

Atlas de Riesgos del municipio de Zoquitlán, Puebla 2013.



WTC Ciudad de México.
Montecito 38, piso 16, oficina 32.
Tel. (55)9000 3449.

Fecha: 3 Octubre 2013
Número de avance: Versión 3
Número de expediente _____
Zoquitlán, Puebla



ÍNDICE

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción..... 4

1.1. Introducción..... 4

1.2. Antecedentes 5

1.3. Objetivo..... 8

1.4. Alcances 8

1.5. Metodología General 9

1.6. Contenido del Atlas de Riesgo 10

CAPÍTULO II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica..... 12

2.1. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica 12

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural 17

3.1. Fisiografía 17

3.2. Geomorfología 19

3.6. Cuencas y Sub-cuencas 26

3.7. Clima 29

3.8. Uso de suelo y vegetación 31

3.9. Áreas naturales protegidas 34

CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos 37

4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, pirámide de edades, mortalidad, densidad de población..... 37

4.2. Características sociales 46

4.3. Principales actividades económicas en la zona 56

4.5. Estructura urbana 58

4.6. Vulnerabilidad 60

Ilustración 15. Estratificación a nivel estatal. **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 16. Estratificación a nivel municipal..... **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural 70

5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico..... 70

Erupciones Volcánicas..... 70

Sismos 76

Tsunamis 80



Inestabilidad de laderas	82
Análisis geotécnico.....	91
Hundimientos.....	101
Subsidencia	104
Agrietamientos.....	105
5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	106
Ondas cálidas y gélidas	107
Temperaturas máximas extremas	109
Sequías	109
Heladas y tormentas de Nieve	111
Tormentas de granizo	113
Ciclones Tropicales.....	115
Tornados	116
Tormentas de polvo	118
Tormentas eléctricas.....	119
Lluvias extremas.....	121
Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	123



CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción

1.1. Introducción

En el País, Estados y Municipios coexisten tanto peligros como riesgos generando problemáticas complejas y diversas entre los asentamientos humanos, éste es el caso del Municipio de Zoquitlán, que impulsa la puesta en marcha de instrumentos integrales de ordenación y planeación, con la visión de que sean vinculados a la identificación de los riesgos que permitan un uso y aprovechamiento sustentable del suelo, considerando todos los factores dentro de los procesos que intervienen en la transformación de éste, especialmente en la protección y ordenación de los asentamientos humanos.

Dentro de la problemática municipal, está la que tiene que ver con los procesos y formas de urbanización (aunque precarias) que se han desarrollado sobre el territorio en el que existen peligros que, aunados a la vulnerabilidad, generan procesos de riesgo por el efecto de distintos eventos naturales, por lo que, resulta prioritario ubicar espacial y temporalmente el peligro, además de localizar geográficamente la vulnerabilidad física y social de los sistemas expuestos, para finalmente representar diversos escenarios de riesgo mediante la evaluación cuantitativa de las pérdidas derivadas del impacto de diversos fenómenos perturbadores.

En la actualidad, el incremento en la vulnerabilidad de un territorio, ante la presencia de fenómenos naturales cada vez más intensos como frecuentes, conlleva a la necesidad de formular estrategias para introducir medidas apropiadas de prevención y mitigación que respondan a las prioridades de la comunidad, en base a un análisis de la vulnerabilidad como evaluación del riesgo; creando una conciencia mayor sobre la preocupación de la comunidad y el propio gobierno, sobre los riesgos que puedan estar presentes en un territorio determinado.

El objeto del presente Atlas de Riesgos nace de la inquietud de las autoridades del Municipio de Zoquitlán para identificar el grado de peligrosidad que los fenómenos meteorológicos y geológicos causan en el territorio y en sus asentamientos humanos, detectados con la ayuda de instrumentos técnicos y tecnológicos. La importancia es tal, no sólo por su presencia económica y demográfica, sino principalmente por su gente, que apuesta por un desarrollo de vida sustentable y seguro.



El Atlas de Riesgos es un instrumento estratégico formulado a partir de un estudio técnico que identifica, en contexto geográfico la zona analizada, los riesgos a los que están expuestos tanto la población y sus bienes, como los equipamientos y la infraestructura pública, que permitirá al Municipio definir planes para las políticas de seguridad en materia de protección civil; así como para facilitar la comprensión de la dimensión física y demográfica a nivel localidad.

En la gestión integral de riesgos, el primer paso es contar con un Atlas con el que se identifiquen y analicen los peligros y la vulnerabilidad a la que se encuentra expuesta la población, lo que permitirá aplicar medidas concretas como sistemas de alerta, medidas de prevención, identificación de espacios seguros y adecuados para proteger la vida de las personas y actualizar su normatividad, entre otras acciones. El siguiente paso, consiste en prevenir estos riesgos manteniendo a la población informada, elaborando planes y simulacros de evacuación, integrando grupos de brigadistas, identificando obras de mitigación para elaborar proyectos ejecutivos para su construcción. Finalmente, se deberá llegar a la elaboración y diseño de escenarios de riesgo en coordinación con otras instancias y buscar el financiamiento para las obras más adecuadas en materia de prevención, ya sea con recursos propios o de los demás órdenes de gobierno.

1.2. Antecedentes

A nivel mundial, en las dos últimas décadas han fallecido alrededor de 3 millones de personas a causa de desastres de gran magnitud vinculados a fenómenos naturales y socio-naturales. De 1991 al 2000 se ha registrado un promedio de 211 millones de personas afectadas anualmente por los mismos -7 veces más que el promedio de 31 millones de personas anualmente afectadas por conflictos

Esta tendencia, desafortunadamente, no está decreciendo, sino que aumenta de manera alarmante y Naciones Unidas ha realizado proyecciones en las que se estima que para el 2050 las pérdidas por desastres ascenderán a \$300 mil millones de dólares y 100 mil vidas anuales.

Consciente de este hecho, el Programa Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos de la SEDATU acompaña y fortalece los esfuerzos de las sociedades en las acciones de prevención, ya que sólo incorporando este tema en las políticas y programas de reducción de la pobreza, gobernabilidad, estrategias medioambientales y otras áreas del desarrollo sostenible, podremos incidir positivamente en los factores que incrementan nuestra vulnerabilidad a los fenómenos naturales y construir sociedades más seguras.



Para el presente instrumento los riesgos y peligros se analizan por temas o problemas en términos de su continuidad en el espacio y en el tiempo, teniendo la posibilidad de hacer altos en el camino y analizar también el acontecimiento, siempre enmarcado en un contexto espacio-temporal que lo condiciona y define.

Para estudios como el presente Atlas se debe considerar que el desastre es el resultado de la confluencia entre un fenómeno natural peligroso y una sociedad o un contexto vulnerable. De ahí que sea absolutamente necesario conocer a profundidad este último, es decir, las condiciones en las que se presentó determinada amenaza y en las que se desarrolló y evolucionó. Se debe reconocer que los desastres constituyen el resultado de procesos que, ante la presencia de una amenaza o peligro, se convierten en detonadores o reveladores de situaciones críticas preexistentes en términos sociales, económicos y políticos. Pero para evitar caer en incoherencias y poder enmarcar el riesgo en su verdadera dimensión resulta insoslayable, como mencionábamos antes, estudiar el contexto.

Si bien los estudios muestran como la presencia de determinadas amenazas naturales desatan procesos que derivaron en desastres, mismos que alcanzaron diversas magnitudes dependiendo de la acumulación de vulnerabilidades en cada región o lugar estudiado, encontramos una preponderancia de casos referidos a sequías, inundaciones y sismos. Lo anterior permite constatar que a diferentes niveles y con efectos variados, prácticamente todas los peligros que la naturaleza es capaz de generar han estado presentes a lo largo de la historia.

Así el Atlas Estatal de Peligros de Puebla¹, identifica a todo el territorio municipal con peligro bajo ante fenómenos hidrometeorológicos y fenómenos gravitacionales o de ladera (que en este estudio se denominaron Procesos de Remoción en Masa PRM). Sin embargo la delimitación, detalle y precisión de las zonas de probable peligro tiene una escala muy grande, por lo cual la precisión que se requiere para determinar con exactitud zonas de peligro será desarrollada en el presente instrumento.

El municipio de Zoquitlán ha sido escenario de diversos fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, asociados en su mayoría a procesos de saturación del suelo. Las características físicas sumadas a las vulnerabilidades existentes hacen que exista un riesgo a desastres que a lo largo de su historia se ha hecho evidente como: las continuas e intensas lluvias han dejado serias afectaciones en la región de la Sierra Negra, siendo el municipio de San Pablo Zoquitlán uno de los más afectados con casi 200 familias damnificadas².

¹ <http://www.geopuebla.com.mx:81/atlas/>

² Sistema Municipal de Protección Civil, declaración del Director de PCM Lázaro Alonso Martínez.



Por su parte Mauricio Olaya Cuello, presidente auxiliar de San Francisco Xitlama, una comunidad asentada a 12 kilómetros de su cabecera municipal, indicó que debido al desbordamiento del Río Xitlama fue necesario evacuar de sus viviendas a trece familias, mismas que se negaron a ser trasladadas al albergue temporal ubicado en la Escuela Telesecundaria Vicente Guerrero, pues prefirieron pedir refugio con parientes cercanos.

En septiembre de 2005 se hace una declaratoria de Contingencia climatológica en virtud de los daños provocados por la sequía “atípica” que se presentó en los meses de mayo junio y julio y afectó los municipios de Xicotepec, Jopala, Jalpan, Tlaxco, Ayotoxco de Guerrero, Zoquitlán, Ajalpan, Coxcatlán, Coronango, Cuautlancingo, San Miguel Xoxtla, Zapotitlán de Méndez, Huitzilán de Serdán y Hermenegildo Galeana del Estado de Puebla.

En septiembre de 2007 al menos 6 mil personas quedaron incomunicadas en la Sierra Negra de Puebla por el deslizamiento de un cerro que destruyó un tramo del camino que unía seis poblados. El deslizamiento, no dejó muertos ni heridos pero arrasó con un auditorio en construcción y dañó tres casas. El deslizamiento de tierra ocurrió en el poblado Tequequexpa, municipio de Zoquitlán, a dos kilómetros de la comunidad Zacacoapan, donde el 4 de julio del mismo año otro cerro se desgajó sobre la carretera Tehuacán-Tlacotepec de Porfirio Díaz y sepultó a un camión en el que viajaban 32 pasajeros, quienes perecieron. El suceso ocurrió a las 0:30 horas, y los escombros cerraron un sendero de por sí afectado por lluvias derivadas del huracán Dean, que azotó México a finales de agosto. Indicó que las poblaciones incomunicadas son Oztopulco, Poxotitla, Tetepa de Bandera, Tetepa de Zaragoza, Tepexilotla y Atlantiopa.

En octubre de 2010 ante los deslizamientos de cerros que se registraron tanto en Puebla como en otras partes del país por la temporada de lluvia y que tuvo resultados funestos, la Secretaría de Educación Pública (SEP) en coordinación con el Comité Administrador Poblano para la Construcción de Espacios Educativos (CAPCEE) y Protección Civil, evacuaron la secundaria “Carlos A. Carrillo” del municipio de Zoquitlán, la cual sufrió las consecuencias del deslizamiento de un cerro dañando severamente la estructura de la misma. Sin embargo gracias a los estudios que realizaron los técnicos del CAPCEE apoyados por Protección Civil, sobre la situación de peligro en que se encontraba esta escuela ésta se evacuó con antelación. Cabe destacar que antes de que las autoridades estatales tomarán la determinación de evacuar el plantel, tanto padres de familia como algunos maestros manifestaron su inconformidad debido a que ellos no veían peligro para los estudiantes, desafortunadamente dos días después del desalojo total de la escuela se tuvo el desgajamiento del cerro que afectó severamente la estructura. Por otra parte el titular del CAPCEE, añadió que la dependencia que preside también realiza estudios de mecánica de suelo en el preescolar “Ignacio Zaragoza” y la primaria “Vicente Guerrero” de la comunidad de Acatepec, donde se realizará el presupuesto para la construcción de un



muro de contención que permita dar seguridad a 317 alumnos de ambas instituciones educativas, además el CAPCEE realizará el acondicionamiento de ambas escuelas.

En agosto de 2011 se hace una declaratoria de desastre por un fenómeno natural perturbador descrito como lluvia severa e inundaciones en varios municipios de la Sierra negra entre ellos Zoquitlán. “Las intensas lluvias que se registran en la Sierra Negra desde la tarde del domingo, así como la madrugada de este lunes, provocó el desbordamiento del río Tonto que causó el arrastre de algunas viviendas. Las comunidades más afectadas son el Tepeyac e Ixcatl, en el municipio de Eloxochitlán, así como en Tepexilotla, del municipio de Zoquitlán, donde, de acuerdo a versiones de los pobladores, se desconoce cuántas casas resultaron dañadas y si en ellas había gente, debido a que la creciente del río impide cruzar a verificar las condiciones que guardan las familias. Sin embargo, los pobladores revelaron que son alrededor de 60 los pueblos que se encuentran incomunicados debido a los fuertes oleajes que provocan las turbulentas aguas del río Tonto”.

1.3. Objetivo

Diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos en Zoquitlán a través de la generación de cartografía de los peligros y vulnerabilidad en un sistema cartográfico dinámico, actualizable y compatible con sistemas de visualización satelital libres, apegado a las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para la Representación del Riesgo, 2013 (en lo sucesivo, las “Bases”), emitidas por la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU).

1.4. Alcances

Los alcances del estudio están relacionados con las dos etapas cronológicas de elaboración del mismo, la primera etapa consiste en un acopio y análisis, que es parte inicial de la caracterización de los ámbitos naturales y sociales que intervienen en la construcción de riesgos. Lo que se presenta en dicha etapa es el resultado del acopio de información bibliográfica, temática, cartográfica, así como entrevistas con algunos informantes clave y otros actores del gobierno municipal de Zoquitlán.



La segunda etapa consiste en la descripción de los peligros, tal y como son definidos por las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para la Representación del Riesgo 2013 y será la síntesis de la información y datos recopilados durante la primera etapa. Las referidas Bases determinan el alcance mínimo, tanto en la elaboración de cartografía, sus diccionarios de datos y metadatos, como en el tipo de documento técnico en donde se describa el Atlas de Riesgos con antecedentes e introducción, determinación de la zona de estudio, caracterización de los elementos del medio natural y de los elementos demográficos, sociales y económicos.

El contenido esencial de este documento consiste en la identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural. Adicionalmente a este documento, se entregará un disco compacto con toda la información digital para consultarse, editarse y actualizar el Atlas de Riesgos de Zoquitlán; así mismo se incluirán los metadatos, memoria fotográfica, fichas de campo, glosarios, bibliografía, shapes (coberturas geográficas), archivos de tipo “kml” y “kmz” (legibles a través de la plataforma pública de Google Earth), tablas de atributos, modelos raster y demás información de apoyo empleada para la conformación de este documento.

1.5. Metodología General

En una primera fase se realizó un diagnóstico de las amenazas que representan un peligro y de qué manera se asocian con los 20 fenómenos solicitados por SEDATU en las Bases. El momentum del diagnóstico – descriptivo se estableció un proceso de investigación en gabinete y consulta de fuentes hemerográficas, para que el equipo de especialistas físicos y sociales posteriormente llevara a cabo un análisis de campo, que permitió realizar una primera identificación de peligros con los datos obtenidos y generar información básica de éstos en la región.

Por medio de la cartografía disponible del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se generó un análisis espacial con las escalas más comunes (1:250,000, 1:100,000, 1:50,000, 1:20000, según la disposición por tema), coberturas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Inventario Nacional Forestal y del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), imágenes de Google Earth, ortofotos de la zona de estudio y documentación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Para la segunda fase, una vez descrita la etapa de aproximación a los fenómenos perturbadores, se realizó un diagnóstico de la documentación e identificación de los riesgos hidrológicos, sísmicos, forestales y geológicos, que



permitieron la identificación de peligros y cómo se asocian con las variables referentes a la población, al sistema productivo, al equipamiento y la infraestructura básica del sistema, determinando las condiciones y elementos que aporten una aproximación inicial de las dinámicas de vulnerabilidad.

En los ámbitos descritos se identificó la función del riesgo, mismo que será representado territorialmente en un sistema de información geográfica, para lo cual se requiere de las herramientas de software y hardware adecuadas, esto en la medida que la información disponible permita ser representada no solo para generar imágenes estáticas, sino que las coberturas generadas serán parte de procesos dinámicos, ya que la representación del riesgo en un sistema cartográfico, requiere la comprensión de la relación que guardan entre sí los conceptos de amenaza o peligro, vulnerabilidad y riesgo.

Esta serie de pasos involucra procesos que se desarrollaron durante la elaboración del Atlas. Los mismos se representaron en diferentes niveles de estudio. Los niveles cartográficos para representar los temas de peligro, vulnerabilidad y riesgo se apegaron a los 3 niveles de escalas que se determinan y desarrollan en el Capítulo II de este documento.

1.6. Contenido del Atlas de Riesgo

El contenido del presente documento se sujetó a los lineamientos estipulados en las Bases emitidas por la SEDATU, las cuales indican el contenido y la caracterización del trabajo; el presente documento se fundamenta bajo el análisis del medio físico o natural, a la escala que la información cartográfica disponible en gabinete lo permite; la caracterización de los elementos del medio social se realizó a partir de los bancos de información estadísticos disponibles; se aborda de igual manera una descripción de la problemática en el deterioro ambiental que padece el Municipio; una primera identificación de amenazas, a partir de investigación con informantes clave y en documentos; un documento de anexos con información estadística que complementa los datos del documento central, así como la relación de mapas, fotografías, bibliografía y datos de quienes hacen este trabajo.

El primer capítulo contiene de forma breve la problemática relacionada con peligros de origen natural históricos. Este apartado contiene todos los antecedentes y evidencias de eventos desastrosos en el Municipio. También se señalan las leyes y fundamentos jurídicos que motivan la elaboración del Atlas de Riesgos.



En el segundo capítulo se identifica la poligonal del Municipio en el que se describirán los elementos de la infraestructura básica tales como carreteras, caminos, líneas de conducción eléctrica, etcétera. Se describirán los problemas generales, proyectos viales, afectaciones, derechos de vía y estado de conservación de áreas naturales.

En el tercer capítulo se analizan los elementos que conforman al medio físico del Municipio de Zoquitlán, a partir de las características naturales de la zona: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas, problemática ambiental.

En el cuarto capítulo se desarrolla una caracterización general demográfica, social y económica del Municipio, con los indicadores básicos que revelan las condiciones generales del estado que éste guarda, los cuales describen entre otros fenómenos la dinámica geográfica, la distribución de la población, la mortalidad, la densidad de la población, las características sociales y económicas, entre otros.

El quinto capítulo, analiza cada uno de los fenómenos de origen natural, identifica su periodicidad, área de ocurrencia, y grado o nivel de impacto sobre el sistema afectable para zonificar áreas de determinada vulnerabilidad en la zona de estudio. Toda vez que se ha identificado la zona de peligros y vulnerabilidad, se realizó la localización de los mismos en el Sistema de Información Geográfica (SIG) para determinar las zonas de riesgos ante cada fenómeno.



CAPÍTULO II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

2.1. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

Para la zona de estudio inicial del presente Atlas de Riesgos, convergen características geológicas, edáficas, fisiográficas e hidráulicas del mismo, son parte de un continuo geográfico que es necesario atender desde los niveles de estudio que abarquen más allá del límite administrativo-político del ayuntamiento. Como referencia del Municipio, se señala que Zoquitlán se localiza en las estribaciones meridionales de la Sierra Madre Oriental al Suroeste de Puebla, la altura llega a ser mayor a los 2,800 metros sobre el nivel del mar. Se localiza cerca del extremo más oriental al Sur del estado, cerca del límite entre Puebla, Veracruz y Oaxaca.

El territorio se encuentra completamente sobre la sierra que constituye el extremo meridional de la Sierra Madre Oriental, se caracteriza por su escarpado relieve, donde las altas montañas se suceden en cadenas separadas por pequeñas mesetas. Para paliar la condicionante del límite administrativo-político de Zoquitlán (ante estudios con límites geográficos mucho mayores que el político), se estructura a partir de la aplicación de métodos y técnicas de análisis de organización territorial una clasificación de niveles de aproximación geográfica con diferentes escalas y mapas de 'salida' que se emplean en el presente documento. A partir de la estructuración geográfica antes mencionada, se concluyó que es necesario contar con por lo menos 3 niveles de análisis espacial, que son:

- Cuenca hidrográfica (temas generales),
- Límite municipal (peligros y riesgos nivel municipal), y
- Traza urbana o de manzanas (peligros y riesgos nivel detalle).

El nivel de cuenca hidrográfica es una aproximación a las características naturales del continuo natural que se enmarca dentro de la unidad de captación de agua de un escurrimiento. Es decir que en este nivel no sólo se contemplan los límites políticos administrativos de Zoquitlán, sino que se incorpora a la visión cartográfica de los municipios al Sur del Municipio (Coyomeapan y San Sebastián Tlacotepec). En el nivel municipal se identificaron las zonas de alto impacto de riesgo como son en las inundaciones, erosión de suelo y depósito de sedimentos. El nivel traza Urbana se considera una identificación, evaluación y valoración de las construcciones de manera cualitativa y cuantitativa.

A nivel de límite municipal, se contempla la superficie perimetral del Municipio, la cual fue delimitada por el INEGI en su Marco Geoestadístico Municipal 2010 y en la cual es posible visualizar las principales vías de comunicación, hidrología, límites y curvas de nivel en una escala de 1:130,000 mediante una representación lineal de dichos rasgos, de igual forma es posible visualizar las áreas urbanas como manchas y las localidades rurales como puntos.

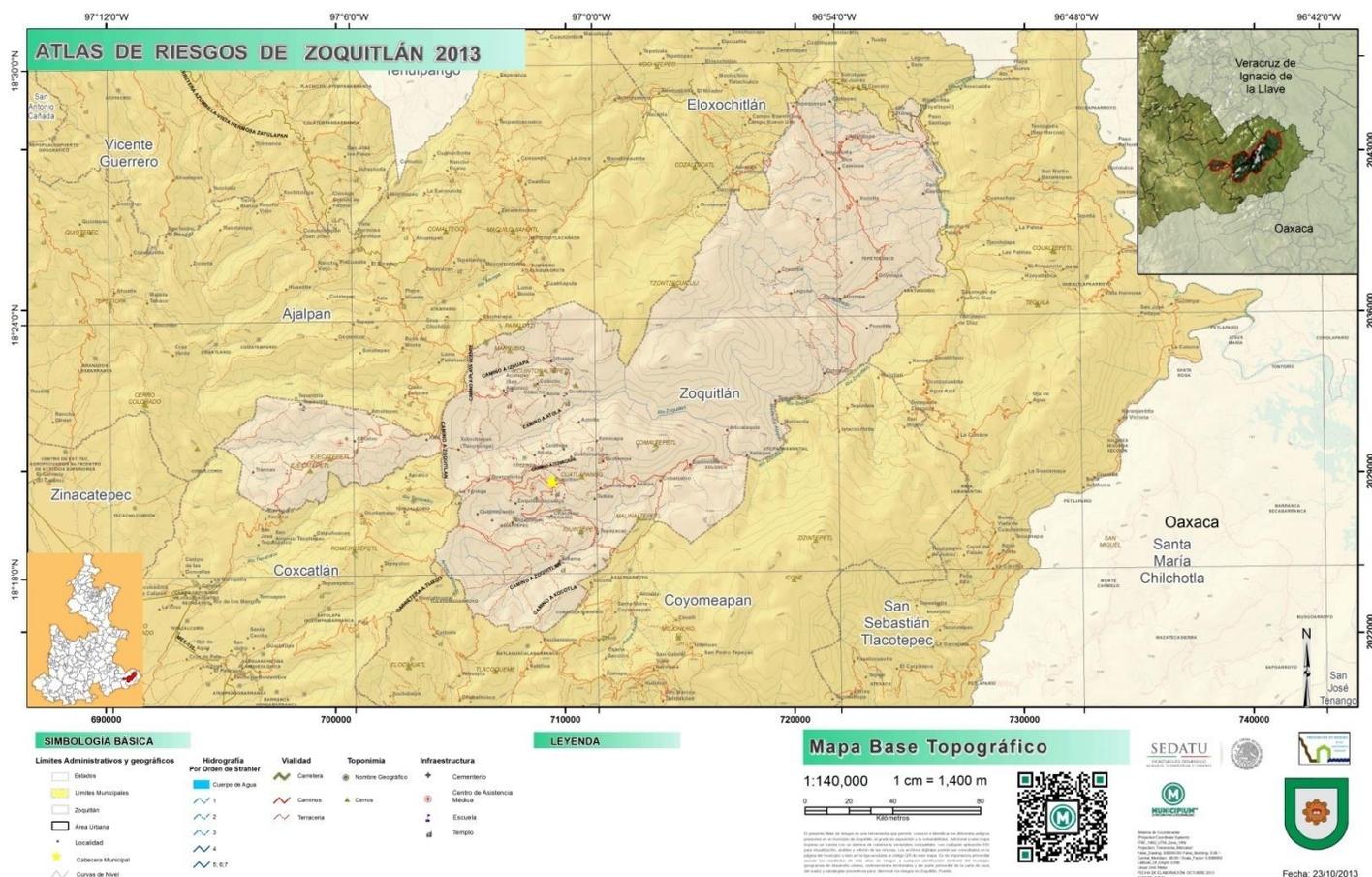


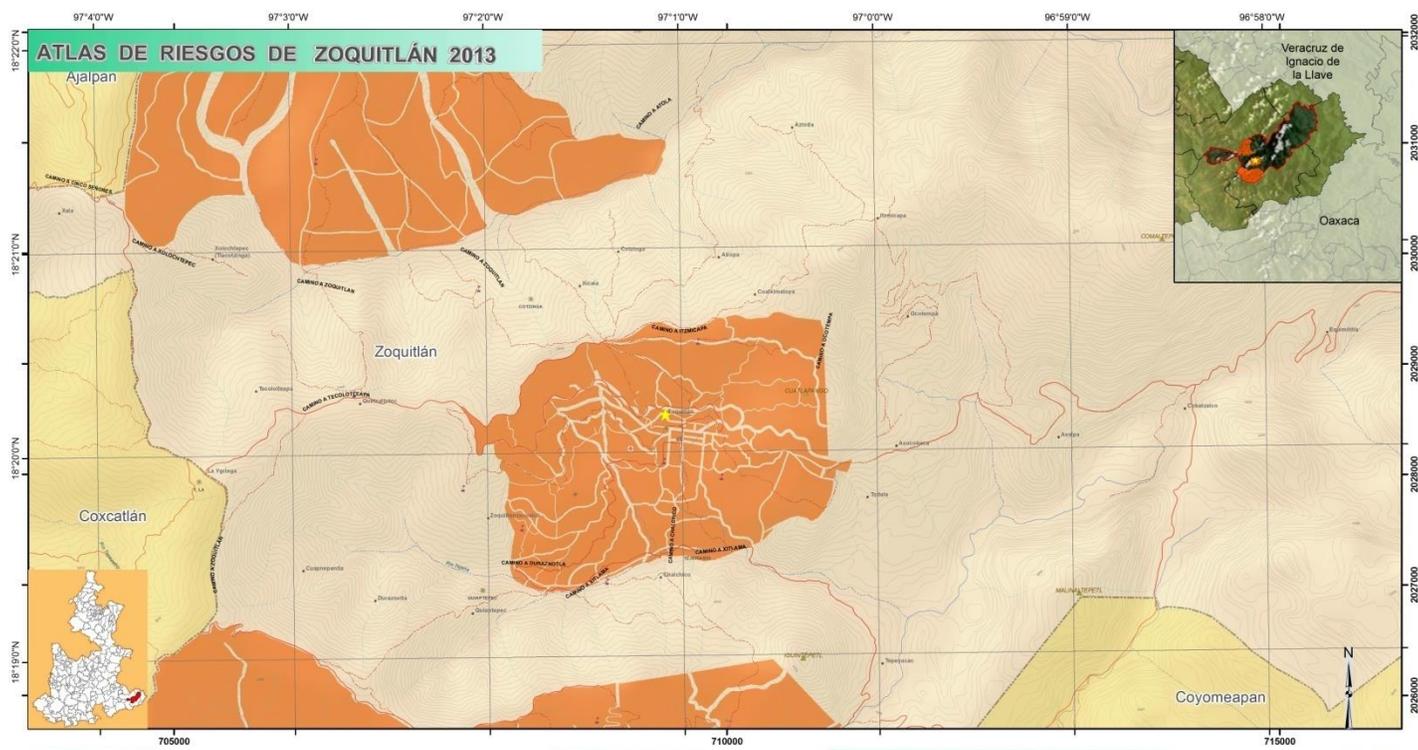
Ilustración 1. Mapa Topográfico. Nivel municipal

El análisis a nivel de “límite municipal” es empleado para delimitar los peligros en primer nivel, a partir de éste y con relación a las características de los asentamientos dentro de la zona, se visualizan los peligros Geológicos e Hidrometeorológicos a nivel puntual y las áreas determinadas en los niveles siguientes, por ejemplo: las inundaciones se delimitarán de forma precisa para contar con la determinación municipal de peligros.

El nivel de localidad urbana es definido por los asentamientos humanos relevantes dentro del territorio municipal y deben de ser visualizados con su respectiva mancha urbana, nombres de localidad e hidrografía.



En este nivel se visualizará de forma aérea cada uno de los peligros determinados en el mapa de nivel de límite municipal, sin embargo el nivel de precisión a detalle, será abordado en el nivel de manzana.



SIMBOLOGÍA BÁSICA

- Estados
- Limites Municipales
- Zoquitlán
- Área Urbana
- Localidad
- Cabeceza Municipal
- Curvas de Nivel

- Hidrografía**
Por Orden de Estado
- Cuerpo de Agua
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5: 67

- Vialidad**
- Camatera
 - Carreros
 - Terracería

- Toponimia**
- Nombre Geográfico
 - Cerro

- Infraestructura**
- Cementerio
 - Centro de Asistencia Médica
 - Escuela
 - Templo

LEYENDA

- Localidad
- Validad municipal

Mapa Base Topográfico

1:30,000 1 cm = 300 m

0 12.5 25 50 KILOMETROS

SEDATU SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

MUNICIPALIDAD

Fecha: 23/10/2013



Ilustración 2. Nivel de localidad urbana 1:5,000(cabecera e Zoquitlán y Cacaloc).

El cuarto nivel es el más detallado de todos, el nivel de traza urbana o de manzanas se refiere a un alcance de escalas hasta de 1:5,000 o de mayor detalle. Por ejemplo: la imagen demuestra la visual de dicho nivel de análisis en el cual se etiquetan nombres de vialidades, colonias e hidrografía y como rasgo característico el ameznamiento, equipamiento y servicios urbanos. Las zonas o polígonos de peligros serán identificados, ponderados y localizados a un nivel que permita localizar la manzana, predio o lote, en la cual tiene presencia el fenómeno perturbador.

Determinación del nivel de análisis

La evaluación de riesgo se hace a partir de un análisis profundo de los fenómenos naturales que pueden representar una amenaza a la población en general y sobre todo a la más vulnerable, este es uno de los objetivos que se persiguen en este estudio, el nivel de análisis nos permite medir y evaluar la peligrosidad de un fenómeno y su respectivo riesgo, por tanto en la “Tabla 1. Nivel de análisis Zoquitlán” se determinan los niveles de profundidad a los que se llegará en este estudio, en apego a las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013.

Los resultados obtenidos del análisis de cada fenómeno, junto con el conocimiento del territorio y las características de la población van a permitir a las autoridades municipales y los expertos en cada tema proponer alguno de los métodos para el tratamiento de los riesgos (medidas de mitigación), así se identificaran una serie de metodologías operacionales que se pueden implementar para prevenir, mitigar y evaluar riesgos, preparando planes y ejecutándolos.



Tabla 1. Nivel de análisis Zoquitlán

Nivel de análisis*	Fenómeno	Escala de estudio
2	Hundimientos, subsidencia y agrietamientos	1:70,000
2	Sismos	1:70,000
1	Tsunamis o maremotos	1:70,000
1	Vulcanismo	1:70,000
3	Procesos de remoción en masa (Inestabilidad de laderas, flujos, caídos o derrumbes)	1:20,000 a 1:70,000
2	Hundimientos	1:70,000
1	Lluvias extremas	1:70,000
1	Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) y tornados	1:70,000
1	Tormentas eléctricas	1:70,000
1	Sequías	1:70,000
1	Ondas cálidas y gélidas	1:70,000
1	Tormentas polvo	1:70,000
3**	Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	1:5,000 a 1:70,000
1	Tormentas de granizo y nevadas	1:70,000

*Nivel de análisis e acuerdo a las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013.

** Se realizará adicionalmente un estudio hidráulico de la infraestructura municipal.



CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1. Fisiografía

Existen varias clasificaciones de la República Mexicana en grandes unidades, realizadas con criterios principalmente geomorfológicos, a las que se han denominado provincias fisiográficas. El término fue aplicado para referirse al estudio y descripción de los aspectos naturales en general. Hoy en día se han elaborado diversos métodos para la clasificación de los territorios con criterios fisiográficos; procedimiento complejo por las numerosas variables a tomarse en cuenta, sin embargo, una de las ventajas que ofrece el enfoque es la facilidad de estructurar los datos espaciales de manera jerárquica, de tal manera que pueden ser representados en diferentes escalas.

En el caso del Municipio de Zoquitlán, desde el punto de vista fisiográfico se utilizó como unidad de análisis la regionalización, basándose en el principio de homogeneidad; en este caso del relieve. Las dimensiones de las unidades del relieve, su clasificación morfogenética, sus límites y la toponimia son los principales en una regionalización.

