolidar que se comportan como un fluido, normalmente son flujos rápidos de materiales diversos: rocas, detritos, tierra o lodo.

Caídos o derrumbes. Los materiales del terreno que tienen un movimiento de caída libre se denominan caídos, estos tienen lugar en pendientes casi verticales del terreno, en escarpes o acantilados. Las pendientes sumamente altas de diversas formas de relieve pueden deberse a características geológicas o tectónicas (origen de una geoforma, fallas geológicas) o bien por la modificación de la pendiente original por la construcción de edificaciones o creación de infraestructura. Un derrumbe es el movimiento rápido de un bloque coherente de material del terreno, cuyo desplome puede deberse por ejemplo al trabajo erosivo de las corrientes fluviales en las márgenes de los cauces o por la saturación de agua del material superficial de una ladera.

La inestabilidad de laderas se encuentra entre los fenómenos más recurrentes en el municipio de Actopan lo cual representa un peligro tanto para la población como para sus bienes materiales. Deslizamientos de tierra y rocas, derrumbes y flujos ocurren en las áreas montañosas y de lomeríos del municipio, ocasionando daños a la infraestructura e interrupción de las comunicaciones.

Inestabilidad de laderas (Deslizamientos de tierra)

La evaluación del grado de amenaza por eventos por deslizamientos de tierra se realizó a través de la adaptación del método indirecto descrito en UNESCO (2000), el cual define en principio una serie de componentes territoriales, los cuales son analizados de forma separada en primera instancia, en función de sus propiedades e incidencia en la inestabilidad de laderas, y posteriormente procesados de manera integral, ponderados y combinados para identificar áreas donde existen coincidencias

espaciales de características que favorezcan o no el desarrollo de estos fenómenos.

La información utilizada en este modelo incluyó los siguientes mapas temáticos:

Geología

Suelos

Pendientes

Densidad de disección

Amplitud del relieve

Vegetación y uso del suelo

Precipitación

Cada mapa individual fue analizado y se asignó un valor numérico a cada una de sus categorías de acuerdo a su importancia relativa en la generación o desencadenamiento de estos fenómenos. Asimismo, los diversos temas involucrados en el análisis fueron a su vez ponderados de acuerdo a su grado de influencia como componente del sistema territorial relacionado con la inestabilidad de laderas, donde los valores más altos corresponden a la mayor influencia que puedan ejercer en el aceleramiento de mecanismos de aparición y desarrollo de deslizamientos, flujos o derrumbes.

Finalmente, los mapas fueron integrados a través de herramientas de sistemas de información geográfica, reclasificados y se establecieron 5 categorías de grado de peligro: Muy bajo, Bajo, Moderado, Alto y Muy alto-

El resumen de pasos realizados para obtención del mapa final de peligro por inestabilidad de laderas son los siguientes:

- Definición de la información temática requerida para la modelación de las amenazas derivadas de la inestabilidad de laderas.
- Asignación de pesos a las categorías de cada mapa temático.
- Asignación de pesos a los mapas temáticos.
- Transformación de mapas temáticos a mapas de pesos a través de un proceso de reclasificación.
- Combinación de todos los mapas de pesos mediante funciones de sobreposición para generar el mapa de amenazas por deslizamientos, flujos y derrumbes.
- Validación y/o ajuste del modelo.
- Reclasificación del mapa final de deslizamientos.

El mapa obtenido a partir de este modelo fue verificado y complementado con base a la información recopilada y observaciones en campo.

Imagen 8. Asentamientos en terrenos de pendiente elevada generan inestabilidad de laderas



Fotografía tomada en trabajo de campo (San Andrés Tianguistenco)

Imagen 9. Asentamientos en terrenos de pendiente elevada generan inestabilidad de laderas



Fotografía tomada en trabajo de campo (San Andrés Tianguistenco)

En Actopan, este fenómeno se presenta en la zona norte y noreste así como en una pequeña franja al sur de la localidad Chicavasco. La inestabilidad de laderas está influenciada por las características estructurales del área de estudio (intenso fallamiento y fracturamiento), a la presencia de sismos (locales y regionales), características morfométricos (valles profundos y laderas inclinadas lo cual le confiere una elevada energía del relieve), pendientes del terreno altas (algunas laderas de la sierra de Actopan tienen inclinaciones que superan los 30 grados).

En este contexto, entre los sitios más sensibles a estos fenómenos, se encuentran las áreas de topografía accidentada, concretamente en los terrenos fuertemente inclinados de las valles aluviales de los ríos Las Milpitas, Shente, Gualulo y Amajac. El grado de peligro muy alto se ubica también en al laderas del cerro Tordillo. Comprenden morfología de montañas y valles fluviales en materiales volcánicos de composición Toba

andesítica-dacítica pero especialmente en la vertiente de la Sierra Madre Oriental compuesta de materiales calcáreos.

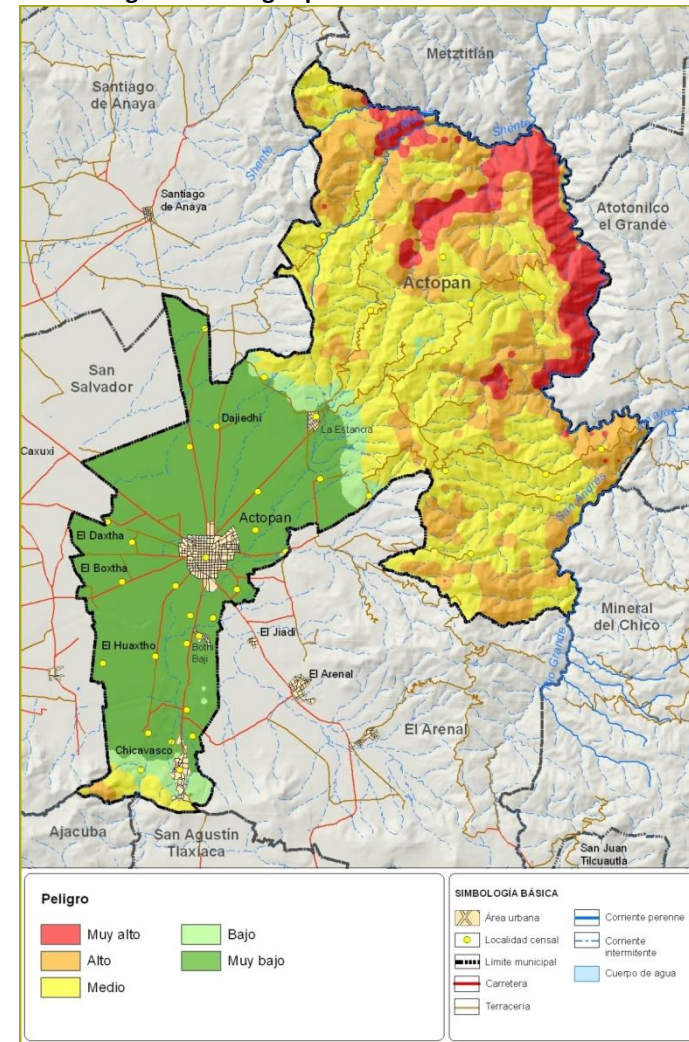
El grado de peligro alto, abarca áreas próximas a la categoría anterior, en elevación situadas al sur del río Shente y del río Las Mecas, en Cerro Alto, al norte y poniente de la comunidad La Escoba, inmediaciones de Benito Juárez, Cerro El Águila, una amplia zona sitiada al oriente de la localidad Plomosas y en áreas adyacentes a Mesa Chica, Cerro Grande, Cerro Corona, entre otras. Al sur, en el cerro Peña El Gallo.

El grado de peligro medio, comprende prácticamente el resto de las áreas montañosas no incluidas en las dos categorías anteriores. Cubre importantes superficies próximas a las siguientes localidades: El Shente, Las Mecas, Saucillo, Plomosas, El Apartadero, La Escoba, Benito Juárez, Tierras Coloradas, El Paje, Santa María Magdalena, El Paraje y Manzana de Golondrinas.

Como áreas de peligro bajo, se tienen a las zonas de transición entre montañas y llanuras: pie de monte, lomeríos y elevaciones bajas al norte de La Estancia, Xideje, La Manzana Segunda de Magdalena, Segunda Manzana de Chicavasco y una gran parte del poblado Chicavasco.

Finalmente, las zonas poco susceptibles a inestabilidad de laderas comprenden la parte central del municipio, incluyendo los principales asentamientos humanos como son la cabecera municipal, La Estancia, Dajiedhi, El Daxtha, El Boxtha, Bothi Baji, El Huaxtho, entre otras.

Figura 30. Peligro por inestabilidad de laderas



Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Flujos

De manera conjunta, las pendientes de terreno altas asociadas a fuertes lluvias, dan lugar a flujos de lodo y flujos de escombros. Estos se manifiestan en laderas abruptas y a través de los cauces fluviales. Su principal riesgo radica en la velocidad y volumen que pueden alcanzar estos flujos pudiendo destruir o causar daños graves a diferentes tipos de infraestructura y cubrir grandes distancias. En el municipio, se encontró solo una evidencia de la ocurrencia de un flujo de detritos que destruyó una obra de infraestructura. En la comunidad Benito Juárez, las intensas lluvias generadas por los huracanes Manuel e Ingrid (Septiembre del 2013), generaron una fuerte acumulación de agua y diversos materiales acarreados por esta, haciendo insuficiente la capacidad del tubo de drenaje del puente, lo cual derivó en la sobrecarga de la infraestructura y su posterior destrucción. Este evento en particular constituyó un movimiento rápido de una mezcla en donde se combinaron suelos sueltos, fragmentos de rocas, vegetación con aire y agua entrampados, que formó una masa viscosa la cual fluyó pendiente abajo.

Imagen 10. Puente destruido por flujo de detritos y lodo



Fotografía tomada en trabajo de campo (Benito Juárez)

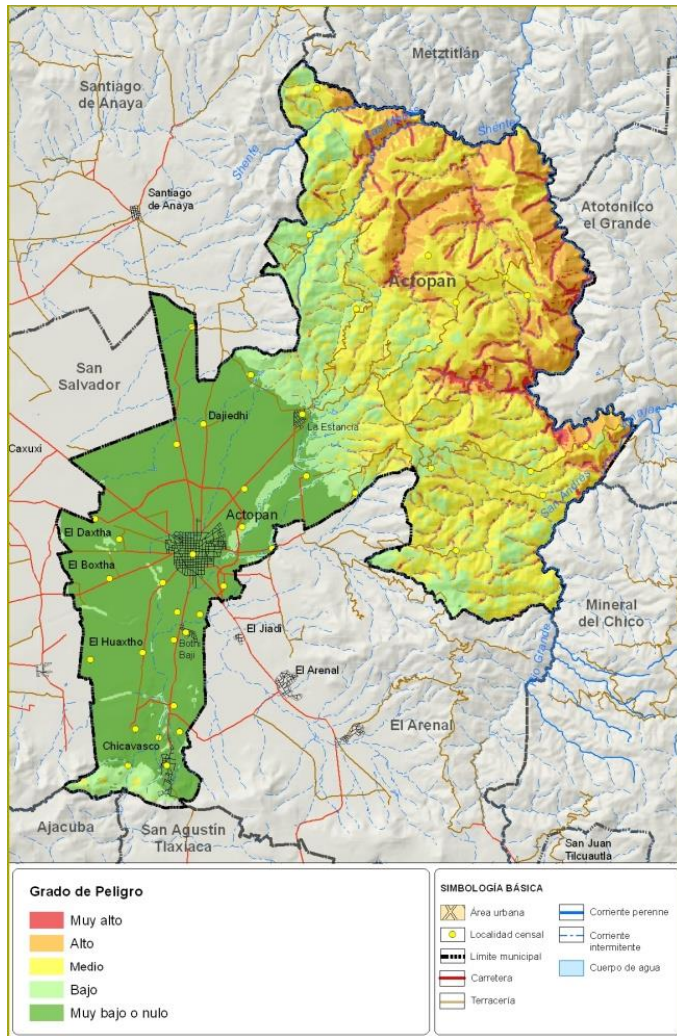
En Actopan, esta modalidad de flujos constituye una amenaza potencial en los valles erosivos formados por corrientes superficiales permanentes e intermitentes, con fuertes pendientes longitudinales, especialmente aquellos que han formado valles escarpados, lo cual puede dar lugar al desarrollo de derrumbes. Su afectación incluye tanto las áreas del cauce que cubren las avenidas atípicas, las riveras del mismo y los terrenos donde disminuye la pendiente y es depositada la carga de los escurrimientos. Por lo tanto, las zonas donde está presente la amenaza por flujos de detritos, se localizan en el norte del municipio, en la sierra de Actopan, en las comunidades de Plomosas, El Apartadero, Benito Juárez, Tierras Coloradas, El Shente, Las Mecas, Saucillo, Tierras Coloradas, La Escoba, Manzana de Golondrinas, Mesa Chica, San Andrés Tianguistengo, Santa María Magdalena y el Paraje.

Imagen 11. Flujo de detritos en valle fluvial (Localidad de Benito Juárez)



Fotografía tomada en trabajo de campo (Benito Juárez)

Figura 31. Peligro por flujos



Fuente: Elaboración propia.

Se describe en el apartado de Inestabilidad de laderas.

5.1.5 Caídos o Derrumbes

La caída de suelo y bloques rocosos es uno de los fenómenos más recurrentes en el municipio de Actopan, además de la topografía accidentada, esta amenaza se intensifica por la apertura de vías de comunicación (carreteras pavimentadas, terracerías y brechas), que conducen a las comunidades distribuidas por toda la sierra.

Los cortes en las laderas necesarios para nivelar el terreno, requeridos en la apertura de caminos, originan la formación de escarpes y le proporcionan una alta inestabilidad a los materiales superficiales. Es común la afectación de vías de comunicación por derrumbes y desprendimientos de rocas, asimismo, en algunos sitios, especialmente en la intersección de caminos con barrancas o cañadas, la propia vía construida está en una situación tan precaria que el paso constante de vehículos puede ocasionar derrumbes en pendiente abajo de los sitios donde está emplazada.

En la elaboración del mapa de peligros fueron consideradas la ubicación de carreteras y caminos en terrenos con pendientes de fuertes a severas (mayores a 15 grados) que pueden dar lugar a movimientos abruptos del terreno, así como los tipos de rocas y unidades de suelos. En gran parte de la sierra, los materiales altamente deleznablees como son las tobas y brechas contribuyen a la intensificación de este fenómeno y por lo tanto al grado de peligro. Las zonas de mayor peligro coinciden con la ubicación de diversos tramos carreteros construidos en terrenos inclinados, así como en laderas y valles erosivos de la sierra de Actopan. Al sur de Chicavasco, el riesgo por derrumbes y caídos es relativamente menor.

Imagen 12. Vivienda en riesgo por derrumbes



Fotografía tomada en trabajo de campo (San Andrés Tianguistenco)

Imagen 14. Caídos en la carretera



Fotografía tomada en trabajo de campo (Tierras Coloradas)

Imagen 13. Derrumbes en laderas inestables por la apertura de caminos



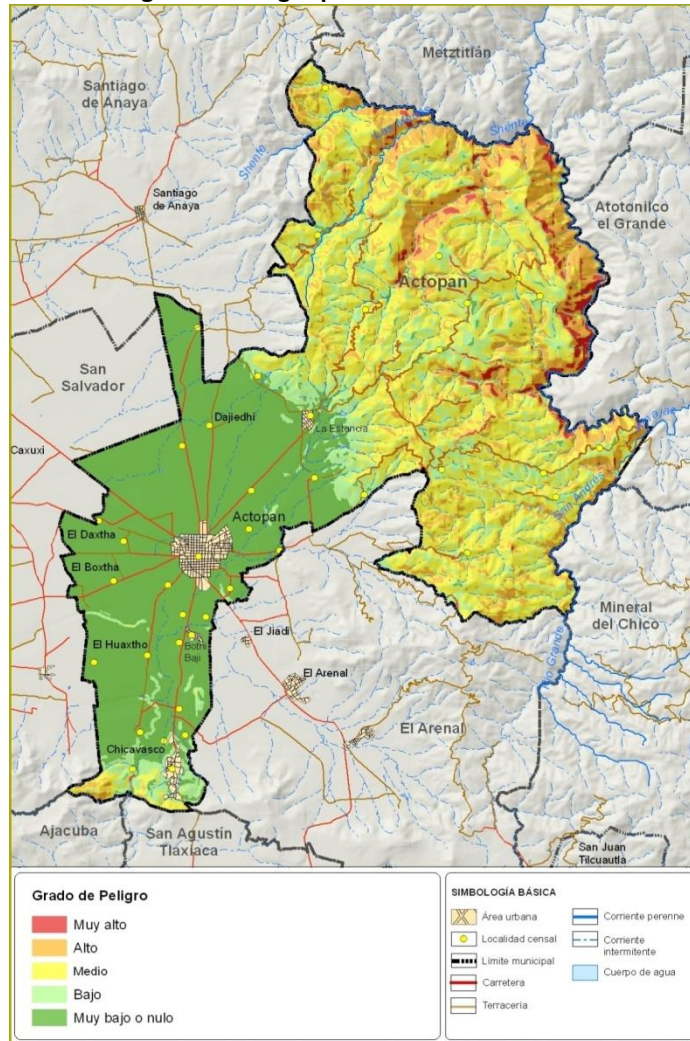
Fotografía tomada en trabajo de campo (El Saucillo)

Imagen 15. Riesgo de derrumbe en carretera



Fotografía tomada en trabajo de campo (Tierras Coloradas)

Figura 32. Peligro por Caídos o Derrumbes



Fuente: Elaboración propia.

5.1.6 Hundimientos y Subsistencia

Los hundimientos son movimientos de la superficie terrestre donde predomina el sentido vertical, a diferencia de los procesos asociados a la inestabilidad de laderas, estos tienen lugar en terrenos con poca o nula inclinación. De acuerdo a los mecanismos que dan origen a los hundimientos, pueden ser movimientos rápidos o lentos. Usualmente a los movimientos rápidos se les conoce como colapsos y a los lentos que cubren grandes extensiones como subsidencias. Los hundimientos a escalas regionales se manifiestan por el descenso de la superficie del terreno en una determinada área o región (CENAPRED, 2007),

Entre las causas de las subsidencias se encuentran las siguientes:

- ✓ Reajustes de la superficie terrestre por isostasia, es decir, movimientos verticales litosféricos derivado de la búsqueda de equilibrio entre la densidad de bloques de rocas.
- ✓ Como respuesta a esfuerzos tectónicos distensivos por ejemplo ante la formación de fosas tectónicas o graben en presencia de fallas geológicas.
- ✓ Las variaciones en el nivel freático o en las condiciones de humedad del suelo por ejemplo como consecuencia de la explotación excesiva de acuíferos, es decir, por la extracción de agua del subsuelo (CENAPRED, 2007).
- ✓ A nivel local, los hundimientos pueden también estar relacionados con la existencia de huecos o cavidades derivadas de la extracción de materiales por actividades mineras, obras subterráneas, erosión interna o procesos de erosión kárstica.