Para el municipio de Zoquitlán, las formas de relieve de mayores dimensiones es el sistema montañoso Sierra Madre del Sur, que es un sistema montañoso de estructura compleja, pero homogéneo por su extensión territorial. En este caso se aplica el criterio de territorialidad para definirlo como una gran unidad. La Sierra Madre del Sur está subdividida en unidades menores, como las Sierras Orientales donde se localiza todo el municipio de Zoquitlán. La SMS queda comprendida en el tercer rango de siete órdenes en función de sus dimensiones, las cuales se muestran a continuación:

- I. Continente Americano. Cuenca del Pacífico, Cuenca del Atlántico.
- II. Cordillera de Norteamérica. Cuenca del Pacífico Nororiental, Cuenca del Golfo de México y Trinchera Mesoamericana.
- III. Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Cinturón Volcánico Transmexicano, Cuenca de Sigsbee; Fosa de Acapulco.
- IV. Bolsón de Mapimí, Fosa de Tepic-Chapala, Fosa de Guaymas.
- V. Cuenca Lacustre de Chapala, Volcán Tequila, Barras litorales.

En los órdenes VI y VII se incluyen formas menores como barrancos, abanicos aluviales, colinas, montículos, etc., para el último orden las dimensiones son de algunos metros a decímetros.

Es un sistema montañoso marginal al Pacífico, desde Bahía de Banderas hasta el Istmo de Tehuantepec, con una longitud total aproximada de 1,100 km, constituido por estructuras diversas respecto a su edad y origen. La divisoria principal tiene una altitud dominante de unos 2,000 m.s.n.m. y alcanza alturas máximas de 2,600-3,200 m. Es un sistema de bloques montañosos, diversos en su composición y edad. El relieve está condicionado por varios factores: la tectónica (activa desde el Neógeno, intensa en la actualidad), la litología, la estructura geológica y las condiciones climáticas.



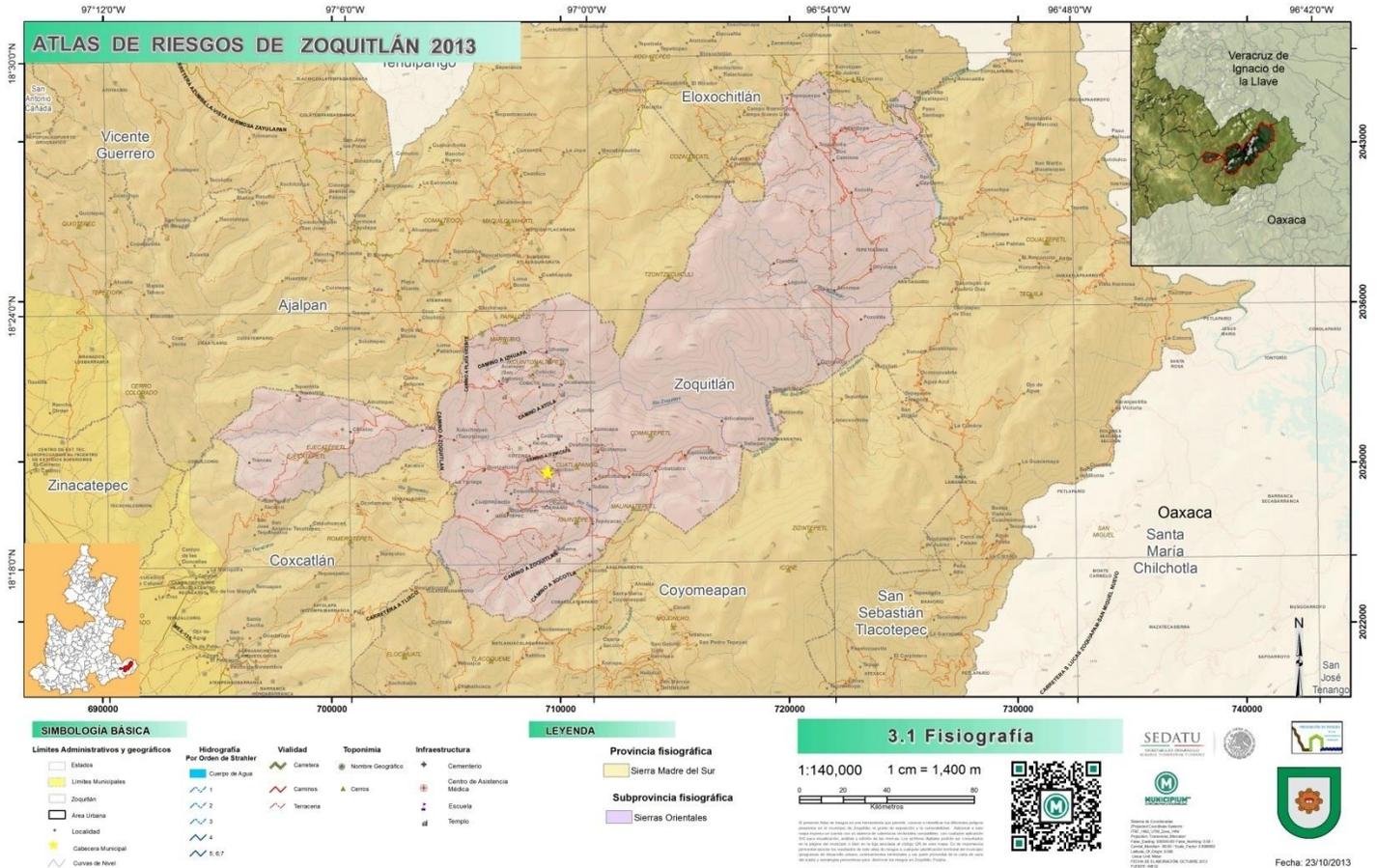
Tabla 2. Superficie en % de fisiografía Zoquitlán

Provincia fisiográfica	Superficie en %
Sierra Madre del Sur (Sierras orientales)	100

La morfología de costas escarpadas, terrazas de abrasión, superficies de nivelación escalonadas, control tectónico de los valles fluviales principales, son testigos de un levantamiento cuaternario en la margen del Pacífico del Sur de México. Una disección intensa del relieve caracteriza a toda la Sierra Madre del Sur, la que se reconoce por altas concentraciones de corrientes fluviales y valles profundos. Predomina la erosión de las montañas por el descenso de las divisorias en un clima subhúmedo. Las precipitaciones medias anuales superan los 1,000 mm. Generalmente, las mayores altitudes corresponden a estructuras de rocas calizas y volcánicas; las elevaciones granitoides ocupan las porciones más bajas.

Otro aspecto a considerar en la regionalización de esta provincia fisiográfica son sus límites, que no son líneas como si se tratara de estratos geológicos. Son franjas de anchura variable, en ocasiones insignificantes por la reducción a una escala muy pequeña, donde un milímetro equivale 10-20 km. En la zona limítrofe del Sistema Volcánico Transmexicano y la Sierra Madre del Sur, en la porción meridional del Estado de Puebla, se extiende al sudeste la Cañada Oaxaqueña, un valle de origen tectónico de clara expresión en el relieve entre las poblaciones de Tehuacán y Oaxaca. Esta superficie se puede integrar a ambas provincias, dependiendo de lo que predomine en el relieve o, bien, puede subdividirse en dos para uno u otro lado. La subdivisión en unidades menores (subprovincias), permite por lo mismo una mayor subdivisión.

Por último está la toponimia, se ha recomendado que se denominen a las unidades con términos que definan morfología, génesis y localidad. La toponimia del relieve mexicano es anárquica; con excepción de algunas provincias, como las sierras Madre (Sierra Madre del Sur), el resto tiene por lo menos dos nombres, e incluso llegan a seis o siete.



3.2. Geomorfología

La geomorfología es una ciencia geológico-geográfica que estudia las formas de la superficie terrestre (el relieve), las que se encuentran cubiertas por el agua del océano, lagos, ríos y glaciares; incluso las de los astros del Sistema Solar. El estudio del relieve terrestre revela la historia de su desarrollo y evolución, como resultado de la interacción de procesos que ocurren en el interior del planeta (endógenos) y aquellos que se desarrollan en la interfase de la superficie de la Tierra con la atmósfera, la hidrosfera y otras esferas geográficas (exógenos).

La cartografía geomorfológica es una herramienta que ayuda a comprender la configuración espacial de las formas que integran el relieve, así como los procesos que las han originado y aquellos que las han modelado. La importancia de este análisis radica en su aplicación a situaciones reales, en este caso, será la base para la elaboración de un mapa de procesos gravitacionales que afectan al municipio de Zoquitlán.

Por su localización geográfica, el municipio de Zoquitlán se encuentra al Sureste del Estado de Puebla, donde hay un relieve muy accidentado y pertenece a dos regiones morfológicas denominadas la Sierra del Axusco hacia el Este y hacia el Oeste la Sierra Zongólica. Ambas sierras son conjuntos de montañas laterales de la Sierra Madre Oriental, que se



caracteriza por su rápido descenso a la planicie costera. La clasificación del relieve por origen del municipio se presenta a continuación:

Endógeno plegado modelado: Relieve cuyo origen es interno y presenta un arqueamiento o deformación de las rocas (provocado fundamentalmente por procesos endógenos, en ocasiones exógenos). Puede ser de la magnitud más diversa, tanto en extensión lineal como en el ángulo de deformación, además se encuentra transformado por la acción de los procesos exógenos.

3.3. Geología

La geología de la región donde se encuentra el municipio de Zoquitlán se representa en la carta geológico-minera Orizaba E14-6 a escala 1:250, 000 (SGM, 2001). Queda comprendida dentro de los terrenos tectonoestratigráficos: Oaxaca, Mixteco y Maya. A su vez sus cubiertas incluyen parte de las cuencas de Zapotitlán, Morelos-Guerrero, Cuicateca, Zongólica, Veracruz y el Cinturón Volcánico Transmexicano.

El municipio se localiza dentro del Terreno Maya donde las rocas más antiguas pertenecen a la unidad tectónica conocida como Complejo Minolítico de edad Jurásico medio (JmMi), cuyos protolitos constan de cuarcitas, esquistos de filita y filitas. Las principales estructuras anticlinales son: San Lucas-Zoquiapan, San José de Gracia, Tlacuilotecatl y Atoyac con ejes orientados NW-SE, con vergencia al NE. Las fallas inversas más importantes son: San Antonio Cañada Xochitlalpan, Membrillo, Coyomeapan-Huautla, Cd. Mendoza-Atzumba, Soyaltepec con orientación preferencial NW-SE y el Klippe del cerro Cobaltepetl. Las fallas normales presentan direcciones NW-SE y echados al SW, siendo las principales: Tomellín, Necoxcalco, El Cedral, La Galería, Tecamalutlán-Zoquitlán y Temexcalapa.

Tabla 4. Superficie en % y en km² que ocupan las unidades litológicas

Unidad geológica	%	Km ²
(Kcm) Lutita-Limolita	25.164	9.89
(Ktss) Caliza-Lutita	66.348	26.09
(Kace) Caliza-Dolomía	98.304	38.66
(Kbap) Arenisca-Lutita	30.772	12.1
(Kvb) Arenisca-Andesita	14.633	5.75
(Kbeap) Caliza-Lutita	11.183	4.39
(Jtkbe) Caliza-Lutita	6.197	2.43
(Jm) Milonita	1.615	0.63

Las rocas más antiguas son las milonitas (JmMi) del Jurásico medio, se encuentran en la sección Oeste del municipio, ocupando una pequeña superficie; es una roca producto del metamorfismo, con los cristales rotos y deformados por la presión que se presenta en los planos de falla. Le siguen las rocas calizas con intercalación de lutitas del Jurásico Superior (Jtkbe) Cz-Lu y (Kbeap) Cz-Lu; la caliza es una roca sedimentaria consistente en calcita o residuos calcáreos de organismos, raras veces de aragonita. Con frecuencia contiene minerales de dolomita, partículas arenosas y arcillosas. Es un tipo de roca muy resistente al intemperismo y erosión diferenciales a lo largo de las fracturas. Forma elevaciones de



fuerte amplitud del relieve, con pendiente débil a escarpada, con laderas convexas, con divisorias continuas en una dirección y conservando la altitud (como las elevaciones que se localizan en Zoquitlán).

Esta roca esta intercalada con lutitas que es una roca constituida de sedimentos (principalmente arcillas). Representan más de la mitad del total de rocas sedimentarias en tierra firme. Se considera su origen por depósitos de corrientes relativamente tranquilas en lagos, llanuras aluviales y cuencas oceánicas profundas, se presenta en capas delgadas.

Posteriormente siguen las rocas areniscas y andesitas (Kvb), las areniscas son rocas sedimentarias consistentes en granos de arena cementadas por material arcilloso, calcáreo, sílice y otros. Del modelado de la arenisca por intemperismo y erosión resultan formas particulares del relieve. Por otro lado las andesitas son rocas ígneas efusivas de composición intermedia, color oscuro, compuesta de cristales de plagioclasa intermedia, minerales máficos y frecuentemente vidrio volcánico. Las rocas sedimentarias areniscas y lutitas (Kbap) Ar-Lu se extienden en la parte Oeste del municipio en una franja que va de Norte a Sur. Las rocas caliza-dolomía (Kace), son las que más abundan en el municipio y se extienden en tres franjas que van de Norte a Sur. El principal componente de la caliza es la calcita mineral de carbonato de calcio, mientras la dolomía se compone de dolomita mineral de carbonato magnésico y calcio. Posteriormente sobreyace una intercalación de lutita y limolita (Kcm) en una pequeña proporción al Norte del municipio. Las rocas más jóvenes que se extienden en el sector central son las calizas y lutitas del (Ktss).

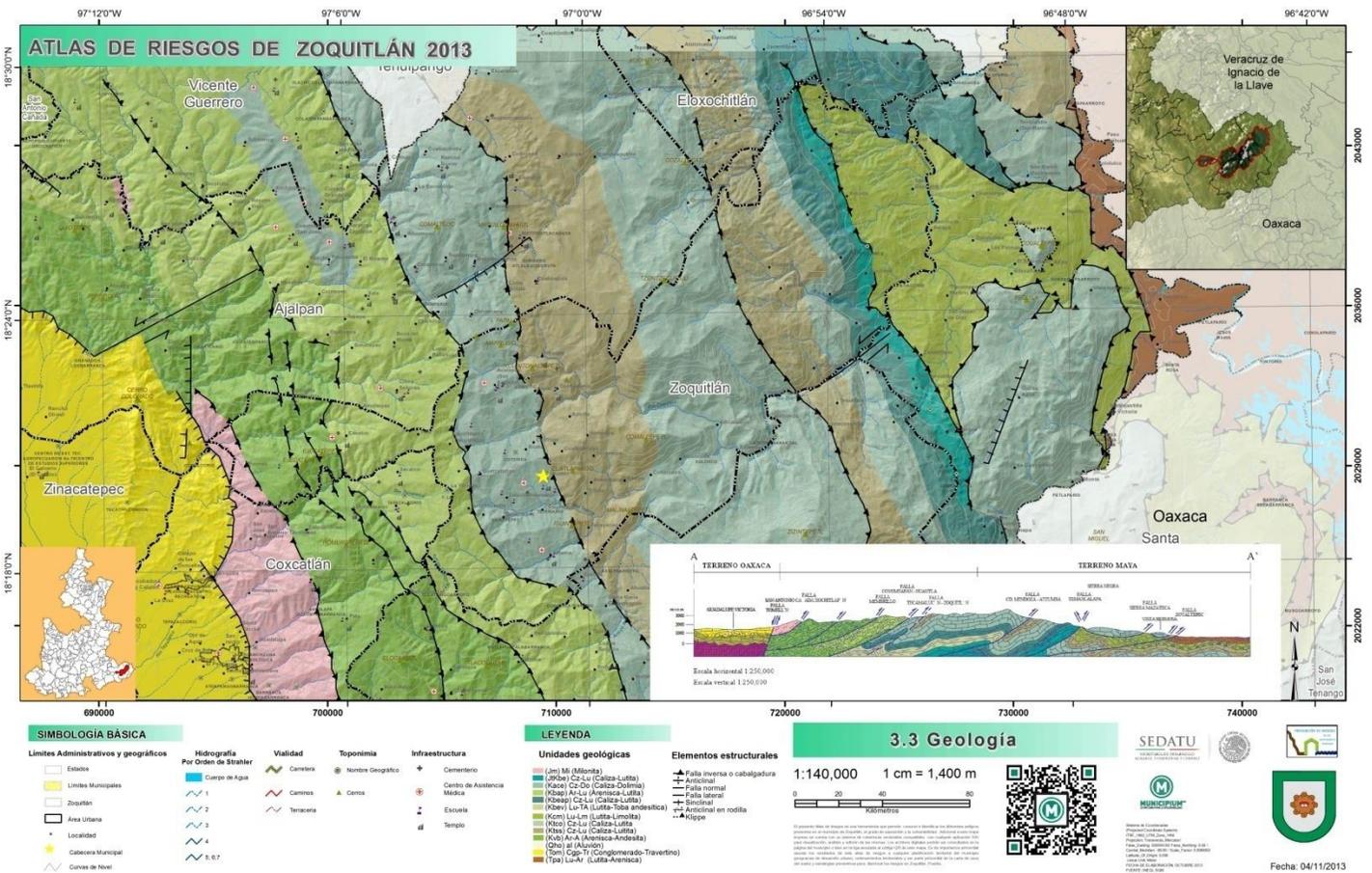




Ilustración 3. Geología de Zoquitlán.

3.4. Edafología

Las condiciones geológicas, geomorfológicas y climáticas de un espacio a lo largo del tiempo, favorecen y condicionan la formación de clases de suelos, los cuales presentan diferentes características y funciones. Los procesos de formación del suelo comienzan en la superficie y trabajan hacia abajo, de este modo la capa superior del suelo sufre más alteraciones por el material original que los estratos bajos. Dado lo anterior se muestra la información edáfica para el municipio de Zoquitlán proveniente (CONABIO, 1995).

Los suelos de tipo **feozem** ocupan el 20.91% del municipio, estos se distribuyen en la sección central y Suroeste del municipio asociados a las laderas de montaña, aunque estos suelos se presentan en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas; condiciones que no presenta el municipio de Zoquitlán. Las características principales de estos suelos es que son de profundidad muy variable. Los feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad del agua para riego. Es el cuarto tipo más abundante del país y se caracterizan por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejantes a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Se presenta con una fase física háplica que, la cual significa que son suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo. Tiene una textura media (suelo franco, equilibrado generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo).

Los suelos de tipo **litosol** ocupan una pequeña superficie (6.08%), presentan en la sección Oeste (asociado a sierra y barrancos) del municipio y se caracterizan por presentarse en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Tienen una profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo del maíz o el nopal.

Tabla 2. Superficie en % que ocupan los suelos en Zoquitlán.

Tipo de suelo	Superficie en %	Superficie en Km ²
Litosol	6.08	15.480
Feozemháptico	20.91	53.215
Cambisoldístico	11.97	30.462
Luvisol crómico	34.58	87.987
Luvisolórtico	25.59	65.099
Vertisolpélico	0.83	2.134



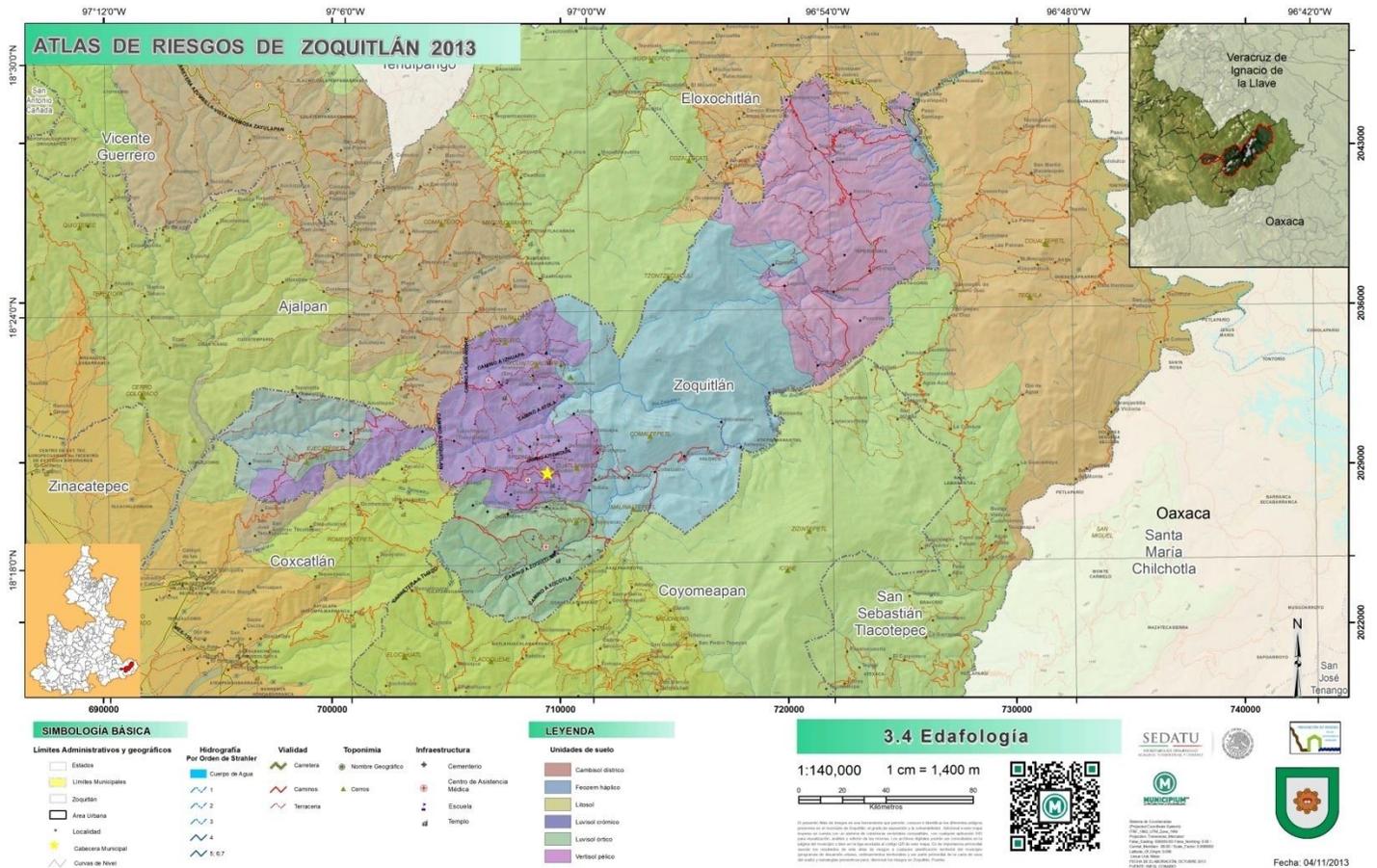
Los **cambisoles** ocupan el 11.97% y se localizan en la sección Sur del municipio, son suelos jóvenes y poco desarrollados, se encuentran en cualquier tipo de clima, excepto en zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a diversos usos, sus rendimientos son variables y dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Se presentan en una fase física dístrica que indica que son suelos ácidos, ricos en nitrógeno, pero pobres en otros nutrientes importantes para las plantas como el calcio, magnesio y potasio. También lítica profunda, que es una capa de roca dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de las raíces.

Los suelos de tipo **luvisol** son los que más abundan en el municipio, ocupando el 60.17% de superficie, ya que son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, están asociados a las laderas montañosas. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. En algunos cultivos de café y frutales en zonas tropicales, de aguacate en zonas templadas, donde registran rendimientos muy favorables. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en áreas de luvisoles, sin embargo debe de tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas están ocupadas por luvisoles.

Se presentan con diferentes fases físicas, una de ellas la crómica (34.58%), la cual indica que son suelos pardos o rojizos, en algunas ocasiones amarillento. Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas. Tienen una textura fina, es decir, suelos arcillosos (con más de 35% de arcilla) que tienen mal drenaje, escasa porosidad, son por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y son menos favorables al laboreo.

La fase física órtica (25.59%), se caracteriza por tener una capa de roca dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de las raíces. Por último, la pedregosa indica la presencia de rocas con más de 7.5 cm o más de diámetro en la superficie del terreno o dentro de los 30 cm de profundidad.

Respecto a los suelos menormente representados, los vertisoles ocupan un 1.7% de la región y se distribuyen en la parte Noreste del municipio en una pequeña franja sobre la serranía, se presentan en climas templados y cálidos. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, de la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y que por ser colapsables en seco forman grietas en la superficie o a determinada profundidad, su color más común es negro o gris oscuro. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización. Se presenta con fase física pélica, que es una subunidad exclusiva de los vertisoles que indican un color negro o gris oscuro.



3.5. Hidrología

El municipio de Zoquitlán se localiza en la Región Hidrológica número 28 Papaloapan, las corrientes dan origen a los Ríos: Zoquitlán y Santiago (parte centro y Norte del Municipio, respectivamente), que discurren desde la Sierras Orientales: principalmente de los cerros Ixcuintonaltépetl, Cuatlapango y Cozaltecatl, hacia el río Coyolapa que corre el límite Noroeste del municipio; y éste a su vez descarga sus aguas en el río Tonto. Se tiene una precipitación media anual de 600 mm en la zona Sur y en la parte Norte del municipio puede alcanzar hasta los 4000 mm, con un coeficiente de escurrimiento medio anual que puede llegar al 40% de lo precipitado (1000 mm).

El régimen de lluvias es intermedio entre verano e invierno; la cuenca a la que pertenece Zoquitlán es una cuenca exorreica. Se entiende como cuenca exorreica ya que sus escurrimientos tienden a convertirse en tributarios de ríos que desbordan sus aguas al mar, esta región hidrológica tiene una superficie de 46,517km²., distribuida en los estados de Oaxaca (51%), Veracruz (37%) y Puebla (12%). Aproximadamente el 45% corresponde a terrenos planos y ondulados de la planicie costera y el resto 55% están constituidos por la zona montañosa y quebradas de las sierras, con excepción de los pequeños valles de la Cañada y la Mixteca, que apenas representa el 1% de la superficie total (S.A.R.H., 1976).



Topográficamente los terrenos de la cuenca del Papaloapan se pueden clasificar de la siguiente manera: 2,300 Km² de lagunas, ríos y pantanos; 18,300 Km² de planicies con pendientes menores del 10%; 10,600 Km² de laderas con pendientes entre 10% y 25%, y 15,300 Km² de montaña con pendientes mayores del 25%.

La cuenca del Papaloapan se considera el segundo sistema hidrográfico del país, su escurrimiento medio anual es aproximadamente de 47,000 millones de m³; vierte sus aguas al Golfo de México a través de la Laguna de Alvarado, sus principales afluentes son: el río Blanco que nace en las faldas del Pico de Orizaba y va a desembocar directamente a la laguna de Alvarado; el río Saladoque drena hacia el valle poblano-oaxaqueño y la Alta Mixteca, tiene la subcuenca más árida y deforestada del sistema fluvial, produciendo por esta razón más del 60% de los azolves que llegan al río Papaloapan; y el río Tonto que nace en las estribaciones de la sierra Mazateca y es un afluente importante debido a que su cuenca está situada en la zona de más alta precipitación, a pesar de su pequeña extensión produce aproximadamente el 20% del volumen medio anual que descarga el Papaloapan al Golfo de México, a través de la barranca de Alvarado. Se le considera un río maduro, sus aguas llevan el porcentaje de azolve más bajo del sistema fluvial, debido a que la mayor parte de la cuenca está cubierta de vegetación.

Orden de los escurrimientos:

- Corrientes de primer orden, son canales que no tienen un tributario, por lo general se ubican en las partes próximas al parte aguas, tienen una extensión de 1,265 km en el municipio.
- La corriente de segundo orden, se forman cuándo dos corrientes de primer orden se unen, y abarcan 2,711 km de extensión.
- Corrientes de tercer orden, se forman con dos corrientes de segundo orden y alcanzan los 9,110 Km en el municipio.

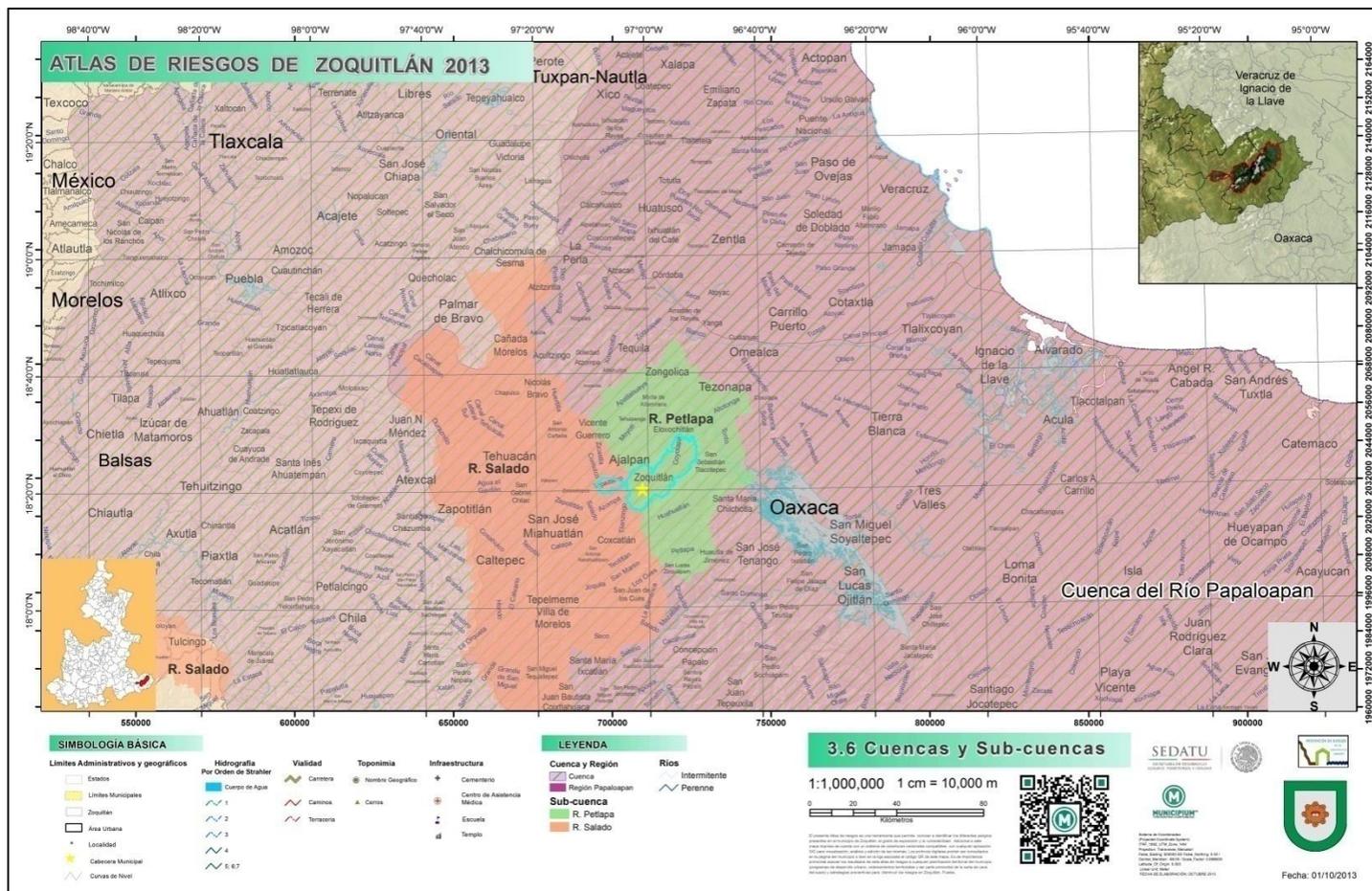


Ilustración 4. Cuencas y subcuencas.

3.6. Cuencas y Sub-cuencas

Entre más alto es el orden de la cuenca, indica un drenaje eficiente que desalojará el agua rápidamente, ver la imagen que ilustra la división del cauce, por lo tanto se determina que la cuenca de Zoquitlán es de las más importantes del Estado de Puebla y de gran valor para la cuenca del Papaloapan.

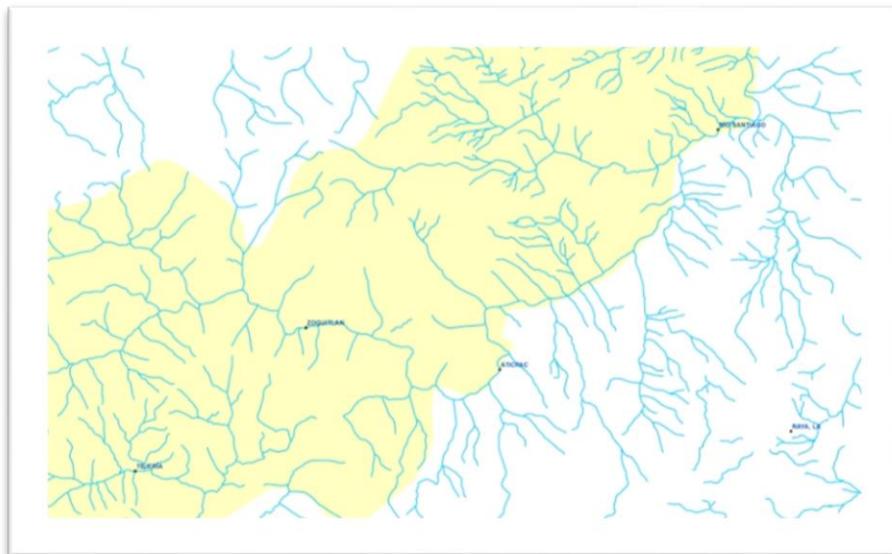


Ilustración 7. Cuenca exorreica en Zoquitlán.

Por último, la tercera área cubre la parte Noreste del municipio, agrupándose en el río Santiago y afluentes que desborda su cauce en el río Coyolapa.

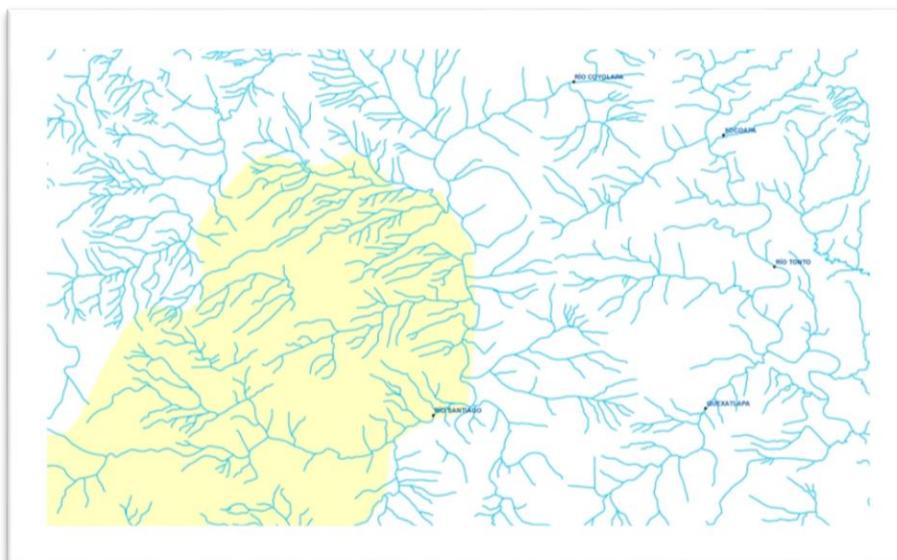


Ilustración 8. Cuenca exorreica en Zoquitlán.

Tabla 3. Cauces principales del municipio y su extensión por el tipo de Orden (m)

Escurrimiento	Orden 1	Orden 2	Orden 3	Orden 4	Orden 5
Arroyo Tlilatzingo	1264.7				
Manantial Aticpac				6012.4	
Río Coyolapa		27.0			7665.2



Río Santiago				10229.2	4866.7
Río Tejería			9910.1		
Río Zoquitlán				30910.4	
Total general	1264.7	27.0	9910.1	47152.1	12531.9

La cuenca del río Papaloapan cuenta con abundantes recursos naturales: apto para la agricultura y la ganadería por las corrientes que pueden ser aprovechadas para el riego o para obras hidráulicas que beneficien a los habitantes de la zona; se cuenta con extensos bosques y selvas exuberantes. El subsuelo contiene mantos petrolíferos y en la zona montañosa existe gran variedad de minerales metálicos y no metálicos. Como parte del programa de desarrollo integral de la cuenca del Papaloapan, del 26 de febrero de 1947 al 4 de noviembre de 1986 se realizaron distintas obras, entre las que destacan la Presa Miguel Alemán Valdez inaugurada en 1958. Esta presa está localizada sobre el río Tonto, en la zona del Temascal; tiene una capacidad de almacenamiento de 8,000 millones de m³.

3.7. Clima

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado. Este es el resultado de la interacción de varios factores que influyen directamente en sus características. Para determinar estas características podemos considerar como esenciales un grupo de elementos del clima: la temperatura, la humedad y presión del aire, vientos y precipitaciones. De estos elementos, los más importantes son la temperatura y las precipitaciones, porque en gran parte, los otros elementos del clima están estrechamente relacionados con estos.

El clima de un lugar no solo está determinado por los elementos arriba mencionados, sino que también intervienen los factores climáticos, tales como la latitud, altitud y localización de un lugar y dependiendo de ellos variarán los elementos del clima. También deben considerarse como factores las masas de agua y las corrientes marinas.

Debido a que el clima se trata de un sistema complejo es difícil de predecir; por una parte hay tendencias a largo plazo debidas, normalmente, a variaciones sistemáticas como las derivadas de los movimientos de rotación y de traslación de la Tierra y la forma como estos movimientos afectan de manera distinta a las diferentes zonas o regiones climáticas de nuestro planeta, las variaciones de la radiación solar o los cambios orbitales. Por otra parte, existen fluctuaciones más o menos caóticas debidas a la interacción entre forzamientos, retroalimentaciones y moderadores.

Existen diferentes sistemas para clasificar el clima, una de las clasificaciones que más ha sido utilizada es la de Wladimir Köppen, la cual fue modificada por Enrique García en 1964 para adaptarla a las condiciones de nuestro país. Esta clasificación ha recibido el denominativo de Sistema de Köppen Modificado por García y ha sido usado oficialmente en el país y se han elaborado mapas a varias escalas que han sido publicados por el INEGI y la Conabio.

Sistema de Köppen Modificado por García está basado en datos de temperatura y precipitación. Esta información meteorológica abarca períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más, tal como señala F.



J. Monkhouse. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros meteorológicos.

Por las características de los elementos climatológicos y físicos que presenta el municipio de Zoquitlán se observan tres principales tipos de clima:

- **Clima A. Caliente húmedo**

Clima Am, caliente húmedo, con lluvias abundantes en verano. Tiene una estación corta, seca, en el invierno, pero la cantidad de lluvia es suficiente para mantener el terreno húmedo todo el año.

En el municipio podemos localizar este clima hacia el Noreste cubriendo un área de 43.403 km² que representa el 17.11% del total municipal.

Clima (A)C(m), caliente sub húmedo, con lluvias abundantes en verano. Para este subtipo la temperatura anual varía de 22.8°C y 25.8 °C. El registro de precipitación pluvial promedio es de 660 y 1051 mm anuales. La mayor precipitación se concentra en los meses de junio a septiembre, y entre julio y agosto disminuye, aumentando nuevamente a finales de agosto.

En el municipio podemos localizar este clima al Noroeste cubriendo un área de 45.281km² que representa el 17.85% del total municipal.

- **Clima B. Seco**

Clima BS1hw, seco semiárido, con temperatura media anual superior a 18°C y lluvias de verano. En el municipio podemos localizar este clima en el extremo Oeste cubriendo un área de 8.084km² que representa el 3.18% del total municipal.

- **Clima C. Templados húmedos**

Clima C(m), templado húmedo con abundantes lluvias en verano, temperatura media anual entre 12°C y 18° C, la temperatura del mes más frío es de -3° C, es el clima predominante, se presenta en las áreas más elevadas de Zongólica en el centro del municipio. Esta variante cubre un área de 112.34km² que representa el 44.28% del total municipal.

Clima C(w) Templado húmedo con lluvias en verano pero con máxima de lluvias en otoño. En el municipio podemos localizar este clima hacia el Oeste cubriendo un área de 44.603km² que representa el 17.58% del total municipal.

Tabla 7. Climas

Tipo de clima	Superficie en km ²	Porcentaje
Clima Am	43.403	17.11
Clima (A)C(m)	45.281	17.85
Clima BS1hw	8.084	3.18
Clima C(m)	112.34	44.28
Clima C(w)	44.603	17.58

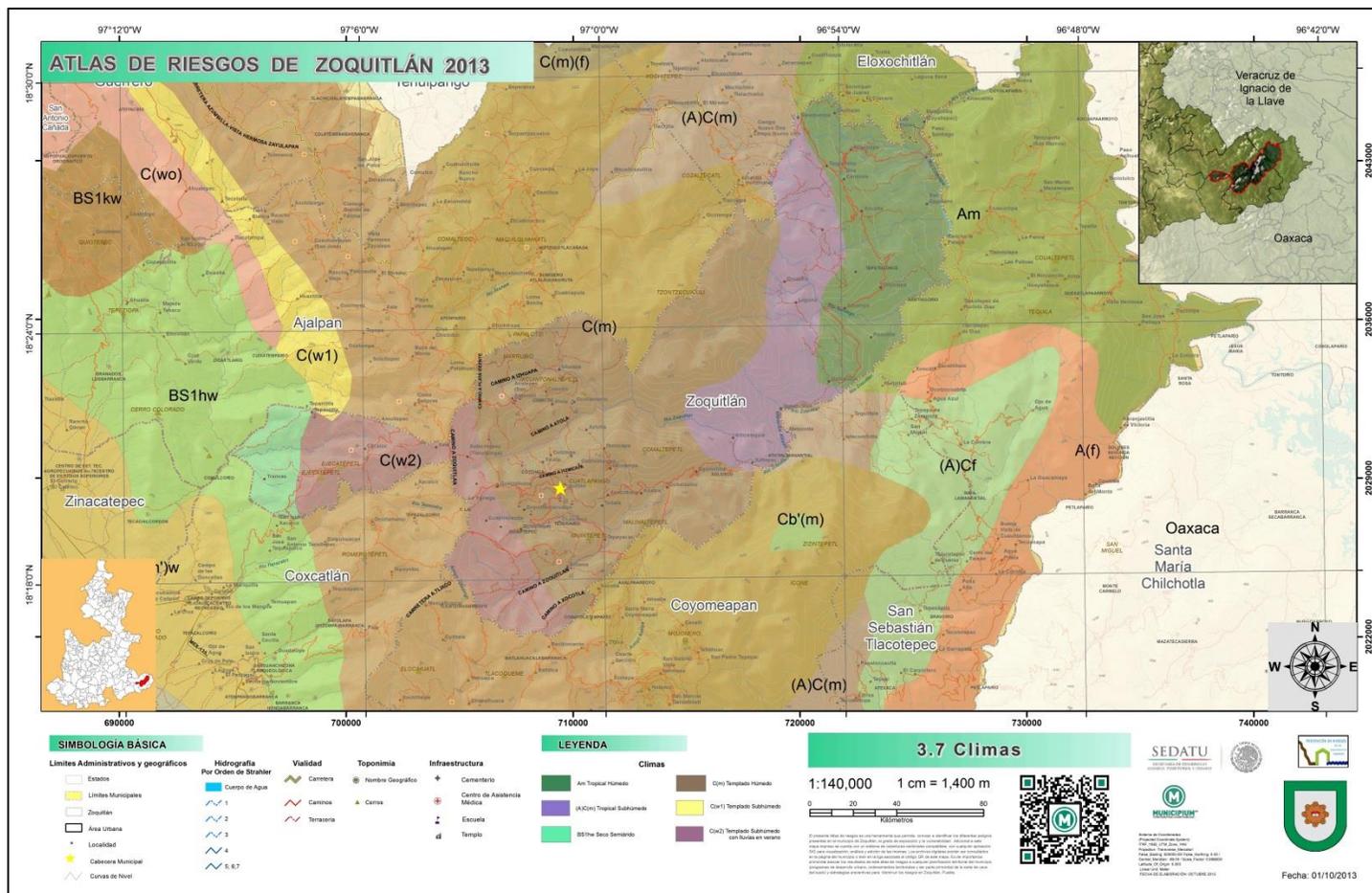


Ilustración 9. Climas en el municipio.

3.8. Uso de suelo y vegetación

Usos del suelo

Los diferentes usos que el hombre puede hacer de la tierra, su estudio y los procesos que llevan a determinar el más conveniente aprovechamiento en un espacio concreto.

Las características de los suelos en Zoquitlán presentan dificultad para labranza pero con manejo adecuado son aptos para una gran variedad de cultivos; si el agua de riego es de mala calidad, pueden salinizarse o alcalinizarse, su fertilidad es alta. Se localiza en la ribera del río Coyalapa. La mayor parte del municipio presenta como uso de suelo los bosques (53.67%) extendiéndose por el centro del territorio, le sigue la agricultura (23.26%) hacia el Oeste y una pequeña zona en el Norte, y la selva (20.97%) hacia el Norte del municipio.

Tabla 8. Uso de suelo Zoquitlán



Uso de suelo	Superficie en km ²	Porcentaje
Agricultura	64.26	25.36
Bosque	136.18	53.67
Selva	53.22	20.97

Vegetación

La vegetación es la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto que interactúa y que cohabita en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos. Asimismo, la vegetación modifica algunos de los factores ambientales.

En el municipio de Zoquitlán se localizan extensiones boscosas de pinos y bosques mesófilos de montaña que no han sido alterados, probablemente por estar en la parte más alta de la sierra, al Oriente extensas áreas de bosques mesófilos de montaña sufren la práctica de Agricultura nomádica, lo mismo sucede en el declive oriental de la sierra donde las selvas altas de perenifolias han sido adulteradas al practicarse agricultura nomádica. La agricultura de temporal se localiza al Suroeste del municipio.

A continuación se presentan los tipos de vegetación que presenta Zoquitlán según la clasificación de J. Rzedowski (edición de Conabio 2005).

Bosque tropical perennifolio: Este es el tipo de vegetación más exuberante, más rica y compleja de todas las comunidades vegetales. Ocupa una amplia extensión en el Este y Sureste del país, desde el Sureste de San Luis Potosí y Norte de Veracruz, algunas regiones de Hidalgo, Puebla y Oaxaca, Norte y Noreste de Chiapas y la Península de Yucatán. En Zoquitlán se puede encontrar al Noreste del municipio cubriendo una extensión de 53.83 km² lo que representa el 21.2% del total del territorio.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, los climas correspondientes son del tipo Am para la mayor parte de su área de distribución, Af para las porciones más húmedas, Cw para las más frescas y Aw para las más secas.

Bosque tropical caducifolio: Se incluye bajo esta denominación un conjunto de bosques propios de regiones de clima cálido y dominados por especies arborescentes que pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable.

Esta formación es característica de la vertiente pacífica de México, donde cubre grandes extensiones prácticamente ininterrumpidas desde el Sur de Sonora y el Suroeste de Chihuahua hasta Chiapas y se continúa a Centroamérica. En el extremo Sur de Baja California existe un manchón aislado. En la vertiente atlántica existen algunos manchones aislados en el Sur de Tamaulipas, Sureste de San Luis Potosí, extremo Norte y centro de Veracruz y extremo Noreste de Querétaro, la Península de Yucatán (ocupando la mayor parte del estado de Yucatán y una fracción del de Campeche). En el municipio de Zoquitlán este tipo de vegetación se encuentra una pequeña mancha al Suroeste que cubre 0.8 km² lo que representa el 0.3% del total del municipio.



De acuerdo con la clasificación de Köppen el tipo de clima más común correspondiente a esta formación vegetal es el Aw, aunque también hay algunos sitios con clima BS y Cw.

Bosque de coníferas: Los bosques de coníferas caracterizan muchos sectores del territorio de México, donde presentan amplia diversidad florística y ecológica. Prosperan en regiones de clima semiárido, semihúmedo y francamente húmedo.

Con la posible excepción de la Península de Yucatán, existen bosques de pino en todas las entidades federativas del país. Su distribución geográfica coincide con la de los elevados macizos montañosos; se presentan en los extremos Norte y Sur de Baja California, a lo largo de la Sierra Madre Occidental, del Eje Volcánico Transversal, de la Sierra Madre del Sur, de las sierras del Norte de Oaxaca y de las dos grandes sierras de Chiapas. En la Sierra Madre Oriental también existen, aunque en forma más dispersa. Se localiza un manchón en la Sierra de Tamaulipas, ubicada en la Planicie Costera Nororiental del Golfo de México, al igual que en muchas otras sierras y sierritas aisladas dentro de la gran zona árida del Altiplano, sobre todo en el estado de Coahuila. En el municipio de Zoquitlán se encuentra hacia el centro y Suroeste cubriendo una superficie de 60.76km² lo que representa el 23.9% del total del municipio.

El área de las grandes masas forestales de pino, pueden aproximarse los límites entre 10 y 20° C de temperatura media anual y entre 600 y 1000 mm de lluvia al año, lo cual correspondería al tipo Cm y Cw de la clasificación de Köppen. En general son áreas afectadas por heladas todos los años y la precipitación se concentra en 6 a 7 meses.

Bosque mesófilo de montaña: Corresponde en México al clima húmedo de altura. Las condiciones climáticas que requiere este tipo de vegetación se presentan en zonas restringidas del territorio de la República y por consiguiente el bosque mesófilo de montaña tiene una distribución limitada y fragmentaria.

A lo largo de la vertiente Este de la Sierra Madre Oriental existe una faja angosta y discontinua, que se extiende desde el Suroeste de Tamaulipas hasta el Norte de Oaxaca, incluyendo porciones de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz. En Oaxaca la franja se ensancha un poco, pero se interrumpe a nivel del Istmo de Tehuantepec. En la vertiente pacífica se conoce desde el Norte de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, la Cuenca del Balsas y aun el Valle de México, Guerrero y Oaxaca. En Chiapas se encuentra en la vertiente septentrional del Macizo Central y en ambos declives de la Sierra Madre. Para Zoquitlán existen extensiones hacia el centro y Norte del municipio, cubriendo una superficie de 73.30 km² que representa el 26.9% del total del municipio.

El clima más característico de esta formación pertenece al tipo Cf de la clasificación de Köppen, pero en algunas partes el bosque prospera en donde prevalecen condiciones catalogadas como Af, Am y aun Aw y Cw.

Tabla 9. Vegetación Zoquitlán

Tipo de vegetación	Superficie en km ²	Porcentaje
Bosque tropical perennifolio	53.83	21.2
Bosque tropical caducifolio	0.8	0.3
Bosque de coníferas	60.76	23.9
Bosque mesófilo d montaña	75.30	29.6
Agricultura de temporal	63.71	25.0

Al Suroeste del municipio de Zoquitlán se tiene una pequeña parte del área de la Reserva de la Biosfera que se amplía en los municipios de Zinacatepec y Coxcatlan. Se puede recorrer sobre el camino que se conecta con la carretera México 135.

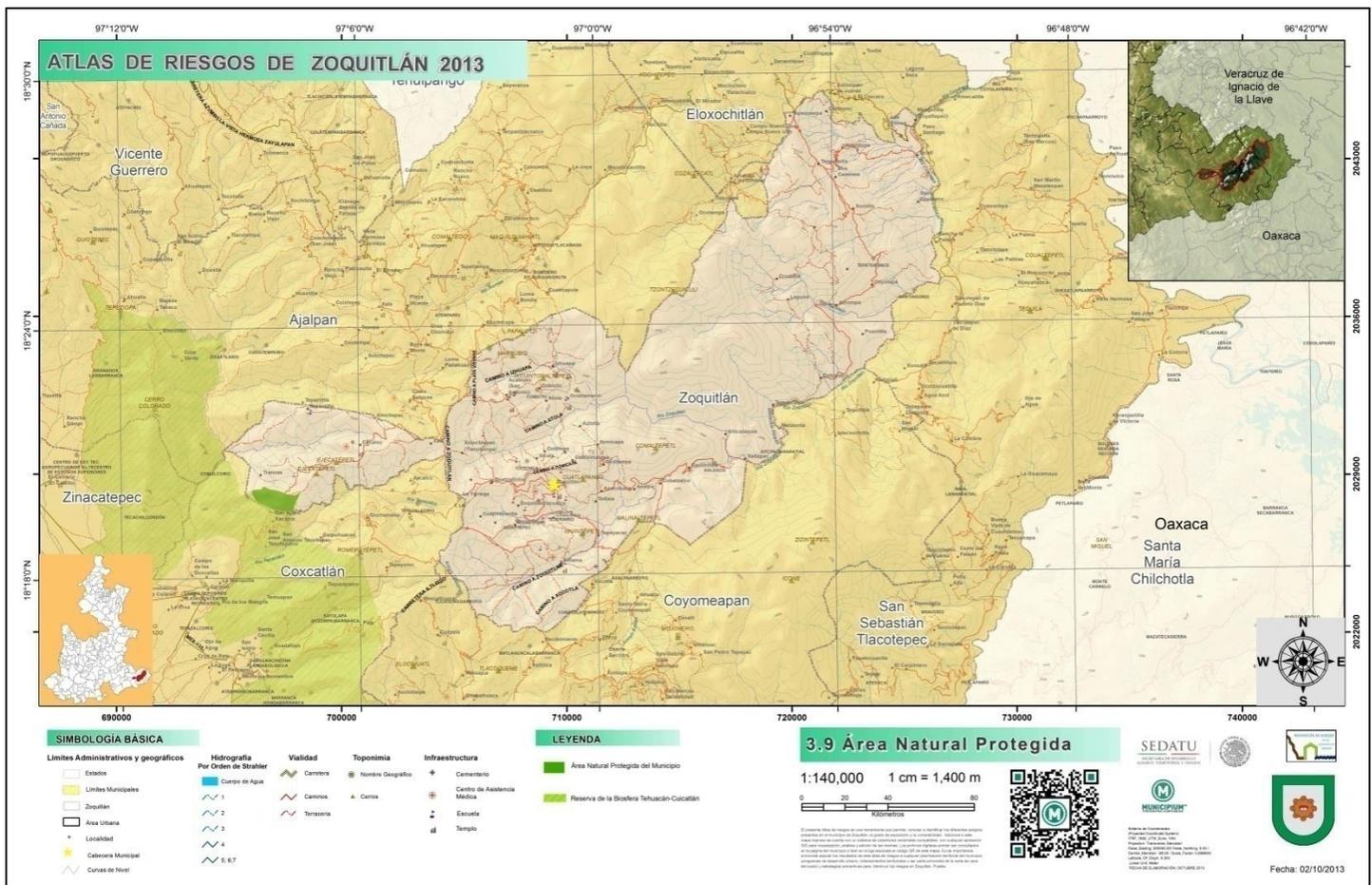


Ilustración 11. Ver mínima extensión del área de reserva de la biosfera Tehuacán – Cuicatlán, en el municipio.

La reserva de la Biosfera mejor conocida como Tehuacán - Cuicatlán, fue declarada reserva el 11 de septiembre de 1998. No obstante los gobiernos de Puebla y Oaxaca habían declarado zonas sujetas a conservación ecológica: al valle de Cuicatlán (1996); al valle de Tehuacán y al valle de Zapotitlán (1997). Dicho ecosistema presenta una gran variedad de recursos naturales para su conservación, pero actualmente están sometidos a una alta explotación y presión humana. Esta situación aunada al desencadenamiento de riesgos naturales y procesos que afectan al territorio en determinadas zonas, ha propiciado su paulatina degradación.



Tabla 10. Estados y parte de municipios y su extensión, que cubre la Reserva de la Biosfera

Estados		Extensión Km ²
Puebla	Oaxaca	
Ajalpan	Santiago Chazumba	
Atexcal	San Pedro y San pablo	4906.80
Caltepec	Tequixtepec, etc.	
Cañada de Morelos		
Chapulco		
Zoquitlán		1.483

Desde el punto de vista florístico la reserva pertenece a la región Fitogeográfica xerofítica mexicana Rzendowski (1973, 1978), predominando la xerófita, la selva caducifolia y el bosque templado y mesófilo de montaña.

En esta reserva se ha hallado el rastro más antiguo de la domesticación del maíz, que se remonta a 7 mil años a. de C., y es el área protegida con más pueblos indígenas, repartidos en una cifra que supera la 150 comunidades. La reserva de la biosfera Tehuacán – Cuicatlán cuenta con una docena de atractivos turísticos destacando el jardín botánico de las cactáceas Helia Bravo Hollis.



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

El riesgo que se define en este estudio está determinado por la combinación de los factores peligro y vulnerabilidad. Por su parte, la vulnerabilidad se calcula a partir de las condiciones sociales, económicas y demográficas que se caracterizan en este capítulo.

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

Zoquitlán es uno de los 217 municipios que conforman el estado mexicano de Puebla, su cabecera es la localidad San Pablo Zoquitlán. Por su localización el municipio se encuentra en el Sureste del estado de Puebla, limitando con al Norte con los municipios de Ajalpan y Eloxochitlán; al Este, con San Sebastián Tlacotepec; al Sur, con Coyomeapan; y al Poniente, con Coxcatlán. Además forma parte de la región económica de Tehuacán. Tiene una extensión en superficie de 311.27 kilómetros cuadrados que lo ubica en el lugar 25 con respecto a los demás municipios del estado.

El municipio, según el conteo de 2005 y el censo de 2010 realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)³, registra en 2005 una población de 18,688 habitantes, los cuales para 2010 crecen a 20,059, ascendiendo un 6.8% en 5 años; en cuanto a viviendas habitadas se registran para 2005, 3,683 y para 2010 hay un crecimiento de 4,249, creciendo a una tasa del 13% en el mismo periodo; estas viviendas tienen un promedio de 4.8 habitantes por vivienda (superior a la media nacional y estatal, que es de 4.0).

Tabla 11. Datos generales de población y vivienda

Datos demográficos	Total 2005	Total 2010
Población total	18,688	20,529
Viviendas particulares habitadas	3,683	4,249

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Del total de 53 localidades registradas en el municipio de Zoquitlán, se tiene que un 44.7% de la población vive en 3 localidades de menos de 5 mil habitantes, de hecho como estas son mayor a 2,500 habitantes son consideradas los

³ Salvo en los casos en que se indique lo contrario, los análisis, gráficas y tablas de este capítulo están contruados con información del Censo de Población y Vivienda 2010, del Instituto Nacional de Geografía y Estadística.

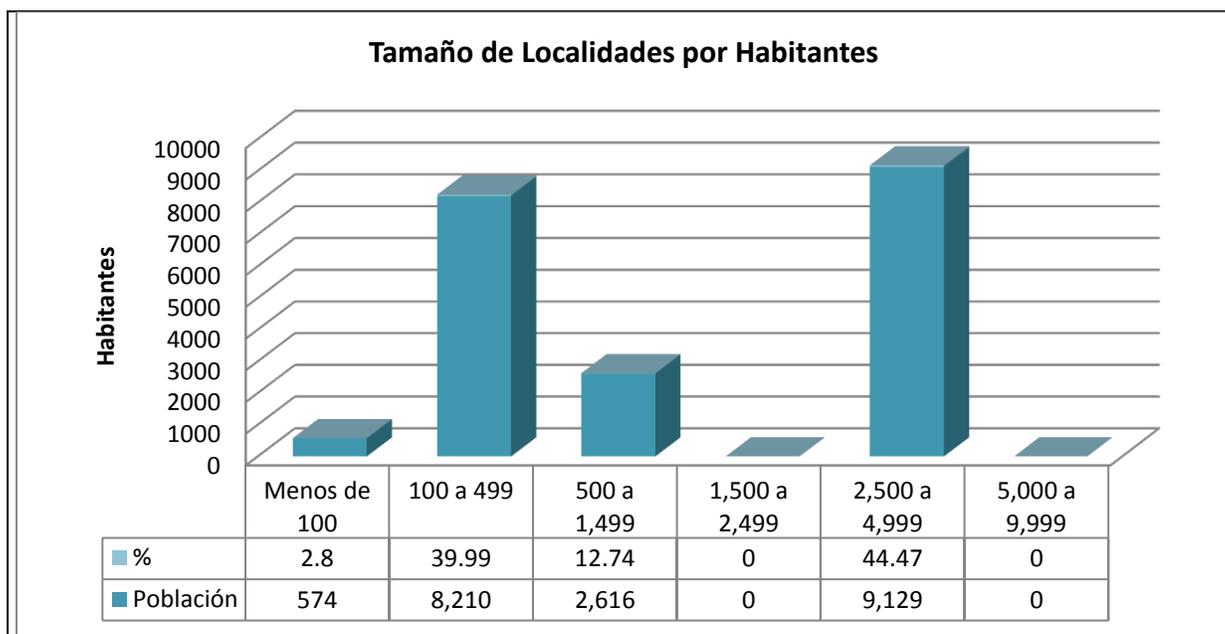


únicos centros urbanos; el resto de las poblaciones son consideradas, por su tamaño, poblados rurales⁴. Cabe apuntar que hay un 39.9% de pobladores que viven en localidades que van de 100 a menos de 500 personas. Esto es importante ya que se sabe que la mayor parte de las localidades rurales están de alguna manera dispersas y en cierto grado, marginadas.

Tabla 12. Distribución de las Población por localidades

Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010				
Tamaño de localidad	Población		Número de	
	Absoluta	% Población	Localidades	% Localidades
Menos de 100	574	2.8	12	22.64
100 a 499	8,210	39.99	34	64.15
500 a 1,499	2,616	12.74	4	7.55
1,500 a 2,499	0	0	0	0
2,500 a 4,999	9,129	44.47	3	5.66
5,000 a 9,999	0	0	0	0
Total	20,529	100	53	100

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.



Gráfica 1. Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010.

Fuente: **Municipium**, con datos del Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad, Sistema de Integración Territorial (ITER). INEGI.

⁴ De acuerdo con el INEGI, una población se considera rural cuando tiene menos de 2 500 habitantes, mientras que la urbana es aquella donde viven más de 2,500 personas. Esta consideración se encuentra en el sitio: http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P Por lo demás, dicha afirmación es una convención reconocida por ONU-HABITAT.

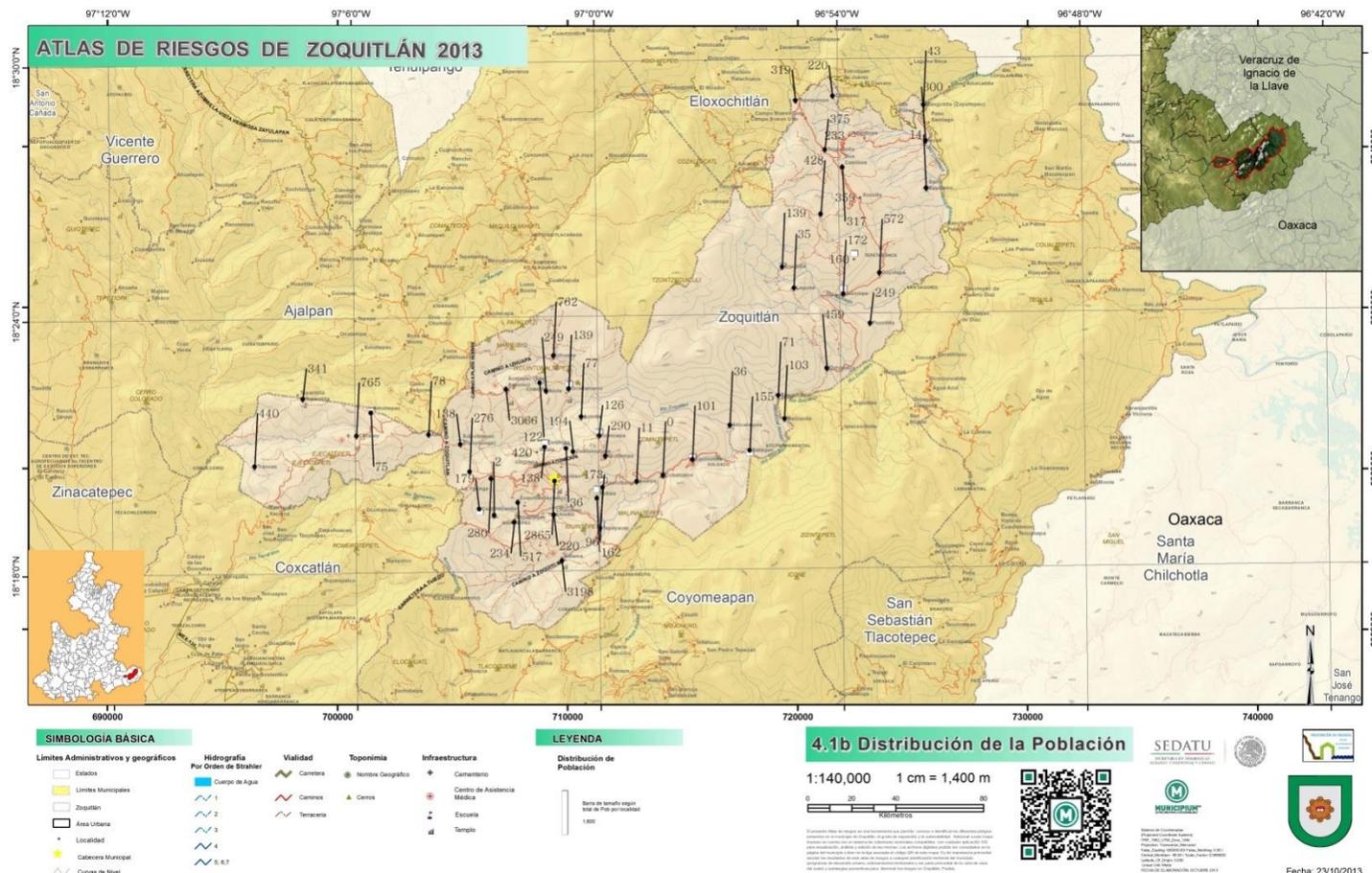


Ilustración 12. Mapa de distribución de la población.

De las localidades rurales comentadas arriba, en la siguiente tabla, se nombran en orden según su tamaño por habitantes:

Tabla 13. Localidades según rango de habitantes

Localidades según número de habitantes

Áreas de menos de 10 habitantes	Aticalaquia Cobatzalco Duraznotla
Áreas de menos de 20 habitantes	Axalpa
Áreas de menos de 50 habitantes	Equimititla Laguna Mangotitla (Zoyaltepec) San Cayetano Temazcalco
Áreas de menos de 100 habitantes	Amoltepec Atiopa Aztotla Íxcatl Xala
Áreas de menos de 500 habitantes	Atlantiopa



Atola
Atzompa
Axocobaca
Chalchico
Chiltepec
Cobictic
Cotzinga
Coyolapa
Cruztitla
Cuafximaloya
Cuapnepantla
Dos Caminos
Itzmicapa
Metzontla
Ocotempa
Ocotlamanic
Oztopulco
Pozotitla
Quetzaltotoc
Quiaptepec
Tecolotleapa
Tepantitla
Tepepa de Zaragoza
Tepepan Bandera
Tepequexpa
Tepeyacac
Totlala
Trancas
Xaltepec
Xicala
Xocotla
Xolochtepec (Tlacotzinga)

Ciudades de más de 2,500 habitantes

Zoquitlán
Acatepec
Xitlama

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010. Cuaderno municipal

Densidad de población

La relación de densidad de ocupación del territorio en el municipio es de 76 habitantes por kilómetros cuadrado, lo cual significa una muy baja ocupación territorial, resultado explicable ya que la mayoría de las localidades, como se vio, son del tipo rural. En otro plano se encuentra la mayor concentración de población, que es en las 3 localidades mayores a 2,500 habitantes: la cabecera municipal Zoquitlán, Acatepec y Xitlama.