Por otro lado, los colapsos usualmente implican el fallo de una estructura geológica que conlleva al desplome de los materiales situados sobre ella. En este sentido, los colapsos se originan a partir de la existencia de cavidades en el subsuelo. El origen de cavidades como se ha mencionado, obedece a procesos antrópicos y naturales tales como actividades mineras, explotación de acuíferos, obras subterráneas y la disolución de materiales kársticos.

En el municipio de Actopan, no se advierten las condiciones que dan origen a hundimientos (subsidiencias y colapsos) a excepción de las formaciones kársticas.

En la región donde se asienta el municipio de Actopan, no existe sobreexplotación de mantos acuíferos, de acuerdo a información sobre disponibilidad de agua subterránea de la Comisión Nacional del Agua, los acuíferos Actopan-Santiago de Anaya y Amajac tienen una condición de subexplotación (DOF, 2007; DOF, 2011).

Los procesos kársticos se desarrollan en formaciones de rocas carbonatadas. Este tipo de rocas tienen la propiedad que pueden ser disueltas naturalmente por la circulación del agua subterránea, creando espacios y cavernas subterráneas.

En el municipio, la región norte-noreste de la Sierra de Actopan está compuesta por rocas calizas de edad mesozoica. En el terreno es evidente la expresión morfológica del modelado kárstico por ejemplo por la presencia de lapiaz producto de la disolución superficial de la caliza y por la profundidad de valles erosivos sobre estos materiales, es especial el cañón formado por los ríos Shente y Amajac. En general, dadas las fuertes pendientes que predominan en la región, el agua superficial tiene a escurrir lo cual disminuye la posibilidad de la erosión subterránea. El principal trabajo erosivo se advierte en los cauces de las corrientes fluviales.

Imagen 16. Sitio susceptible a peligro por inundaciones fluviales



Fotografía tomada en trabajo de campo (Zona frecuentada por campistas, grutas en el paraje Puente de Dios)

Aun cuando en el municipio están presentes algunos de los procesos que pueden dar origen a agrietamientos en el terreno, como son deslizamientos de tierra y las fallas geológicas, no fueron detectadas evidencias físicas de agrietamientos por lo cual se considera que este tipo de peligro natural está ausente del territorio municipal de Actopan.

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

5.2.1 Ondas cálidas y gélidas

El análisis de las temperaturas extremas cobra relevancia en los últimos tiempos por las tendencias mundial que se relacionan con el cambio climático. Si bien existe una tendencia al aumento de la temperatura, existen también alteraciones atmosféricas derivadas de este fenómeno que se manifiestan en periodos anormalmente fríos en algunas regiones.

El registro de temperaturas por arriba o por debajo de un umbral considerado como normal en un determinado sitio genera una serie de trastornos que van desde afectaciones a la salud humana hasta afectaciones socioeconómicas graves. Una gran cantidad de actividades humanas están influenciadas por el clima y por tanto, las condiciones meteorológicas extremas pueden tener una afectación directa en su desarrollo.

Ondas cálidas

Una onda cálida (también conocidas como olas de calor) es un periodo prolongado de calor excesivo, el cual puede o no estar acompañado de humedad, en comparación con los parámetros considerados normales de una determinada región.

Las ondas de calor pueden tener diversos orígenes, normalmente obedecen al registro de altos periodos de radiación favorecida por escasa nubosidad y humedad atmosférica. Algunos periodos de altas temperaturas atípicos pueden presentarse por actividad solar inusual.

Entre las principales consecuencias negativas de las ondas de calor pueden mencionarse las siguientes:

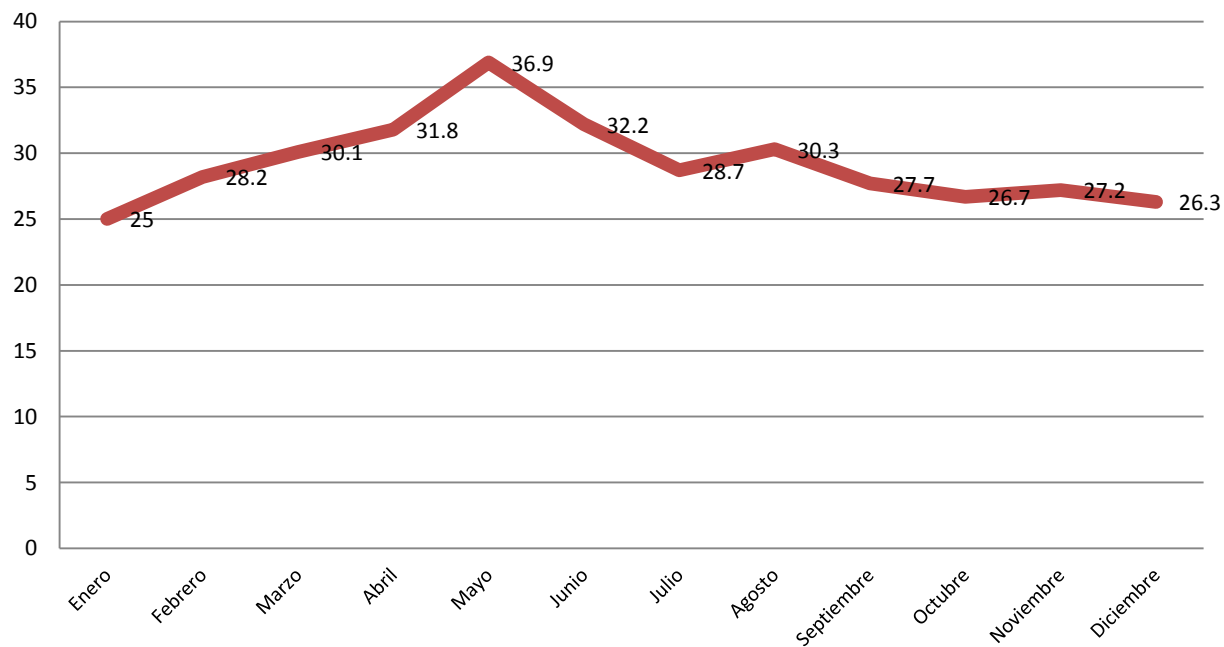
Alteraciones fisiológicas en el cuerpo humano. Cuando las personas son sobreexpuestas el calor, el cuerpo se esfuerza más allá de sus límites y tiende a manifestar procesos de adaptación como la sudoración para mantener la temperatura estable. En casos extremos el aumento de la temperatura corporal puede conducir a la muerte. Los niños, adultos mayores y personas con sobrepeso son los más vulnerables al calor extremo.

Sequía. Las ondas cálidas tienden a disminuir la disponibilidad de agua y por tanto, provocar periodos de sequía. Los impactos de este tipo de amenaza pueden consultarse en el apartado de sequías.

Proliferación de enfermedades infecciosas. Las altas temperaturas usualmente favorecen la reproducción de virus y bacterias, lo cual aunado a una menor disponibilidad de agua para la higiene, puede desencadenar en algunos tipos de enfermedades infecciosas.

El registro histórico de temperaturas máximas mensuales en la estación meteorológica 13060 Actopan arroja un valor de 36.9 grados, sin embargo en esta estación se han registrado valores históricos (en un día) de 47 grados.

Gráfica 8: Temperatura máxima mensual (°C)



Fuente: SMN. Normales climatológicas. Estación meteorológica 13060 Actopan

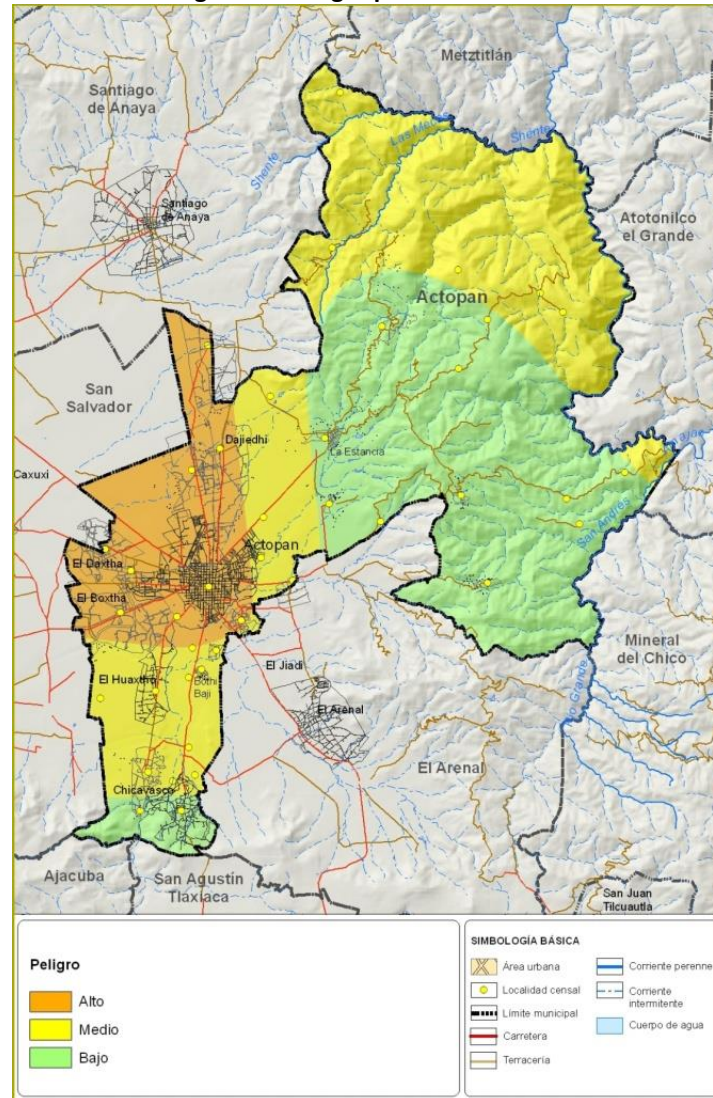
Tabla 33. Valores máximos históricos de temperatura (°C)

CLAVE	NOMBRE	5ene_tm ax	5feb_tm ax	5mar_tm ax	5abr_tm ax	5may_tm ax	5jun_tm ax	5jul_tm ax	5ago_tm ax	5sep_tm ax	5oct_tm ax	5nov_tm ax	5dic_tm ax	5max_ hr
13017	EL CHICO	28	30	34	38	38	35	33	27	27	27	28	30	38
13025	PROGRESO	30	33	40	40	36	39	33	35	38	34	32	29	40
13042	ZACUALTIPAN (SMN)	31	33	37	38	37.5	38	34	31	32	31	32	30	38
13050	ZACUALTIPAN (DGE)	29	28.5	32	36	33	30	27.5	30	30	27	28	25.5	36
13060	ACTOPAN	32	32.5	47	39	42	37	34	37	33	36	31	32	47
13069	EL MEZQUITAL	37	36	38	41	41	39	33	34	44	46	49	36	49

	KM. 150													
13071	EL TAJO	35	36	40.5	41	40	37.5	34	33	33	34	34	33	41
13077	METZTITLAN	37.5	38	44	42	41	42	38	40	38.5	38	39.5	39.5	44
13087	SAN CRISTOBAL	37	39	42	40.5	41	40	40	40.5	40	40	39	36	42
13093	VENADOS	38	39	43	45	45.5	42	37	37	38	41	40	37	45.5
13096	ATOTONILCO	29	32	34	39	36	34	29	27.5	28	30	30	30	39
13105	CARDONAL	38	39	43	44	44	43	41	38	38	38	39	39	44
13109	E.T.A. 385 SANTIAGO DE A	33	36	35	39	39	37	34	37	37	46.5	33	36	46.5
13112	MINERAL DEL CHICO	28	29	30	33	34	31	29	29	26	29	26	27	34
13120	CAPULA	30	34	35	37	39	36.5	39	35	37	37	37	34	39
13121	SANTA MARIA AMAJAC	35	35	38	38	39	37	39	39	35	34	38	34	39
13150	EL CEREZO	29	30	35	37	37	40	36	35	34	33	30	28	40
13151	EL ENCINO	31	33.5	36.5	36	37	35	31	32	31.5	36	35	28	37
13154	MAGDALENA	23	26	29	32	35	35	27	25	24	32	42	25	42
13160	TORNACUXT LA	29.5	31	33.5	35	33.5	32	29.5	29	28	30	29.5	28.5	35

Fuente: SMN. Normales climatológicas. Estación meteorológica 13060 Actopan

Figura 34. Peligro por ondas cálidas



Fuente: Elaboración propia

Localmente, a partir de datos climáticos de las estaciones de la región, se identifican las zonas más propensas a presentar valores altos de temperaturas, los cuales se localizan en la cabecera municipal y sus alrededores, el peligro más bajo corresponde a las zonas montañosas del sur de Chicavasco y centro oriente de la sierra de Actopan, el resto del municipio presente un grado de amenaza medio.

Ondas gélidas

Una onda gélida es un período prolongado de frío excesivo o la incursión repentina de masas de aire muy frío normalmente en zonas extensas. Las ondas gélidas usualmente van acompañadas de heladas y en algunos sitios de nevadas.

Los orígenes de las olas de frío obedecen a procesos atmosféricos globales y regionales, tales como la circulación general de la atmosfera o la pérdida de calor de la superficie por radiación hacia la atmosfera cuando los días son más cortos y las noches más largas. En Actopan, como en gran parte del centro del país, las ondas gélidas inciden en la época fría del año (otoño e invierno) a causa de las masas polares y frentes fríos que se desplazan desde el norte del continente, ocasionando bruscos descensos de temperatura.

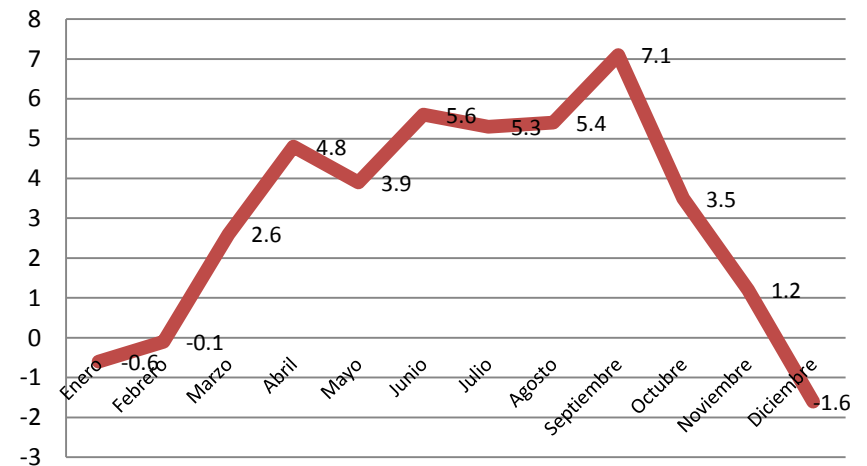
Las ondas gélidas y los fenómenos meteorológicos que conllevan, pueden causar varios problemas principalmente en la salud de la población, así como en la agricultura, la infraestructura y las propiedades. El efecto más perceptible es el incremento de enfermedades respiratorias y el entorpecimiento de las comunicaciones, en virtud de que los caminos y otros tipos de

infraestructura de transporte se hacen inseguros por la presencia de nieve o hielo.

Las bajas temperaturas es uno de los peligros mayormente percibidos por la población municipal. Dado su carácter regional, prácticamente todo el territorio municipal es proclive a esta amenaza.

El mapa de peligro de ondas gélidas se elaboró a partir del análisis de los valores de temperatura mínimos promedio mensuales y los valores mínimos históricos registrados en cada una de las estaciones. El mapa final muestra la clasificación del territorio en dos grados de peligro: medio y bajo.

Gráfica 9 Temperatura mínima mensual (°C)



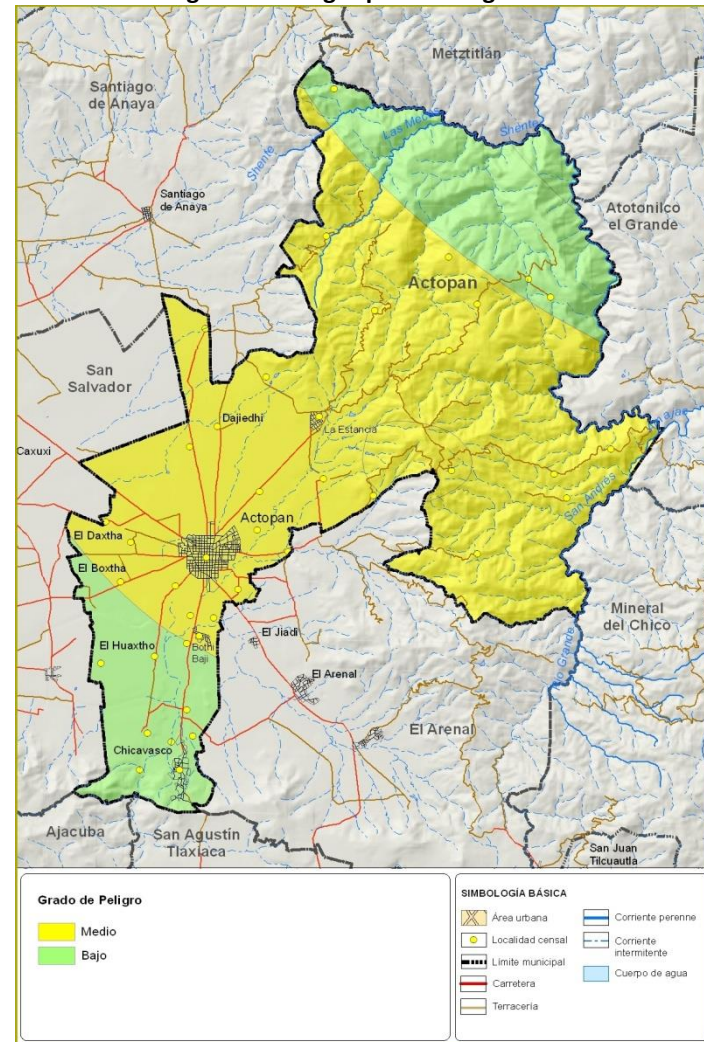
Fuente: SMN. Normales climatológicas. Estación meteorológica 13060 Actopan

Tabla 34. Temperaturas mínimas extremas mensuales en estaciones meteorológicas del entorno de Actopan

CLAVE	NOMBRE	Temp. Mínima Mensual
13017	El Chico	-0.8
13025	Progreso	-0.3
13042	Zacualtipán (SMN)	-5.6
13050	Zacualtipán (DGE)	-1.1
13060	Actopan	-2.5
13069	El Mezquital km. 150	-0.8
13071	El Tajo	5.4
13077	Metztitlan	1
13087	San Cristóbal	1.7
13093	Venados	1.1
13096	Atotonilco	0.1
13105	Cardonal	-0.3
13109	E.T.A. 385 Santiago de Anaya	-2.5
13112	Mineral del Chico	-2.3
13120	Capula	-1
13121	Santa María Amajac	-1.9
13150	El Cerezo	-3.1
13151	El Encino	-2
13154	Magdalena	-3.2
13160	Tornacuxtle	-1.4

Fuente: SMN. Normales climatológicas

Figura 35. Peligro por ondas gélidas



Fuente: Elaboración Propia

La incidencia de ondas gélidas en el territorio municipal es mayor en la porción sur de la sierra de Actopan y en el centro del municipio, en las comunidades de El Saucillo, El Apartadero, Plomosas, Las Mecas y más al oriente en Manzana Las Golondrinas, El Paraje, Mesa Chica, Santa María Magdalena, San Andrés Tianguistengo, y en la planicie desde La Estancia hasta las comunidades de El Boxtha, El Daxtha y Bothi Baji, incluyendo la cabecera municipal. En las comunidades Benito Juárez, Tierras Coloradas, El Shente y Chicavasco y El Huaxtho en el sur, el peligro por este fenómeno es más bajo.

5.2.2 Sequías

Las sequías son fenómenos climáticos que evolucionan lentamente y se extienden por largos periodos de tiempo, a diferencia de otros fenómenos meteorológicos más violentos y repentinos (Hubp e Inbar, 2002), se caracteriza por precipitaciones menores al promedio, causando escasez de agua para los seres humanos, animales y plantas.

El origen de las sequías se relaciona con las alteraciones en la circulación general de la atmósfera como el fenómeno de “El Niño”, cambios en las presiones atmosféricas, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos, modificaciones en la cantidad de luz solar reflejada en la superficie de la Tierra, así como incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono en la atmosfera, que a su vez ocasionan variaciones espacio-temporales en las precipitaciones. A nivel regional, la cantidad de precipitación y humedad son afectadas por la orografía, continentalidad, vegetación y uso del suelo, entre otros factores.

Existen áreas específicas de la Tierra que por su localización geográfica son más propensas a presentar este fenómeno, interviene su latitud ya que a partir de la línea de ecuador hacia

los polos se presentan en forma alternada franjas de baja y alta presión atmosférica. Por los vientos secos descendientes, las áreas cercanas al paralelo 30° de latitud norte y sur, se caracterizan por la escasez de lluvias lo cual propicia un ambiente manifiestamente más seco. A su vez también interviene el tipo de cobertura vegetal que presente la zona, el uso del suelo y la orografía.

En torno a la temática de sequía, se han desarrollado diferentes enfoques de estudio así como diversas definiciones:

Sequía Meteorológica: se manifiesta cuando la lluvia registrada es menor al promedio en un periodo de tiempo.

Sequía Hidrológica: se manifiesta cuando los escurrimientos subterráneos o superficiales están por debajo del promedio en un periodo de tiempo.

Sequía Agrícola: se manifiesta cuando la humedad en el suelo no es suficiente para producir una cosecha en un periodo de tiempo.

Sequía Urbana: se manifiesta en los territorios por una deficiente planificación en los abastecimientos urbanos de agua.

Los principales efectos de la sequía son la sed y el hambre, en casos extremos puede incluso causar la muerte de animales, plantas y seres humanos por deshidratación o a consecuencia de enfermedades gastrointestinales. Los efectos de las sequías se pueden percibir en el sector social y económico, donde encontramos pérdida de cosechas o de ganado, también crea escases en la disponibilidad de agua para el consumo humano e industrial, lo cual puede reflejarse en una disminución de la producción industrial y una reducción del poder adquisitivo de la población.

Asimismo, crea pérdidas económicas fuertes que provocan la migración de la fuerza de trabajo hacia otras regiones, retrasando el nivel de vida de la zona.

Otras consecuencias que trae la sequía es la erosión de los suelos y los incendios forestales.

México no es ajeno al problema de las sequías, de hecho, gran parte de nuestro país se localiza en la franja de latitud donde se presentan los climas más secos de la tierra, la cual se caracteriza por lluvias escasas y altos niveles de radiación solar. La aparición de periodos anormalmente secos fue reconocida desde la época prehispánica (Hernández, et al. 2000; Méndez, 2010).

En la República Mexicana las zonas afectadas por sequías históricas (CENAPRED, 2002), comprenden todo el norte del país, gran parte de la meseta central, prolongándose hacia el sur hasta las costas de los estados de Oaxaca y Guerrero.

El municipio de Actopan, se localiza en zonas afectadas por las sequías de los periodos 1960 – 1964, 1970 – 1978 y 1993 – 1996 y 1998. Datos más recientes del programa Monitor de Sequía de América del Norte (*North American Drought Monitor, NA-DM*), ayudan a identificar periodos anormalmente secos en el año 2003, anormalmente secos y con sequía moderada en el año 2006 y, anormalmente secos, con sequía moderada y severa en el 2011.

Gráfica 10: Registro mensual de presencia de sequía en el territorio de Actopan

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ags	Sep	Oct	Nov	Dic
2013												
2012												
2011												
2010												
2009												
2008												
2007												

2006												
2005												
2004												
2003												
2002												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ags	Sep	Oct	Nov	Dic

Tipo de sequía



Fuente: Elaborado a partir de North American Drought Monitor, NA-DM.
<http://www.ncdc.noaa.gov>

La descripción de la clasificación del programa NA-DM para medir la intensidad de la sequía es la siguiente (www.drought.gov):

Anormalmente Seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.

Sequía Moderada (D1): Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.

Sequía Severa (D2): Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.

Sequía Extrema (D3): Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.

Sequía Excepcional (D4): Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

Con base a la información reportada, Actopan presenta en la mayoría de los periodos anormalmente secos, algunos meses con sequía moderada y en tres casos existió sequía severa, no se reportan casos de sequía extrema o excepcional (tabla 33).

En la mayoría de los casos, el tipo de sequía fue de carácter hidrológico y agrícola de corto periodo (duración inferior a seis meses).

La sequía hidrológica se presenta cuando existe déficit de agua en los escurrimientos superficiales o en el subsuelo, con respecto a

un valor promedio o umbral. Por otro lado, la sequía agrícola ocurre cuando el nivel de humedad en el suelo es insuficiente para satisfacer las necesidades de un cultivo, lo cual se puede manifestar por un menor o nulo desarrollo vegetativo y traducirse finalmente en bajo rendimiento de cultivos. Estos tipos de sequía producen usualmente estrés hídrico en la vegetación y afectan por tanto a la productividad de cultivos así como a las asociaciones florísticas.

Ambos tipos de sequías son precedidas por la sequía meteorológica, la cual se presenta cuando la precipitación acumulada durante un cierto periodo de tiempo, está significativamente por debajo de lo normal o de un umbral específico, es decir, la cantidad de lluvia es inferior al promedio de las precipitaciones registradas en dicho periodo o que un valor específico de la precipitación.

En los últimos meses del año 2011, en virtud de los largos periodos de sequía a través del año, se sequía se consideró de largo plazo, es decir, las afectaciones a los cultivos y a la vegetación natural se intensifican. La población municipal refiere la pérdida de cultivos de temporal, principalmente en la parte norte del municipio.

Tabla 35. Registro mensual de presencia de sequía en el territorio de Actopan

Mes / Año	Intensidad de sequía	Tipo de sequía/observaciones
Noviembre del 2002	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Hidrológica
Diciembre del 2002	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Hidrológica
Enero del 2003	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Hidrológica
Febrero del 2003	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Hidrológica
Marzo del 2003	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Hidrológica
Abril del 2003	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Hidrológica
Mayo del 2003	Anormalmente seco	Hidrológica
Enero del 2005	Anormalmente seco	Agrícola

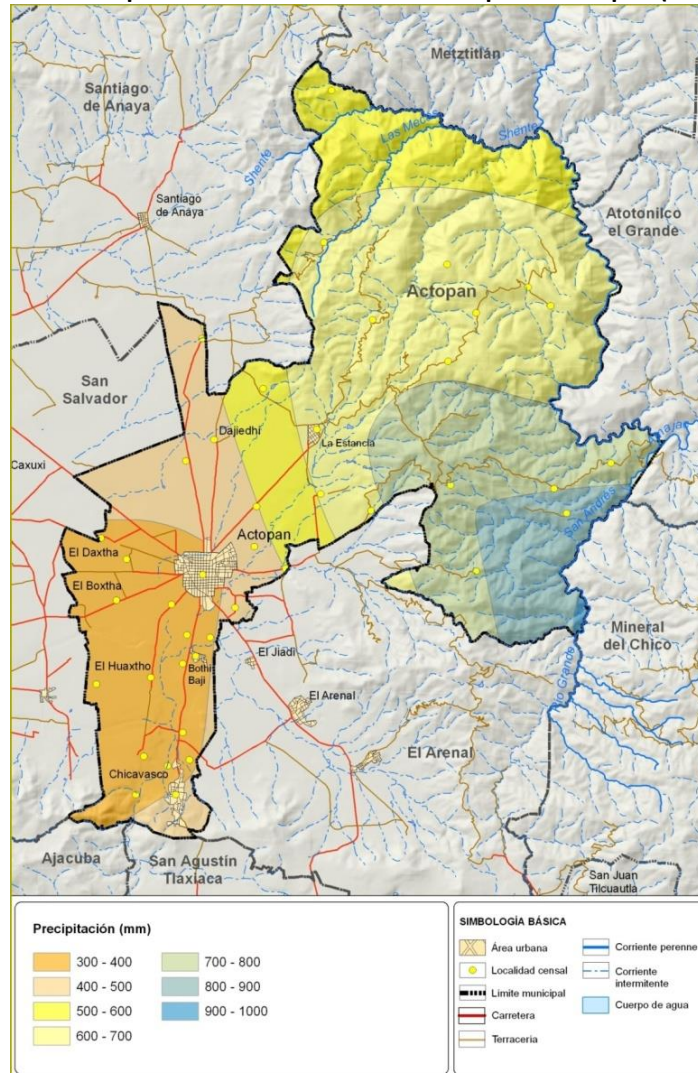
Julio del 2005	Anormalmente seco	Agrícola/ Hidrológica
Septiembre del 2005	Anormalmente seco	Agrícola
Diciembre del 2005	Anormalmente seco	Agrícola/ Hidrológica
Enero del 2006	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Agrícola
Febrero del 2006	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Agrícola
Marzo del 2006	Moderada	Agrícola/ Hidrológica
Abril del 2006	Moderada	Agrícola/ Hidrológica
Mayo del 2006	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Hidrológica
Junio del 2006	Anormalmente seco y Moderada	Delimitada por impactos dominantes/ Hidrológica
Julio del 2006	Anormalmente seco	Agrícola/ Hidrológica
Noviembre del 2006	Moderada	Agrícola/ Hidrológica
Diciembre del 2006	Anormalmente seco	Agrícola/ Hidrológica
Enero del 2007	Anormalmente seco y Moderada	Agrícola/ Hidrológica
Mayo del 2008	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Agrícola/ Hidrológica
Junio del 2008	Anormalmente seco	Delimitada por impactos dominantes/ Hidrológica
Junio del 2009	Anormalmente seco	Agrícola/ Hidrológica
Julio del 2009	Anormalmente seco	Agrícola/ Hidrológica
Agosto del 2009	Moderada	Agrícola / Hidrológica
Marzo del 2011	Anormalmente seco	Agrícola/ Hidrológica
Abril del 2011	Moderada y Severa	Hidrológica
Mayo del 2011	Severa	Agrícola / Hidrológica
Junio del 2011	Severa	Agrícola / Hidrológica
Julio del 2011	Moderada	Agrícola / Hidrológica
Agosto del 2011	Moderada	Agrícola / Hidrológica
Octubre del 2011	Anormalmente seco	Largo plazo, por lo general mayor a 6 meses/corto plazo, por lo general menor a 6 meses
Noviembre del 2011	Anormalmente seco	Largo plazo, por lo general mayor a 6 meses (por ejemplo, la hidrología, la ecología)
Diciembre del 2011	Anormalmente seco	Largo plazo, por lo general mayor a 6 meses (por ejemplo, la hidrología, la ecología)
Enero del 2012	Anormalmente seco	Corto plazo, por lo general - 6 meses (por ejemplo, la agricultura, los pastizales)
Marzo del 2013	Anormalmente seco	Corto plazo, por lo general - 6 meses (por ejemplo, la agricultura, los pastizales)
Abril del 2013	Anormalmente seco	Corto plazo, por lo general - 6 meses (por ejemplo, la agricultura, los pastizales)
Mayo del 2013	Anormalmente seco y Moderada	Corto plazo, por lo general - 6 meses (por ejemplo, la agricultura, los pastizales)

Fuentes:: North American Drought Monitor, NA-DM. <http://www.ncdc.noaa.gov>

El municipio de Actopan se encuentra en la zona de transición entre climas secos y semicálidos y los climas templados. En periodos de sequía, el problema de disponibilidad de agua para consumo y actividades humanas se vuelve más crítico en los climas secos.

Actopan registra valores de precipitación que fluctúan entre 300 y 1000 mm anuales (ver figura de isoyetas), las cuales se incrementan en dos patrones bien definidos, uno sur-noreste y un segundo de dirección norte-sureste.

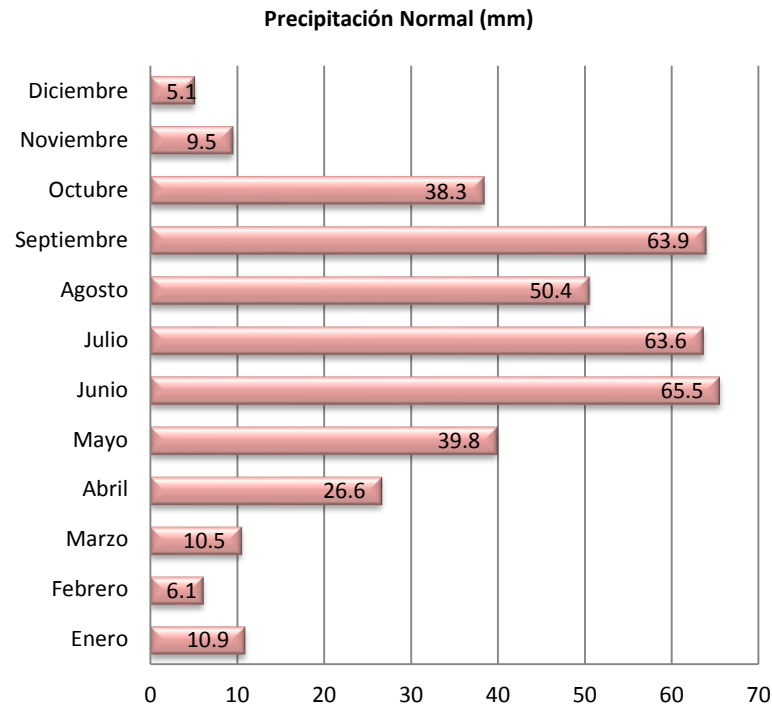
Figura 36. Precipitación media anual del municipio de Actopan (Isoyetas)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SMN. Normales Climatológicas.

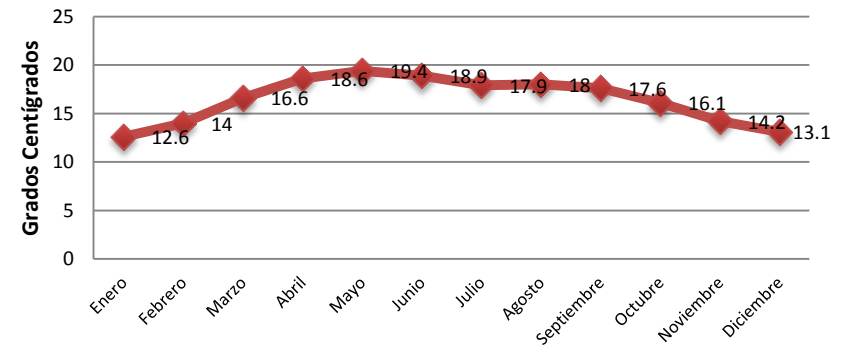
Debido a la distribución de los volúmenes de precipitación en Actopan, se aprecia la baja disponibilidad de agua en el centro y sur del municipio, lo cual lo hace especialmente susceptible a las sequías.

Gráfica 11: Precipitación media mensual (Estación meteorológica 13060 Actopan)



Fuente: SMN. Normales climatológicas

Gráfica 12: Temperatura media mensual (°C)



Fuente: SMN. Normales climatológicas. (Estación meteorológica 13060 Actopan)

Tabla 36. Valores medios de precipitación y temperatura

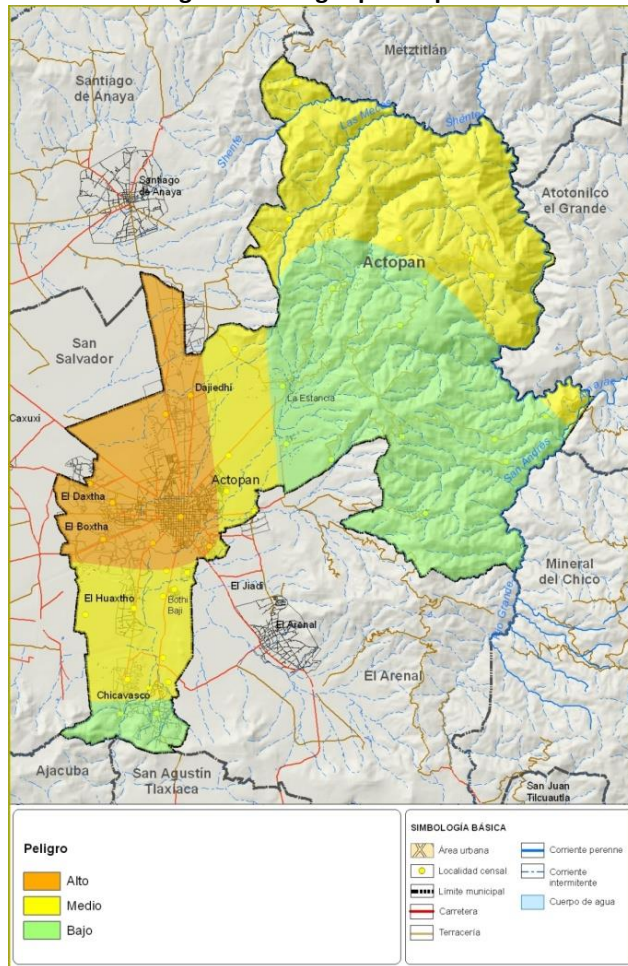
Mes	Temperatura (grados centígrados)	Precipitación (mm)
Enero	12.6	10.9
Febrero	14.0	6.1
Marzo	16.6	10.5
Abril	18.6	26.6
Mayo	19.4	39.8
Junio	18.9	65.5
Julio	17.9	63.6
Agosto	18.0	50.4
Septiembre	17.6	63.9
Octubre	16.1	38.3
Noviembre	14.2	9.5
Diciembre	13.1	5.1

Fuente: SMN. Normales climatológicas. Estación meteorológica 13060 Actopan

A partir de los datos de sequías publicados por CENAPRED (CENAPRED, 2002), del análisis de los mapas del programa NA-DM (<http://www.ncdc.noaa.gov>), datos de altitud del terreno e información climática del servicio meteorológico nacional

(smn.cna.gob.mx/) e INEGI, se llevó a cabo la zonificación del territorio municipal en función del grado de peligro a la presencia de sequías.