Tabla 14. Población, territorio, densidad

Datos población / territorio	
Población (2010)	20,529 hab.
Superficie	270.188 Km ²
Densidad de población	76 Habitantes/Km ²

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

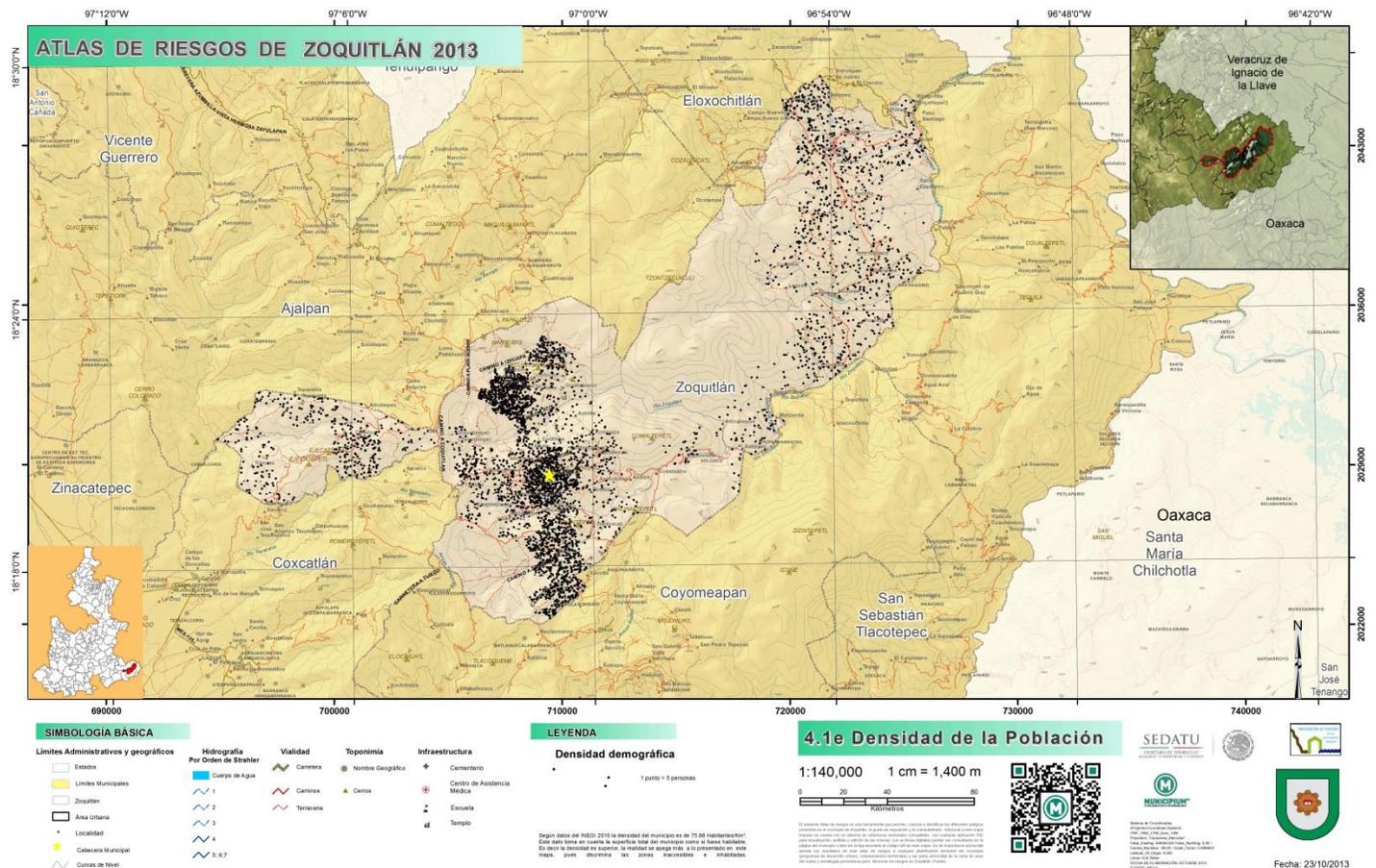


Ilustración 13. Mapa de densidad de la población.

Por su importancia en la vida económica y social del municipio, también se enlistan las principales localidades y el porcentaje de la población que habita en ellas, que por su tamaño adquieren importancia relevante como centros integradores de actividades, concentración y proyectos estratégicos para el desarrollo y para implementación de infraestructura y/o equipamiento para atención de todo el área municipal.

Tabla 15. Las principales localidades del Municipio

Clave	Nombre	Porcentaje de población municipal
-------	--------	-----------------------------------



Municipal	Localidad Estratégica	%
212170008	Tepexilotla	1.83
212170005	Ízhuapa	3.71
212170003	Cacaloc	3.73
212170001	Zoquitlán	13.96
212170002	Acatepec (San Antonio)	14.93
212170010	Xitlma	15.58

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

Pirámide de edades

Referente a los grandes grupos de edad, el que tiene mayor representación es el de la población en edades de los 15 a 64 años, lo que es acorde a la media nacional y estatal, esto nos habla de que la mayor parte de la población está en edad productiva; a esta le sigue la población que va de los 0 a 14 años, esta población es la considerada menor de edad y la cual requiere atenciones específicas de salud y educación, entre otras. Igualmente, los datos de INEGI muestran que la población de adultos mayores es la que menos tiene representatividad en el municipio.

Tabla 16. Distribución de la población por grandes grupos de edad, 2010

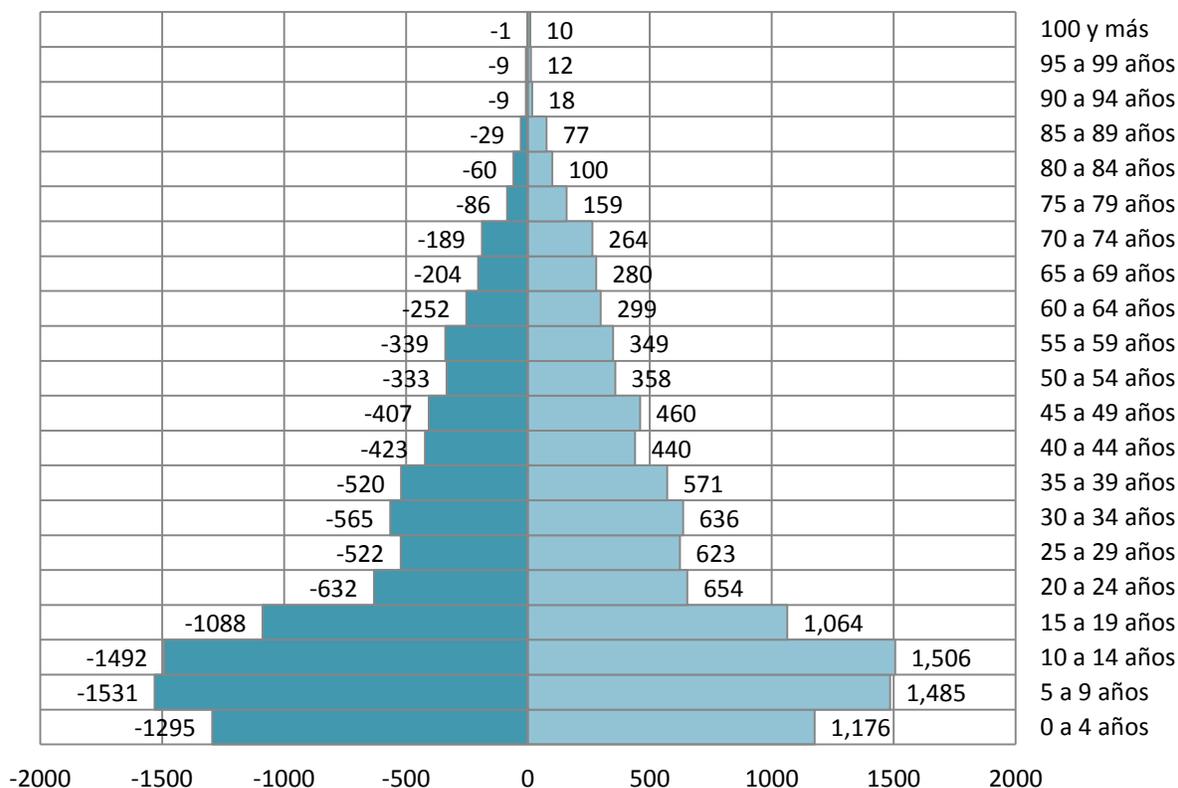
Nacional	Estatad	Municipal
Población total	112,336,538	20,529
Población de 0 a 14 años	32,515,796	8,485
Población de 15 a 64 años	71,484,423	10,535
Población de 65 años y más	6,938,913	1,507

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

En datos más específicos de INEGI, se tiene registro de los grupos quinquenales de edad, donde el más representativo en el Municipio es el que va de los 5 a los 9 años, seguido del grupo de los 10 a 14 y de 15 a 19 años. Esto habla de que hay un requerimiento de las atenciones a los grupos de menores de edad en cuanto a equipamiento y servicios; inmediatamente después se registran todos los grupos en edad productiva, los cuales también requieren de atención de estudios superiores y generación de empleos.

**Grupos quinquenales de edad**

■ Mujeres ■ Hombres

**Gráfica 2: Pirámide demográfica**

Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Tabla 17. Grupos quinquenales de edad**Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo, 2010**

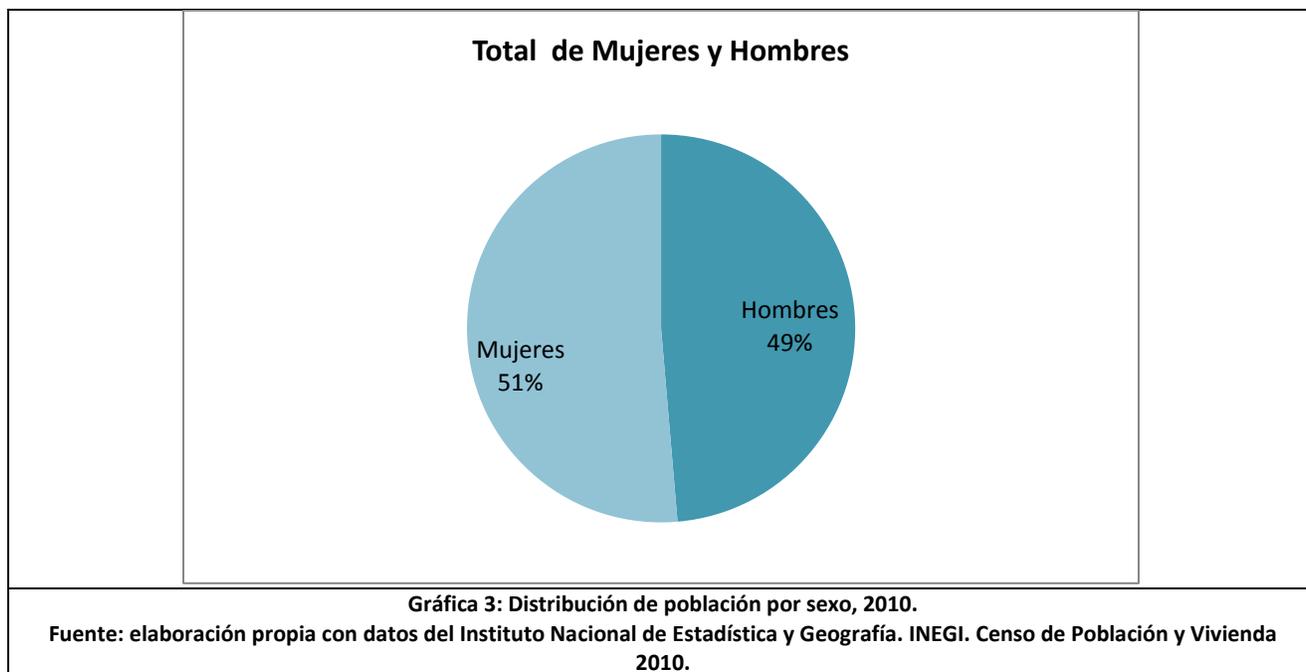
Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	2,471	1,295	1,176
5 a 9 años	3,016	1,531	1,485
10 a 14 años	2,998	1,492	1,506
15 a 19 años	2,152	1,088	1,064
20 a 24 años	1,286	632	654
25 a 29 años	1,145	522	623
30 a 34 años	1,201	565	636
35 a 39 años	1,091	520	571
40 a 44 años	863	423	440
45 a 49 años	867	407	460



50 a 54 años	691	333	358
55 a 59 años	688	339	349
60 a 64 años	551	252	299
65 a 69 años	484	204	280
70 a 74 años	453	189	264
75 a 79 años	245	86	159
80 a 84 años	160	60	100
85 a 89 años	106	29	77
90 a 94 años	27	9	18
95 a 99 años	21	9	12
100 y más	11	1	10
No especificado	2	1	1
Total	20,529	9,987	10,542

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

En cuanto a la distribución por sexo, los datos de INEGI demuestran que por un poco más de un 2% las mujeres rebasan a los hombres en tasa de representatividad.



La proyección de población permite ver del año 2005 al 2030 como se incrementará y cuáles serán los requerimientos en materia social, económica, urbana, rural, etc., en resumen, lo que requerirá el Municipio para su atención, que para este caso se sigue distinguiendo que el grupo de 15 a 64 años es el que más crece, por consecuencia el que decrece es el



grupo de 0 a 14 años; y el grupo de adultos mayores, de 65 y más, se va incrementando levemente en el transcurso de los años.

Tabla 18. Proyecciones de población por grandes grupos de edad, 2005 – 2030

Año	Total	0 a 14	15 a 64	65 y más
2005	19,163	8,499	9,650	1,014
2006	18,986	8,296	9,660	1,030
2007	19,022	8,178	9,785	1,059
2008	19,050	8,058	9,902	1,090
2009	19,069	7,938	10,011	1,120
2010	19,081	7,818	10,111	1,152
2011	19,085	7,698	10,203	1,184
2012	19,083	7,578	10,288	1,217
2013	19,074	7,459	10,366	1,249
2014	19,061	7,337	10,441	1,283
2015	19,042	7,209	10,515	1,318
2016	19,017	7,089	10,574	1,354
2017	18,987	6,982	10,613	1,392
2018	18,953	6,889	10,633	1,431
2019	18,913	6,806	10,634	1,473
2020	18,869	6,730	10,622	1,517
2021	18,821	6,657	10,600	1,564
2022	18,767	6,585	10,568	1,614
2023	18,709	6,514	10,529	1,666
2024	18,645	6,443	10,483	1,719
2025	18,576	6,371	10,430	1,775
2026	18,501	6,298	10,372	1,831
2027	18,420	6,223	10,307	1,890
2028	18,335	6,147	10,239	1,949
2029	18,244	6,070	10,165	2,009
2030	18,148	5,990	10,088	2,070

Fuente: CONAPO (2006). Proyecciones de la población de México 2005-2050.

Población indígena

La valoración del dato de población hablante de lenguas indígenas es particularmente importante para estimar la vulnerabilidad, debido a los problemas de inclusión que acusa este segmento poblacional. En el caso del Municipio se



muestra un importante 89% de población hablante de diversas lenguas indígenas, porcentaje mucho mayor que la media nacional y estatal, según datos del Censo de Población y Vivienda 2010.

Es importante recalcar que de esta población de más de 18 mil habitantes que hablan alguna lengua indígena, más de 13 mil hablan también español, es decir, más del 74% son considerados bilingües.

Tabla 19. Población hablante de lengua indígena, 2010

		Estatal	Municipal
Población hablante de lengua indígena	3 años y más	617,504	18,458
Porcentaje de población hablante de lengua indígena	3 años y más	11.46	94.68

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010 y Sistema Nacional de Información Municipal, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.

Tabla 20. Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena y español, 2010

Indicador	Total	Hombres	Mujeres
Población que habla lengua indígena	18,458	8,936	9,522
Habla español	13,687	6,964	6,723
No habla español	4,657	1,919	2,738
No especificado	114	53	61
Población que no habla lengua indígena	595	278	317

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010 y Sistema Nacional de Información Municipal, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.

Tabla 21. Lenguas indígenas habladas en el municipio, 2010

Lengua indígena	Número de hablantes		
	Total	Hombres	Mujeres
Náhuatl	17,541	8,460	9,081
Lengua Indígena No Especificada	11	4	7
Mazateco	4	2	2
Otomí	2	0	2
Zapoteco	1	1	0
Mixteco	1	0	1
Tzeltal	1	0	1
Tzotzil	1	1	0

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010 y Sistema Nacional de Información Municipal, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.

4.2. Características sociales

A continuación se integran los datos estadísticos de las características sociales poblacionales en el Municipio de Zoquitlán, entre las cuales están el hacinamiento, marginación, pobreza, escolaridad y salud; estas características son el reflejo del bienestar de la población y permite conocer las diferencias básicas entre localidades y los servicios básicos que ofrecen los tres ámbitos de gobierno.



Educación y Escolaridad

En cuanto a educación en el municipio, se tienen datos registrados por el INEGI y la SEP, que arrojan un alto índice de analfabetismo, un porcentaje de población arriba de los 15 años, alrededor del 42%, no sabe leer ni escribir; los datos de las personas de más de 15 años sin escolaridad básica es de más de 37% y el grado de escolaridad promedio es de un 3.8⁵; estos son índices altos que señalan rezago en la educación. Solamente el 21% de la población mayor de 15 años, tiene la primaria completa y casi el 11% la secundaria completa. Es importante comentar que por un pequeño margen, los hombres tienen mayor representatividad en estudios terminados, en contraste con las mujeres. Los índices extremadamente bajos son los que se refieren a la población que tiene algún grado de nivel profesional, solo un 0.19% y algún grado de posgrado, el 0.011%, es decir solo dos habitantes.

Tabla 22. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010

	Total	Analfabeta	%
Hombres	5,668	2,054	36.24
Mujeres	6,374	3,009	47.21
Total	12,042	5,063	42.04

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico.

Tabla 23. Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo, 2010.

Nivel de escolaridad	Total	Hombres	Mujeres
Sin escolaridad	4,482	1,761	2,721
Primaria completa	2,580	1,335	1,245
Secundaria completa	1,292	648	644

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico.

Tabla 26. Características generales de educación. 2010

Educación	Habitantes
Población de 6 y más años	17467
Población de 5 y más años con primaria	8983
Población de 18 años y más con nivel profesional	34
Población de 18 años y más con posgrado	2
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años	3.8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

⁵El grado promedio de escolaridad nos permite conocer el nivel de educación de una población determinada. Para obtenerlo, se suman los años aprobados de la población analizada, desde primero de primaria hasta el último año que cursó cada integrante; posteriormente, se divide entre el número de individuos que componen dicha población y el resultado son los años que en promedio ha estudiado el grupo. Fuente: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P>



Referente a los docentes y al equipamiento para educación, se tiene registro que hay un total de 258 docentes en los 4 niveles básicos y medio superior, para un total de 102 escuelas, lo que hace un promedio relativamente bajo de docentes por nivel, es decir, se tiene un promedio de 1 docente por cada escuela de preescolar (46 escuelas); 3 docentes por cada primaria (41 escuelas); 2 docentes por cada secundaria (9 escuelas) y 3 docentes para los bachilleratos existentes (6 escuelas); aun así el nivel mejor atendido, según las cifras, es la primaria, nivel que por cierto, es el que más se requiere por ahora, ya que la población que asiste a este nivel es la de mayor número.

Tabla 24. Docentes en escuelas públicas por nivel educativo, 2010

Nivel Educativo	Docentes		
	Total	Hombres	Mujeres
Preescolar	49	5	44
Primaria	138	50	88
Secundaria	51	19	32
Bachillerato	20	10	10

Fuente: Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Planeación y Programación. Base de datos de Estadística Básica del Sistema Educativo Nacional.

Tabla 25. Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo, 2010

Nivel Educativo	Escuelas	Aulas					Promedio de aulas por escuela
		Total	En uso	Adaptadas	Talleres	Laboratorios	
Preescolar	46	52	51	3	0	0	1
Primaria	41	152	136	16	0	0	4
Secundaria	9	44	44	22	0	0	5
Bachillerato	6	14	14	3	2	2	2

Fuente: Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Planeación y Programación. Base de datos de Estadística Básica del Sistema Educativo Nacional.

En cuanto al demás equipamiento que tiene que ver con educación, para el referente a cultura, se tiene que para el censo del año 2010 de INEGI, solamente se registró una biblioteca pública en todo el territorio municipal, el cual por cierto, no tiene ningún museo tampoco o algún otro equipamiento que fomente la cultura, como síntesis se puede apuntar que el equipamiento cultural es básicamente nulo.

Tabla 27. Equipamiento cultural

Cultura	Zoquitlán	Puebla
Bibliotecas públicas, 2010	1	613
Bibliotecas en educación básica, media y superior de la modalidad escolarizada, 2010	No disponible	No disponible

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Salud



En el municipio de Zoquitlán en el rubro de atención a la salud, se encontró que del total de la población (20,529 hab.), un poco menos del 50% cuenta con derechohabiencia a alguna institución de salud, en este caso es más la población que no dispone de servicios de salud.

Con el personal médico y de asistencia, así como en unidades médicas, se tiene que hay una muy básica atención para la población, solo 7 unidades médicas de distintos niveles, en su mayoría de las llamadas clínicas de primer contacto; del personal médico hay un total registrado de 35 personas dedicadas a dar atención (promedio de 2.4 personas por unidad médica). Estos índices se podrían catalogar como bajos o precarios en caso de una emergencia y más en condiciones de localidades tan diseminadas por el territorio municipal.

Tabla 28. Características de salud

Salud	Habitantes
Población derechohabiente a servicios de salud, 2010	9396
Población derechohabiente a servicios de salud del IMSS, 2010	71
Población derechohabiente a servicios de salud del ISSSTE, 2010	115
Población sin derechohabiencia a servicios de salud, 2010	11017
Familias beneficiadas por el seguro popular, 2010	5379
Personal médico, 2010	17
Personal médico en el IMSS-Oportunidades, 2010	2
Personal médico en la Secretaría de Salud del Estado, 2010	15
Unidades médicas, 2010	7
Médicos por unidad médica, 2010	2.4
Población usuaria de instituciones públicas de seguridad y asistencia social, 2010	17527
Unidades médicas en el IMSS-Oportunidades, 2010	2
Unidades médicas en la Secretaría de Salud del Estado, 2010	5

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico. Secretaría de Salud. Directorio de Establecimientos de Salud 2011.

La institución de salud que más presencia tiene y por tanto atiende a más personas que habitan este municipio, son las instituciones de salud del gobierno del estado, seguidas muy por debajo, de instituciones como el IMSS y sus diversos programas de salud. Por ser un municipio de poco ingreso de recursos, las instituciones privadas de salud, como hospitales o consultorios privados, atienden a un mínimo porcentaje de la población.

Natalidad y mortalidad

La natalidad es la medida del número de nacimientos en una determinada población durante un periodo de tiempo. La tasa de natalidad se expresa como el número de nacidos vivos por cada 1.000 habitantes en un año. La mortalidad es el



número de fallecimientos en una población a lo largo de un periodo establecido. La tasa de mortalidad calcula el número de fallecimientos por cada 1.000 personas en un año.

Tabla 29. Características de natalidad y mortalidad

Natalidad y fecundidad		Zoquitlán
Nacimientos, 2011		845
Nacimientos hombres, 2011		401
Nacimientos mujeres, 2011		444
Mortalidad		Zoquitlán
Defunciones generales, 2011		128
Defunciones de menores de un año, 2011		11

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Estadísticas de natalidad, mortalidad y nupcialidad.

Tabla 30. Fecundidad

Fecundidad	% Estatal	% Municipal
Promedio de hijos nacidos vivos 2005	2.62	3.57
Promedio de hijos nacidos vivos 2010	2.48	3.42
Mortalidad infantil		
	% Estatal	% Municipal
Tasa de mortalidad infantil	20.12	33.61

Fuente: INEGI, 2010 y CONAPO, 2005.

Vivienda, hacinamiento y servicios

Como es natural en muchos casos del país, las localidades mejor atendidas en la vivienda son las que se localizan dentro de un centro urbano o ciudad; en el caso del municipio de Zoquitlán, los servicios con índices más positivos están en las 3 localidades consideradas urbanas; esto se da así porque los servicios básicos de las viviendas tienen mayor atención de las autoridades y mayor inversión, en cambio en las localidades rurales, según los datos censados hay carencias básicas que deben ser atendidas aún con los avances que se han tenido del año 2005 al 2010; estas carencias pueden ser tales como el rezago en sustituir los pisos de tierras, disposición de agua potable y cobertura de drenaje; todo esto se presenta con más gravedad en las localidades rurales y empeora en las localidades que se encuentran más dispersas.

Como se apuntó, ha habido avances en el correr de los últimos años en el ámbito municipal, muchos de los servicios básicos y elementales para una vivienda digna se fueron acrecentando; por ejemplo la población sin excusado, ni drenaje, pasó de un 7% a casi 3%; los que no disponen de energía eléctrica se redujo casi a la mitad, de un 13% a un 6%;



el que presenta niveles más altos de carencias es el agua entubada en la vivienda, servicio por el cual casi la mitad de la población no disfruta de ello; situación similar es la conexión al drenaje, el cual más del 46% de viviendas no lo tiene; igualmente un factor determinante para la salud familiar es el piso de tierra, y todavía para el año 2010, más del 36% de viviendas tienen este tipo de piso.

En una situación un poco más grave está el porcentaje de viviendas que muestran hacinamiento, más del 60%, lo cual representa situaciones insalubres y dinámicas familiares no benéficas, ya que al parecer en muchas viviendas se está superando la capacidad del espacio, el cual debiera contar con algunos parámetros de comodidad, seguridad e higiene (se tiene 4.8 personas por vivienda, superando la media estatal de 4.1%).

Tabla 31. Vivienda y sus servicios

Servicios en vivienda	Estatal		Municipal	
	2005	2010	2005	2010
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	5.45	3.09	7.22	2.67
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	2.19	1.67	13.16	6.32
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	14.03	12.4	50.88	52.05
% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	49.16	44.59	68.23	60.83
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	15.86	9.86	73.31	36.21

Fuente: INEGI 2010 y CONAPO 2011. Índice de marginación por entidad federativa y municipio.

La siguiente tabla nos demuestra que el municipio está muy por debajo de los estándares de calidad de vida nacional y estatal y presenta un rezago importante en servicios básicos y vitales para un buen desarrollo de una familia dentro de su vivienda; se vuelve a insistir que dichos indicadores, los más graves, son el agua entubada, el no tener drenaje y tener piso de tierra dentro de la vivienda. Se entiende también que muchas de estas carencias son dadas por un ámbito rural que ostenta la mayor parte de la población en Zoquitlán y vive en localidades pequeñas y dispersas, a las cuales es difícil y caro llevar servicios de calidad.

Tabla 32. Rezago en vivienda

Indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas 2010 (Absolutos)	Estatal	Municipal
	Viviendas particulares habitadas	1,373,171
Viviendas con piso de tierra	129,923	1,622
Viviendas sin luz eléctrica	25,569	317
Viviendas sin agua entubada	222,079	2,533
Viviendas sin sanitario	63,206	258
Viviendas sin drenaje	169,104	1,966

**Indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas 2010 (Porcentajes)**

	Estatal	Municipal
%Viviendas con piso de tierra	9.52	38.34
%Viviendas sin luz eléctrica	1.87	7.54
%Viviendas sin agua entubada	16.25	59.74
%Viviendas sin sanitario	4.6	6.07
%Viviendas sin drenaje	12.4	46.63

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Como se anotaba anteriormente, las localidades más dispersas y más pequeñas son las que presentan mayores rezagos; en la siguiente tabla se puede apreciar que las localidades menores 500 habitantes, son las mismas con los índices más altos de carencia de agua, falta de drenaje y piso de tierra.

Tabla 33. Rezago por tamaño de localidad

Indicadores de rezago por tamaño de localidad (Porcentajes)	Viviendas con piso de tierra	Viviendas sin luz eléctrica	Viviendas sin agua entubada	Viviendas sin sanitario	Viviendas sin drenaje
Tamaño de localidad (Habitantes)	%	%	%	%	%
Menos de 100	37.12	9.85	50.76	n.d	64.89
100 a 499	43.75	11.74	57.81	4.46	60.54
500 a 1,499	40.19	4.94	56.08	0.76	42.21
1,500 a 2,499	0	0	0	n.d.	0
2,500 a 4,999	33.11	4.44	63.06	9.38	34.46

Fuente: INEGI 2010 y CONAPO 2011. Índice de marginación por entidad federativa y municipio.

Otros factores importantes para determinar cierta calidad de vida, son algunos enceres de los que dispone la vivienda y sus ocupantes; en este caso se tiene que, del 100% de las viviendas (4,249 en total), solo un 11% dispone de refrigerador; un 60% de televisión; un pequeño porcentaje de 3% tiene lavadora en casa y un menor porcentaje aún, dispone de computadora, solo el 1%.

Tabla 34. Características de vivienda

Total de viviendas particulares habitadas, 2010	4249
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, 2010	3886
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador, 2010	502
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisión, 2010	2572
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora, 2010	156
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, 2010	40

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.



Pobreza y Rezago

La importancia de analizar la marginación y la pobreza en el Municipio es porque la población que se encuentra en esta condición es la más vulnerable, ya que la pobreza se refiere a la circunstancia económica en la que una persona o un grupo carecen de los ingresos suficientes para acceder a los niveles mínimos de atención médica, alimento, vivienda, vestido y educación. Esto es parte de lo que crea la marginación, entendida como exclusión (tanto social y/o espacial) y privación o dificultad para la normal satisfacción de las necesidades básicas y secundarias, lo cual se mide con diferentes rubros como los que se verán más adelante.

Los indicadores que se usan normalmente para medir la pobreza y/o el rezago social son los mismos que se han venido describiendo y que nos confirman en esta tabla resumen que el municipio de Zoquitlán tiene un “muy alto” nivel de rezago social dado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), que es la institución oficial en evaluar estos índices.

Esto se corrobora con indicadores tales como: casi la mitad de la población es analfabeta, más del 53% de la población no tiene acceso a servicios de salud, 38% de viviendas tienen aún piso de tierra, casi un 60% no dispone de agua entubada y un 46% sin drenaje, así como que la gran mayoría no tienen refrigerador, lavadora o computadora.

Tabla 35. Indicadores de rezago social, 2010

Indicador	Estatad	Municipal
% de población de 15 años o más analfabeta	10.38	42.04
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	5.78	13.22
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	49.09	84.44
% de población sin derechohabiencia a servicios de salud	49.28	53.67
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	9.46	38.17
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	4.6	6.07
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	16.17	59.61
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	12.31	46.27
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	1.86	7.46
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	52.06	96.33
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	36.31	88.19

Fuente: CONEVAL. Grado de Rezago Social por entidad federativa 2010, con base en Censo de Población 2010, INEGI.

En la siguiente tabla, se combinan tasas de porcentaje de localidades y habitantes representativas para señalar que como se apuntó anteriormente, las localidades más pequeñas y más dispersas, también son las más marginadas, esto se



puede analizar con los datos estadísticos de CONEVAL y donde señala que en el municipio las localidades rurales de menos de 500 habitantes son las que presentan mayor rezago social.

Tabla 36. Características de rezago social por rango de localidad y habitantes

Porcentaje de localidades por tamaño según grado de rezago social, 2010							
Tamaño de localidad (Número de habitantes)	Muy alto %	Alto %	Medio %	Bajo %	Muy bajo %	Sin grado %	Total %
Menos de 100	1.89	9.43	9.43			1.89	22.64
100 a 499	1.89	37.74	24.53				64.15
500 a 1,499		1.89	5.66				7.55
1,500 a 2,499							
2,500 a 4,999		3.77	1.89				5.66
Porcentaje de población por tamaño según grado de rezago social, 2010							
Tamaño de localidad (Número de habitantes)	Muy alto %	Alto %	Medio %	Bajo %	Muy bajo %	Sin grado %	Total %
Menos de 100	0.17	0.82	1.8			0.01	2.8
100 a 499	0.68	23.98	15.34				39.99
500 a 1,499		3.71	9.03				12.74
1,500 a 2,499							
2,500 a 4,999		30.51	13.96				44.47

Fuente: CONEVAL. Cuadro de Población total, indicadores, índice y grado de rezago social según localidad, 2010.

Marginación

Complementando los índices e indicadores del rezago social, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) analiza la marginación con una combinación de factores que también ya aquí se han analizado y que retomamos para ratificar que el municipio de Zoquitlán presenta un índice de marginación también “muy alto”. En la siguiente tabla se compara y se contrastan los datos del país y del estado de Puebla; datos estadísticos que evalúan el nivel de marginación, algunos son tales como: la población analfabeta (mayor a 42%), población sin primaria completa (más del 59%), población viviendo en localidades menores a 5 mil habitantes (el 100%) y población que gana hasta 2 salarios mínimos (más del 86%).

Tabla 37. Características de marginación

Indicadores de Marginación	Nacional		Estatal		Municipal	
	2005	2010	2005	2010	2005	2010
% Población de 15 años o más analfabeta	8.37	6.93	12.71	10.44	46.09	42.16



% Población de 15 años o más sin primaria completa	23.1	19.93	29.02	25.13	65.25	59.05
% Población en localidades con menos de 5000 habitantes	28.99	28.85	39	38.5	100	100
% Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	45.3	38.66	61.34	52.45	86.51	86.57

Fuente: CONAPO (2006). Índices de marginación 2005; y CONAPO (2011). Índice de marginación por entidad federativa y municipio.

Tabla 38. Indicadores de Marginación

	Puebla 2005	Puebla 2005	Zoquitlán 2010	Zoquitlán 2010
Índice de marginación	0.63482	0.71224	1.97626	2.05722
Grado de marginación	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto
Lugar que ocupa en el contexto nacional	7	5	77	51

Fuente: CONAPO (2006). Índices de marginación 2005; y CONAPO (2011). Índice de marginación por entidad federativa y municipio.