Figura 37. Peligro por sequías



Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Heladas

Se define como un fenómeno climático en donde desciende la temperatura ambiente a niveles muy por debajo de los 0°C esto hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele, concentrándose en forma de hielo en las superficies.

Las causas por las que se ocasionan las heladas se debe a fenómenos meteorológicos tales como la circulación general de la atmósfera, nubosidad densa, pérdida de calor del suelo por radiación hacia la atmósfera cuando los días son más cortos y las noches más largas y la humedad atmosférica abundante. Básicamente ocurren cuando en un lapso de 12 horas la temperatura del aire húmedo cercano a la superficie de la Tierra desciende a 0°C.

Clasificación de los tipos de heladas (CENAPRED, 2001):

*Origen climatológico:

- ▲ Heladas por Advección: pueden tener vientos mayores de 15km/h y sin inversión térmica.
- ▲ Heladas por Radiación: suceden cuando desciende el aire húmedo y se concentra en las partes más bajas esto ocurre durante la noche
- ▲ -Heladas por Evaporación

*Época de Ocurrencia

- ▲ Helada Primavera (Extemporánea): se presenta cuando en el ambiente se genera un descenso de la temperatura, afectando los cultivos de ciclo anual.

- ▲ Helada Otoñal (Temprana): se presenta por la llegada de las primeras masas de aire frío provenientes del polo norte.
- ▲ Helada Invernal: se presenta cuando la temperatura ambiente disminuye notablemente durante el invierno.

***Aspecto Visual**

- ▲ Helada Blanca: se presenta cuando el aire alcanza la temperatura del punto del rocío. Forma capas blancas en las plantas y objetos expuestos.
- ▲ Helada Negra: se presenta cuando la temperatura del punto del rocío es menor a 0°C y el aire tiene poco vapor de agua y casi no hay condensación. Quema y rompe el follaje.

Las heladas afectan a las personas ya que en el periodo de invierno ocurren mayores problemas de salud como resfriados, hipotermia y pueden llegar a cobrar vidas por el congelamiento o la hipertermia.

Otro efecto son las pérdidas económicas en la agricultura debido a que algunos cultivos son muy vulnerables por la formación de cristales en el interior de sus células, estos efectos pueden ser internos, externos, inmediatos o acumulativos, todo dependiendo de la especie y de su estado vegetativo.

En Actopan, la percepción de la población local refiere que las heladas es uno de los principales fenómenos naturales que afecta a los habitantes del municipio, quienes padecen los efectos del frío y ocasionalmente pierden cosechas enteras o se reduce la productividad de sus parcelas.

La totalidad del municipio de Actopan es susceptible a las heladas. Las heladas se presentan en el periodo octubre-marzo, aunque

ocasionalmente tienen lugar las primeras heladas en el mes de septiembre.

Tabla 37. Temperaturas mínimas extremas mensuales en estaciones meteorológicas del entorno de Actopan

CLAVE	NOMBRE	Temp. Mínima Mensual
13017	El Chico	-0.8
13025	Progreso	-0.3
13042	Zacualtipán (SMN)	-5.6
13050	Zacualtipán (DGE)	-1.1
13060	Actopan	-2.5
13069	El Mezquital Km. 150	-0.8
13071	El Tajo	5.4
13077	Metztitlan	1
13087	San Cristóbal	1.7
13093	Venados	1.1
13096	Atotonilco	0.1
13105	Cardonal	-0.3
13109	E.T.A. 385 Santiago de Anaya	-2.5
13112	Mineral del Chico	-2.3
13120	Capula	-1
13121	Santa María Amajac	-1.9
13150	El Cerezo	-3.1
13151	El Encino	-2
13154	Magdalena	-3.2
13160	Tornacuxtla	-1.4

Fuente: SMN. Normales climatológicas

El Atlas Nacional de Riesgos clasifica al índice municipal de días con heladas con un nivel medio y un rango de 61-120 de días anuales con heladas.

Metodología

Si bien la totalidad del territorio municipal es susceptible a la amenaza de heladas, el gradiente altitudinal y la topografía local de las áreas montañosas juegan un papel importante en la génesis de este fenómeno. Con base a estas consideraciones físico geográficas así como a datos de percepción de la población municipal obtenida en campo, se elaboró el mapa de peligros por heladas con los siguientes criterios y secuencia metodológica:

1. En la zona de estudio, de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar que presenta, así como a los reportes de la población, se definió la cota 2,200 para hacer una primera delimitación de áreas con mayor o menor presencia de heladas (en una de ellas quedan comprendidas las planicies y algunas porciones de lomeríos y pies de monte y en la segunda las zonas montañosas).
2. Las formas del relieve influyen también en la formación de heladas (CENAPRED, 2001), principalmente en heladas de advección y radiación. Las depresiones adyacentes a elevaciones topográficas tales como valles y hondonadas, son más propensas a la formación de heladas o estas se manifiestan con mayor intensidad debido a la acumulación de aire frío que desciende durante la noche.
3. La identificación de valles y hondonadas en la sierra, se realizó con el siguiente procedimiento:
 - Elaboración del mapa de pendientes.
 - Definición de valores de pendientes para áreas planas y reclasificación del mapa de pendientes.
 - Vectorización de mapa reclasificado.
 - Selección de polígonos de baja pendiente ubicados en las partes bajas de las zonas montañosas, es decir, para discriminar las zonas planas que se forman en la cima de

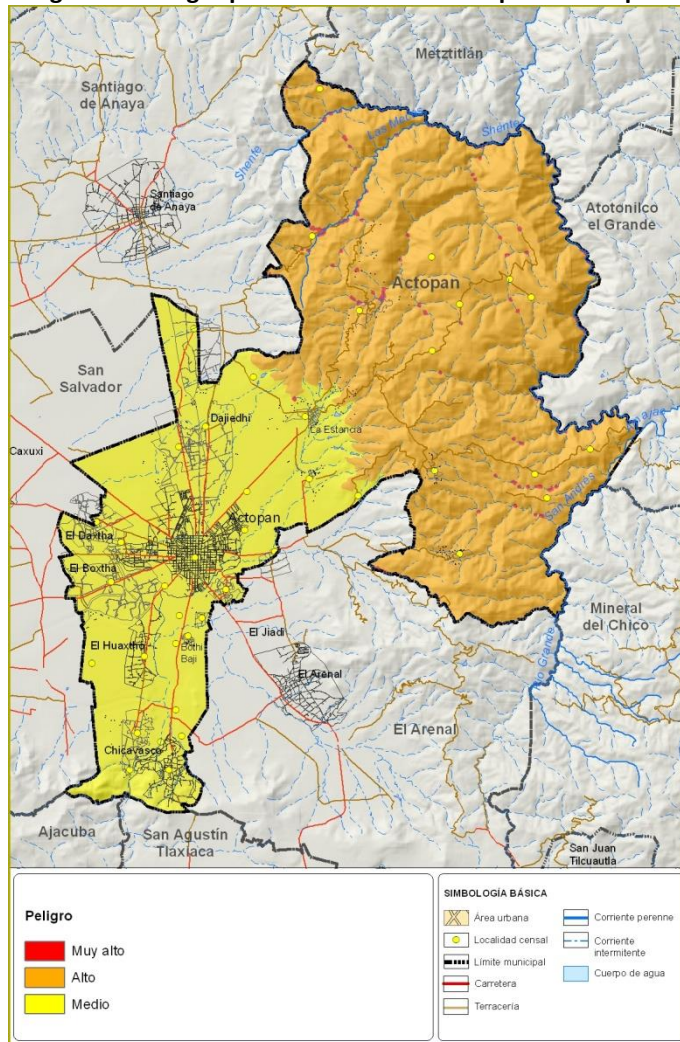
algunos cerros o elevaciones. Para ello se hizo una consulta espacial, seleccionando los polígonos de baja pendiente que se interceptan con las corrientes fluviales permanentes e intermitentes.

-Para la identificación de áreas con poca pendiente complementarias en sitios planos situados al pie de laderas (diferentes a cauces fluviales) se llevó a cabo el análisis visual de mapas de relieve sombreado y el mapa de curvas de nivel.

4. El grado de peligro para las tres zonas identificadas se asignó teniendo como referencia el grado de peligro global por heladas que para el territorio municipal establece el Atlas Nacional de Riesgos.

El mapa final de peligros es consistente en términos generales con las isolíneas de valores mínimos extremos de temperatura. La incidencia de heladas en el territorio municipal es mayor en la zona norte, en las comunidades de El Saucillo, Tierras Coloradas, El Apartadero, Plomosas, Las Mecas, El Shente y más al oriente en Manzana Las Golondrinas, El Paraje, Mesa Chica, Santa María Magdalena y San Andrés Tianguistengo. La intensidad de las heladas se incrementa en los pequeños valles u hondonadas de la Sierra de Actopan, el aire frío desciende de las laderas adyacentes y permanece por largos periodos de tiempo en estas áreas protegidas del viento. En el resto del territorio municipal, en las áreas abiertas de la planicie, las heladas causan regularmente daños cuantiosos a la agricultura, es especial aquellos eventos que se presentan en meses o periodos del año donde usualmente no se registran.

Figura 38. Peligro por heladas en el municipio de Actopan



Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Tormentas de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo, se forma durante las tormentas eléctricas, cuando corrientes de aire ascienden al cielo de forma muy violenta, las gotas de agua se convierten en hielo al ascender a las zonas más elevadas de la nube o a una zona de la nube cuya temperatura sea como mínimo de cero grados centígrados, conforme transcurre el tiempo, esa gota de agua aumenta su dimensión hasta que no puede permanecer por más tiempo en suspensión.

Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo, tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm, y las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

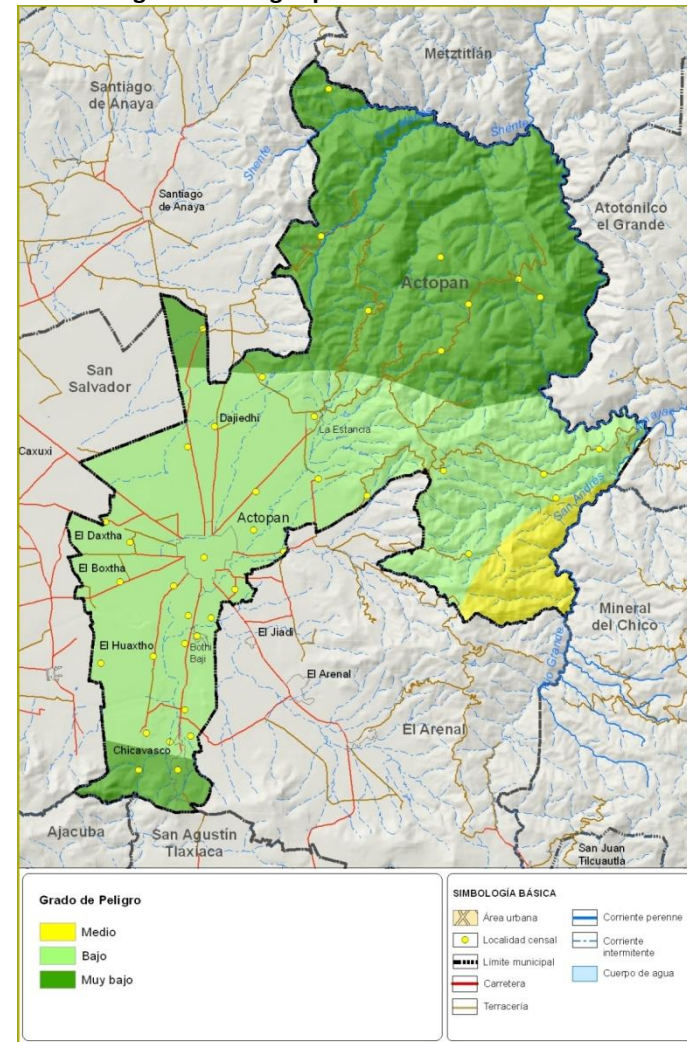
La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las áreas rurales, pueden destruir los sembradíos o causar la muerte de algunos animales; en las regiones urbanas afecta a las viviendas mal construidas, áreas verdes y automóviles, el granizo puede también acumularse en cantidad suficiente en los sistemas de drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones (CENAPRED, 2001).

En el territorio municipal se registran anualmente entre 0 y 3 granizadas de acuerdo a datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estos datos son consistentes con el Atlas Nacional de Riesgos que asienta dos tormentas de granizo promedio anuales en el municipio, la intensidad de la frecuencia de granizadas para el territorio municipal se define como muy baja y un índice de peligro también bajo.

Aun cuando los pobladores del municipio perciben a las granizadas como un riesgo importante, los valores de tormentas con granizo registradas está muy lejos de valores de 8 granizadas o más reportadas para la zona comprendida entre la Sierra Nevada y el Distrito Federal, donde se asigna una intensidad de ocurrencia alta.

Las isolíneas de días con granizadas en Actopan indican que en la zona oriente, en los límites con los municipios de El Arenal y Mineral del Chico ocurren entre 1 y 2 granizadas anuales, En segundo término, parte de la Sierra de Actopan y la zona central donde se tienen las principales zonas agrícolas, las granizadas anuales fluctúan en promedio entre 0.5 y 1, finalmente, al sur de Chicavasco y en el polígono que conforman las localidades de Xideje, Tierras Coloradas y El Shente el índice de granizadas anuales es de 0 – 0.5.

Figura 39. Peligro por Tormentas de Granizo



Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Tormentas de nieve (No aplica)

Debido a la latitud geográfica de México (relativamente cercano al ecuador) son pocas las regiones que sufren la precipitación en forma nieve, este fenómeno es más acentuado en las zonas altas del país, como los volcanes y serranías, especialmente en la época invernal.

Figura 40. Distribución de las nevadas en México



En México, la ocurrencia de nevadas tiene como factor central la presencia de sistemas orográficos con una altitud suficiente para el desarrollo de estos fenómenos. De acuerdo a CENAPRED (2010) y al Atlas Nacional de Riesgos, en nuestro país, los descensos de temperatura más evidentes, tienen lugar principalmente en los

volcanes más altos (Pico de Orizaba, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Nevado de Toluca, Perote, Ajusto), en las sierras de los estados de Chihuahua, Durango, Sonora, Coahuila, Baja California y Nuevo León y con menor frecuencia en algunos sitios de la mesa central.

En el mapa de distribución de nevadas en México (CENAPRED, 2010), se localizan las áreas del territorio nacional donde ocurren nevadas de forma muy frecuente, regularmente recuente y poco frecuente, estando el estado de Hidalgo fuera de esas categorías. Asimismo, en el Atlas Nacional de Riesgos, el índice de peligro por nevadas a escala municipal define un valor muy bajo (la categoría de menor peligro) para el municipio de Actopan.

Los testimonios de la población municipal tampoco refieren a la existencia de nevadas históricas.

5.2.6 Ciclones Tropicales

Ciclón es un término genérico para definir grandes complejos de tormentas tropicales que giran en torno a zonas de bajas presión que se han formado sobre las aguas oceánicas cálidas en regiones del planeta de baja latitud geográfica. Los ciclones tropicales de baja intensidad se denominan depresiones tropicales (vientos máximos sostenidos inferiores a 63 km/h) y en un estadio superior, tormentas tropicales (vientos máximos sostenidos entre 63 y 118 km/h). En el hemisferio occidental, los ciclones tropicales de intensidad elevada se conocen con el nombre de huracanes. La velocidad mínima del viento para ser considerado como tal es de 119 km por hora, en algún punto de la tormenta.

Los huracanes en sus etapas iniciales, constituyen perturbaciones tropicales, estas son grandes zonas de inestabilidad atmosférica con dimensiones que fluctúan aproximadamente entre 200 y 600 km de diámetro, con una zona de baja presión alrededor de la cual gira el viento en dirección contraria al movimiento de las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Si los vientos aumentan su velocidad se generan células de baja presión, asociadas normalmente a tiempo nublado y lluvioso, en este punto, la perturbación se transforma en una depresión tropical. La inercia del movimiento de la depresión tropical puede incrementar su carga de humedad y velocidad de giro, convirtiendo al sistema en una tormenta tropical. Algunas tormentas tropicales evolucionan y se convierten en huracanes.

Los huracanes se originan en zonas de baja latitud, entre los paralelos 5° y 30° norte y sur. Los prerequisites para su formación incluyen altas temperaturas y humedad. Los huracanes se debilitan y se disipan cuando disminuye su suministro de energía, al desplazarse a zonas de mayor latitud y disminuir la temperatura del agua del océano, o bien, cuando tocan tierra, especialmente al chocar contra obstáculos orográficos.

Los tipos de daños posibles ocasionados en función de la velocidad de los vientos pueden consultarse en la siguiente tabla.

Tabla 38. Escala Saffir-Simpson para la Clasificación de Huracanes

Categoría	Vientos Sostenidos (Km/h)	Tipos de Daños debido a la Velocidad de los Vientos
1	119-153	Vientos muy peligrosos producen algunos daños: casas con estructuras bien construidas podrían sufrir daños en techos, tejas, revestimientos de vinilo y en las canaletas. Grandes ramas de árboles pueden resquebrajarse y árboles con raíces superficiales pueden ser derribados. Extensos daños a líneas de alta tensión y postes posiblemente puedan dar lugar a cortes de energía.
2	154-177	Vientos extremadamente peligrosos causarán grandes daños: casas con estructuras bien construidas podrían sufrir grandes daños en techos y recubrimientos. Muchos árboles con raíces superficiales serán derribados y obstruirán numerosas carreteras. Casi total interrupción del suministro de energía eléctrica.
3	178-208	Se presentan daños devastadores. Casas con estructuras mal construidas pueden ser afectadas por la pérdida del techo y caída de paredes exteriores. Ventanas sin protección se rompen por el impacto de escombros. Casas con estructuras bien construidas pueden ser objeto de daños importantes, remoción de la cubierta de techos y tejados. Alto porcentaje de daños a techos y al revestimiento de edificios de apartamentos y edificios industriales. Pueden ocurrir daños aislados a estructuras de madera o acero, grandes edificios de mampostería no reforzada pueden colapsar. La mayor parte de señalizaciones, cercas y marquesinas son destruidas. Muchos árboles arrancados bloquean numerosas carreteras. Se interrumpen los servicios de electricidad y el agua potable.
4	209-251	Ocurren daños catastróficos. Alto riesgo de heridas y muerte de personas, ganado y mascotas debido a escombros que vuelan o caen. Casas pobremente construidas pueden sufrir el colapso de paredes y la pérdida de la estructura del techo. Casas bien construidas pueden presentar daños con pérdida de la mayor parte de la estructura del techo y/o algunas paredes exteriores. Puede ocurrir daño extensivo a recubrimiento de techos, puertas y ventanas.