La siguiente tabla muestra el avance y/o retroceso en cuanto a índices de marginación por localidad y habitantes, donde se nota que ha habido un pequeño avance en pasar de 39 localidades en 2005 con grado de marginación muy alto, a 35 localidades en 2010, lo que representaría tener en condiciones graves de marginación al 66% de la población. Esto nos confirma el alto grado de marginación que guarda el municipio y que como se había comentado, las peores condiciones están dadas en las pequeñas localidades, en este caso en las menores a 500 habitantes, aunque es justo apuntar que en las poblaciones urbanas de Zoquitlán la marginación está presente también en rangos altos y es deber de los tres ámbitos de gobierno atender tales rezagos y marginación.

Tabla 39. Características de marginación por localidad, habitantes y año

Localidades por grado de marginación	Número	2005		Número	2010	
		%	Población		%	Población
Grado de marginación muy alto	39	72.22	13,510	35	66.04	13,244
Grado de marginación alto	11	20.37	5,159	17	32.08	7,283

Fuente: Estimaciones del CONEVAL, con base en INEGI, II Censo de Población y Vivienda 2005 y 2010.

Discapacidad

El municipio de Zoquitlán muestra según el INEGI, un total de poco más de mil habitantes con algún tipo de discapacidad; entre las más representativas está en primer lugar la que se refiere a la dificultad de movilidad (caminar o moverse), después se tiene la capacidad de ver y en tercer lugar la capacidad de escuchar. Es importante mencionar que de los encuestados por el propio INEGI algunas personas pueden tener más de una discapacidad o limitación y es mayor el número de los que no disponen de derechohabencia a alguna institución de salud que los que si gozan de este



derecho; en este sentido también es de destacar que las mujeres por un pequeño porcentaje superan a los hombres en cuanto a las limitaciones en general.

En la tabla siguiente se pueden ver un resumen de los datos de la población con relación a las discapacidades que se padecen (para estadísticas en detalle, ver la tabla en anexo).

Tabla 40. Población total por sexo según condición y tipo de limitación en la actividad, 2010

Población total	Condición de limitación en la actividad										
	Sin limitación	Con limitación 1									No especificado
		Total	Caminar o moverse	Ver2	Escuchar3	Hablar o comunicarse	Atender cuidado personal	Poner atención o aprender	Mental		
Hombres	9,987	9,441	458	236	130	69	63	37	46	46	88
Mujeres	10,542	9,870	593	368	195	93	40	39	47	34	79
Total	20,529	19,311	1,051	604	325	162	103	76	93	80	167

Nota:

1La suma de los distintos tipos de limitaciones puede ser mayor al total debido a la población que presenta más de una limitación.

2 Incluye a las personas que aun con anteojos tenían dificultad para ver.

3 Incluye a las personas que aun con aparato auditivo tenían dificultad para escuchar

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados básicos

Tabla 41. Población total por sexo según condición de limitación en la actividad y número de limitaciones declaradas, 2010

Población total	Condición de limitación en la actividad							
	Sin limitación	Con limitación					No especificado	
		Total	1 limitación	2 limitaciones	3 limitaciones	4 o más limitaciones		
Hombres	9,987	9,441	458	343	75	27	13	88
Mujeres	10,542	9,870	593	438	103	38	14	79
Total	20,529	19,311	1,051	781	178	65	27	167

Nota:

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados básicos

4.3. Principales actividades económicas en la zona

Al ser un municipio que contiene a más de la mitad de su población en localidades rurales, muchas de las actividades económicas se centran en este rubro (un 19% de la población encuestadas por el INEGI se dedica a actividades



primarias), siendo la cosecha de temporal la que más se acostumbra con la cosecha de maíz de grano; la ganadería aunque de mucho menor producción, de alguna manera está presente con la producción de carne bovina; para estas actividades económicas la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) reporta que se reciben beneficios del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) para ayudar a la producción y así complementar el ingreso económico de los productores de estas actividades primarias.

Referente a las actividades secundarias, la construcción es la actividad que tiene más población dedicada a esto, seguido de la industria manufacturera. En cuanto a la actividades terciarias, el comercio al por menor es el que más tiene representatividad, siendo una dinámica local el intercambio comercial; a esta le sigue la actividad relacionada con el transporte de personas y bienes.

Tabla 42. Distribución de la Población Ocupada según actividad económica, 2010.

Sector	Actividad	Hab.
Primario	11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	3,935
Secundario	21 Minería	6
	22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	2
	23 Construcción	404
	31 Industrias manufactureras	186
Terciario	43 Comercio al por mayor	15
	46 Comercio al por menor	356
	48 Transportes, correos y almacenamientos	52
	52 Servicios financieros y de seguros	1
	54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	2
	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	17
	61 Servicios educativos	59
	62 Servicios de salud y de asistencia	35
	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	1
	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	106
	81 Otros servicios excepto a actividades de gobierno	414
	93 Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	101
	99 No especificado	28

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Microdatos de la muestra.

4.4. Características de la población económicamente activa (PEA)

El municipio Zoquitlán tiene una Población Económicamente Activa (PEA) de 5,755 personas, según datos del censo de 2010 de INEGI, lo que representa un 41% de personas del total de la población, aunque de este porcentaje, solo el 57% está realmente activo. De este universo el 68% se dedica a las actividades primarias como agricultura y en menor grado ganadería; en actividades secundarias, como lo son la construcción y la industria manufacturera, es un porcentaje



mucho menor, pero representativo del 6% y del 3% respectivamente. Por último la población que se dedica a las actividades terciarias, como el comercio al por menor o los transportes, tienen una tasa de representatividad del 6% y de ahí hay otras actividades con porcentajes mínimos pero donde la población se divide a dar servicios como por ejemplo de transporte, gobierno, servicios de educación, atención al turismo, etc.

Tabla 43. Indicadores de la PEA

Población de 12 años y más según condición de actividad económica, 2010					
Total	Total	(PEA)	Ocupada	Desocupada	no especificada
Total Absolutos					
Municipal	13,839	5,755	5,736	19	88
Total Relativos (%)					
Municipal	100	41.59	99.67	0.33	0.64

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Microdatos de la muestra.

4.5. Estructura urbana

La estructura del municipio de Zoquitlán se compone por un sistema de localidades más bien de tamaño pequeño y dispersas en el territorio del municipal. Sus divisiones se reconocen por su propia regionalización político administrativa; en el plano regional, el municipio pertenece a la región socioeconómica número "7", con cabecera en la Ciudad de Tehuacán, Puebla; además pertenece al Distrito Local Electoral 15 con cabecera en el Municipio de Ajalpan y al distrito Electoral 15 con cabecera en el municipio de Tehuacán; igualmente pertenece a la Jurisdicción Sanitaria (SS) 10 de Tehuacán, a la Coordinación Regional de Desarrollo Educativo de la SEP, número 10 con cabecera en Tehuacán y al Distrito Judicial de Tehuacán.

Sus tres principales localidades, consideradas urbanas, por el tamaño de su población (arriba de 2,500 habitantes), tienen una reminiscencia de fundación española, donde se muestra la clásica conformación española de la época de la colonia (conformada por plazas confinadas por inmuebles del poder religioso, gubernamental y político) y a partir de ahí se extienden los inmuebles cívicos y de vivienda de los habitantes comunes.

Es necesario recalcar que Zoquitlán se compone de muchos pequeños poblados que están dispersos, lo cual da lugar a marginación y falta de atención en servicios básicos a la población rural principalmente. La falta de equipamientos e infraestructura básica es algo que requiere atención de los tres niveles de gobierno, así como planes de desarrollo e



integración de localidades, conformando un sistema más constituido a un buen desenvolvimiento; de hecho no se cuenta con un plan de Desarrollo Urbano o de Desarrollo Territorial en el que se planifique el crecimiento, se diseñe un sistema de localidades y se delimiten las áreas de reserva territorial y que a su vez proteja y conserve los suelos y hábitats con riqueza intrínseca; sin olvidar que estos instrumentos sean una extensión de este mismo Atlas, ya que la planeación territorial que se dicte en estos tienen que respetar las áreas que puedan significar un riesgo para las personas y sus bienes, así como para los equipamientos e infraestructura gubernamental.

A continuación se enlistan las 53 localidades del municipio:

Tabla 44. Localidades del Municipio

Lista de Localidades en el Municipio de Zoquitlán:	
1. Acatepec (San Antonio)	2. Amoltepec
3. Atiopa	4. Atlantiopa
5. Atlicalaquia	6. Axalpa
7. Atzompa	8. Aztotla
9. Axocobaca	10. Ízhuapa
11. Íxcatl	12. Chalchico
13. Cacaloc	14. Cobatzalco
15. Chiltepec	16. Cotzinga
17. Cobictic	18. Cruztitla
19. Coyolapa	20. Cuapnepantla
21. Cuafximaloya	22. Duraznotla
23. Dos Caminos	24. Itzmicapa
25. Equimititla	26. Mangotitla (Zoyaltepec)
27. Laguna	28. Ocotempa
29. Metzontla	30. Oztapulco
31. Ocotlamanic	32. Quetzaltotoc
33. Pozotitla	34. San Cayetano
35. Quiaptepec	36. Temazcalco
37. Tecolotleapa	38. Tepepa de Zaragoza
39. Tepantitla	40. Tepequexpa
41. Tepepan Bandera	42. Tepeyacac
43. Tepexilotla	44. Trancas
45. Totlala	46. Xaltepec
47. Xala	48. Xitlama
49. Xicala	50. Xolochtepec (Tlacotzinga)
51. Xocotla	52. Zoquitlán
53. Zoquitlanzacualco	

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2010.



4.6. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como las condiciones, determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos, políticos, técnicos, ideológicos, culturales, educativos, ecológicos e institucionales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad o grupo de personas al impacto de amenazas o peligros naturales. La vulnerabilidad se relaciona estrechamente con la capacidad de las personas o las comunidades.

Altos niveles de vulnerabilidad implican un agravante en el resultado de eventos peligrosos “DESASTRES”, éstos son una compleja combinación tanto de las cualidades de las amenazas implícitas como de las características de la población. Así, desde esta perspectiva, “la vulnerabilidad es un término relativo y específico, que siempre implica una vulnerabilidad a una amenaza particular” (Blaikie et. al. 1996).

El hecho de calificar a la vulnerabilidad como social genera que su estudio implique un alto grado de complejidad. Esta complejidad de acuerdo con Macías (1994), es referida a las diversas relaciones sociales que contienen una dimensión histórica y espacial, caracterizadoras de cultura, prácticas económicas y políticas, las cuales tendrán diferentes vínculos y determinaciones dependiendo de la escala de observación: familia, clase o grupo social, comunidad, nación, etc. Sin embargo, menciona que el referir a la pobreza como generadora de mayor vulnerabilidad, no hace más que simplificar el proceso social que crea la pobreza y la riqueza. Para él la vulnerabilidad se sujeta a la disponibilidad de recursos y de mecanismos ágiles y sin fricciones para su acceso.

Asimismo, menciona que la vulnerabilidad social no es sólo la exposición al peligro, sino también la capacidad de recuperación de cada grupo social y familiar.

El lugar o territorio, tiene una determinación de valor; por lo que los lugares peligrosos, o sea los menos valorizados, son los más accesibles para los grupos sociales pobres, aunque existen excepciones, lo que no significa que los grupos con poder económico que habitan en lugares peligrosos sean igual de vulnerables que los grupos pobres. El mercado (el lugar de realización del capital) es lo que determina en gran parte la distribución de la vulnerabilidad, por lo que en este sentido las determinaciones de la vulnerabilidad son bienes y servicios asimilables según los medios de cambio y pueden ser explorados en términos de ingresos familiares.

Así entonces, se plantea desde este trabajo que si bien la vulnerabilidad se construye socialmente a partir de diversas causas de fondo, que derivan en condiciones particulares inseguras, es conveniente trascender de la mera descripción de las condiciones de vulnerabilidad a un estudio más profundo de las relaciones sociales que estructuran el espacio en sus dimensiones temporales y espaciales, considerando siempre a la naturaleza como parte intrínseca de la sociedad.

Debido a que los fenómenos naturales representan peligros en donde existen asentamientos humanos, el cálculo de la vulnerabilidad para el municipio de Zoquitlán se basó en variables de la población no derechohabiente a los servicios de salud, aspectos de educación (porque las características educativas influyen directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas de autoprotección), la variable más representativa es la de población analfabeta; y la variable de personas que solamente hablan alguna lengua indígena y no hablan español.



El método para obtener el índice de vulnerabilidad social se retomó del utilizado por Cadena y Campos 2012, en donde el índice es construido por ocho indicadores censales a nivel sección electoral para el año 2010.

En esta metodología se seleccionaron algunas variables referidas a las condiciones de las viviendas: contar con agua, piso de tierra y otras referidas a la población como: edad, educación y derechohabiencia. Los materiales y servicios de la vivienda indican la precariedad o no de la misma, al igual que el acceso al agua reflejan las condiciones del contexto de la localidad, así como un cierto nivel que diferencia a la población según las posibilidades de enfrentar, reaccionar, recuperarse y prevenir. La educación y acceso a la salud también reflejan las diferentes capacidades que existirían en los hogares para poder enfrentar y recuperarse de los posibles daños causados por los fenómenos naturales extraordinarios.

Los indicadores que se usaron fueron, los porcentajes de:

1. Viviendas donde el piso es de tierra.
2. Vivienda sin energía eléctrica.
3. Población sin derechohabiencia a servicios de salud.
4. Población mayor de 15 años sin escolaridad alguna.
5. Viviendas que no disponen de agua entubada.
6. Población con limitantes en alguna actividad física.
7. Adultos mayores.
8. Población que habla lengua indígena y no habla el idioma español.

El proceso de normalización para los diferentes indicadores se determinó a partir de las siguientes ecuaciones:

1. Porcentaje de viviendas donde el piso es de tierra.

$$Pc1 = \frac{VPH_PISOTI}{VIVPAR_HAB} * 100$$

Dónde:

Pc1 = Porcentaje 1: Viviendas donde el piso es de tierra.

VPH_PISOTI: Viviendas particulares habitadas que cuentan con piso de tierra.

VIVPAR_HAB: Viviendas particulares habitadas en la sección electoral considerada.

2. Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica.

$$Pc2 = \frac{VPH_S_ELEC}{VIVPAR_HAB} * 100$$



Dónde:

Pc2 = Porcentaje 2: Viviendas que no disponen de energía eléctrica.

VPH_S_ELEC: Viviendas particulares habitadas que cuentan con energía eléctrica.

VIVPAR_HAB: Viviendas particulares habitadas en la sección electoral considerada.

3. Porcentaje de población sin derechohabiencia a servicios de salud.

$$Pc3 = \frac{PSINDER}{POBTOT} * 100$$

Dónde:

Pc3 = Porcentaje 3: Población sin derechohabiencia a servicios de salud.

PSINDER: Población sin derechohabiencia servicios de salud.

POBTOT: Población total.

4. Porcentaje de personas mayores de 15 años sin escolaridad.

$$Pc4 = \frac{P15YM_SE}{P_15YMAS} * 100$$

Dónde:

Pc4 = Porcentaje 4: Personas mayores de 15 años sin escolaridad.

P15YM_SE: Población de 15 años y más sin escolaridad

P_15YMAS: Población total de 15 años y más

5. Porcentaje de viviendas que no disponen de agua entubada.

$$Pc5 = \frac{VPH_AGUAFV}{VIVPAR_HAB} * 100$$

Dónde:

Pc5 = Porcentaje 5: Viviendas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda.

VPH_AGUAFV: Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda.



VIVPAR_HAB: Viviendas particulares habitadas en la sección electoral considerada.

6. Porcentaje de población con limitantes en alguna actividad física.

$$Pc6 = \frac{PCON_LIM}{POB_TOTAL} * 100$$

Dónde:

Pc6 = Porcentaje 6: Población con alguna limitante física para la realización de alguna actividad.

PCON_LIM: Personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana.

POB_TOTAL: Población total.

7. Porcentaje de adultos mayores.

$$Pc7 = \frac{P_60YMAS}{POB_TOTAL} * 100$$

Dónde:

Pc7 = Porcentaje 7: Adultos mayores

P_60YMAS: Población de 60 años y más

POB_TOTAL: Población total

8. Porcentaje de población que habla alguna lengua indígena pero no hablan el idioma español.

$$Pc8 = \frac{P3HLINHE_M}{P_3YMAS} * 100$$

Dónde:

Pc8 = Porcentaje 8: Hablantes de lenguas indígenas que no hablan el idioma español.

P3HLINHE_M: Población (de 3 años y más) hablante de lenguas indígenas que no hablan el idioma español.

P_3YMAS: Población total de 3 años y más.



Se utilizó el modelo estadístico de componentes principales para generar una medida integrada y simplificada de la información. Se empleó el software IBM SPSS Statistics para la integración de información.

El resultado del proceso, permitió generar una columna que contiene los resultados de la reducción de dimensiones; ésta última corresponde al índice de vulnerabilidad social.

	Zindic3	Zindic4	Zindic5	Zindic6	Zindic7	Zindic8	FACL_1	var	var	var	var
1	2.03909	3.63997	-.09639	-.28651	-.57162	.89258	1.73229				
2	2.29531	1.78364	-.21589	-.77828	-.61918	-.02427	.89878				
3	1.77862	1.47680	-.43348	-.92207	-.54628	-.08485	.52898				
4	-.33727	2.43217	-.61567	-.46210	-.59501	-.03167	.47768				
5	1.41762	2.94391	-.40697	-.44488	-1.02471	8.23751	2.95131				
6	-1.19166	3.28542	-.46876	-.53355	-.80080	1.08312	1.02507				
7	-.63524	2.51886	.05125	-.14015	-.15327	-.19476	.61528				
8	1.38468	.36154	.33278	-.11845	-.46333	-.23159	.29970				
9	-.15001	1.45743	.30086	-.52272	.92747	-.02340	1.25689				
10	1.20366	1.07375	.97487	.11307	-.34140	-.23159	.87054				
11	-.50787	-.01909	1.15058	-.02918	.35884	-.22481	.57519				
12	-.49407	-.14021	-.09290	.15237	.74289	-.23159	-.12947				
13	.23930	-.23327	2.23557	-.14871	.48875	-.22143	.98219				
14	-.22778	.47640	2.88338	-.10025	.30361	-.22268	1.13866				
15	.49287	.43665	2.87184	.63014	1.27862	-.15575	1.27813				
16	.04309	-.00848	.94032	-.25902	.24706	-.23159	.94138				
17	.88359	.93924	3.54359	.23047	.28437	-.21302	1.45322				
18	-.66571	.73966	.66082	-.96386	.57326	-.23159	.63600				
19	1.20347	.74455	3.44256	-1.18758	.30629	-.21295	1.20243				
20	-.41508	-.82178	-.71630	.34266	1.43388	-.23159	-.86100				
21	-.33433	-.31110	-.60390	-.69883	.04518	-.23159	-.61265				
22	-.97942	-.71823	-.57776	.30419	.49024	-.23159	-.73119				
23	-.26356	-.57860	-.65906	-.06060	-.21197	-.23159	-.55473				
24	-.62638	-.39647	-.65838	-.23455	-.16415	-.23159	-.69349				
25	-.07536	-.41817	-.69331	-.40935	-.03228	-.22224	-.70568				

Ilustración 14. Índice de vulnerabilidad.

Estratificación del índice de vulnerabilidad social

Finalizando el cálculo del índice por medio de componentes principales para la totalidad de las secciones electorales del municipio de Zoquitlán, se clasificó la información en cinco estratos a través del método de Dalenius & Hodges, el cual consiste en la formación de estratos de manera que permite minimizar la varianza del estimador es decir forma estratos lo más homogéneos posible para el municipio de Zoquitlán.

La estratificación se obtuvo utilizando un módulo desarrollado por el Mtro. Guillermo Rodríguez, denominado “Estratificación D&H”. La aplicación del módulo permitió una estratificación del orden estatal y municipal:

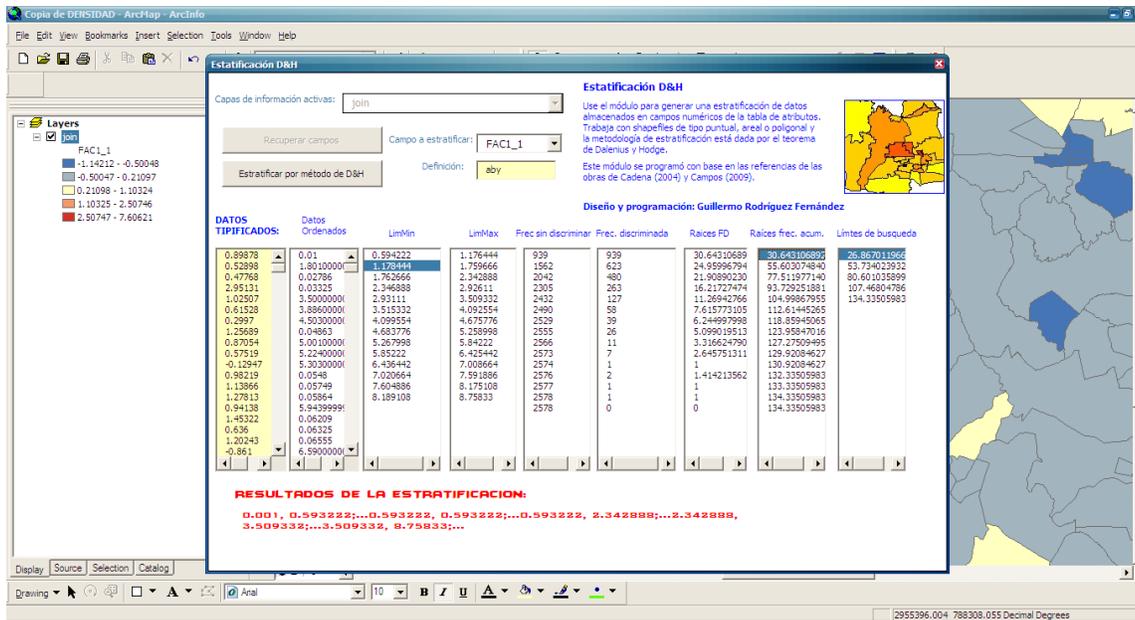


Ilustración 15. Estratificación a nivel estatal.

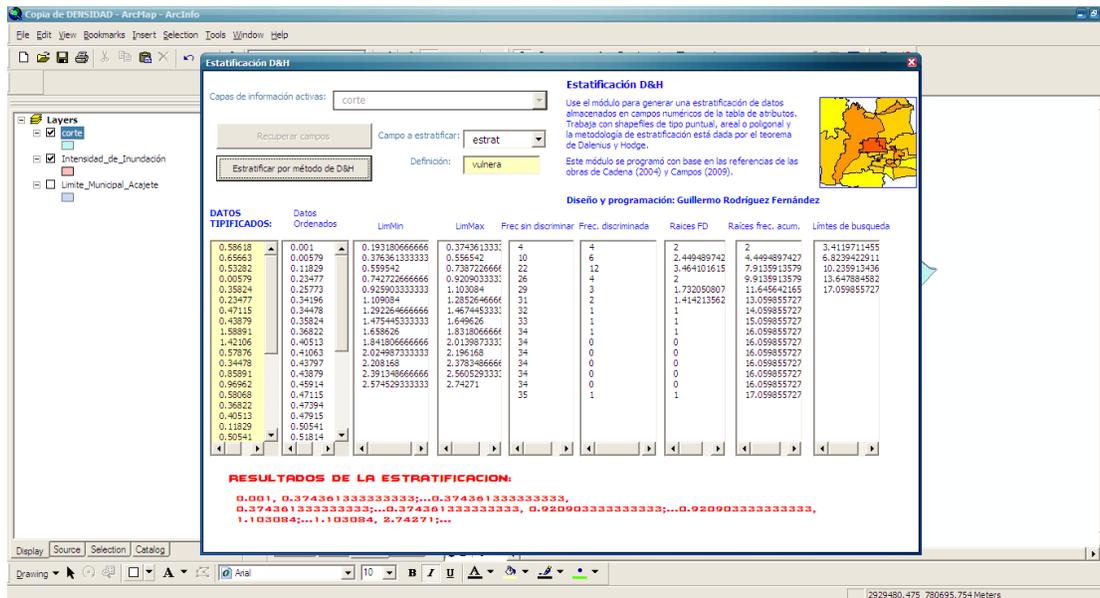


Ilustración 16. Estratificación a nivel municipal.

La información tiene un carácter ordinal, es decir, sabemos en donde se encuentra el mayor valor. Por ello se realizó la estratificación del índice y al aplicar este método (Dalenius & Hodges) establecemos 5 diferentes niveles de vulnerabilidad que son: Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo.

Se presenta un mapa que ilustra el índice de vulnerabilidad, obtenido con el método de componentes principales y estratificado por el método de Dalenius & Hodge.

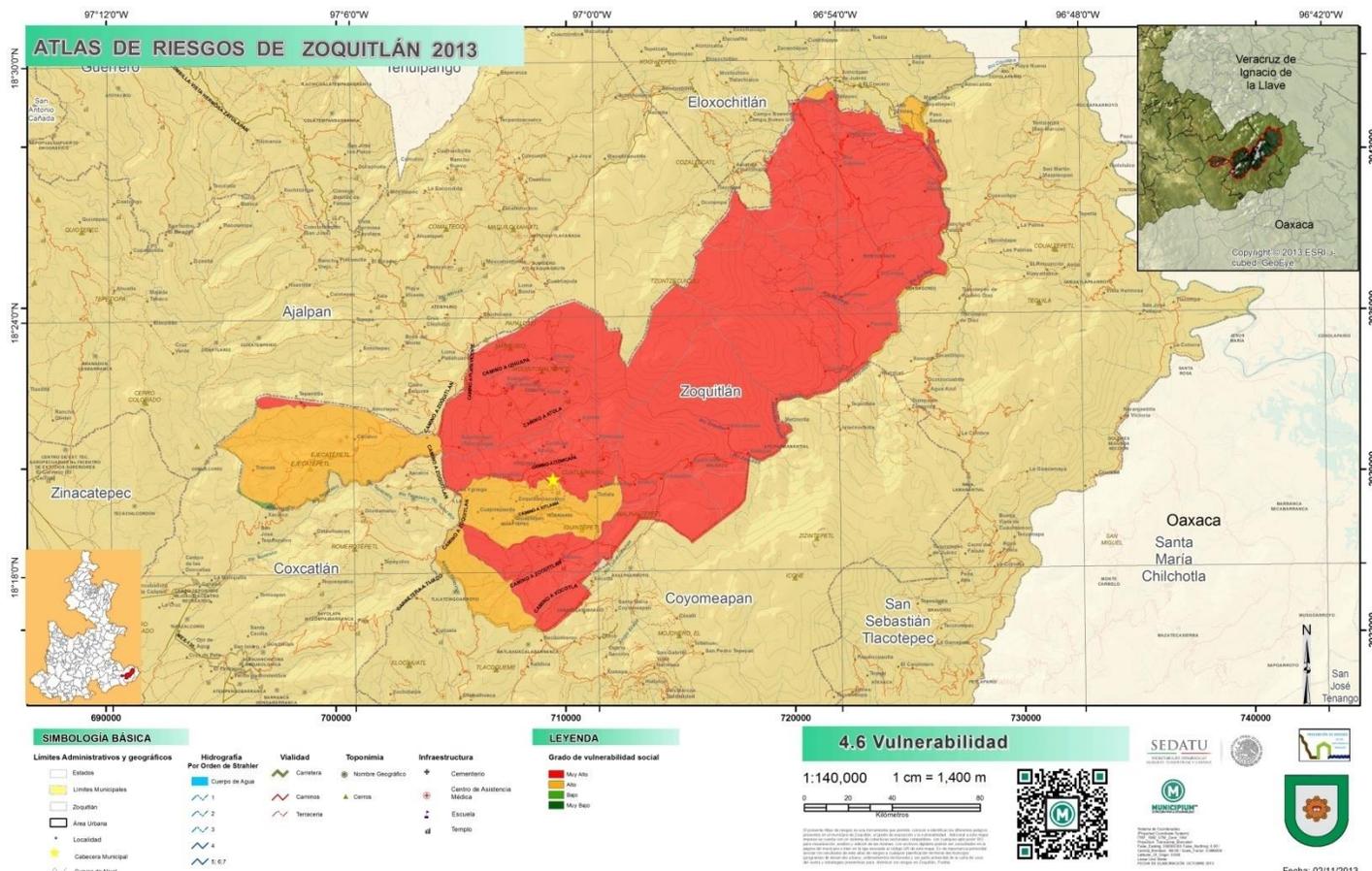


Ilustración 17. Vulnerabilidad de Zoquitlán.



Existen diferentes registros que demuestran que en toda la región de la Sierra Negra de Puebla han ocurrido fenómenos naturales.

A lo largo del tiempo los pobladores del municipio de Zoquitlán habían advertido las regulares crecidas de los ríos y deslizamientos en las laderas de las montañas; algunas veces estas no causaban importantes daños, pero en otras sí se producían pérdidas considerables, lo cual evidenciaba las condiciones de vulnerabilidad de la población.

Entre los antecedentes están las lluvias de septiembre de 1944, producidas por una perturbación tropical, que excedieron más del 50 por ciento del volumen de precipitación media por día en la región (Lugo, et. al., 2005). También hubo lluvias que se originaron por huracanes como Hilda en 1955, Beulah en 1967, Diana en 1990 y Gert en 1993 (Bitrán, 2001). Sin embargo, no hay que dejar de considerar la época en la que aconteció cada uno de estos fenómenos. Los daños en cada caso fueron diferentes, pues los cambios socioeconómicos en la región han variado en el transcurso de esos años.

Las construcciones en zonas peligrosas como laderas pronunciadas o valles montañosos favorecen al desarrollo de los procesos de remoción en masa, debido a que el peso de las construcciones, el drenaje, la modificación del perfil de las laderas y del régimen hidrológico actúan como aceleradores de estos procesos (Lugo, et. al., 2005). A la par de estos procesos, la deforestación afecta a los suelos dejándolos descubiertos, con lo cual se origina el desarrollo de cárcavas y deslizamientos.



Así pues, encontramos que a través de los años, en la zona donde se ubica el municipio de Zoquitlán, es clara la manifestación de fenómenos hidrometeorológicos y geológicos. Pero su impacto en las poblaciones ha dependido de diversos factores sociales y económicos (es decir la vulnerabilidad social).

En el municipio de Zoquitlán se tiene una capacidad casi nula de acceso a los recursos y servicios, las condiciones en que viven las personas al no tener seguridad de empleo, empleos temporales, sub empleos o desempleo, contribuyen a una situación de vulnerabilidad, lo que hace necesario la activación o implementación de ciertos mecanismos de ayuda, que por supuesto dependerá de las características de la región, sus comunidades y su nivel organizativo, además de los recursos disponibles por la comunidad.

En lo que respecta a Zoquitlán las condiciones de pobreza y marginación se han agudizado a lo largo de los años, 9 de cada 10 agricultores tienen una economía de auto consumo y de estos, solo cuatro concurren al mercado con algunos excedentes. En las zonas rurales 8 de cada 10 son pobres, y la población es predominantemente indígena con niveles de educación básica o nula, con tierras lo suficientemente erosionadas y de poca producción, sobre todo en lo que corresponde al cultivo de maíz. Las condiciones económicas que se produce esta en los niveles más bajos de bienestar social.

Algunos de los habitantes de las comunidades de Zoquitlán son ejidatarios y otros cuantos no cuentan siquiera con un solar propio y los lugares que habitan suelen tener un cierto grado de riesgo, además de que llegan a estar muy alejados de los principales centros de servicios, asimismo el transporte y las vías de comunicación son insuficientes. El porcentaje de población indígena (de habla náhuatl), para el municipio de Zoquitlán, según el Censo de Población y Vivienda de 2010, es de 15 por ciento; mientras que el porcentaje de analfabetismo es de 16 por ciento.

De acuerdo con el censo 2010, la región es una zona con niveles de desarrollo inferiores al promedio estatal ocasionados por un rezago histórico de inversión en infraestructura económica y social. Además de que presenta altos niveles de dispersión poblacional, cerca del 90 por ciento de la población vive en localidades de menos de mil habitantes. De igual forma, esta región concentra el más alto porcentaje de población indígena en el Estado. Entre tanto los niveles de sanidad de la población muestran que los servicios de salud son insuficientes y precarios, ya que el 65 por ciento de los municipios de Puebla cuentan con menos de 50 médicos por cada 100 mil habitantes, cuando el promedio estatal es de 91 y el nacional de 121, por lo que la mayoría de los municipios del estado están por debajo de la mitad del promedio nacional. Esta situación manifiesta la grave concentración de recursos para la salud, además de que la falta de servicios sanitarios públicos (drenaje, agua potable, etc.) incrementa las enfermedades en la población.

La construcción de la vulnerabilidad social a partir de los procesos espaciales que conforman la región, permite y hace visible el riesgo, con una diferencialidad de acceso a los recursos como condición para el desastre, ante familias a quienes se les ha denegado el acceso a la tierra, vivienda, salud y justicia. Que presenta altos índices de marginalidad y actualmente habita donde las mismas relaciones de producción lo han permitido.

Bajo estas circunstancias se construye el desastre a partir de un círculo vicioso que sólo puede generar más desastres. Es preciso romper con ello y buscar nuevos caminos para el bienestar de la población. Ante esta situación, la población ha generado nuevas formas de organización de tipo horizontal, a partir del capital social que le permite, en primera instancia, ayudarse con su propia familia, distribuida en diferentes partes del mismo



municipio y en los últimos años en EEUU. Han mantenido los lazos a pesar de la distancia, y se ayudan entre sí en las distintas estaciones del año. Nos referimos a una amplia red familiar y social, que les sirve cotidianamente ante la situación de pobreza extrema en la que viven. En un desastre, los recursos económicos para estas familias se limitan aún más, y ante la respuesta gubernamental, la población vive efectivamente un “drama social”.

Actualmente en Zoquitlán las condiciones de vulnerabilidad social y riesgo son tales que una lluvia fuerte puede desencadenar un verdadero desastre.

La repuesta en este sentido, va en dirección de elevar la calidad de vida de la población si queremos en verdad disminuir los desastres y tener una mejor planeación para reducir el riesgo.



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

Erupciones Volcánicas

El vulcanismo es el resultado de la actividad interna, de los mantos de la corteza, representado por el ascenso de material magmático que busca fisuras o grietas en la corteza terrestre, facilitan la salida de la energía acumulada, en forma de vapor de agua, gases, cenizas, roca y lava. El magma rico en gas asciende hacia esta fisura y se abre camino por un sistema de conductos que terminan en una apertura en la superficie denominada chimenea. Las sucesivas erupciones de lava y material piroclástico o con frecuencia una combinación de ambas, a menudo acaban formando la estructura denominadas volcán. En la cima de muchos volcanes hay una depresión de paredes empinadas llamada cráter, el cual es un rasgo estructural que se construye paulatinamente a medida que los fragmentos expulsados se acumulan alrededor de la chimenea formando una estructura en forma de cono.

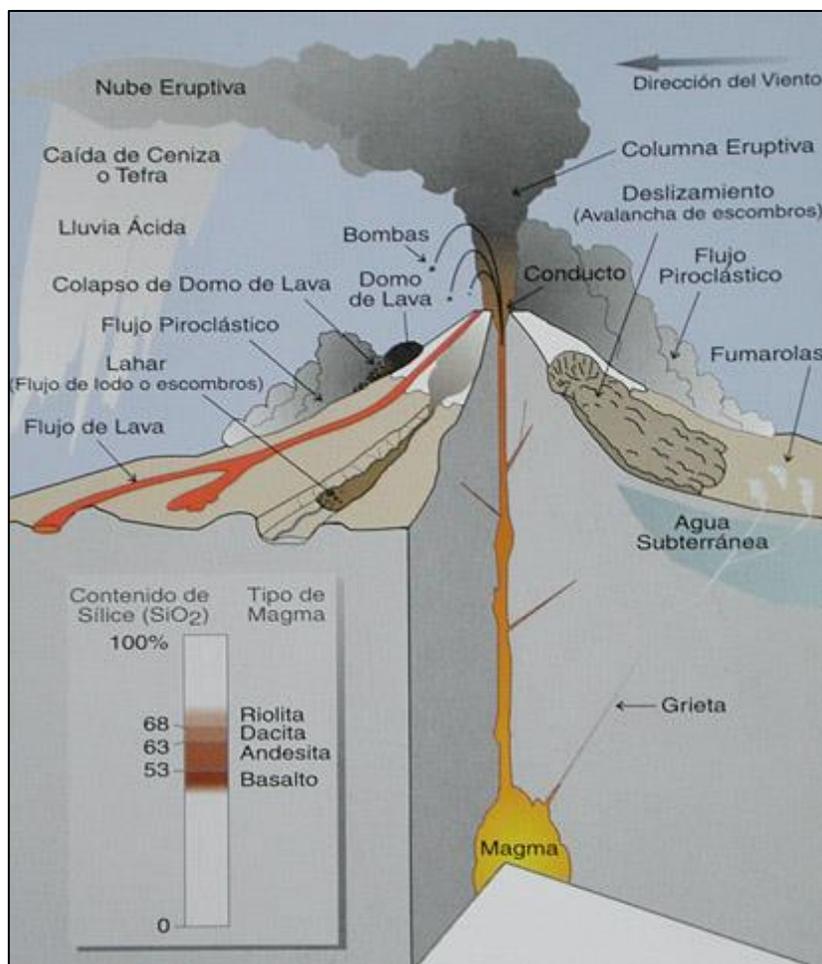


Ilustración 18. El esquema representa la forma en que la actividad interna forma estructuras que se conocen con el nombre de volcanes, así como los tipos de materiales y procesos que se desarrollan en la superficie terrestre.

México se encuentra situado en una región con importante actividad volcánica, como lo es el Eje Neovolcánico, región volcánica en la que el municipio de Zoquitlán se localiza, y donde se presentó mayor actividad eruptiva, durante la Era geológica del Cuaternario; comenzó al final del periodo terciario, hace 2,5 millones de años, y comprende hasta nuestros días. El Cuaternario se divide en pleistoceno (del griego pleistos “más” y Kainos “nuevo”) que incluye los periodos glaciales, y la época reciente o post-glacial, también llamada holoceno (del griego holos “todo” y kainos “reciente”: Era reciente), que llega hasta nuestros días.

“El Eje Neovolcánico comparte terreno con la zona de cabalgamiento y actividad tectónica de la Sierra Madre Oriental”, que conforma las características físicas y contrastante de Zoquitlán (Univ. Nal. Autónoma de México, Inst. Geología, revista, vol. 2. 1978. p 172-187).

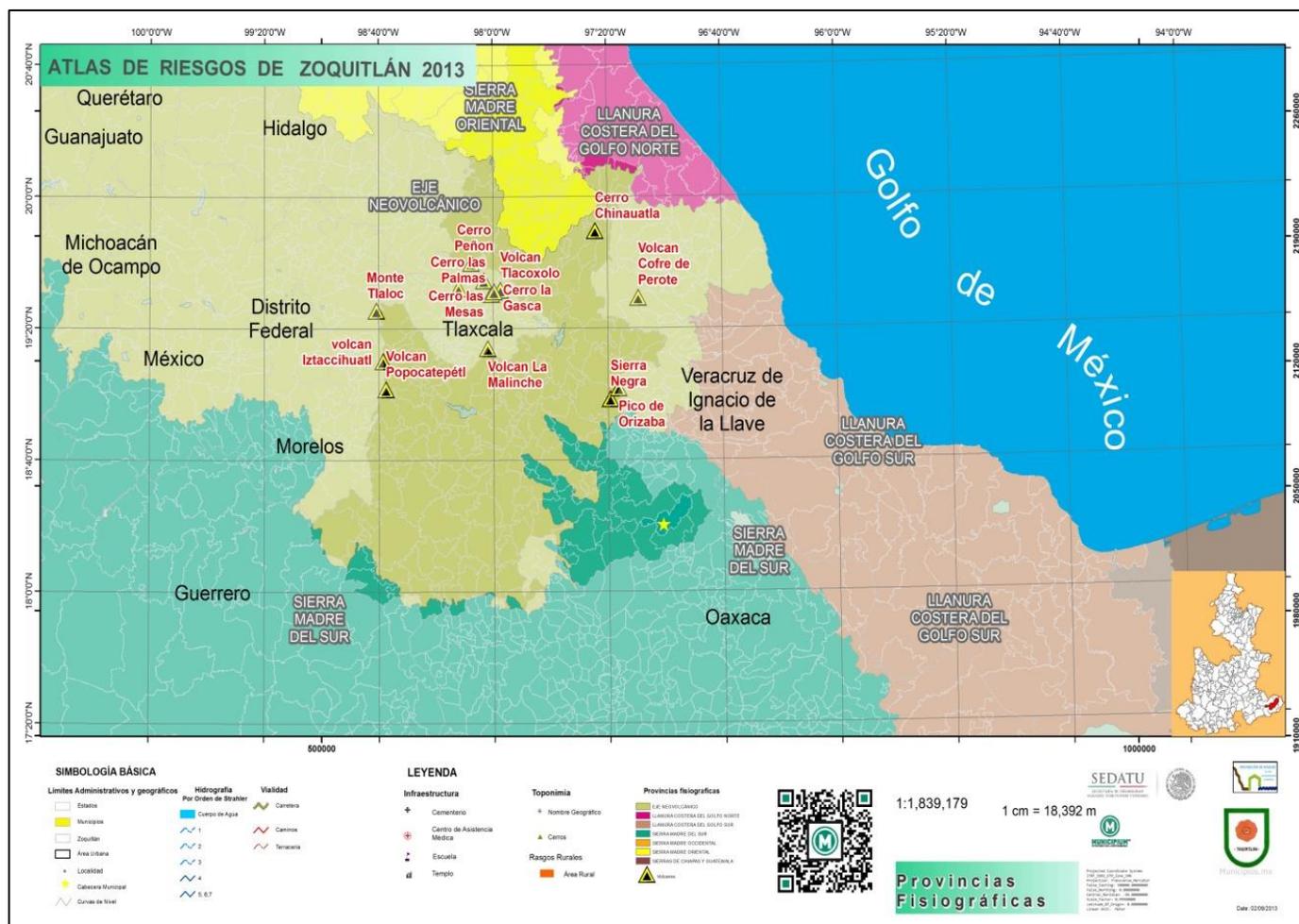


Ilustración 19. Mapa de Provincias fisiológicas, en el que se pueden ver los límites del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental.

El material volcánico, como la brecha volcánica y la toba ácida (roca ígnea extrusiva), que constituye algunos estratos del relieve de Zoquitlán, proviene principalmente del Pico de Orizaba y el Cofre de Perote en menor magnitud. El volcán Citlaltépetl o Pico de Orizaba, considerado un volcán activo en estado de quietud, se ubica al Noroeste del municipio de Zoquitlán a 76,674 km, en los límites del Estado Puebla y Veracruz, cabe mencionar que en la parte que corresponde al Estado de Veracruz, se ha presentado la mayor actividad volcánica (CENAPRED, fenómenos Geológicos 2000).

El volcán Cofre de Perote, cuyo nombre tiene su origen en el náhuatl, es Nauhcampatépétl (de Nauh “cuatro”, campa “lado” y tepétl “cerro, montaña”, “Montaña de cuatro lados”), es un volcán extinto de aproximadamente 4, 282 y 4, 300 msnm, se ubica en el Estado de Veracruz, a 126 Km de la Cabecera municipal de Zoquitlán. El volcán se alinea de Norte a Sur con respecto al Pico de Orizaba, en el extremo Sur del Eje Neovolcánico. Se le considera un complejo volcánico conformado por grandes estructuras dómicas, caracterizado por una morfología de suaves pendientes que asemejan a



un volcán escudo. Su última actividad data de 0.2 millones de años, por lo que considera una estructura extinta (Tesis de Análisis de las condiciones estructurales de estabilidad en el volcán C.P. Rodolfo Díaz 2009).

A continuación se describe la actividad de dos volcanes que mantienen una cercanía regional con respecto al municipio, pero de acuerdo a la información de CENAPRED, 2006, no existe información que avale una afectación al municipio por la actividad eruptiva:

El primero es la Malinche, del que se sabe su última erupción ocurrió hace 3 mil 100 años y eso lo clasifica como un volcán activo, a una distancia de 144 Km, del municipio.

El segundo volcán al que se hace referencia es el Popocatepetl, consolidado sobre los restos del Fraile, se tiene un registro más o menos específico de actividad desde el año 1363, hasta la fecha. Las erupciones del volcán han mantenido a investigadores y público en general alerta ante el peligro que representa el Popocatepetl para la población de los Estados que lo circundan. En éste caso el volcán se ubica a una distancia de 185 Km, del municipio de Zoquitlán, localizándolo fuera del área de influencia por su actividad eruptiva.

En el siguiente cuadro en el que se describen las características de los volcanes activos e inactivos próximos al municipio de Zoquitlán.

Tabla 54. Volcanes de Puebla Activos e Inactivos

	Tipo de erupción e intensidad	Última Actividad registrada	Distancia del cono volcánico al municipio de Zoquitlán
Volcanes Activos			
	Volcán Popocatepetl. Erupción pliniana con flujos piroclásticos y algunos derrames de lava. Actualmente se mantiene con emisiones de gases y cenizas. Altura de 5,454msnm	Actividad resiente desde 1993 hasta la fecha 2012, con intervalos de inestabilidad.	185.033 Km
	Volcán Citlaltépetl o Pico de Orizaba. Erupción pliniana. Flujos de lava, ceniza y fumarolas. Altura de 5,700msnm	Las emisiones recientes registradas son de 1864 a 1867.	80.382 Km
	Iztaccíhuatl a 5,230msnm	Última erupción registrada durante el siglo XIX, un remanente de su pasada actividad	194.367 Km
Volcanes Inactivos			
	Malinzint, Malinche, Matlalcueye, se eleva a 4, 464msnm	Su actividad eruptiva finalizo en el pleistoceno, aunque se tiene registro	144.857 Km

de actividad en mayo de 1993.

Cofre de Perote a 4,300msnm

Erupciones durante el Mioceno,
Plioceno y Pleistoceno.

127.093 Km

Los factores que influyen en el tipo de actividad presentada por los volcanes, es la viscosidad del magma y el contenido de gas, estos son factores determinantes de la forma y explosividad de los volcanes. Otro factor que influye es el contacto con cuerpos de agua meteórica (por ejemplo acuíferos, sedimentos saturados).

La viscosidad es la resistencia interna que opone una sustancia a fluir y depende de la composición química (los magmas silíceos son más viscosos), temperatura, contenido de volátiles disueltos, cristales dentro del magma y burbujas. Si el magma es poco viscoso, los gases escapan con facilidad y la lava fluye sin violencia; de lo contrario, la lava puede estallar o romperse en pedazos a causa de los gases que se expanden y ser lanzada al aire. En el primer caso se trata de erupciones efusivas y de explosivas en el segundo.

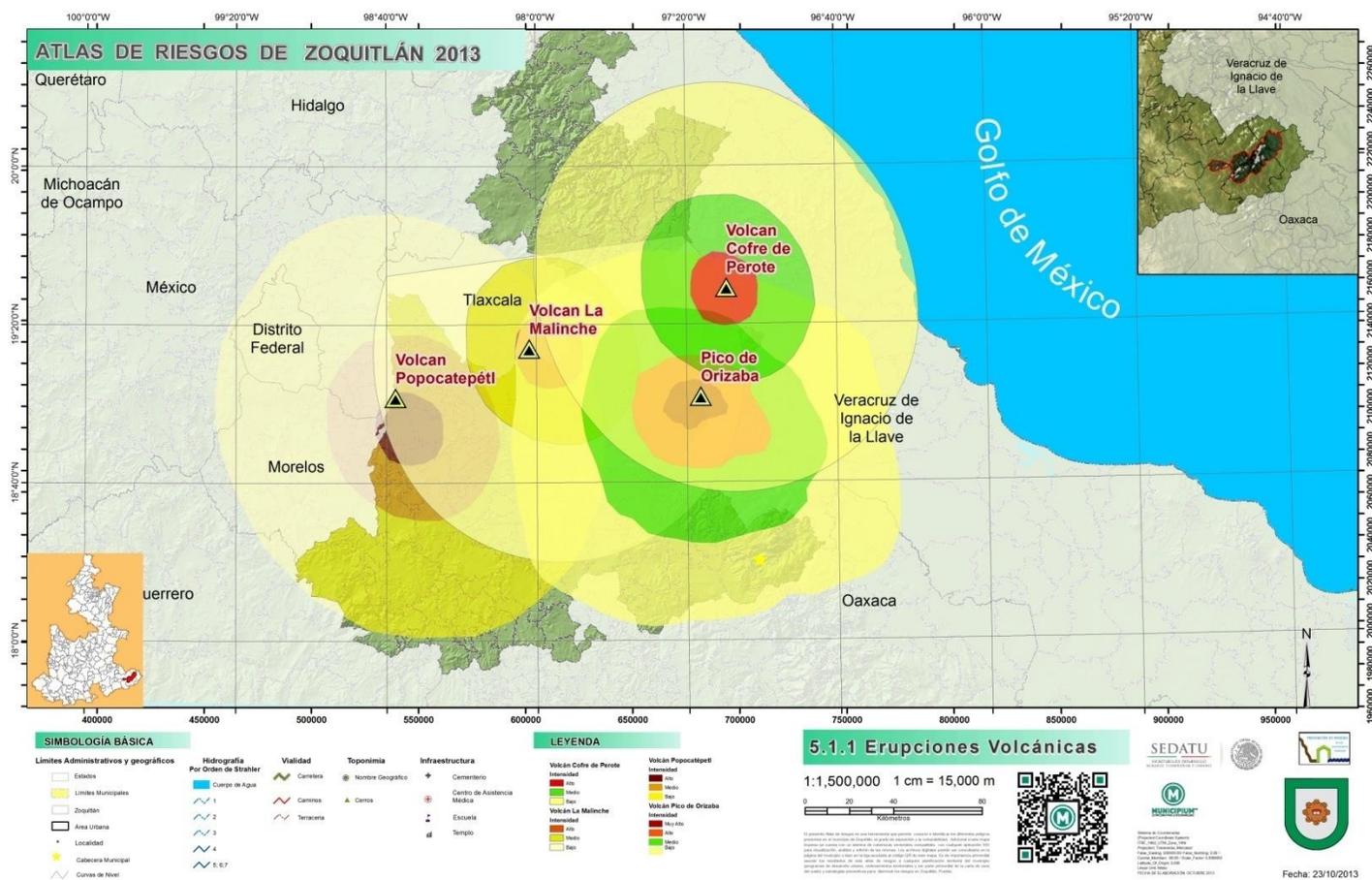




Ilustración 20. Volcanes próximos al municipio de Zoquitlán y que de acuerdo a sus áreas de ponderación de afectación el volcán de Cofre de Perote y el Pico de Orizaba, pero como se puede observar el Pico de Orizaba tiene mayor influencia en el territorio del municipio.

Por su tipo de actividad, los volcanes se clasifican según el patrón eruptivo observado en los volcanes más estudiados y que presentan un comportamiento definido; por ejemplo, las erupciones del Pico de Orizaba ha tenido actividad de tipo Pliniana, que han proporcionado material volcánico al municipio de Zoquitlán, en forma de flujos y cenizas. En general encontramos seis tipos o modalidades de erupciones:

- **Tipo Hawaiano.** Sus lavas son muy fluidas, sin que tengan desprendimientos gaseosos explosivos, estas lavas forman grandes flujos e incluso lagos de lava. Los gases son liberados en forma pasiva. Las erupciones violentas son raras y los gases pueden impulsar fuentes de lava que llegan a alcanzar 500 m de altura.
- **Tipo Estromboliano.** Se caracteriza por una actividad regular o constante de explosiones que lanzan lava pastosa en estado incandescente. Son acompañadas por ríos de lava, emisión de gases y suelen edificar conos de escoria con bastante rapidez.
- **Tipo Vulcaniano.** Las erupciones son menos frecuentes y más violentas debido principalmente a que el magma es más viscoso y por lo tanto la liberación de los gases más difíciles. Tales erupciones van acompañadas por una gran nube de gases cargados de ceniza y fragmentos de rocas que alcanzan varios kilómetros de altura. Después de ocurrida la explosión, que limpia la chimenea, una corriente de lava puede tener lugar ya sea saliendo por el cráter principal, secundario o por una fisura lateral.
- **Tipo Pliniano.** Son erupciones muy violentas que levantan columnas verticales de gases y piroclastos a varias decenas de kilómetros de altura. A menudo son acompañadas por el colapso de la parte superior del edificio volcánico.
- **Tipo Peleano.** También se caracterizan por su alto índice de explosividad asociado a un magma viscoso con alto contenido de gases. Pueden producir explosiones de gases que involucra rocas y magma muy pulverizado dirigido lateralmente, formando nubes ardientes o flujos piroclásticos.
- **Tipo Islándico.** En este tipo no existe un cono con cráter central, como en todos los anteriores. La característica principal es la emisión de enormes volúmenes de lava a través de fisuras o grietas. Algunas formas coladas de poco espesor que cubren áreas enormes (Procesamiento de datos de emisión de dióxido de Azufre, Tesis. Rosa María, 2010).

Sismos

La sismicidad es uno de los fenómenos que se derivan de la dinámica interna de la Tierra, y por sus características y naturaleza se relaciona con las zonas de subducción, donde se presenta el choque de placas y tierras emergidas. Las placas están en un constante movimiento, pero cuando existe un proceso de fricción se acumula energía, que al momento de liberarse generan los movimientos que conocemos como sismos o temblores.

Este tipo de eventos son perturbaciones repentinas (movimientos) de la superficie de la tierra, que puede tener diferentes magnitudes, existen dos escalas para medir los sismos: La de Mercalli, que mide la intensidad, destrucción y daños; y la de Richter, que registra magnitud sísmica y energía liberada, además de que es algorítmica, por lo que un sismo de 4.5 grados Richter es 20 veces más intensa que uno de 3.5. Los sismos se identifican como energía ondulatoria transmitida a partir del foco o punto de liberación en todas direcciones perdiendo energía gradualmente, a través de las capas de la tierra, que tiende a desplazarse por el fallamiento de la corteza⁶.



Ilustración 21. Regionalización sísmica de la CFE.

⁶<http://www.noticiasnet.mx/portal/principal/92622-normal-actividad-s%C3%ADsmica-m%C3%A9xico-unam>.

El fallamiento de la corteza terrestre es un efecto de los temblores y no el origen de los mismos, en la actualidad el tipo de sismos está asociado: a las regiones de subducción y se les denomina tectónicos; también pueden presentarse sismos de índole local, por actividad volcánica o por el colapso del subsuelo debido a la extracción de fluidos o materiales del mismo.

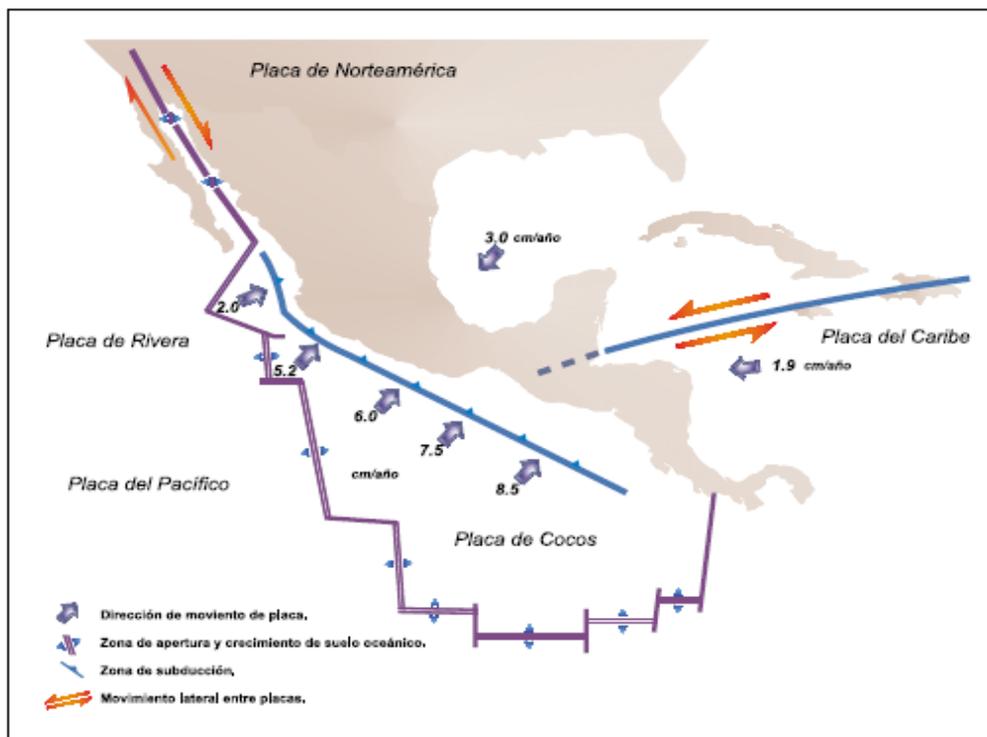


Ilustración 22. Esquema tectónico de México que describe la configuración actual de las placas.

La litosfera, es la capa sólida superficial de la Tierra, conformada por la corteza oceánica y continental. Está dividida en varias placas, cuya velocidad de desplazamiento es del orden de varios centímetros por año; en la litósfera es donde se presenta el choque de dos o más placas tectónicas, lugar donde se forman los sismos. México se encuentra influenciado por la interacción de cinco placas tectónicas, en los límites de placas donde éstas hacen contacto, se generan fuerzas de fricción que impiden el desplazamiento de una con respecto de la otra, generándose grandes esfuerzos en el material que las constituye. Si dichos esfuerzos superan la resistencia de la roca o se vencen las fuerzas de fricción se genera una ruptura violenta dándose la liberación repentina de la energía acumulada. Desde el foco (hipocentro), ésta se irradia en forma de ondas sísmicas a través del medio sólido de la Tierra en todas direcciones.

La mayoría de los epicentros registrados hasta el 2000, se presentan en la costa de los Estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Océano Pacífico), esto ejemplifica, por qué el municipio de Zoquitlán se ve afectado por los movimientos sísmicos, debido a su proximidad a la zona de contacto los sismos alcanzan magnitudes de 4 a 5.90° Richter; se puede observar en el mapa de Epicentros que conforme se aproxima, a tierra firme en los estados señalados, la intensidad de los sismos se incrementa pero va disminuyendo la cantidad de los mismos⁷.

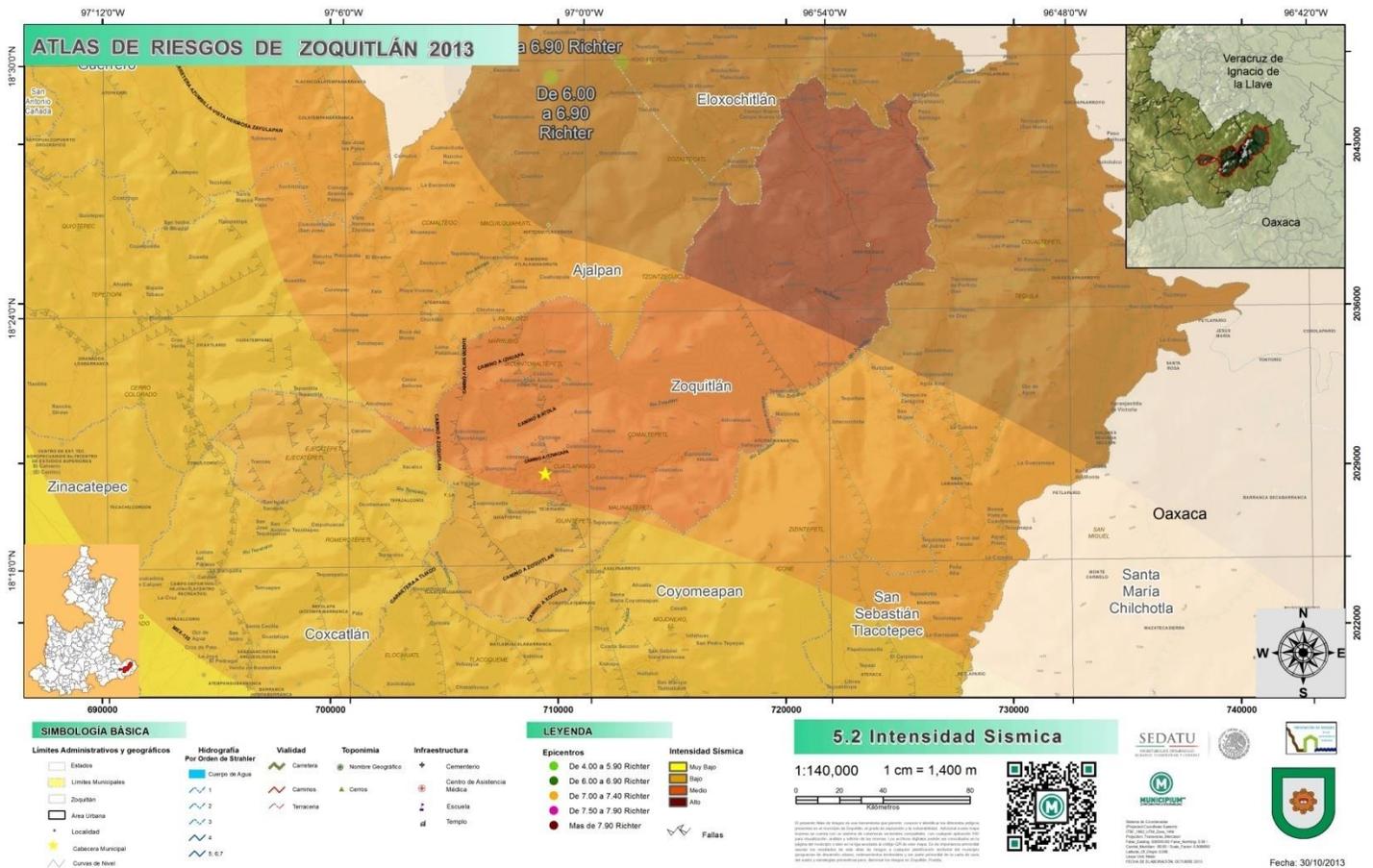


Ilustración 23. Mapa en el que se representa la zona de magnitud de 6.0° a 7.40° grados Richter como la zona en que se pueden presentar sismos de gran intensidad; Magnitudes de 5.91° a 6.0°; y por último intensidades de 0 a 4.0° grados Richter. Mapa elaborado con la interpolación de los epicentros.

Los epicentros se localizan en las zonas de depósitos blandos y la influencia de las placas: de Cocos y del Pacífico, en contacto con la placa de Norteamérica, donde se producen procesos de subducción. Por lo regular la actividad sísmica de los eventos costeros no rebasa los 30 Km de profundidad, mientras que los sismos que se presentan en tierra

⁷Procesos Físicos de Protección Civil, 2006

emergida pueden alcanzar los 70 Km. Como bien se sabe, los sismos de profundidad media y de fallamiento normal, en dicha zona de subducción han causado daños a diversas ciudades y poblados del Estado de Puebla.

La actividad sísmica que se presenta en Puebla y que afecta a Zoquitlán, en su totalidad son movimientos profundos de más de 60 Km, con intensidades de 4.00° a 6.90° grados Richter; cabe mencionar que los límites entre el estado de Oaxaca y Puebla, se han presentado epicentros de diversos terremotos con magnitudes que van de los 7.00° a los 7.90° grados, por lo que se establece que Zoquitlán puede verse afectado por la actividad sísmica de gran intensidad.

Las localidades de: Pozotitla, Laguna, Coyolapa, Xocotla, Dos Caminos, Tepexilotla, etc., que se ubican al Este del municipio se localizan en la zona que puede verse más afectada por la actividad sísmica debido a que los procesos de remoción en masa o deslizamientos se podrían intensificar, así como construcciones y vías de comunicación que aún están en proceso de consolidación.

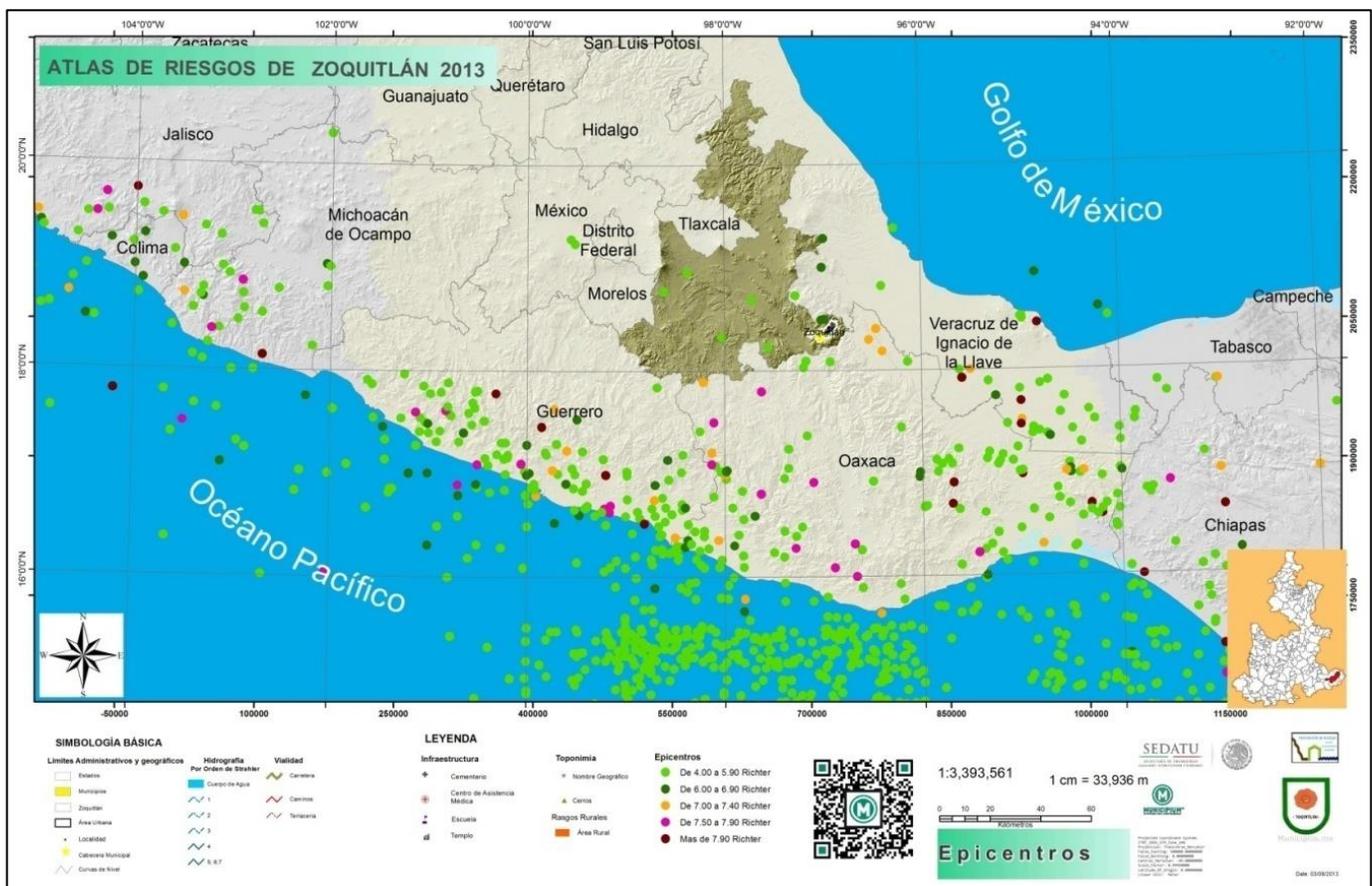


Ilustración 24. La zona centro del municipio en donde se ubican las localidades de: Ízhuapa, Ocotlamanic, Aztotla, Ocotempa, Cobatzalco, Equimititla, Atlicaquia, Xolochtepec, Cotzinga, Zoquitlán, etc., con una afectación media, dónde hay evidencia clara de grietas en construcciones, así como procesos de remoción en masa, cercanos a las zonas de fracturas que recorren el municipio.