		<p>Se presenta un alto porcentaje de daños estructurales en los niveles superiores de edificios de apartamentos. Colapsa un alto porcentaje de edificios viejos no reforzados.</p> <p>Los vidrios de la mayoría de las ventanas vuelan por los aires. Casi todos los anuncios comerciales, cercas y marquesinas son destruidos. Muchos árboles son arrancados y postes de electricidad derribados dejando aisladas a las áreas residenciales. Interrupción de redes de servicios públicos.</p>
5	252 km/h o más	<p>Se presentan daños catastróficos. Personas, ganado y mascotas en alto riesgo de heridas o muerte por escombros volando.</p> <p>Un alto porcentaje de estructuras de casas son destruidas con el daño total de techos y caída de paredes. Daño extensivo a recubrimiento de techos, puertas y ventanas.</p> <p>Casi todas las ventanas sin protección y muchas ventanas con proyección sufren daños.</p> <p>Daños significativos a techos de madera de establecimientos comerciales debido a la pérdida del recubrimiento de techos. Puede ocurrir el colapso completo de muchas viejas estructuras de metal.</p> <p>La mayoría de paredes sin cimientos de mampostería pueden caer lo cual puede conllevar al colapso de edificios. Un alto porcentaje de edificios de apartamentos de poca altura pueden ser destruidos.</p> <p>Casi la totalidad de anuncios comerciales, cercas y marquesinas son destruidos. Casi todos los árboles son arrancados y casi todos los postes de electricidad son derribados dejando aisladas a las áreas residenciales. Interrupción de redes de servicios públicos. Larga interrupción en la operación de los servicios públicos. La mayoría de áreas quedan inhabitables por semanas o meses.</p>

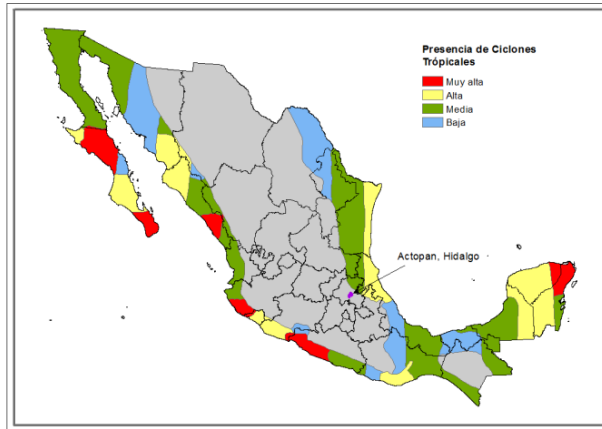
Fuente: <http://www.nhc.noaa.gov>

Los ciclones tropicales son disparadores de manera indirecta de otros peligros geológicos e hidrometeorológicos como son los procesos gravitaciones e inundaciones, a causa de las lluvias intensas que normalmente los acompañan.

El mapa de presencia de huracanes en la República Mexicana (CENAPRED, 2002) muestra que el municipio de Actopan no se encuentra dentro de las áreas con presencia de huracanes, en virtud de que estos fenómenos inciden principalmente en las zonas costeras y pierden energía y tienden a disiparse al interior del continente. Aun cuando los remanentes de los huracanes convertidos en tormentas o depresiones tropicales en ocasiones llegan a alcanzar diversas entidades de la mesa central, tienden a perder fuerza y a desvanecerse dejando tras ellos nubosidad y en muchos casos lluvias.

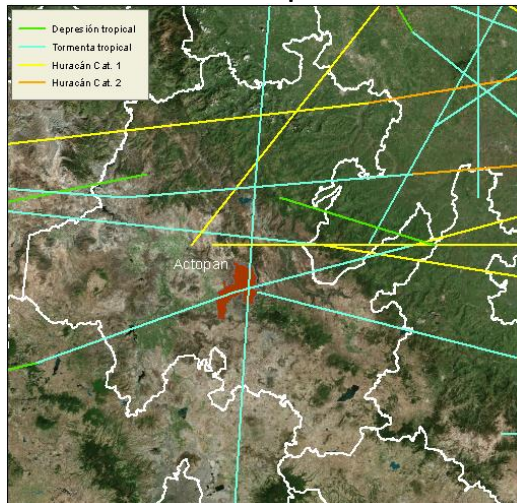
En el municipio de Actopan, los ciclones tienen un efecto secundario, estos sistemas son los responsables de la mayor parte de las precipitaciones que se registran en el territorio nacional, incluyendo los estados del centro y por tanto, en la región donde se sitúa este municipio. El municipio depende de la precipitación proporcionada por los huracanes, gracias a estos fenómenos es factible la recarga de acuíferos y el incremento del agua captada en represas, aumentando la disponibilidad de agua para consumo humano, usos agrícolas, para la generación de energía eléctrica, así como para el mantenimiento de ciclos naturales como el hidrológico.

Figura 41. Presencia de Ciclones Tropicales en México



Fuente: CENAPRED. 2002. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México

Figura 42. Rutas de Ciclones Tropicales Periodo 1851 – 2010



Fuente: Elaborado a partir de datos del NCD (National Climatic Data Center). www.ncdc.noaa.gov.

Por las consideraciones anteriores, es posible concluir que en el territorio del municipio de Actopan el peligro por ciclones tropicales es muy bajo.

5.2.7 TORNADOS (No aplica)

Los tornados son un fenómeno meteorológico muy poco estudiado en México, el monitoreo, los catálogos y registros históricos son aun incipientes y poco consistentes.

CENAPRED (2010) define a los tornados como una perturbación atmosférica violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la parte inferior de una nube de tipo cumuliforme (cúmulos y cumulonimbos) resultado de una gran inestabilidad atmosférica, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en a gran velocidad en sentido contrario a la manecillas del reloj alrededor de éste. Los tornados se forman en presencia de tormentas severas, particularmente, cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad. Un tornado tiene una apariencia similar a un enorme remolino, constituye una espiral usualmente de color blanco o gris claro, con tonos más oscuros en su base cerca del suelo, por las partículas de polvo y escombros que son succionados.

Debido a que en ocasiones estos fenómenos pueden ser confundidos con los remolinos, en la siguiente tabla se muestran sus principales diferencias.

Tabla 39. Diferencias entre tornado y remolino

	Tornado	Remolino
Origen	Se origina sobre la superficie de la tierra o en un cuerpo de agua. Se desarrolla por una inestabilidad atmosférica.	Se desarrollan sobre la superficie de la tierra, cuando dos corrientes superficiales de aire chocan (derivado de las altas temperaturas lo que origina el almacenamiento de grandes cantidades de energía).
Latitud	Se forman entre 15° y 50° Norte y Sur.	Se forman sobre tierra a cualquier latitud.
Velocidad del viento(Km/h)	La velocidad del viento varía entre 60 y 420 km/h, en algunos casos excede los 500 km/h.	La velocidad del viento no excede de 20 km/h.
Diámetro	El promedio es de 250 metros, oscilando entre los 100 metros y 1 km.	Es muy variable, puede ser de 1 a 100 metros.
Ciclo de vida	Los tornados tienen una duración que va desde unos minutos a algunas horas en casos muy excepcionales.	Los remolinos se manifiestan en periodos cortos de duración de segundos a minutos.
Asociados a otros fenómenos	Se producen en conexión con líneas de inestabilidad, frentes o nubes de tormentas. Los puede originar un huracán.	No están asociados a ningún frente o nube de tormenta

Fuente: CENAPRED, 2010

Se considera que el peligro por tornados no está presente o no es significativo en el municipio de Actopan debido a los siguientes argumentos:

- El Atlas Nacional de Riesgos no reporta eventos de tornados para el municipio de Actopan como tampoco en la mayor parte del territorio del estado de Hidalgo.
- En los registros históricos, aunque incipientes, no hay reportes de tornados para el municipio de Actopan y áreas circundantes (CENAPRED, 2010; Macías y Avendaño, 2013).
- La población de Actopan no refiere la ocurrencia de tornados en su municipio y no se considera expuesta a ese peligro.

5.2.8 Tormentas de polvo (No Aplica)

Las tormentas de polvo no constituyen un fenómeno de amplio desarrollo en el municipio de Actopan. La región de Hidalgo donde se sitúa este municipio no posee climas desérticos o semidesérticos como tampoco amplias áreas sin uso que dan lugar a la aparición de tolvaneras como son las superficies de lagos desecados.

En la época de estiaje, especialmente cuando los terrenos agrícolas están descubiertas de vegetación y son removidos puede darse la presencia esporádica de remolinos, no obstante, estos no tienen una frecuencia tal como tampoco una área de afectación extensa para que puedan ser considerados como un peligro para la población o sus bienes.

5.2.9 Tormentas eléctricas

Fenómeno meteorológico producido por variaciones de temperatura en la atmosfera, que se manifiesta con viento, grandes nubes y violentas precipitaciones, se caracteriza por la presencia de rayos, truenos y relámpagos.

Los rayos son enormes chispas eléctricas o corriente eléctrica que circula entre dos nubes o entre una nube y la tierra, se origina en los cumulonimbus, cuando se producen los rayos, se originan los truenos.

Este tipo de tormentas se originan por la presencia de humedad en el nivel inferior de la atmosfera, el aire en el nivel más bajo debe enfriarse rápidamente y en la zona más cercana al suelo debe estar muy frío, también es necesaria la presencia de un mecanismo como un frente frío, en la atmósfera para que mueva

el aire cercano al suelo hacia la zona donde el aire circundante es frío.

La mayoría de las tormentas eléctricas se forman por un ciclo de tres etapas: etapa Cumulus, etapa Madura y etapa de Disipación.

En la etapa Cumulus el sol calienta la superficie de la Tierra durante el día, el calor de la superficie calienta el aire cercano, como el aire caliente es más ligero que el aire fresco comienza a elevarse. Si el aire es húmedo, entonces el aire caliente se condensa en una nube cumulus.

En la etapa Madura la nube cumulus se hace muy grande, el agua en ella se hace muy pesada, las gotas de lluvia comienzan a caer por la nube cuando el aire ascendente ya no puede sostenerlas, mientras, el aire frío comienza a entrar en la nube, como el aire frío es más pesado que el aire caliente, comienza a descender en la nube, esto arrastra la pesada agua hacia abajo y provoca la lluvia. Esta nube se ha convertido en una nube cumulonimbus porque tiene una corriente ascendente, una corriente descendente y lluvia, es entonces cuando comienzan a ocurrir truenos y rayos, junto a fuerte lluvia, la cumulonimbus es ahora una celda de tormenta.

Finalmente en la etapa de Disipación, después de aproximadamente 30 minutos, la tormenta comienza a desaparecer. Esto ocurre cuando la corriente descendente empieza a dominar sobre la ascendente, como el aire caliente ya no puede elevarse, no se pueden formar más gotas de lluvia. La tormenta desaparece con una lluvia débil mientras las nubes desaparecen de abajo hacia arriba.

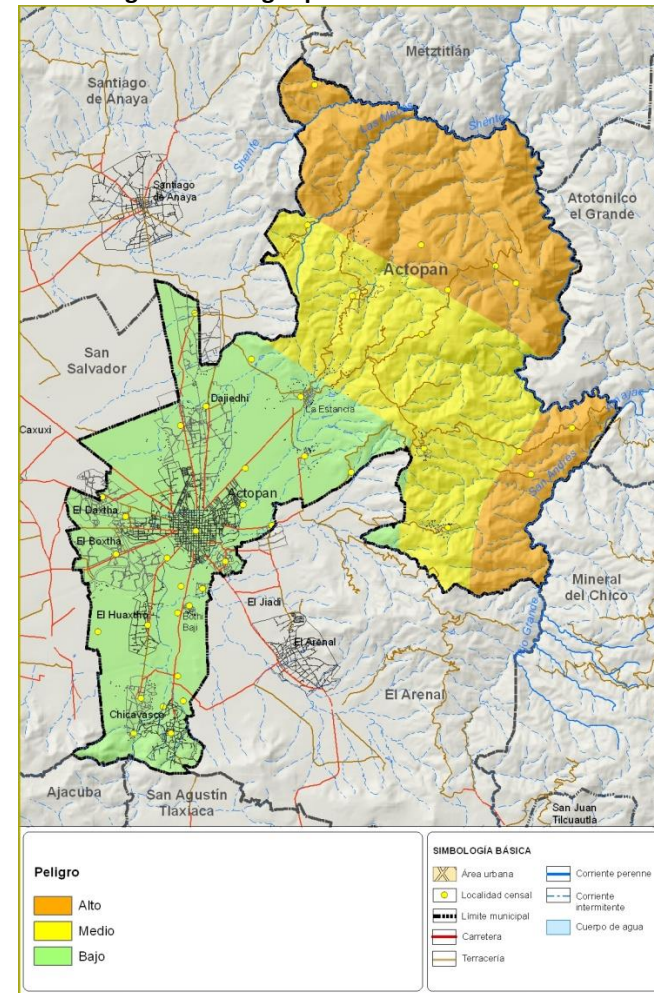
Los rayos pueden herir o causar la muerte de una persona de forma directa o indirecta. Estos fenómenos pueden ser los causantes de incendios, explosiones, daños a aparatos eléctricos.

Se sabe asimismo que los rayos son un peligro constante para la navegación aérea.

En el Atlas Nacional de Riesgos, el riesgo por tormentas eléctricas para el municipio se considera Alto, esta categoría se deriva de un número de tormentas eléctricas que oscila entre 20 a 29 anuales según esta fuente de información. Sin embargo, los datos de las normales climatológicas consultadas, arrojan valores de número de tormentas eléctricas sensiblemente inferiores, situándolos entre 0 y 14 eventos anuales.

Con base a las estadísticas sobre número de tormentas eléctricas registradas en las estaciones meteorológicas del Servicio Sismológico Nacional, se definieron tres niveles de peligro: alto, medio y bajo. Las zonas más susceptibles al efecto de las tormentas eléctricas si localizan al norte (comunidades de Benito Juárez, El Apartadero, Tierras Coloradas, La Escoba y El Shente), así como una franja estrecha al oriente (Manzana de las Golondrinas, Mesa Chica y El Paraje). En un nivel inferior, se encuentra el área comprendida entre la región de peligro alto descrita y la localidad La Estancia, dentro de la Sierra de Actopan. Incluye a las localidades de Plomosas, San Andrés Tlanguistengo, Santa María Magdalena, Las Mecas y Saucillo. En el resto del territorio (desde La Estancia hasta Chicavasco) el nivel de peligro es bajo.

Figura 43. Peligro por Tormentas eléctricas



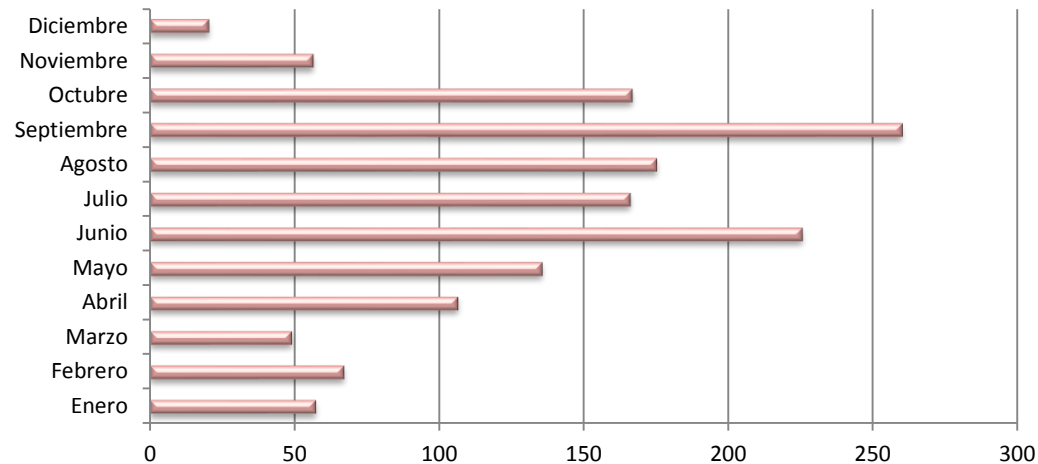
Fuente: Elaboración propia

5.2.10 Lluvias extremas

Los ciclones tropicales (huracanes, tormentas, depresiones tropicales) y las masas de aire frío que entran al país desde Norteamérica, son la causa primordial de las precipitaciones intensas que se observan en el centro del país, incluyendo el estado de Hidalgo y el municipio de Actopan.

En el municipio las lluvias extremas son consideradas uno de los peligros principales por sus repercusiones en la génesis de otros peligros, es especial, los deslizamientos de tierra, flujos y derrumbes. Las lluvias máximas históricas se concentran en el periodo de mayo – octubre, en la estación de Actopan. El pico más alto se observa en el mes de septiembre. Diciembre y marzo son los meses en que llueve con menor intensidad en el municipio.