El área que cubre las localidades de Trancas, Cacaloc, Amoltepec, etc., se encuentra en una zona de menor afectación, pero que por la zona de elevaciones tiende a verse afectada, ya que las fallas cruzan las vías de comunicación y están próximas a las áreas rurales.

Tsunamis

El Tsunami o maremoto son consecuencia de sismos tectónicos de gran magnitud cuyo origen, regularmente, se encuentra bajo el fondo del océano. Principalmente los movimientos se presentan en la zona de contacto de las placas tectónicas, en este caso, la placa más cercana es la Norteamericana y la del Pacífico, en donde por la fricción de dichas placas, se generan movimientos tectónicos de gran intensidad (sismos), capaces de ocasionar grandes olas que cubren parte del terreno deprimido de las localidades costeras.

De acuerdo a los datos que da a conocer CENAPRED, la costa del Océano Pacífico está expuesta al arribo de maremotos, específicamente en los Estados de: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, y Chiapas. En lo que respecta a la zona del Golfo de México, no se considera que pueda ser afectado por maremotos o tsunamis, ya que no existen placas tectónicas que pudieran generar terremotos con movimientos verticales.



Ilustración 25. Mapa que representa la ubicación del Municipio de Zoquitlán con respecto a las costas del Océano Pacífico y el Golfo de México.

Olas enormes con longitud de onda de hasta 100 kilómetros y que viajan a velocidades de 700 a 1000 km/h, en altamar la altura de la ola es pequeña, sin superar el metro cuadrado, pero cuando llega a la costa, al rodar sobre el fondo marino alcanza alturas mucho mayores que pueden superar los 30 metros. El tsunami está formado por varias olas que llegan separadas por unos 15 o 20 minutos. La primera que llega no suele ser la más alta, sino que es muy parecida a las normales; después se produce un impresionante descenso del nivel del mar seguido por la primer ola gigantesca y posteriormente por varias más⁸.

Por lo antes mencionado, y debido a la ubicación del territorio municipal de Zoquitlán este fenómeno no tiene ninguna afectación en su territorio, ya que su altura sobre el nivel del mar va de los 120 a los 2,600, y se encuentra a una distancia de las costas del Golfo de México de 126.96 km, y a 274.59 km, aproximadamente, de la costa del Océano Pacífico. Ver mapa de Maremotos y Tsunamis

⁸<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecolog%C3%ADa/Hipertexto/08RiesgN/110TerrTs.htm#Tsunamis>

Inestabilidad de laderas

La superficie de la Tierra no es perfectamente plana, sino que consiste en diferentes variedades de laderas; algunas son empinadas o escarpadas, otras moderadas o suaves, largas y graduales, cortas y abruptas. Las laderas pueden estar cubiertas de un manto de suelo y vegetación o consistir en roca y escombros. En conjunto, las laderas son los elementos más comunes de nuestro paisaje físico, algunas pueden parecer variables e invariables, pero la fuerza de la gravedad hace que los materiales se desplacen pendiente abajo. En un extremo el movimiento puede ser gradual y prácticamente imperceptible, en otro, puede consistir en un flujo ruidoso de derrubios o una estruendosa avalancha de rocas. Los procesos gravitacionales son un peligro natural en todo el mundo. Cuando estos procesos llevan a la pérdida de vidas y propiedades, se convierten en desastres naturales.



Ilustración26. Inestabilidad de laderas en la localidad de Xitlama.

Los deslizamientos son ejemplos espectaculares de acontecimientos geológicos fundamentales denominados procesos gravitacionales. Por estos procesos se entiende los movimientos pendiente abajo de roca, regolito y suelo, bajo la

influencia directa de la gravedad. Se diferencian de los procesos erosivos, porque los procesos gravitacionales no precisan un medio de transporte como el agua, el viento o el hielo de los glaciares.

Las pendientes

Está claro que si tienen que producirse procesos gravitacionales, debe haber pendientes por las que el material pueda descender. Los procesos volcánicos y de formación de montañas de la Tierra son los que producen estas pendientes a través de cambios esporádicos en las elevaciones de las masas continentales y el fondo oceánico. Si los procesos internos no produjeran continuamente regiones con mayores elevaciones, el sistema que mueve el material a cotas menores iría perdiendo velocidad de manera gradual y acabaría desapareciendo.

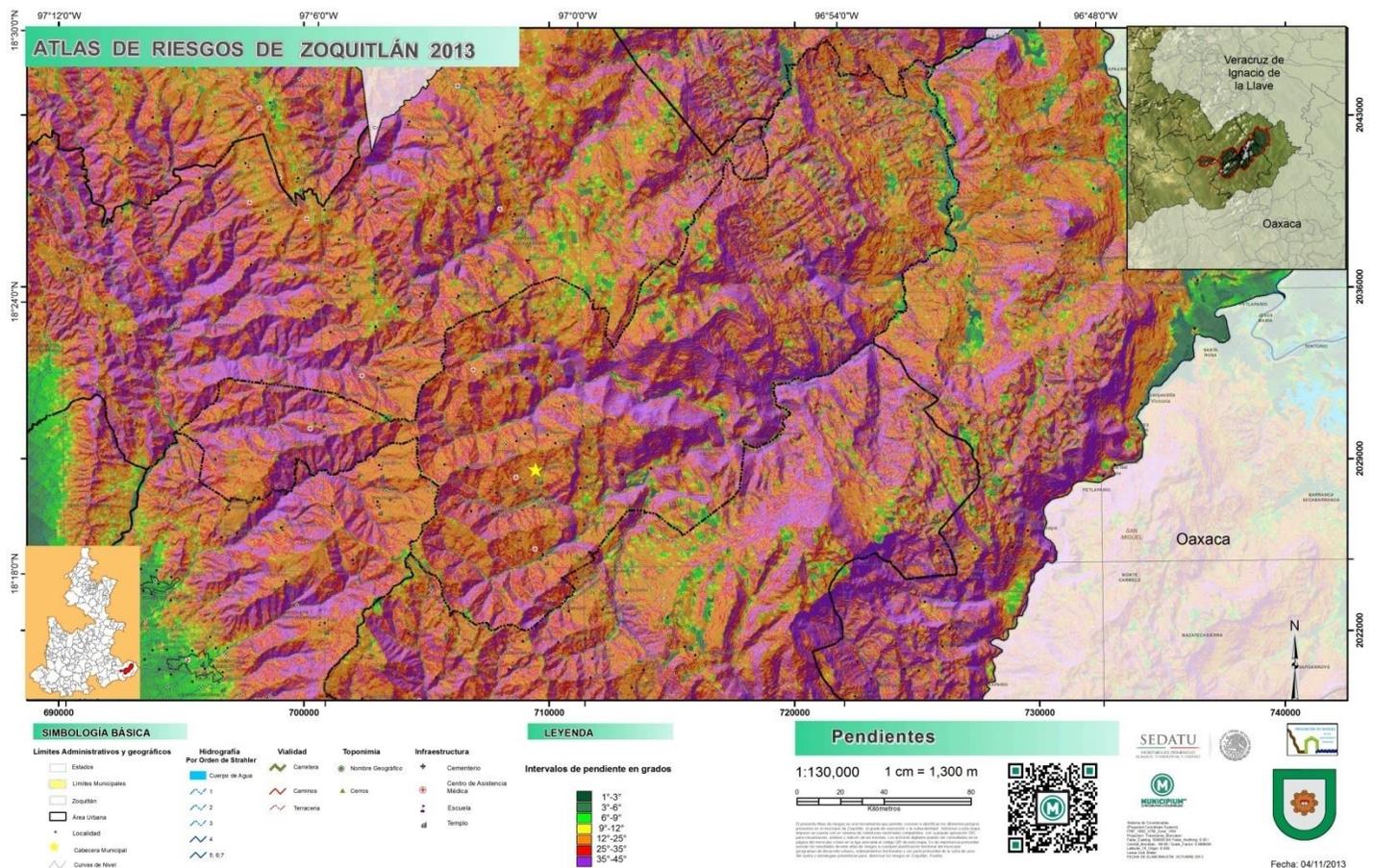


Ilustración27. Mapa de pendientes del municipio de Zoquitlán.

El mapa altimétrico nos permite conocer de manera general los diferentes pisos altitudinales y conocer en que intervalos de altitud se generan los procesos gravitacionales.

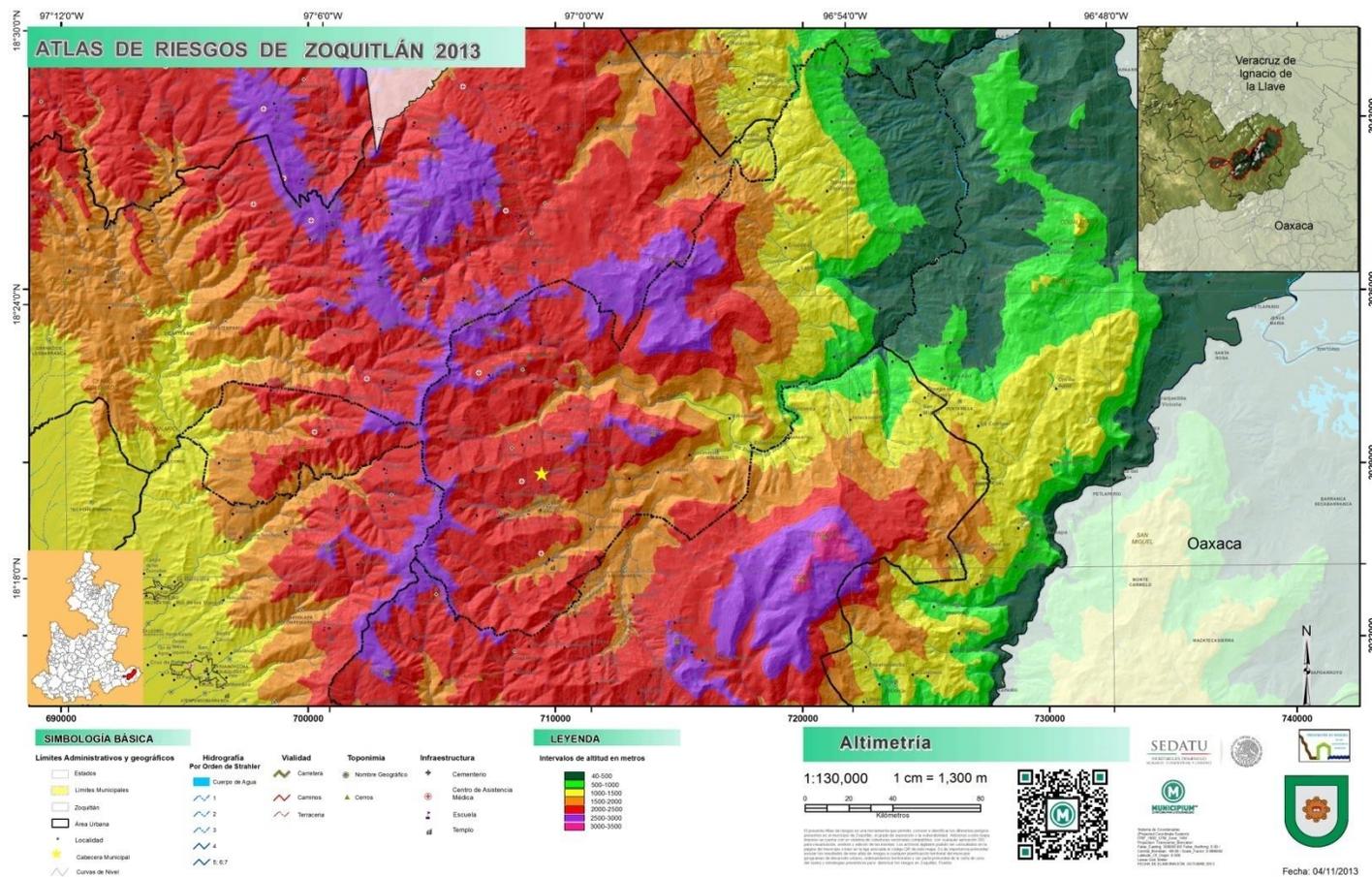


Ilustración28. Altimetría.

Eliminación de la vegetación

Las plantas protegen contra la erosión y contribuyen a la estabilidad de las pendientes, porque sus sistemas radiculares unen el suelo y el regolito. Además las plantas protegen la superficie del suelo de los efectos erosivos del impacto de las gotas de la lluvia. Donde falta vegetación, se potencian los procesos gravitacionales, en especial si las pendientes son abruptas y la infiltración es muy alta. Cuando se elimina el anclaje de la vegetación, como consecuencia de los incendios



forestales o de las actividades antrópicas (tala, agricultura, ganadería y urbanización), los materiales de superficie suelen desplazarse pendiente abajo.

Los incendios además de eliminar las plantas que fijan el suelo, pueden fomentar los procesos gravitacionales de otras maneras. Después de un incendio forestal la parte superior del suelo se vuelve seca y suelta, como consecuencia, incluso con un tiempo seco, el suelo tiende a descender por las laderas abruptas. Además el fuego también puede cocer el suelo y crear una capa repelente al agua a poca profundidad. Esta barrera casi impermeable impide o reduce la infiltración del agua, lo cual se traduce en un aumento de la escorrentía superficial durante las lluvias. La consecuencia puede ser la aparición de torrentes peligrosos de barro viscoso y derrubios rocosos.

Precipitación

La lluvia es junto con la temperatura, el elemento climático que de manera más directa influye en la configuración del medio natural. En particular es uno de los principales factores que afecta la estabilidad de las laderas. Numerosos procesos de remoción en masa ocurren durante o después de períodos de lluvia. Además las áreas donde se registra mayor precipitación anual presentan mayores problemas de estabilidad debido entre otras razones, a la existencia de caudales de flujo subterráneo y materiales más meteorizados que tienen incidencia en las propiedades geomecánicas del terreno.

Tomando como referencia el mapa de precipitación total anual para todo el estado de Puebla, la precipitación en el área de estudio va de 600 a 2000 mm. El trazo de las isoyetas se realizó tomando en cuenta el relieve, la dirección principal del viento y los efectos de barrera montañosa como son: el efecto de sombra pluviométrica, el de embalse y el descenso y ascenso orográfico.

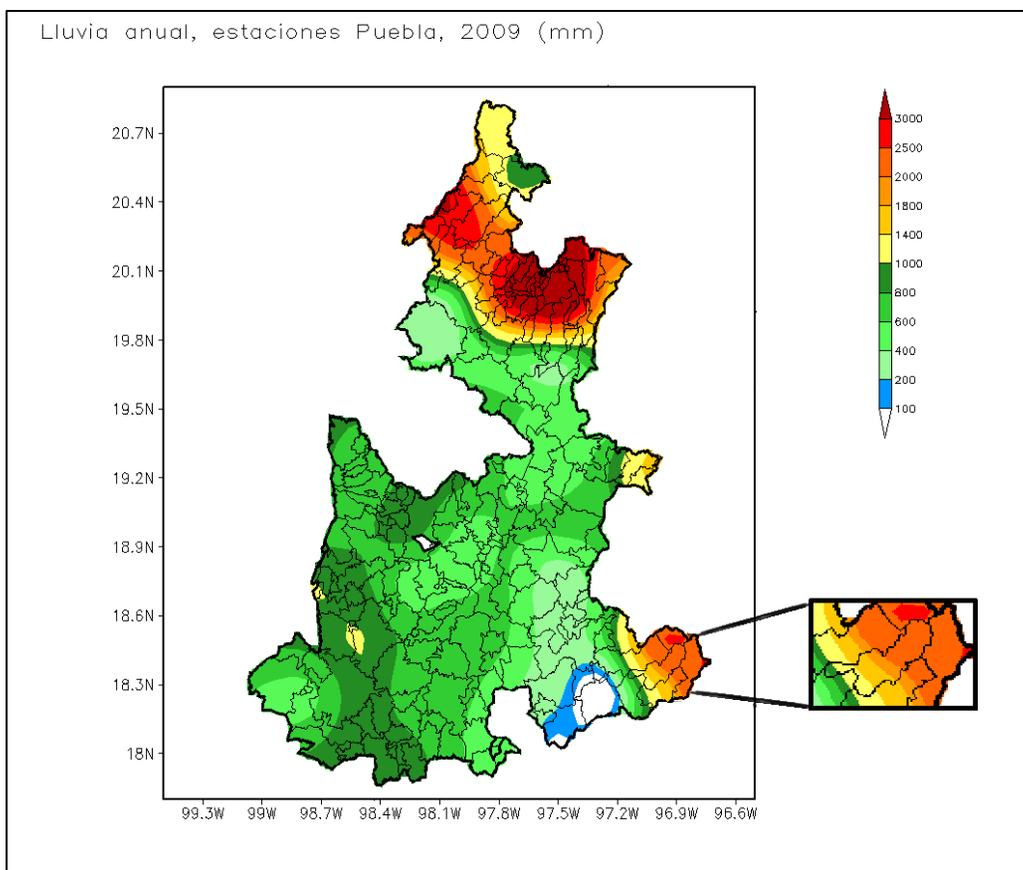


Ilustración29. Mapa de precipitación total anual del año 2009.

El efecto de la lluvia depende fundamentalmente de la intensidad, duración y distribución de la tormenta. Manzani y Rubuffetti (2003) indican que el umbral de precipitación para que se presenten deslizamientos superficiales en laderas constituidas por suelos detríticos y coluviales, como en el caso del municipio de Zoquitlán, depende de la inclinación del talud, de la filtración y de la pérdida de cohesión aparente.

En 1999 y 2005 gran parte del territorio mexicano recibió fuertes precipitaciones pluviales originadas por las depresiones tropicales N° 11 y 14 en el año de 1999; la depresión tropical N° 20 que se convirtió después en huracán "Stan" y posteriormente la onda tropical N° 40 en el año 2005. Ambos eventos ocasionaron fuertes daños e inundaciones en diferentes ciudades del país. En las regiones montañosas, como es el caso de Zoquitlán se vio afectado por lluvias intensas originadas por huracanes y tormentas tropicales procedentes del Golfo de México.

Procesos gravitacionales



En la evolución de la mayoría de las formas del paisaje, los procesos gravitacionales constituyen la etapa consecutiva a la meteorización. En sí misma, la meteorización no produce formas significativas de paisaje. Estas se desarrollan conforme los productos de meteorización son retirados de los lugares donde se originaron. Una vez que la meteorización debilita y disgrega la roca, los procesos gravitacionales transfieren los derrubios pendiente abajo, donde una corriente, que actúa como una cinta transportadora, normalmente se los lleva. Aunque puede haber muchas paradas intermedias a lo largo del camino, el sedimento acaba por ser transportado a su destino final: el mar.

Los efectos combinados de los procesos gravitacionales y las aguas de escorrentía producen valles fluviales, que son los paisajes más comunes y llamativos de la Tierra. Si sólo las corrientes fueran responsables de la creación de los valles por los que fluyen, aquellos serían muy estrechos. Sin embargo, el hecho de que la mayoría de los valles fluviales sean más anchos que profundos es una fuerte indicación de la importancia de los procesos gravitacionales con respecto al suministro de material a las corrientes. De esta manera, los procesos gravitacionales y las corrientes se combinan para modificar y esculpir la superficie. Por supuesto, los glaciares, las aguas subterráneas, las olas y el viento son también agentes importantes en el modelado de las formas y el desarrollo de los paisajes.

Clasificación

En general, los diferentes tipos se clasifican en función en el tipo de material implicado, de la clase de movimiento exhibido y de la velocidad del mismo.

Tipo de material: la clasificación de los procesos gravitacionales en función del material implicado en el movimiento depende de si la masa descendiente empezó como un material no consolidado o como sustrato de roca. Si el suelo y el regolito son dominantes, se utilizan términos como derrubios, barro o suelo en la descripción. Por el contrario, cuando se desprende y se desplaza pendiente abajo una masa rocosa, el término roca será parte de la descripción.

Tipo de movimiento: Además de caracterizar el tipo de material implicado en un acontecimiento del movimiento de masa, también puede ser importante como se mueve el material. En general, la clase de movimiento se describe como desprendimiento, deslizamiento o flujo.

Desprendimiento



Cuando el movimiento implica la caída libre de fragmentos sueltos de cualquier tamaño, se denomina desprendimiento. El desprendimiento es una forma común de movimiento en pendientes que son tan empinadas que el material suelto no puede mantenerse sobre la superficie. La roca puede desprenderse directamente hacia la base de la pendiente o moverse en una serie de saltos y rebotes sobre otras rocas a lo largo del camino. Los desprendimientos son la forma fundamental por la que se crean y mantienen las pendientes de talud. A veces, los desprendimientos pueden desencadenar otras formas de movimientos pendiente abajo.

Deslizamiento

La mayoría de los procesos gravitacionales se describen como deslizamientos. Estos se producen cuando el material se mantiene bastante coherente y se mueve a lo largo de una superficie bien definida. A veces la superficie es una diaclasa, una falla o un plano de estratificación que es aproximadamente paralelo a la pendiente.

A veces la palabra deslizamiento se utiliza como sinónimo de corrimiento de tierras. Debe indicarse que, aunque muchas personas, los geólogos incluso, la utilizan, esta última expresión carece de una definición específica en Geología. Más bien, debe considerarse un término popular no técnico que describe todas las formas perceptibles de los procesos gravitacionales, entre ellas las formas en las que no se producen deslizamientos.

Flujos

El tercer tipo de movimiento común para los procesos gravitacionales se denomina flujo se produce cuando el material se desplaza pendiente abajo en forma de un fluido viscoso. La mayor parte de los flujos están saturados de agua y se mueven normalmente siguiendo una forma de lengua o lóbulo.

Velocidad del movimiento

La mayoría de los movimiento de masa no se desplazan con la velocidad de una avalancha de rocas (algunas superan los 200 km/hora). De hecho la gran mayoría de los procesos gravitacionales son imperceptiblemente lentos. Por tanto, como puede verse, las velocidades del movimiento pueden ser espectacularmente súbitas o excepcionalmente graduales.

Dado lo anterior, en el municipio de Zoquitlán se han presentado diferentes procesos gravitacionales muy intensos que han provocado afectaciones a la infraestructura y equipamiento del municipio. A continuación se muestran imágenes de los daños causados a la Secundaria “Carlos A. Carrillo” en 2010. Afortunadamente lograron evacuar al tiempo a los estudiantes que se encontraban en las instalaciones. A consecuencia del proceso ocurrido, dicha Secundaria tuvo que cerrarse definitivamente porque representaba un riesgo muy alto para los alumnos, sin embargo, se ha manifestado el interés de rehabilitarla, debido a que la reubicación de la Secundaria carece de otro espacio.

Con base en los análisis de suelo que se hicieron, los resultados muestran que la secundaria no puede rehabilitarse debido a que el área es muy inestable y presenta poca resistencia el material. Dado lo anterior, este proceso que se generó dejó una cicatriz de desprendimiento que revela que el proceso sigue activo y va avanzando con el tiempo. Además se detectó otro proceso gravitacional (deslizamiento de asentamiento profundo) en un área donde diferente al proceso ocurrido en 2010. Es por esto que no se recomienda rehabilitarla, ya que este proceso que se identificó también se encuentra activo y ya ha ocasionado daños a las instalaciones de la secundaria (ver imagen).



Ilustración 30. Deslizamiento de asentamiento profundo en la Secundaria “Carlos A. Carrillo”, en la imagen se puede observar escalonado el terreno.



Ilustración 31. Daños causados a la secundaria por deslizamiento en 2010.



Ilustración 32. Daños al salón de clases.



Ilustración 33. Se observa que la intensidad del proceso fue muy fuerte debido a que arrastro árboles.

Análisis geotécnico

Infiltración

El conocimiento de la conductividad hidráulica trae diferentes beneficios, ya que indica como el agua se infiltra rápidamente a un tipo de suelo. La infiltración es relevante en el transporte de contaminantes, recarga de aguas subterráneas, sostenibilidad de ecosistemas, susceptibilidad de laderas a procesos gravitacionales, entre otros. La conductividad hidráulica es la velocidad a la que el agua puede moverse a través del suelo en ciertas condiciones y gradientes hidráulicos.

El movimiento del agua a través del suelo típicamente ocurre bajo condiciones saturadas y no saturadas. El infiltrómetro de mini disco mide la conductividad no saturada del medio en el que se coloca; el flujo a través de un suelo no saturado es más complicado a diferencia del que está saturado. Esto se debe a que los macroporos están llenos de aire, dejando sólo los poros más finos para acomodar el movimiento del agua. Por lo tanto, la conductividad del suelo depende fuertemente de la geometría detallada del poro, contenido de agua y las diferencias en el potencial de la matriz (Rose, 1996; Brady y Weil, 1999).

Debido a que el infiltrómetro tiene una succión ajustable (0.5-6) puede obtener una información adicional sobre el suelo mediante la eliminación de macroporos con un valor de la entrada de aire menor que el de la succión del infiltrómetro. Esto se realiza mediante el control de la infiltración con una pequeña presión o succión negativa.

La conductividad hidráulica saturada se obtiene cuando todos los poros, incluyendo los grandes (como grietas o agujeros de gusano) están llenos, sin embargo es extremadamente variable de lugar en lugar y por lo tanto es difícil de cuantificar. La infiltración del agua bajo una tensión impide el llenado de los macroporos y da una conductividad hidráulica característica de la matriz del suelo y es menos variable espacialmente. La conductividad del suelo es una función del potencial y contenido de agua en el suelo. La disminución en la conductividad se debe principalmente a la circulación del aire en el suelo para reemplazar el agua. A medida que el aire se mueve en las partículas del suelo, el paso del flujo se hace más difícil.

Metodología

- Se obtuvieron muestras de suelo en campo de las cabeceras de procesos gravitacionales, teniendo cuidado de no alterar su estructura para que en el momento de hacer los análisis en el laboratorio se tengan las mismas condiciones naturales del suelo. Se extrajo en suelo en tubos de PVC, fueron sellados con cinta canela y rotulados. También se midió la distancia vertical que hay entre la superficie y el lugar donde se tomó la muestra.



Ilustración 34. Extracción de muestras en la localidad Xitlana (Barrio 3).

- Una vez que se tiene el suelo en el laboratorio se procede a hacer el análisis abriendo cuidadosamente la muestra.

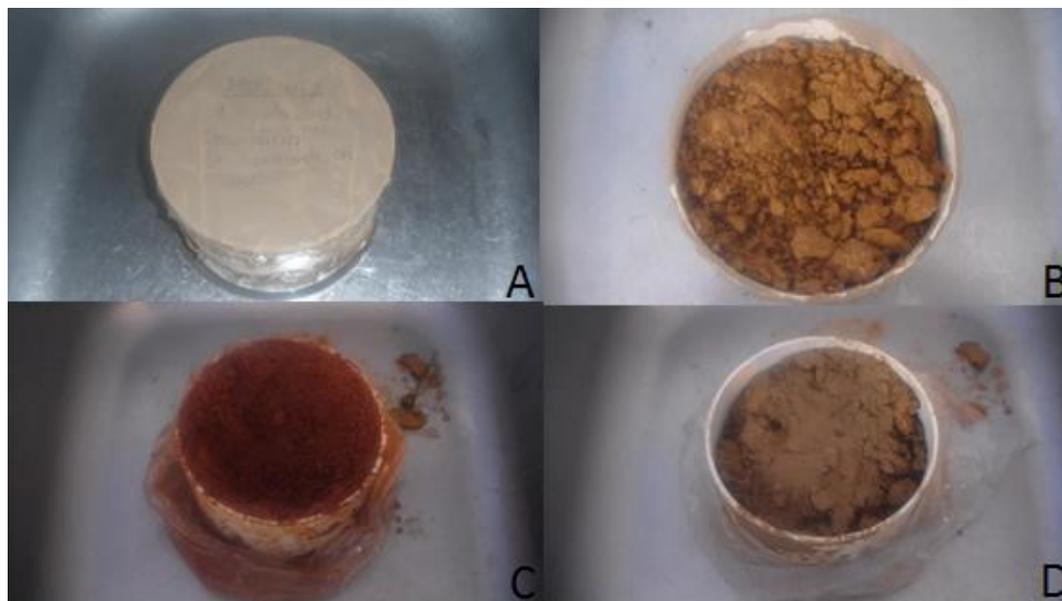


Ilustración 35. A; muestra sellada y rotulada. B (muestra 1) C (muestra 3) y D (muestra 2) abiertas y listas para el análisis.

- El análisis consiste en llenar la cámara de burbujas con agua al igual que el depósito de agua, se ajusta la succión (en este caso fue de 2), se cierra con el disco de acero poroso y se pone justo sobre el suelo. Se mide cuantos mililitros de agua tiene para iniciar con un tiempo de cero y a partir de ahí se van a tomar mediciones cada 30 segundos hasta que el infiltrómetro quede vacío o se hayan infiltrado 20 ml de agua.

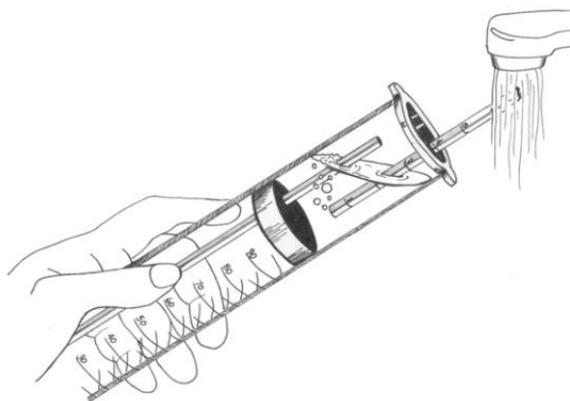


Ilustración 36. Llenado de la cámara superior

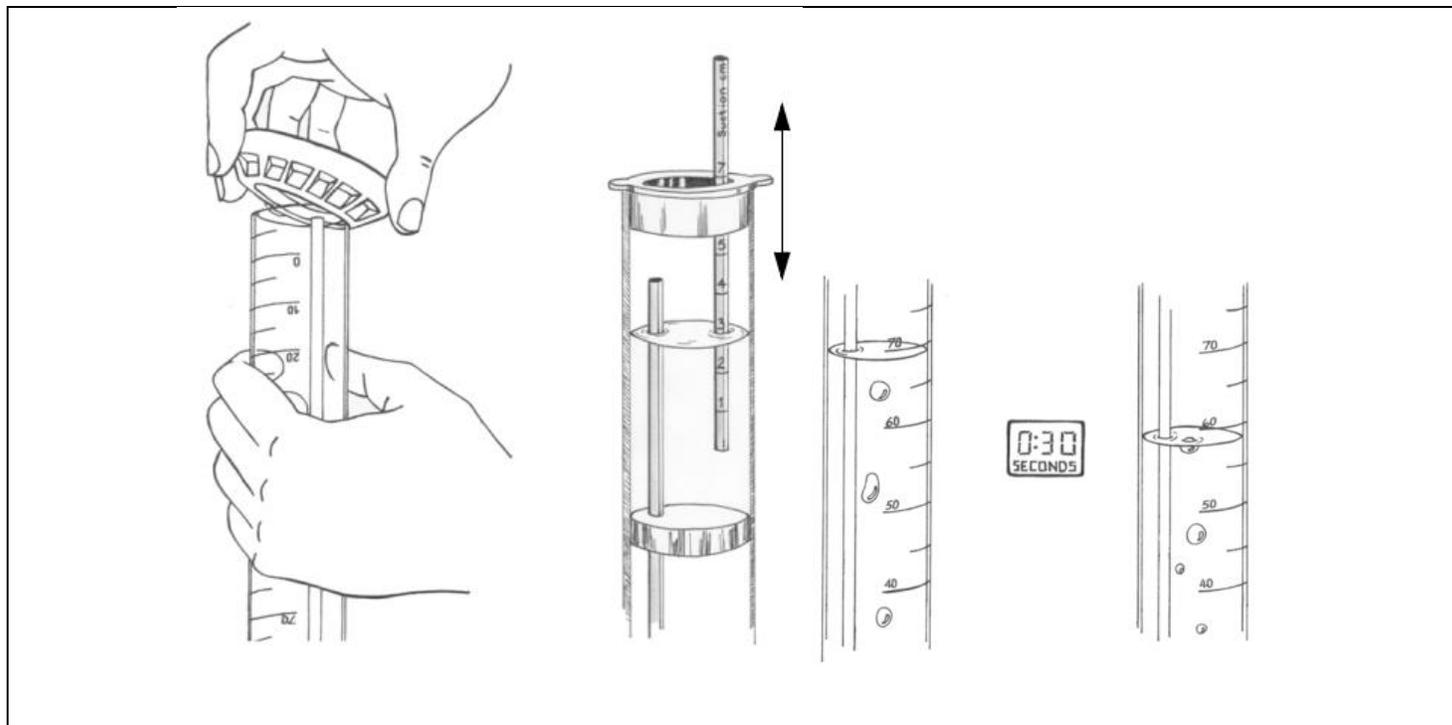
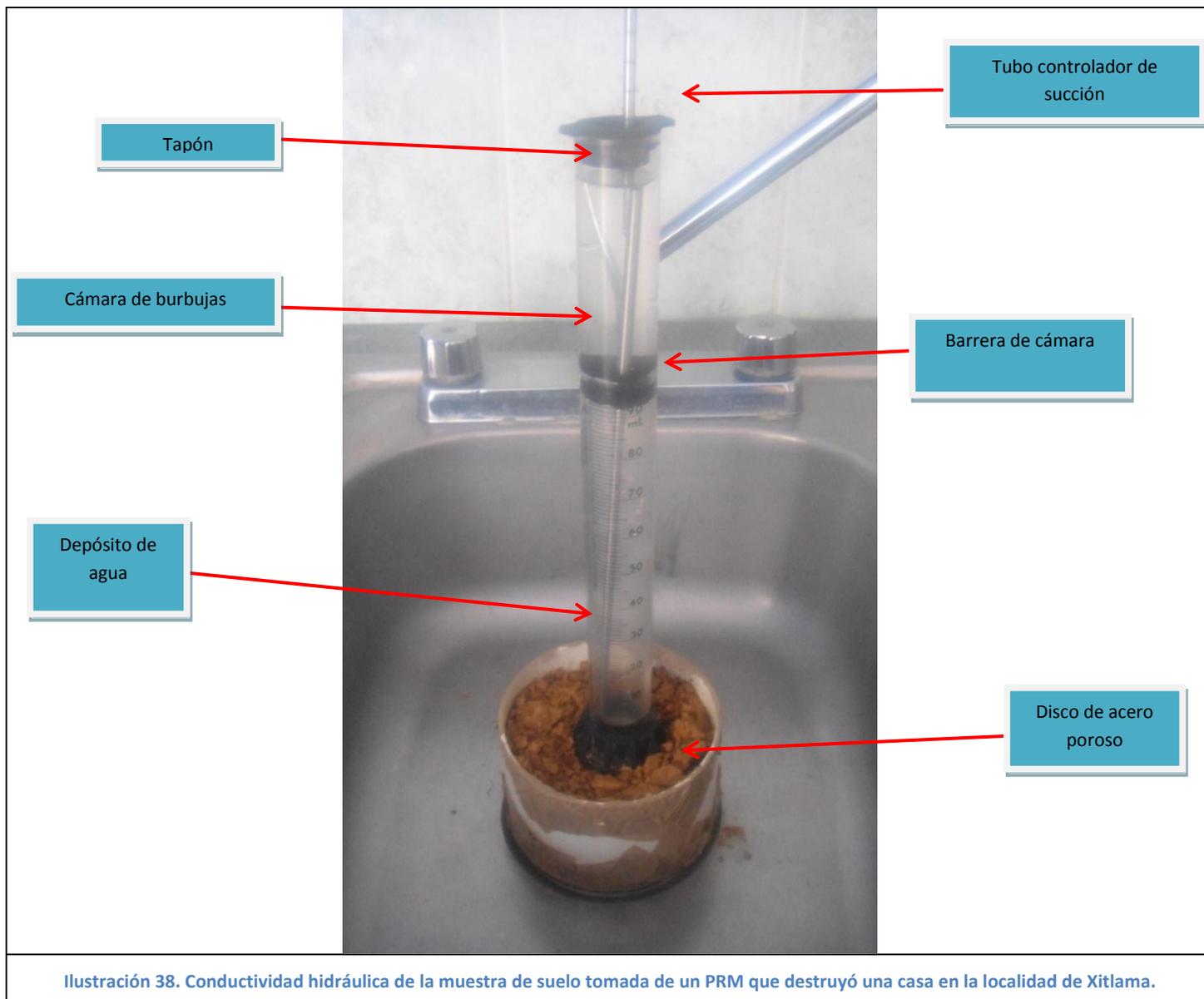


Ilustración 37. Extracción de la parte inferior del elastómero, se ajusta la succión y se toman los datos cada 30 segundos.