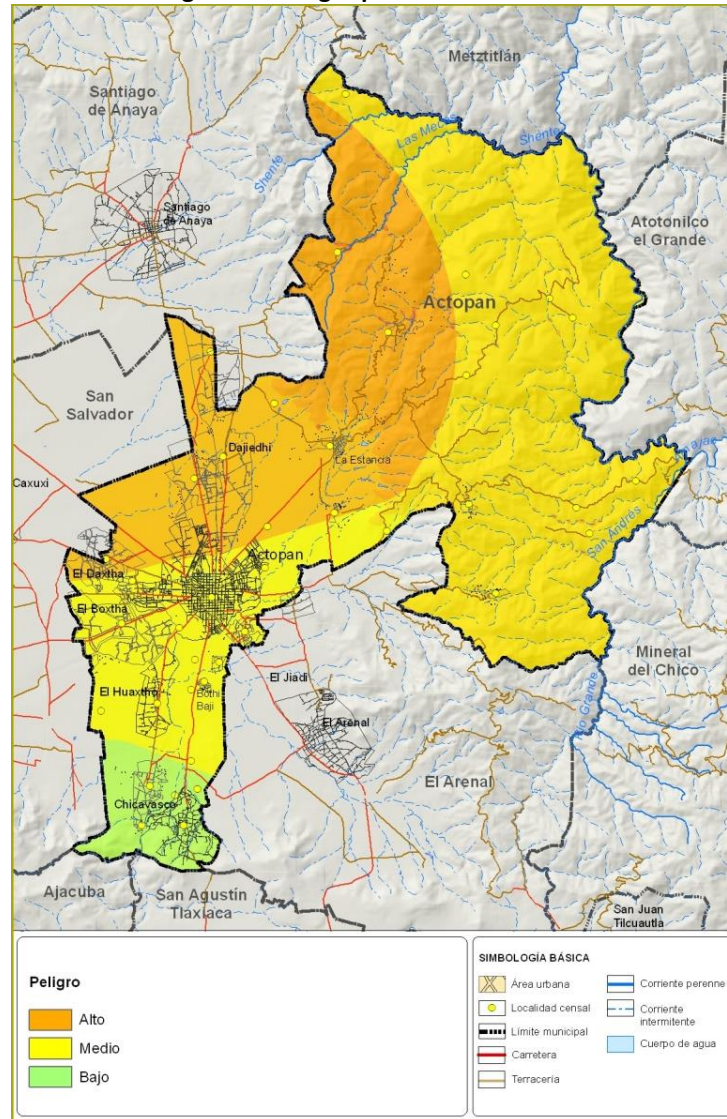
Gráfica 13: Precipitación máxima histórica registrada en un periodo de 24 horas



Fuente: SMN. Normales climatológicas. Estación meteorológica 13060 Actopan

Las lluvias máximas históricas registradas en un día en el municipio oscilan entre 60 y 340 mm. Con base a los valores de precipitación históricos, el mapa de peligros por precipitaciones extremas muestra una mayor concentración de tormentas extremas en el centro y poniente del municipio desde Las Mecas hasta el Daxtha. En el nororiente y centro sur del municipio (incluyendo la cabecera municipal), disminuyen los valores de concentración de lluvia por tormentas extremas y por lo tanto el nivel de peligro. Por último, en la franja más austral del municipio el riesgo por tormentas se considera bajo.

Figura 44. Peligro por lluvias extremas



Fuente: Elaboración propia

5.1. 11 Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres

Se distinguen varios tipos de inundaciones de acuerdo al fenómeno que les da origen, En Actopan, serán analizadas las inundaciones fluviales y pluviales.

El término general de inundación refiere al cubrimiento de agua de zonas de la superficie terrestre que normalmente están libres de ella. Las inundaciones fluviales son causadas cuando el flujo de un escurrimiento rebasa el cauce y el agua invade zonas fuera del curso normal del río o arroyo. Estas inundaciones pueden presentarse también en cauces de ríos secos (barrancas, cañadas), los cuales constituyen los medios naturales de movimiento de los flujos de agua superficiales.

Las inundaciones pluviales son una consecuencia de la acumulación en el terreno de agua de lluvia. Usualmente ocurren en zonas planas con problemas de drenaje natural, situación que puede combinarse con suelos poco permeables y cortes al drenaje natural realizados por la acción del hombre.

Tanto las inundaciones fluviales como las pluviales tienen normalmente un origen común en la presencia de lluvias intensas.

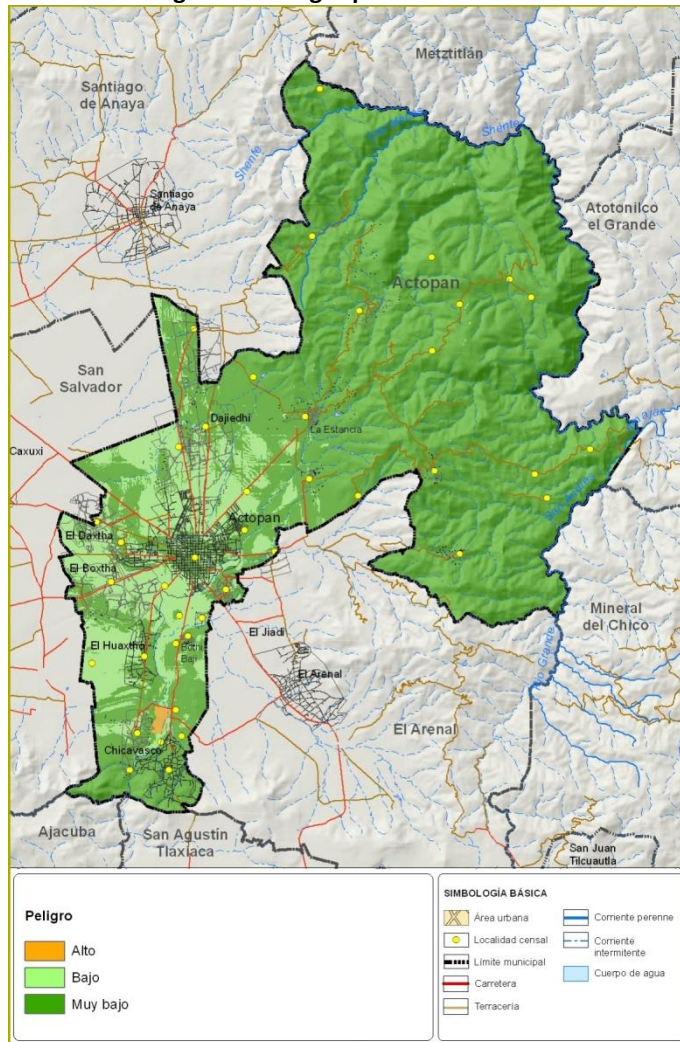
La dinámica de las inundaciones está íntimamente ligada a las propiedades de una cuenca. La dimensión de esta, su forma, longitud de cauces, pendiente del terreno, entre otros factores, influyen la velocidad y mecanismos de distribución del agua superficial.

Algunas actividades humanas tienen una injerencia directa en la génesis o intensificación de este fenómeno. La deforestación es una causa común de inundaciones, pues disminuye el potencial de infiltración de la lluvia y disminuye la existencia de obstáculos naturales lo cual incrementa la velocidad de desplazamiento de los fluidos superficiales. Otra causa común es el cubrimiento del terreno con materiales impermeables (pavimento, asfalto) lo que impide que el agua fluya hacia el subsuelo, la urbanización es un factor que acentúa el desarrollo de inundaciones.

Aunque las inundaciones pueden presentarse en las partes altas de la cuencas fluviales a causa de lluvias torrenciales muy focalizadas que generan torrentes en cortos periodos de tiempo (avenidas súbitas), las inundaciones que mayores daños causan son las que afectan a los valles aluviales o a las planicies. Estas inundaciones cubren áreas extensas y normalmente son producidas por tormentas de larga duración.

Los efectos de las inundaciones pueden ser primarios o secundarios. Los efectos primarios incluyen las pérdidas de vidas humanas y pérdidas materiales causadas directamente por el flujo de las corrientes, la pérdida de suelo y vegetación por el arrastre realizado por corrientes rápidas, pérdida de viviendas, mobiliario y otras pertenencias de la población, entre otras. Los efectos secundarios se relacionan con las secuelas de la inundación, mismas que se pueden traducir en contaminación, epidemias, escasez de alimentos y desplazamiento de las personas que perdieron sus hogares.

Figura 45. Peligro por inundaciones



Fuente: Elaboración propia

Imagen 17. Sitio susceptible a peligro por inundaciones fluviales



Fotografía tomada en trabajo de campo (Puente de Dios)

Imagen 18. Puente que en presencia de precipitaciones extremas, el agua del escurrimiento se desborda inundando la vialidad y terrenos contiguos.



Fotografía tomada en trabajo de campo (El Boxta)

El mapa de peligro por inundaciones muestra áreas con grado de susceptibilidad alto, bajo y muy bajo. Los cauces de escurrimientos superficiales y sus áreas adyacentes representan una amenaza alta para la población, aun cuando normalmente estén secos, constituyen los sitios naturales por donde el agua fluye pendiente abajo y por tanto un sitio potencial de inundación. Los cauces de escurrimientos se encuentran en casi todo el territorio municipal, particularmente en la Sierra de Actopan. Al norte de la localidad Chicavasco, existe una zona que sufrió una inundación severa en tiempos recientes (el agua subió alrededor de 4 metros), la cual se gestó después de lluvias intensas en la región sur de Actopan, esta zona es también considerada de alto riesgo.

Otras superficies con bajas pendientes y sustrato geológico de origen aluvial son catalogadas con un grado de peligro bajo. Después de este y con pendientes hasta de cuatro grados se considera una amenaza muy baja y los terrenos que van desde una inclinación de moderada a severa, alejados de los cauces de los ríos se consideran fuera de peligro por inundaciones.

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad forma parte de la función de los estudios de desastres junto con los componentes peligro y riesgo. Existen diversas clasificaciones de vulnerabilidad, de acuerdo a los enfoques empleados para su valoración (cuantitativos, mediante estadísticas e indicadores, enfoques cualitativos que analicen procesos o combinaciones de ambos).

En términos genéricos, la vulnerabilidad constituye un factor interno del riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a la amenaza, es decir, corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado.

La vulnerabilidad social ante fenómenos naturales se define como “una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre” (Cenapred, 2006). En la bibliografía consultada, no se encontró una definición formal de vulnerabilidad física, sin embargo, de forma indirecta se hace alusión a las características de las construcciones que pueden sufrir daños por amenazas, en este caso de origen natural tales como viviendas, hospitales, escuelas, edificios públicos, vías de comunicación, servicios de emergencia, líneas de conducción (electricidad, agua, drenaje, telecomunicaciones, etc.), monumentos históricos, establecimientos comerciales, instalaciones industriales, entre otros, normalmente el énfasis se centra en las condiciones de las viviendas.

En el presente atlas, el análisis de vulnerabilidad se lleva a cabo a través del concepto de vulnerabilidad social cuya obtención se basa en el análisis de indicadores socioeconómicos.

De acuerdo a las características del municipio, disponibilidad de información y similitud de diversos indicadores contemplados en la metodología descrita en la Guía básica para la elaboración de atlas municipales y estatales de peligros y riesgos: evaluación de la vulnerabilidad física y social (CENAPRED, 2006), especialmente en los rubros de educación y servicios de la vivienda, en el presente Atlas se retoma el grado de marginación definido por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), como equivalente a la condición de vulnerabilidad en las localidades del municipio.

Los indicadores de marginación del CONAPO fueron elaborados con base a los datos censales del 2010 del INEGI, debido a que este Instituto no reporta información para localidades de una y dos viviendas, el índice y grado de marginación de estas localidades no puede ser calculado. En Actopan las localidades censales de Pabellón Gastronómico, Rancho Osorios, Francisco Constancio Azpeitia García, La Quinta y La Presa, cuentan con menos de tres viviendas, no obstante, en conjunto estas localidades suman tan solo 24 habitantes.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores empleados para obtener el grado de marginación (CONAPO) y por tanto de la condición de vulnerabilidad en las localidades del municipio de Actopan.

Tabla 40. Valores de los indicadores sociodemográficos que determinan el grado de vulnerabilidad a desastres naturales en las localidades de Actopan

NOM_LOC	ANALF	SPRIM	SEXC	SEE	SAGUAE	PROM_OCC	PISOTIE	SREFRI
Actopan	4.07	13.41	1.14	0.73	2.09	0.95	3.50	16.87
Benito Juárez	36.84	55.26	72.22	100.00	100.00	0.82	44.44	100.00
Bothi Baji	4.93	17.28	0.00	0.00	0.00	1.01	3.80	8.86
Boxaxni	8.01	18.78	16.96	2.08	5.06	1.20	5.95	36.61
Cañada Chica Antigua	4.60	18.33	13.33	3.89	11.67	1.11	5.00	29.44
Casa Blanca	4.67	20.14	8.85	4.42	7.96	1.24	8.85	42.48
Chicvasco	7.55	21.87	8.03	1.68	2.72	1.05	2.33	23.06
Colonia Cuauhtemoc	7.54	19.49	5.83	0.00	1.17	1.19	5.83	27.99
Cuarta Manzana Chicvasco (La Ladera Chicvasco)	9.09	20.42	16.98	11.32	20.75	1.07	9.43	35.85
Dajiedhi	7.28	20.10	13.19	4.05	5.54	1.17	7.89	38.72
El Apartadero	35.00	60.00	88.24	100.00	100.00	1.05	23.53	100.00
El Boxtha	5.87	19.21	14.40	2.19	7.36	1.17	11.89	37.25
El Daxtha	5.57	17.04	6.81	2.51	6.82	1.10	7.19	27.78
El Huaxtho	8.06	22.64	10.46	2.16	1.54	1.31	9.85	46.00
El Palomo	8.72	25.24	4.63	0.93	0.00	1.14	7.41	25.93
El Paraje	17.74	40.00	66.67	90.48	70.00	1.31	14.29	100.00
El Senthe	16.98	42.31	68.75	100.00	93.75	1.03	37.50	100.00
La Ardilla (Tierras Coloradas)	23.08	38.46	83.33	100.00	100.00	0.85	16.67	100.00
La Escoba	20.00	40.00	80.00	100.00	100.00	1.00	40.00	100.00
La Estancia	5.12	16.08	15.87	5.08	5.71	1.13	5.40	25.08
La Loma	5.04	17.00	5.63	4.37	8.66	1.09	7.36	25.11
La Palma	0.00	15.38	16.67	16.67	16.67	1.40	16.67	66.67
La Peña	5.22	16.58	13.07	6.03	8.54	1.29	5.53	30.15
La Segunda Manzana de Magdalena (El Arco)	11.36	26.44	67.86	10.71	100.00	1.51	3.57	71.43
Las Mecas	17.42	34.87	21.15	65.38	40.38	1.18	1.92	84.62
Manzana de Golondrinas	33.33	44.44	100.00	100.00	88.89	1.21	44.44	100.00
Mesa Chica	11.11	55.56	45.45	72.73	45.45	1.09	0.00	100.00
Plomasas	9.48	34.21	45.00	97.50	67.50	1.18	17.50	97.50
San Andrés Tianguistengo	12.73	22.67	30.97	9.68	30.97	1.31	16.77	74.19
San Diego Canguihuindo	5.70	14.63	15.96	9.57	14.89	1.12	8.51	37.23
San Isidro	11.38	25.42	55.26	2.63	5.26	1.68	15.79	71.05
San Pedrito	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	1.07	0.00	50.00
Santa María Magdalena	17.89	36.93	46.91	27.16	74.07	1.33	4.94	70.37
Saucillo	25.69	39.35	55.84	85.71	40.26	1.17	11.69	92.21
Segunda Manzana Chicvasco (El Pozo)	7.22	19.15	20.00	0.00	20.00	1.39	13.33	26.67
Xideje	8.94	24.43	14.75	6.56	8.20	1.20	3.28	32.79

ANALF	% Población de 15 años o más analfabeta
SPRIM	% Población de 15 años o más sin primaria completa
SEXC	% Viviendas particulares habitadas sin excusado
SEE	% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica
SAGUAE	% Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada
PROM_OCC	Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas
PISOTIE	% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
SREFRI	% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador

Fuente: CONAPO. 2010. Índice de marginación por localidad.

Tabla 41. Grado de vulnerabilidad de las localidades de Actopan

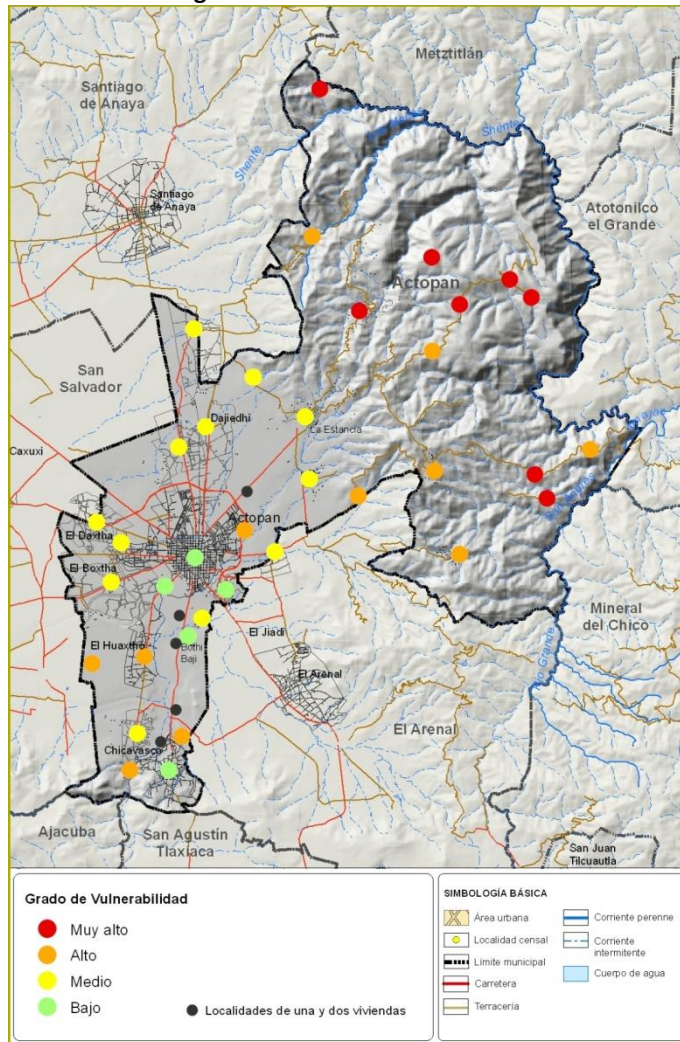
CÓDIGO	Localidad	Grado de Vulnerabilidad
130030001	Actopan	Bajo
130030002	Benito Juárez	Muy alto
130030003	Bothi Baji	Bajo
130030004	Boxaxni	Medio
130030007	Cañada Chica Antigua	Medio
130030040	Casa Blanca	Medio
130030010	Chicavasco	Bajo
130030009	Colonia Cuauhtemoc	Medio
130030044	Cuarta Manzana Chicavasco (La Ladera Chicavasco)	Alto
130030011	Dajiedhi	Medio
130030047	El Apartadero	Muy alto
130030005	El Boxtha	Medio
130030012	El Daxtha	Medio
130030014	El Huaxtho	Alto
130030019	El Palomo	Medio
130030051	El Paraje	Muy alto
130030035	El Senthe	Muy alto
130030046	La Ardilla (Tierras Coloradas)	S/D
130030039	La Escoba	Muy alto
130030027	La Estancia	Muy alto
130030013	La Loma	Medio
130030015	La Palma	Bajo

130030050	La Peña	Alto
130030020	La Segunda Manzana de Magdalena (El Arco)	Medio
130030038	Las Mecas	S/D
130030025	Manzana de Golondrinas	S/D
130030037	Mesa Chica	Alto
130030017	Plomosas	Alto
130030049	San Andrés Tlanguistengo	Muy alto
130030018	San Diego Canguihuindo	Alto
130030045	San Isidro	S/D
130030021	San Pedrito	Alto
130030028	Santa María Magdalena	S/D
130030023	Saucillo	Alto
130030006	Segunda Manzana Chicavasco (El Pozo)	Medio
130030048	Xideje	Alto
130030041	Actopan	Bajo
130030016	Benito Juárez	Alto
130030024	Bothi Baji	Muy alto
130030043	Boxaxni	Alto
130030026	Cañada Chica Antigua	Medio

Fuente: CONAPO. 2010. Índice de marginación por localidad.

La condición de vulnerabilidad de las localidades censales de Actopan se considera muy alta, alta, media y baja, no se clasifican localidades con un grado de vulnerabilidad muy baja. Las localidades con vulnerabilidad alta se sitúan en general, en las zonas más alejadas del municipio y con menor accesibilidad. En la categoría alta se localizan asimismo localidades de la sierra que se encuentran más próximas a los poblados de la región plana, como también diversas localidades localizadas entre la cabecera municipal y la comunidad Chicavasco. La vulnerabilidad media incluye varias localidades distribuidas por toda la región de la planicie municipal y finalmente la vulnerabilidad baja incluye las localidades de Actopan, Chicavasco, y los poblados de San Pedrito, Bothi Baji y La Loma, situados en las cercanías de la cabecera municipal.

Figura 46. Vulnerabilidad Social



Fuente: Elaboración propia.

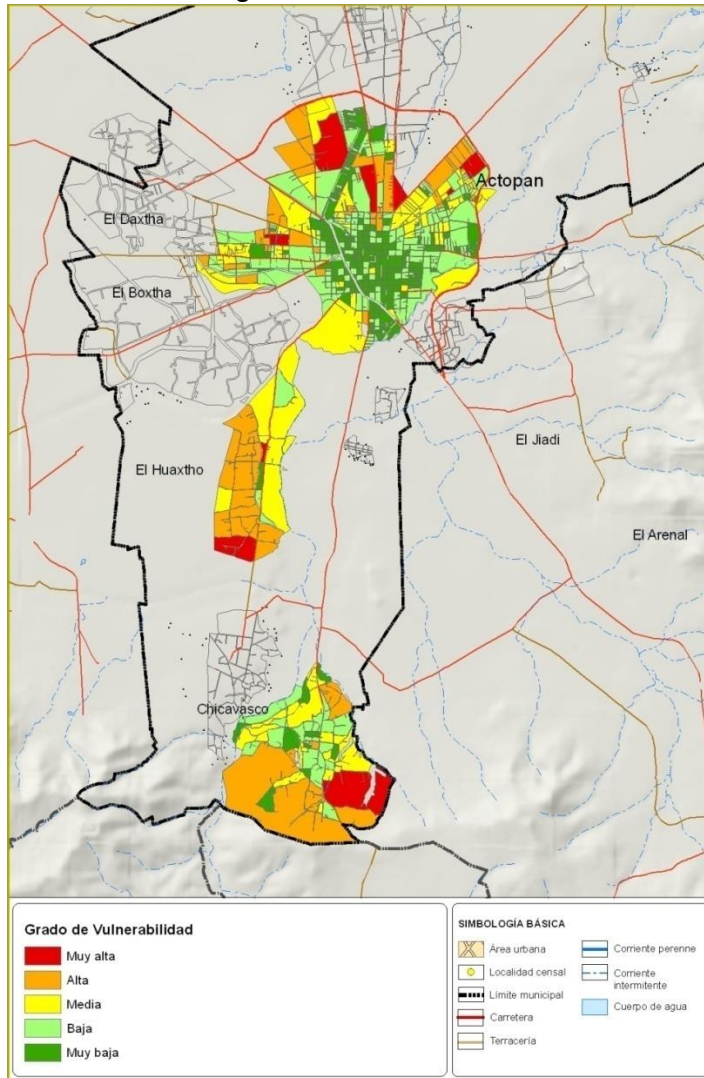
Vulnerabilidad urbana

La vulnerabilidad urbana fue analizada a nivel manzana, con el empleo de la cartografía urbana del INEGI (2007-2009).

Por razones de confidencialidad, el INEGI no proporciona información para todos aquellos indicadores con menos de tres unidades a excepción de las variables población total (POBTOT) y total de viviendas (VIVTOT). Asimismo, para las manzanas de una y dos viviendas habitadas, sólo se presenta información en las variables población total (POBTOT) y total de viviendas (VIVTOT). Por lo tanto, para las manzanas que carecían de los datos necesarios para generar el índice de vulnerabilidad, este se obtuvo asignando el valor medio de los índices de las manzanas vecinas.

La vulnerabilidad urbana se obtuvo a través del cálculo de los ocho indicadores socioeconómicos empleados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) para determinar el grado de marginación en ámbitos rurales. No fueron retomados los indicadores utilizados por el CONAPO en el cálculo de la marginación urbana por AGEB, debido a que algunas variables que conforman este índice no están disponibles en la base de datos relativa a los Principales resultados por AGEB y manzana urbana del Censo de Población y Vivienda 2010. Sin embargo, dado el incipiente nivel de urbanización del municipio, se considera que constituyen un parámetro adecuado para evaluar el grado de susceptibilidad de la sociedad así como su capacidad de respuesta ante desastres naturales.

Figura 47. Vulnerabilidad urbana



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de Riesgos

La valoración del riesgo se obtuvo a partir de la sobreposición de las áreas de peligro alto y muy alto, con la zonificación de vulnerabilidad. De acuerdo al grado de peligro y la condición de vulnerabilidad, se asignó una categoría de riesgo como se muestra a continuación.

Tabla 42. Clasificación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy alto	Muy alta	Muy alto
	Alta	Muy alto
	Media	Alto
	Baja	Alto
	Muy baja	Medio
Alto	Muy alta	Muy alto
	Alta	Alto
	Media	Alto
	Baja	Medio
	Muy baja	Medio

En el caso de los sismos, cuyo valor más alto de peligro fue medio se usó la siguiente clasificación:

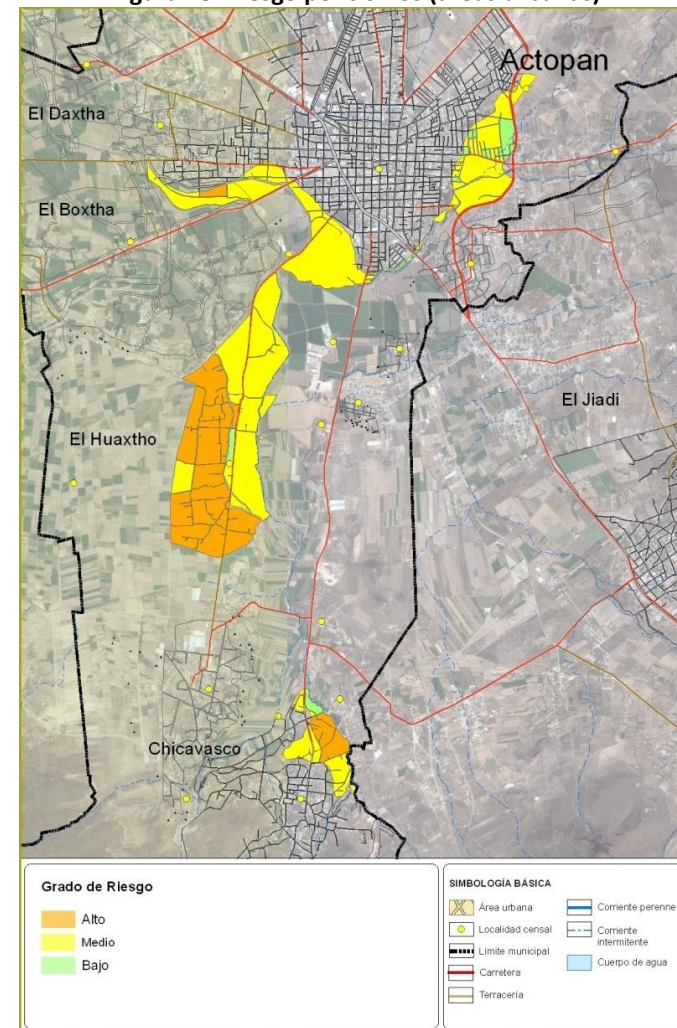
Tabla 43. Clasificación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo para sismos

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Medio	Muy alta	Alto
	Alta	Alto
	Media	Medio
	Baja	Medio
	Muy baja	Bajo

Tabla 44. Riesgo por sismos

Riesgo	Población	Viviendas	Asentamientos humanos en los que se ubican los sitios en riesgo
Alto	2,421	717	Actopan (colonias Nuevo Actopan, Los Frailes, Chapultepec, El Cerrito, Rojo G $\frac{3}{4}$ mez, Fundición Baja, Fundición Alta, Floresta, Dos Cerritos), Chicavasco, El Huaxtho, La Palma, San Pedrito
Medio	1,888	524	
Bajo	404	122	
Total	4,713	1,363	

Figura 48. Riesgo por sismos (áreas urbanas)

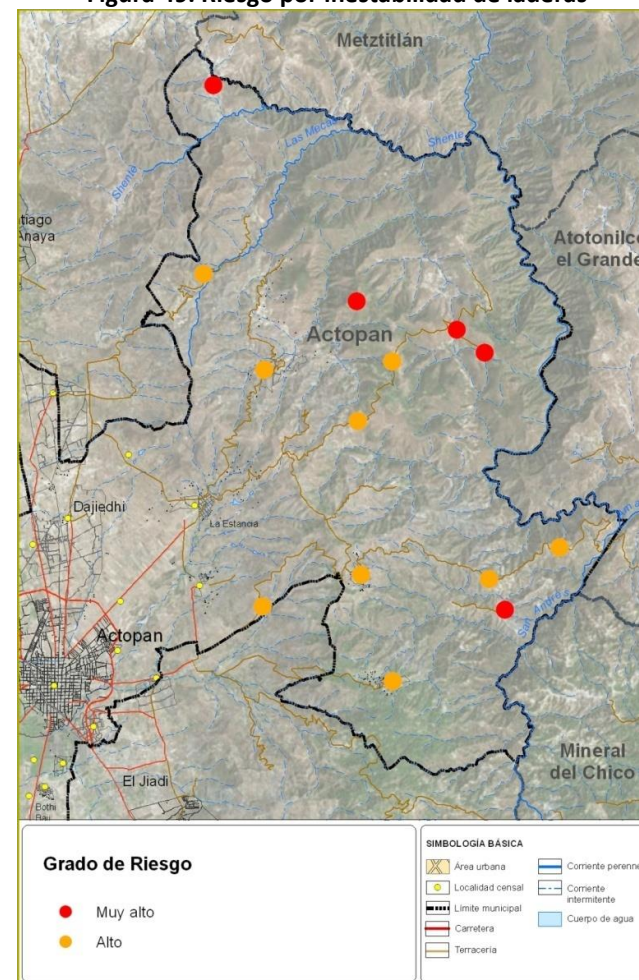


Elaboración propia

Tabla 45. Riesgo por inestabilidad de laderas

CODIGO	LOCALIDAD	RIESGO	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
130030018	Mesa Chica	Alto	44	11
130030021	Plomosas	Alto	163	40
130030037	La Segunda Manzana de Magdalena (El Arco)	Alto	119	28
130030017	Las Mecas	Alto	224	52
130030016	Santa María Magdalena	Alto	341	81
130030023	San Andrés Tianguistengo	Alto	716	155
130030027	La Escoba	Muy alto	15	5
130030039	La Ardilla (Tierras Coloradas)	Muy alto	17	6
130030049	Manzana de Golondrinas	Muy alto	41	9
130030002	Benito Juárez	Muy alto	50	18
130030047	El Apartadero	Alto	58	17
130030035	El Senthe	Muy alto	65	16
130030051	El Paraje	Alto	92	21
130030024	Saucillo	Alto	296	77

Figura 49. Riesgo por inestabilidad de laderas

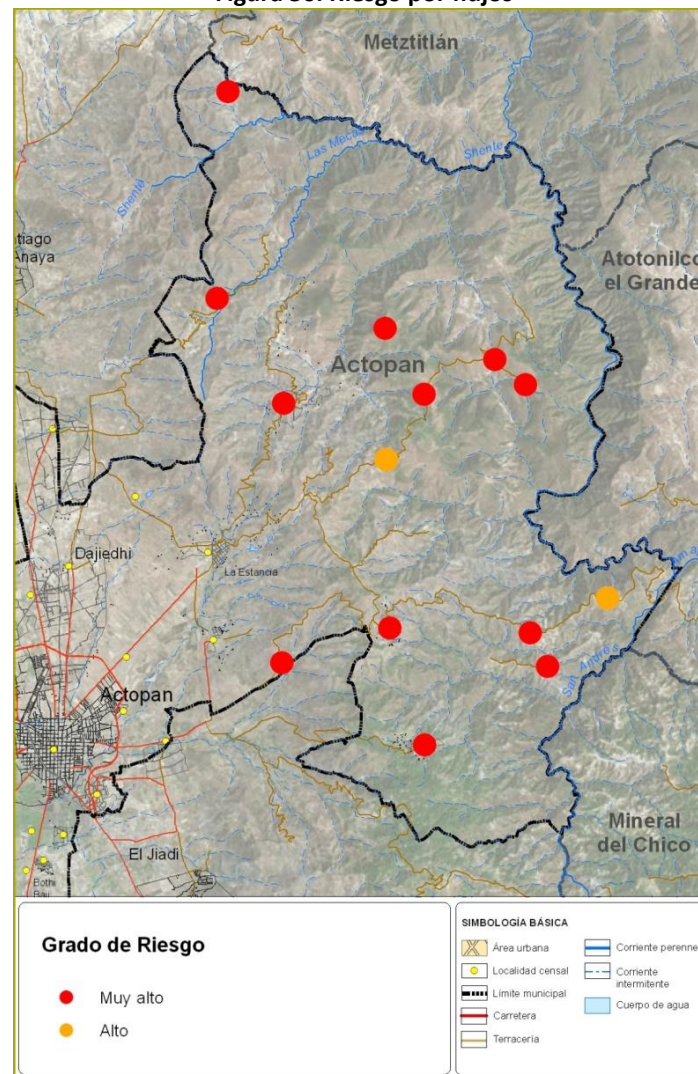


Elaboración propia

Tabla 46. Riesgo por Flujos

CODIGO	LOCALIDAD	RIESGO	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
130030018	Mesa Chica	Alto	44	11
130030021	Plomosas	Alto	163	40
130030037	La Segunda Manzana de Magdalena (El Arco)	Muy alto	119	28
130030017	Las Mecas	Muy alto	224	52
130030016	Santa María Magdalena	Muy alto	341	81
130030023	San Andrés Tlanguistengo	Muy alto	716	155
130030027	La Escoba	Muy alto	15	5
130030039	La Ardilla (Tierras Coloradas)	Muy alto	17	6
130030049	Manzana de Golondrinas	Muy alto	41	9
130030002	Benito Juárez	Muy alto	50	18
130030047	El Apartadero	Muy alto	58	17
130030035	El Senthe	Muy alto	65	16
130030051	El Paraje	Muy alto	92	21
130030024	Saucillo	Muy alto	296	77

Figura 50. Riesgo por flujos

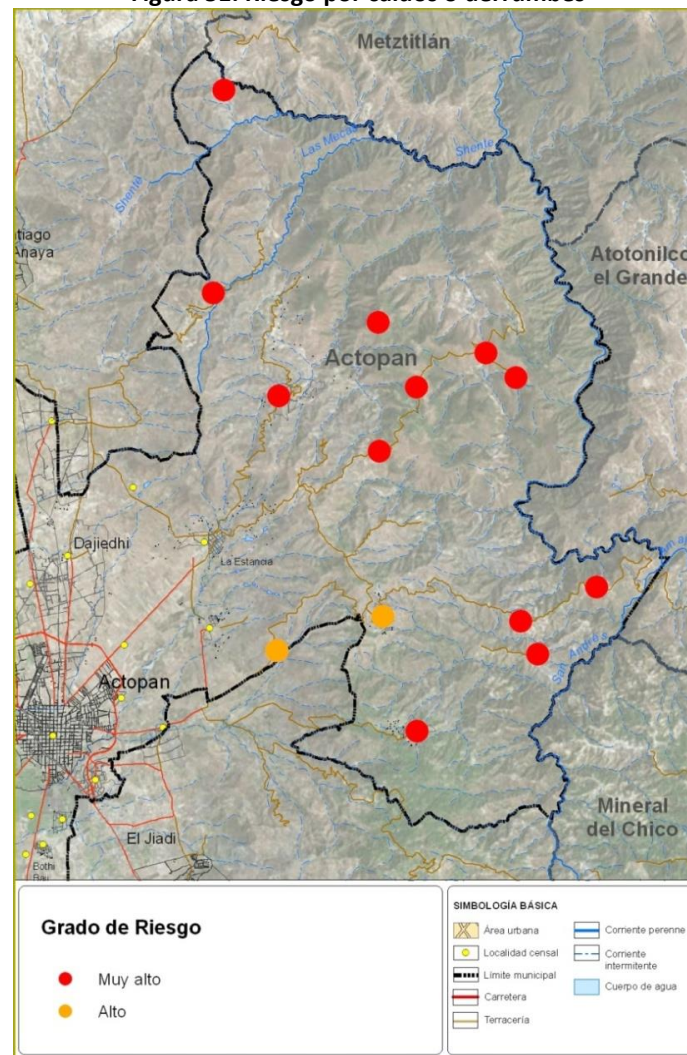


Elaboración propia

Tabla 47. Riesgo por Caídos o derrumbes

CODIGO	LOCALIDAD	RIESGO	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
130030018	Mesa Chica	Muy alto	44	11
130030021	Plomosas	Muy alto	163	40
130030037	La Segunda Manzana de Magdalena (El Arco)	Alto	119	28
130030017	Las Mecas	Muy alto	224	52
130030016	Santa María Magdalena	Alto	341	81
130030023	San Andrés Tianguistengo	Muy alto	716	155
130030027	La Escoba	Muy alto	15	5
130030039	La Ardilla (Tierras Coloradas)	Muy alto	17	6
130030049	Manzana de Golondrinas	Muy alto	41	9
130030002	Benito Juárez	Muy alto	50	18
130030047	El Apartadero	Muy alto	58	17
130030035	El Senthe	Muy alto	65	16
130030051	El Paraje	Muy alto	92	21
130030024	Saucillo	Muy alto	296	77

Figura 51. Riesgo por caídos o derrumbes



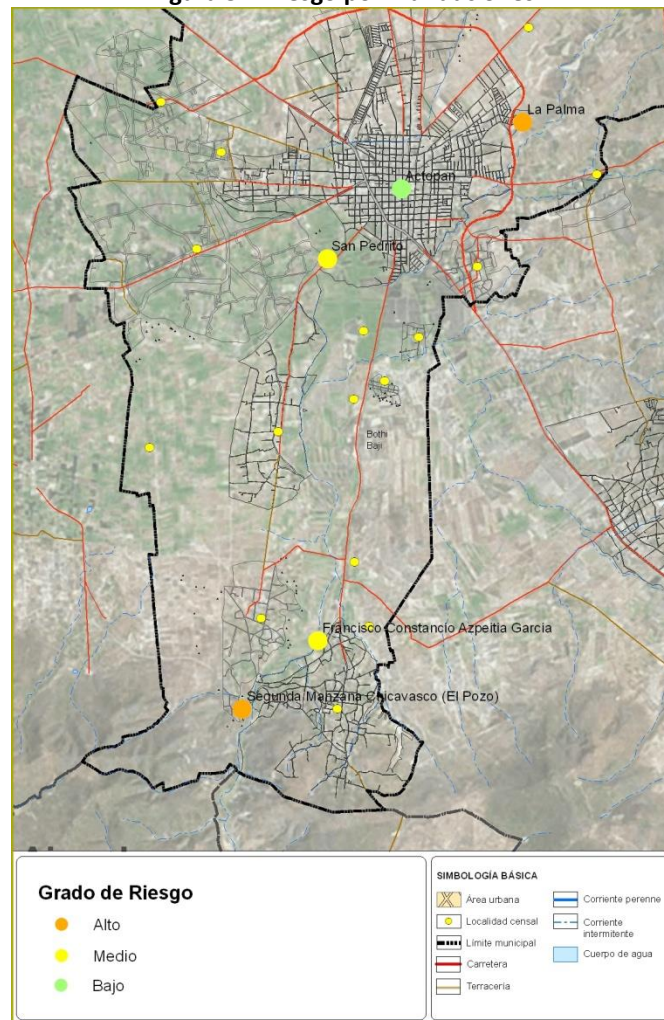
Elaboración propia

Tabla 48. Riesgo por inundaciones

CODIGO	LOCALIDAD	RIESGO	POBLACION TOTAL (*)
130030043	SEGUNDA MANZANA CHICAVASCO (EL POZO)	Alto	147
130030046	FRANCISCO CONSTANCIO AZPEITIA GARCIA	Medio	3
130030041	SAN PEDRITO	Medio	15
130030001	ACTOPAN	Bajo	29223
130030050	LA PALMA	Alto	21

(*) En el caso de la Cabecera Municipal, de forma complementaria al presenta análisis por localidad, se realiza una evaluación a nivel localidad para tener un acercamiento más preciso de la población afectada.

Figura 52. Riesgo por inundaciones

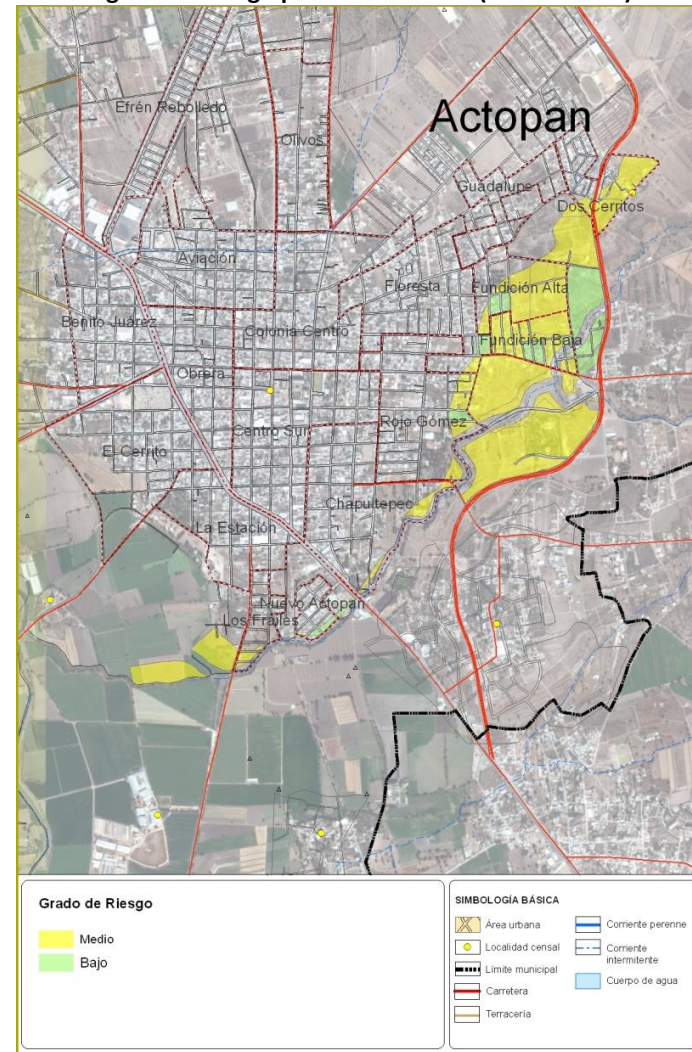


Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Riesgo por inundaciones (Zona Urbana)

Riesgo	Población	Viviendas	Asentamientos humanos en los que se ubican los sitios en riesgo
Medio	1,001	284	Nuevo Actopan, Los Frailes, Chapultepec,
Bajo	309	99	Rojo Gómez, Fundación Baja, Fundación Alta, Floresta, Dos Cerritos
Total	1,310	383	

Figura 53. Riesgo por inundaciones (zona urbana)

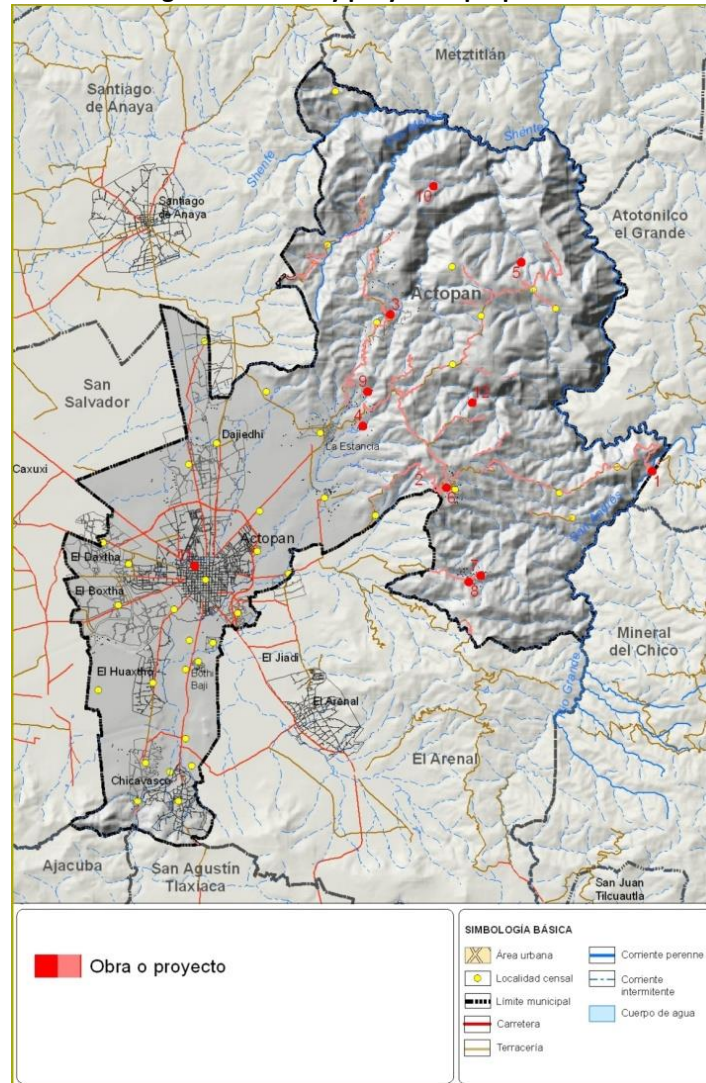


Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Obras propuestas

Num.	Sistema	Obra o proyecto	FENÓMENO	Aspecto a mitigar
1	Regulador	Señalización de riesgo de inundación en entrada a grutas en el paraje Puente de Dios	Hidrometeorológicos	Riesgo
2	Regulador	Estabilización de taludes en carreteras y caminos construidos en laderas de alta pendiente	Geológicos	Riesgo
3	Regulador	Rehabilitación de escuela primaria en la comunidad El Saucillo	Geológicos	Riesgo
4	Regulador	Rehabilitación de la cortina de la presa La Cuata	Hidrometeorológicos	Riesgo
5	Regulador	Reconstrucción de Puente en la comunidad de Benito Juárez en el camino que comunica a la delegación con el panteón	Geológicos	Riesgo
6	Regulador	Estabilización de ladera ante riesgo de derrumbe en escuela primaria de la localidad de Santa María Magdalena	Geológicos	Riesgo
7	Regulador	Estabilización de ladera para la disminución del riesgo de las instalaciones del DIF y escuela primaria Pedro María Anaya en la localidad de San Andrés Tianguistengo	Geológicos	Riesgo
8	Regulador	Reubicación de vivienda en riesgo por derrumbe en la localidad de San Andrés Tianguistengo	Geológicos	Riesgo
9	Regulador	Programa de reforestación en laderas de la sierra de Actopan	Geológicos	Riesgo
10	Regulador	Elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Actopan	Otros fenómenos	Vulnerabilidad
11	Regulador	Elaboración del Plan de Desarrollo Urbano Municipal	Otros fenómenos	Vulnerabilidad
12	Regulador	Curso de protección civil sobre prevención de riesgos por procesos gravitacionales en las localidades situadas en la sierra de Actopan	Geológicos	Vulnerabilidad

Figura 54. Obras y proyectos propuestos



Bibliografía y Fuentes Consultadas

- ▲ Alguacil de La Blanca, Gerardo, Francisco Vidal Sánchez, Daniel Stich, Flor de Lis Mancilla Pérez, José Ángel López Comino, José Morales Soto y Manuel Navarro Bernal. 2012. Parámetros de la fuente y del movimiento del suelo del terremoto de Lorca de 2011. Revista Física de la Tierra. Vol. 24 (2012). España. pp. 41-69.
- ▲ Arenal, Rodolfo del. 1978. Carta Hidrogeológica del Área de Actopan-Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Revista. Vol. 2. Num. 1. pp. 98-103.
- ▲ Burrough, Peter A. 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford University Press, New York.
- ▲ Carrasco-Velázquez, Baldomero Everardo, Elia Ramírez-Arriaga y Jesús Solé Viñas. 2008. Estratigrafía de la Formación Metztlán del Plioceno (estado de Hidalgo, Centro-Este de México). Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 60, Núm. 1, 2008, P. 83-99. México, D. F.
- ▲ CENAPRED. 2001. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. México. 225 pp.
- ▲ CENAPRED. 2001_a. Heladas. Serie Fascículos. México. 36 pp.
- ▲ CENAPRED. 2001_b. Inestabilidad de laderas. 2ª. Edición. Serie Fascículos. México. 36 pp.
- ▲ CENAPRED. 2002. Sequías. Serie Fascículos. México. 36 pp.
- ▲ CENAPRED. 2002_a. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México. 1ª edición. CENAPRED, SEGOB. México, D.F. 106 pp.
- ▲ CENAPRED. 2004. Guía Básica para la Elaboración de los Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. México, D. F. 280 pp.
- ▲ CENAPRED. 2004. Inundaciones. Serie Fascículos. México. 53 pp.
- ▲ CENAPRED. 2005. Sismos. 5ª. Edición. Serie Fascículos. México. 52 pp.
- ▲ CENAPRED. 2006. Guía básica para la elaboración de atlas municipales y estatales de peligros y riesgos: evaluación de la vulnerabilidad física y social. México, D. F. 280 pp.
- ▲ CENAPRED. 2007. Ciclones Tropicales. Serie Fascículos. México. 44 pp.
- ▲ CENAPRED. 2010. Tormentas Severas. Serie Fascículos. México. 52 pp.

- ▲ COESPO. Consejo Estatal de Población de Hidalgo, índices y grados de Marginación por Municipio.
- ▲ CONAGUA. 2010. Cartografía de Acuíferos de la República Mexicana. Facilitada a través de Infomex.
- ▲ Cotler, Helena Ávalos. 2010. Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. 1ª. Edición. INE-SEMARNAT. México. 232 pp.
- ▲ Derruau, Max. 1970. Geomorfología. Ediciones Ariel. Barcelona. 442 pp.
- ▲ DOF 06-06-2012. Ley General de Protección Civil. 29 pp.
- ▲ DOF. Lunes 13 de agosto de 2007. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 50 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican.
- ▲ DOF. Miércoles 14 de diciembre de 2011. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 142 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos.
- ▲ DOF. Miércoles 17 de abril de 2002. NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.
- ▲ ESRI (Environmental Systems Research Institute). 1991. Understanding GIS. The ArcInfo Method. California, USA.
- ▲ García Acosta, Virginia y Gerardo Suárez Reynoso. 1996. Los sismos en la historia de México, tomo I: FCE, UNAM, CIESAS, 1996. 718 pp. México.
- ▲ García, Acosta Virginia. 1997. Historia y Desastres en América Latina. Volumen II. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina-
- ▲ Hernández, C. M. E., Torres, T. L. A. y Valdez, M. G. 2000. Sequía Meteorológica. Pp. 25-40. En: C. Gay (comp.) México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Resultados de los estudios de la vulnerabilidad del país, coordinados por el INE con el apoyo del U.S. Country Studies Program, México: INE, SEMARNAP, UNAM, U.S. Country Studies Program.
- ▲ IMTA. 2009. Eric III Versión 3.2 - extractor rápido de información climatológica.
- ▲ Instituto de Geografía. UNAM. 1995. Mapas de peligros del Volcán Popocatepetl
- ▲ Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2010. Discapacidad, 2010.

- ▲ IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- ▲ Jaimes, Miguel A., Eduardo Reinoso, Mario Ordaz y Cesar Arredondo. 2009. Correlación entre la aceleración y velocidad máxima del suelo: aplicación en el análisis del peligro sísmico. Revista de Ingeniería Sísmica No. 81 19-35 (2009). pp. 19 - 35. México, D.F. http://dx.doi.org/10.5209/rev_FITE.2012.v24.40131
- ▲ Lugo H.J., Inbar, M. (eds), 2002, Desastres Naturales en América Latina: México, Fondo de Cultura Económica, 501 p.
- ▲ Lugo, José I. 1989. Diccionario Geomorfológico. Instituto de Geografía UNAM. México. 337 pp.
- ▲ Lugo, José I. 1991. Elementos de Geomorfología Aplicada (Métodos Cartográficos). Instituto de Geografía UNAM. México. 109 pp.
- ▲ Macías, José Luis. 2005. Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen Conmemorativo del Centenario. Temas Selectos de la Geología Mexicana. Tomo LVII, núm. 3, 2005, México. pp. 379-424
- ▲ Macías, Medrano Jesús Manuel y Asunción Avendaño García. 2013. Climatología de tornados en México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. ISSN 0188-4611.
- ▲ Méndez, M., Magaña, V.O., 2010, Regional aspects of prolonged meteorological droughts over Mexico and Central America: Journal of Climate, 23, 1175–1188.
- ▲ Rzedowski, Jerzy. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. Primera edición. México. 432 pp.
- ▲ Schmidt, Víctor. 2011. Factores de amplificación del suelo en función del periodo obtenidos a partir de regresiones para Costa Rica. Revista Geológica de América Central. Costa Rica. pp. 27-39.
- ▲ SEDATU. 2013. Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013. México. 153 pp.
- ▲ Sedlock, R. L., F. Ortega-Gutiérrez and R. C. Speed. 1993. Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico. Geological Society of America. Special Paper 278.
- ▲ Silva, Carlos. 1978. Unidades de Suelo. Primera edición. Ed. CECSA. México.
- ▲ Strahler, Arthur N. y Alan N. Strahler, 1989. Geografía Física. Ed. Omega, Barcelona, 1989. 767 pp.
- ▲ Strahler, Arthur N. y Strahler, Alan N. 1996. Physical Geography. John Wiley & Sons, New York.

Cartografía y publicaciones del INEGI

- ▲ Fuente: INEGI. Conjunto de datos vectoriales escala 1:50,000 de las cartas F14C79, F14C89, F14D71 y F14D81; Principales resultados por localidad (ITER) 2010 y Marco Geoestadístico Municipal 2010.
- ▲ INEGI (b). S/F. Continuo de Elevaciones Mexicano CEM (2.0).
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continuoelevaciones.aspx>
- ▲ INEGI, 1984. Carta de efectos climáticos regionales, escala 1:250,000, clave D14-3, Aguascalientes. México.
- ▲ INEGI. 1980. X Censo General de Población y Vivienda.
- ▲ INEGI. 1981. Carta Fisiográfica escala 1:1 000 000.
- ▲ INEGI. 1982. Carta Edafológica E14A29 escala 1:50,000.
- ▲ INEGI. 1990. XI Censo General de Población y Vivienda.
- ▲ INEGI. 1999. Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Aguas Subterráneas escala 1:250 000 Serie I
- ▲ INEGI. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda.
- ▲ INEGI. 2001. Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales escala 1:250,000.
- ▲ INEGI. 2007. Conjunto de Datos Edafológicos Vectoriales, escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional)
- ▲ INEGI. 2009. Cartografía Urbana (Áreas Geoestadísticas Básicas y Manzanas).
- ▲ INEGI. 2009. Censos Económicos 2009
- ▲ INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda.
- ▲ INEGI. 2010. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV escala 1:250 000.
- ▲ INEGI. 2010. Sistema de Integración Territorial, ITER. Principales resultados por localidad.
- ▲ INEGI. 2013. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).
- ▲ INEGI. Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica (www.inegi.org.mx). Consultado en noviembre del 2013.
- ▲ INEGI. S/F. Carta de Climas, escala 1: 1 000 000.

- ▲ INEGI. S/F. SIATL. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#
- ▲ INEGI. S/F. Sistema de Topoformas, escala 1: 000 000.

Recursos electrónicos

- ✦ <http://clima.inifap.gob.mx>
- ✦ <http://earthquake.usgs.gov>
- ✦ <http://lema.rae.es>
- ✦ <http://portal2.edomex.gob.mx/coespo/indicadoressociodemograficos/indicedemarginacion/index.htm>
- ✦ <http://smn.cna.gob.mx/>
- ✦ <http://www.cenapred.unam.mx>
- ✦ <http://www.cna.gob.mx>
- ✦ <http://www.conapo.gob.mx><http://www.coneval.gob.mx>
- ✦ <http://www.crh.noaa.gov>
- ✦ <http://www.geofisica.unam.mx>
- ✦ <http://www.google.com/earth>
- ✦ <http://www.ncdc.noaa.gov>
- ✦ <http://www.snim.rami.gob.mx/#>
- ✦ <http://www.ssn.unam.mx/>
- ✦ <http://www.trinet.org/shake>
- ✦ <http://www2.ssn.unam.mx>
- ✦ <http://www2.ssn.unam.mx/website/jsp/fuertes.jsp>
- ✦ <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=15>
- ✦ www.drought.gov
- ✦ www.ncdc.noaa.gov. NCDC (National Climatic Data Center).