Procesamiento de datos

Existen diferentes métodos que están disponibles para la determinación de la conductividad hidráulica del suelo. El método propuesto por Zhang (1997) es bastante simple, y funciona bien para la medición de la infiltración del suelo. Este método requiere la medición de la infiltración acumulativa frente al tiempo y el montaje de los resultados con la siguiente función:

$$I = C_1 t + C_2 \sqrt{t} \quad (1)$$



Donde C_1 ($m s^{-1}$) y C_2 ($m s^{-1/2}$) son parámetros. C_1 está relacionada a la permeabilidad y C_2 es la capacidad de absorción del suelo. La conductividad hidráulica (k) se calcula a partir de:

$$K=C_1/A \quad (2)$$

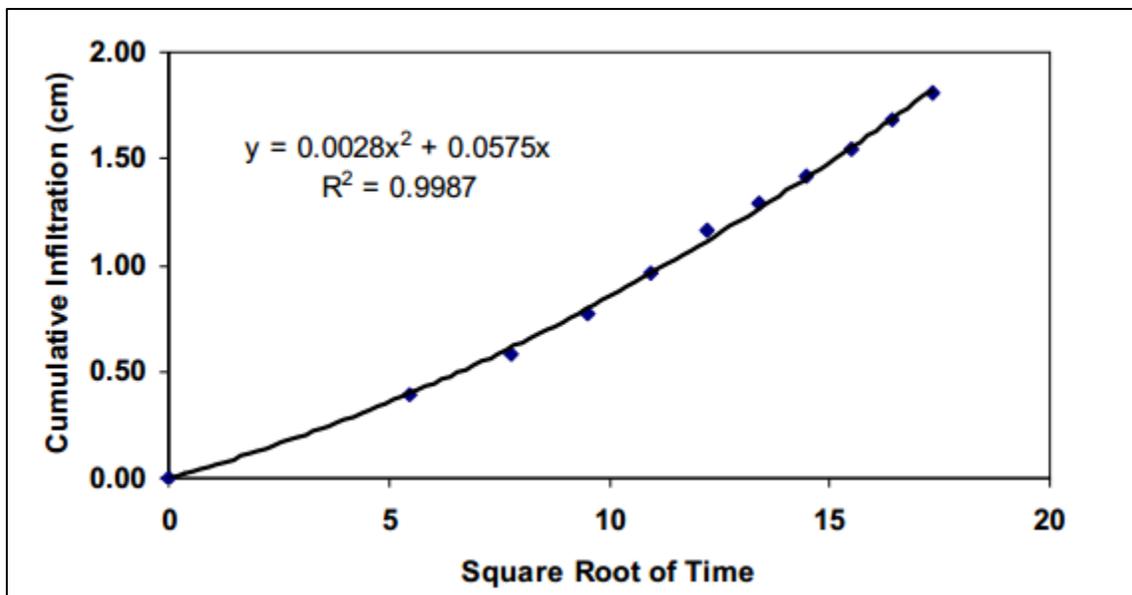
Donde C_1 es la pendiente de la curva de la infiltración acumulada frente a la raíz cuadrada del tiempo y A es valor relacionado a los parámetros van Genuchten para un tipo de suelo dado a una succión y el radio del disco del infiltrómetro. El infiltrómetro de mini disco infiltra el agua a una aspiración de 0.5-6 cm y tiene un radio de 2.25 cm. Los parámetros de van Genuchten para las 12 clases de textura se obtuvieron a partir de Carsel y Parrish (1998). Los valores de A calculados para el infiltrómetro se dan en la siguiente Tabla.

Tabla 55. Parámetros van Genuchten para 12 clases de suelo, valores de A de un disco de 2.25 cm de radio y los valores de succión de 0.5 a 6 cm.

	α	n	h_o						
			-0.5	-1	-2	-3	-4	-5	-6
Texture			A						
sand	0.145	2.68	2.84	2.40	1.73	1.24	0.89	0.64	0.46
loamy sand	0.124	2.28	2.99	2.79	2.43	2.12	1.84	1.61	1.40
sandy loam	0.075	1.89	3.88	3.89	3.91	3.93	3.95	3.98	4.00
loam	0.036	1.56	5.46	5.72	6.27	6.87	7.53	8.25	9.05
silt	0.016	1.37	7.92	8.18	8.71	9.29	9.90	10.55	11.24
silt loam	0.020	1.41	7.10	7.37	7.93	8.53	9.19	9.89	10.64
sandy clay loam	0.059	1.48	3.21	3.52	4.24	5.11	6.15	7.41	8.92
clay loam	0.019	1.31	5.86	6.11	6.64	7.23	7.86	8.55	9.30
silty clay loam	0.010	1.23	7.89	8.09	8.51	8.95	9.41	9.90	10.41
sandy clay	0.027	1.23	3.34	3.57	4.09	4.68	5.36	6.14	7.04
silty clay	0.005	1.09	6.08	6.17	6.36	6.56	6.76	6.97	7.18
clay	0.008	1.09	4.00	4.10	4.30	4.51	4.74	4.98	5.22

Una ecuación de segundo grado se incluye en la hoja de cálculo, donde las columnas 2 y 4 de la tabla se utilizan para generar una XY (dispersión). Esto se utiliza para calcular C_1 que es la pendiente de esta línea, que se denota como "Y".

Un ejemplo se muestra en el siguiente gráfico:



En este ejemplo el valor de C_1 es de 0.0028 cm s^{-1} , el suelo es franco limoso, por lo que en la Tabla 1, para la succión de 2 cm, $A = 7.93$. La conductividad hidráulica (a 2 cm de succión) es por lo tanto:

$$K = 0.0028 \text{ cm s}^{-1} / 7.93 = 3.57 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

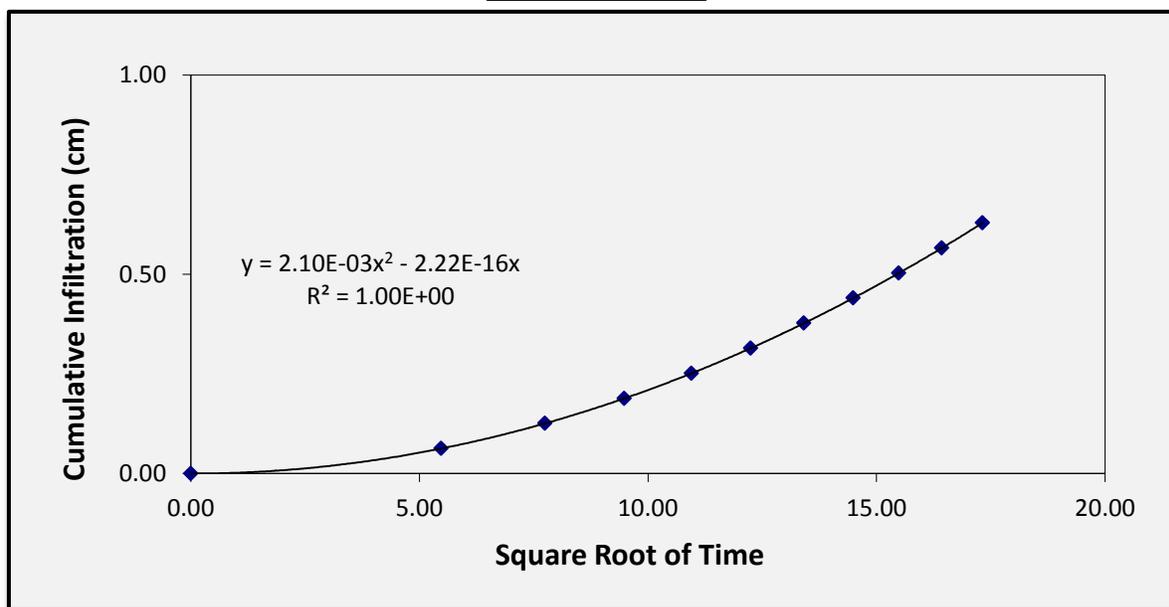
Ocasionalmente se dará un valor negativo para C_1 , sin embargo la conductividad hidráulica negativa es una imposibilidad física, por lo que tales resultados indican un problema con el conjunto de datos.

Una vez realizado el análisis de cada una de las muestras, las mediciones tomadas se van a pasar a la base de datos en Excel para poder procesarlos, a continuación se muestran los resultados:



Muestra 1 Fecha: 08-ago-13 Hora: 14:02 Localización: N 18°18'04.2"-W97°01'30.4" Xitlama-Barrio 3 Altitud: 1927 msnm Distancia vertical: 50 cm Suelo: Arcillo-limoso			
Radius	2.25 cm/s	A	6.359574636
alpha	0.005	C1	0.001762442 cm/s
n/h _o	1.09	K	0.00027713 cm/s
Suction	-2 cm/s		

K= 0.997668 cm/h



Gráfica 1. Relación entre infiltración y tiempo de la muestra 1.



Muestra 2

Fecha: 09-ago-13

Hora: 10:30

Localización: N 18°20'13.8"-W 97°01'15.2"

Zoquitlán-Secundaria

Altitud: 2246 msnm

Distancia vertical: 43 cm

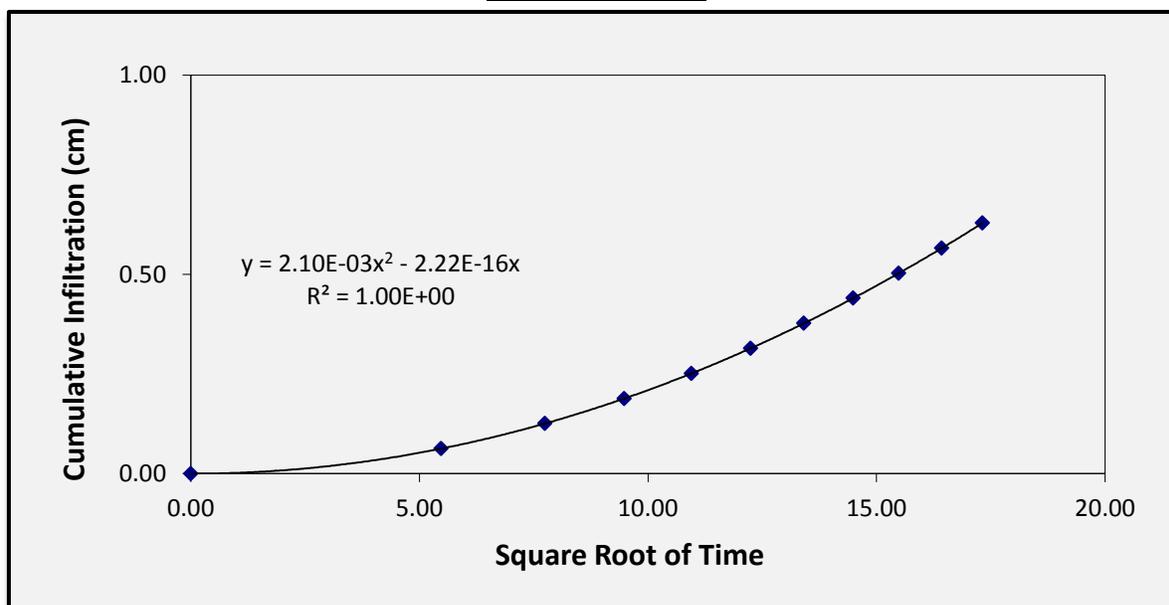
Suelo: Arcillo-limoso



Radius	2.25 cm/s
alpha	0.005
n/h _o	1.09
Suction	-2 cm/s

A	6.359574636
C1	0.002057255 cm/s
K	0.00032349 cm/s

K= 1.164564 cm/h



Gráfica 2. Relación entre infiltración y tiempo de la muestra 2.

Muestra 3

Fecha: 07-ago-13

Hora: 13:35

Localización:

Cotzinga

Altitud:

Distancia vertical: 60 cm

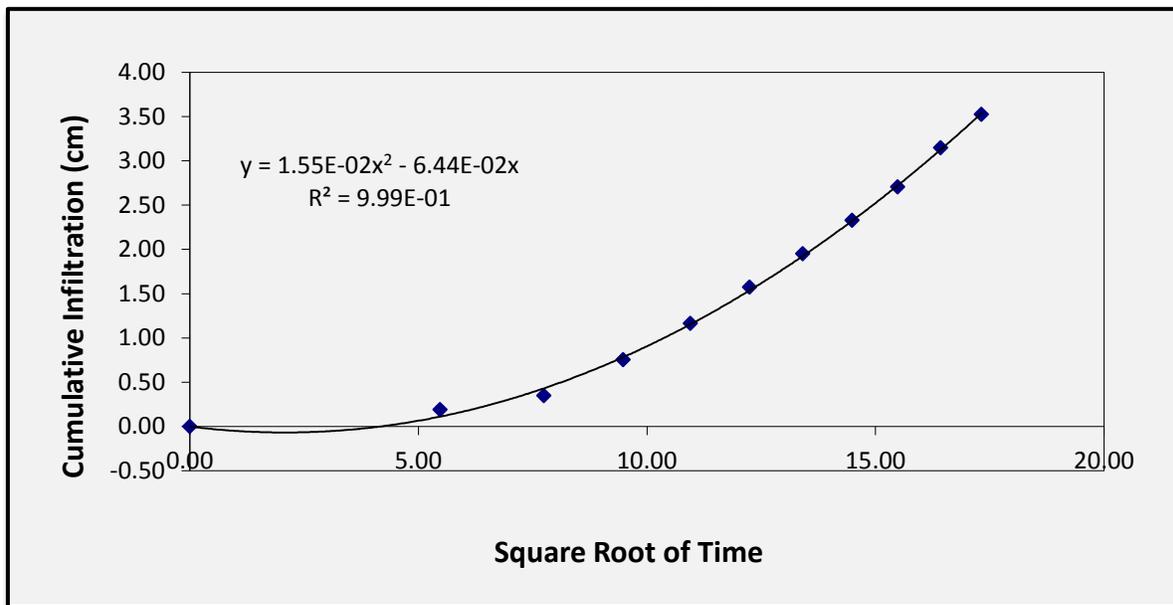
Suelo: Franco-limoso



Radius	2.25 cm/s
alpha	0.02
n/h _o	1.41
Suction	-2 cm/s

A	7.929873994
C1	0.014661373 cm/s
K	0.00184888 cm/s

K= 6.655968 cm/h



Gráfica 2. Relación entre infiltración y tiempo de la muestra 3.

Tabla 56. Criterios para la infiltración

Ksat Clase	Criterio
Muy Bajo	<0.0036
Bajo	0.00360 to< 0.036
Medio Bajo	0.0360 to< 0.360
Medio Alto	0.360 to< 3.60
Alto	3.60 to< 36.0
Muy Alto	> 36.0

Los resultados de los análisis muestran que la infiltración en el municipio de Zoquitlán es alta y muy alta, por lo tanto el área es inestable y susceptible a que se generen nuevos procesos gravitacionales en las áreas donde ya ocurrieron con anterioridad.

Hundimientos

El hundimiento se manifiesta por el paulatino descenso de la superficie del terreno en una determinada área o región, se tienen identificados dos procesos por diferentes factores, cómo la extracción de agua, la actividad tectónica y la existencia de minas naturales o de explotación.



Ilustración 39. Zonas de hundimientos, mapa de “susceptibilidad del terreno a hundimientos”, basado en estudios del Instituto de Geografía de la UNAM.



La zona puede ser susceptible a hundimiento o colapsos repentinos por la cantidad de fallas que atraviesan el Municipio, asociada a oquedades o a la existencia de grutas en la zona de Xaltepec, donde desaparece la corriente del Río Zoquitlán (también conocido como: río San Antonio Acatepetl); al ocurrir un movimiento brusco por la actividad tectónica se generaría un colapso del suelo, en la zona NE y E del municipio, en las localidades de: Oztopulco, Pozotitla, Coyolapa, etc. Este fenómeno se presenta con mayor magnitud en las zonas donde el espesor de arcilla es mayor y la consolidación de las arcillas del suelo luvisol, que cubre el 59% del Municipio, (sus características se pueden verificar el tema de Edafología), son suelos asociados a laderas montañosas que se reblandece por la precipitación en temporada de lluvias y en zonas de debilitamiento por la actividad humana en la construcción de caminos.

Los elementos que nos permitirán determinar con mayor exactitud la posibilidad de afectaciones por hundimientos o colapsos, son las fallas y fracturas, que son un plano o zona de ruptura en el sustrato rocoso a lo largo de la cual se produce un desplazamiento. Una falla con desplazamiento vertical forma un bloque levantado y otro hundido; cuando la falla esta inclinada resulta un bloque de bajo y un bloque alto. Los tipos principales de falla que se encuentran en el Municipio de Zoquitlán, son: normal, inversa, de desplazamiento vertical y lateral.

Las dimensiones de los desplazamientos varían de algunos centímetros de longitud hasta las de fallas profundas que cortan toda la corteza terrestre. Con frecuencia, los planos de falla sirven como conductores para el ascenso de soluciones hidrotermales que forman las vetas iniciales. Las fallas pueden ser activas e inactivas y pueden tener expresión directa e inversa en el relieve, en otro caso no se reconocen en la superficie terrestre o se infieren por determinados rasgos del relieve.

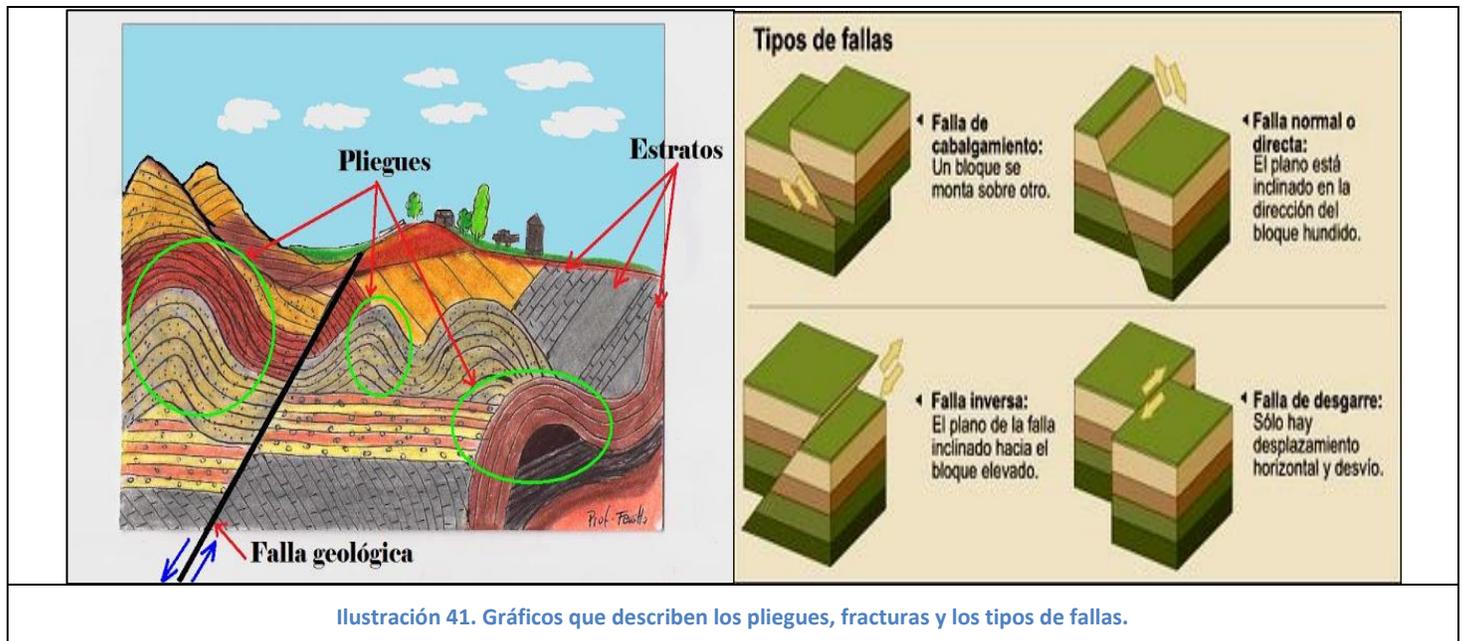


Ilustración 41. Gráficos que describen los pliegues, fracturas y los tipos de fallas.

Zoquitlán se ubica en los límites de las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico en su parte Sureste, y con la Sierra madre Oriental, su localización favorece la presencia de fallas y sistemas de fracturas que conforman el relieve montañoso del municipio.

Las fallas y fracturas que se presentan son acordes a la tectónica activa en la Sierra Madre Oriental. Las fallas inversas antes mencionadas en el capítulo 3, del tema de geología, son: San Antonio Cañada Xochitlalpan, Membrillo, Coyomeapan-Huautla, Cd. Mendoza-Atzumba, Soyaltepec, todas con una orientación NW-SE. Las fallas normales: Tomellín, Necoxcalco, El Cedral, la Galería, Tecamalutlán-Zoquitlán y Temexcalapa, con dirección NW-SE y echado SW.

Subsidencia

La subsidencia es un fenómeno que tiene lugar debido a la extracción de sólidos o fluidos del subsuelo, que se manifiesta en la compactación paulatina o súbita de la masa de suelo de la cual se extraen éstos. Para determinar la pérdida de sustentación en el terreno se observa una potencial sobreexplotación del manto freático, como factor que genera una serie de agrietamientos, que determinan zonas de mayor riesgo sobre todo para la infraestructura de las localidades del municipio. Cabe destacar que en Zoquitlán no hay presencia del proceso de Subsidiencias por la explotación de los mantos acuíferos, ya que suele ser mínima y aunque se presenta en casi todo el municipio



agrietamientos estos están vinculados a hundimientos por procesos tectónicos, por la distribución de fallas geológicas que atraviesan al municipio.

Agrietamientos

El agrietamiento del terreno es la manifestación superficial, en ocasiones a profundidad, de una serie de esfuerzos de tensión y distorsión que se generan en el subsuelo debido a las fuerzas y deformaciones inducidas por el hundimiento regional, como la: desecación de los suelos, los deslizamientos de laderas, la aplicación de sobrecarga, la ocurrencia de sismos, la presencia de fallas geológicas, la licuefacción de los suelos, la generación de flujos subterráneos y las excavaciones subterráneas entre otros. La combinación de dos o más factores permite identificar la probabilidad de afectación por agrietamientos en el municipio de Zoquitlán, principalmente sobre el área conocida como tierra caliente y en la parte centro del municipio (cabecera municipal); en donde se presentan y pueden observar procesos de licuefacción del suelo y la existencia de flujos subterráneos, así como la afectación que pueden generar las fallas geológicas que recorren el municipio.

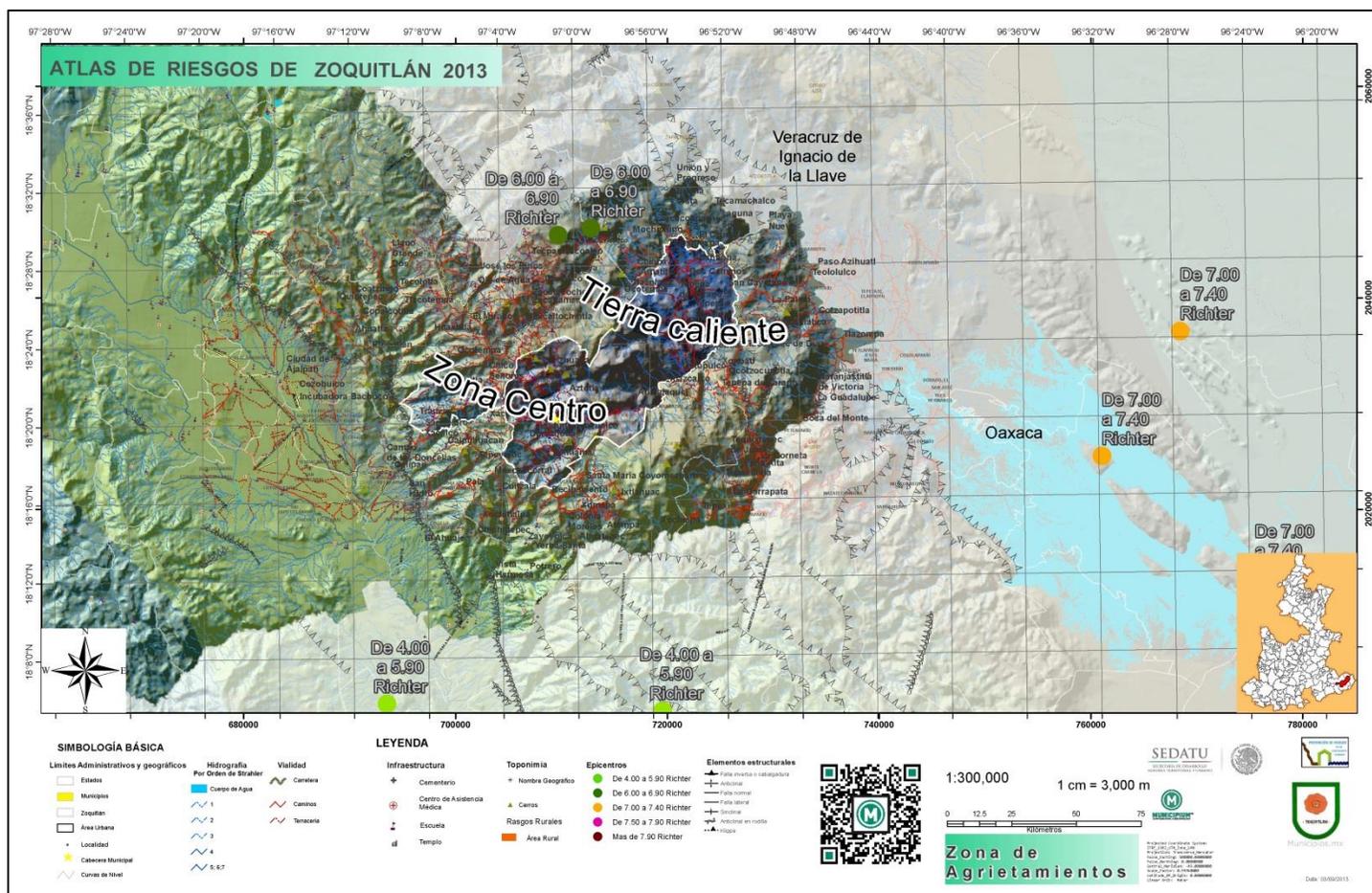


Ilustración 43. Mapa con la información de epicentros, fallas y fracturas en las zonas donde se conjugan más los factores para identificar agrietamientos.

Se trata de un fenómeno que tiene un proceso paulatino y que suele ser casi imperceptible, hasta que se evidencia su afectación en las construcciones, por lo que su origen siempre está ligado a otros fenómenos que lo denotan. Podemos determinar su existencia y afectación en la infraestructura del municipio, pero para poder realizar un estudio de predicción se requiere de la obtención de datos específicos como: el conocimiento preciso de las propiedades mecánicas de resistencia y deformación del subsuelo, de su distribución estratigráfica, de las variaciones o anomalías subterráneas, de la determinación de la forma y distribución del basamento, de estudios de la variación en el nivel freático y de su variación en el tiempo y de la determinación de las propiedades hidráulicas del terreno, entre otras.

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



Los fenómenos hidrometeorológicos están relacionados con los procesos naturales de tipo atmosférico, sus causas están vinculadas con el ciclo del agua, los vientos, las variaciones de presiones y las zonas térmicas. En nuestro país el elemento principal de los desastres derivados de estos fenómenos están relacionados con la precipitación.

Dentro de este grupo de fenómenos se incluyen: tormentas eléctricas, granizadas, inundaciones, ciclones tropicales, marejadas, lluvias, temperaturas extremas, heladas, nevadas, avalanchas y otros efectos como: la desertificación, los incendios forestales y las sequías.

Ondas cálidas y gélidas

Ondas cálidas

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

Tabla 57. Temperaturas extremas registradas en las estaciones meteorológicas

Elementos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Estación: 00021114 Zoquitlán latitud: 18°21'16" n. Longitud: 097°01'16" w. Altura: 2,077.0 msnm.													
Normal	19.3	19.9	22.3	23.3	23	20.7	19.6	19.5	19.6	19.2	19.3	19.1	20.4
Máxima mensual	29.6	26.4	27.5	29.1	29.4	27.2	25.9	23.9	24	23.5	23.2	24.8	
Año de máxima	1998	1995	1970	1961	1973	1961	1961	1958	1973	1972	1971	1987	
Máxima diaria	36	30	34	36	35	33	31	30	30	30	30	31	
Fecha máximo diaria	jul-98	nov-58	29/1998	jul-98	dic-98	abr-98	may-61	16/1969	dic-61	may-57	16/1957	26/1987	
Años con datos	48	51	49	52	50	52	52	51	50	49	54	51	
Estación: 00021018 Calipan latitud: 18°17'45" n. Longitud: 097°09'50" w. Altura: 1,131.0 msnm.													
Normal	27.5	29.7	32.6	34.3	34.1	31.5	29.8	30.1	29.5	28.7	28.1	27.4	30.3
Máxima mensual	31.1	36.1	36.6	37.6	36.9	35.5	35.8	33.8	32.9	31.7	33	29.5	
Año de máxima	1977	1991	1973	2005	2005	1998	1988	2004	2004	2002	1964	2005	
Máxima diaria	38	40	40	42	41	40	40	37	38	39	39	38.5	
Fecha máximo diaria	feb-78	jun-91	jun-91	13/2005	ene-64	jun-93	19/1966	ene-09	29/1976	jul-65	21/1967	abr-73	
Años con datos	38	42	39	43	40	41	40	40	44	40	42	41	
Estación: 00021094 san Sebastián Tlacotepec de di latitud: 18°27'36" n. Longitud: 096°47'36" w. Altura: 91.0 msnm.													



Normal	26.2	27.8	30.2	32.9	33.8	32.7	31.5	31.7	31.1	29.8	27.7	26.7	30.2
Máxima mensual	30.2	33.8	34	35.9	37.7	36.4	36	35.4	34.3	32.3	31.4	31.3	
Año de máxima	1972	1962	2008	1970	2008	2007	2007	2008	2007	2009	1971	2007	
máxima diaria	38	40	43	43	43	40	40	39	38	37	35	37	
Fecha máximo diaria	ene-58	oct-60	18/2008	nov-08	15/2008	jul-07	sep-55	jun-57	21/1957	jul-07	ago-54	17/1966	
Años con datos	30	31	30	30	32	33	32	32	30	29	31	29	
Estación: 00021009 Alcomunga latitud: 18°25'50" n. Longitud: 097°01'30" w. Altura: 2,485.0 msnm.													
Normal	18.6	19.3	20.6	22.1	22.2	20.9	20.4	19.9	19.8	19.7	19.2	18.6	20.1
Máxima mensual	28.9	30.9	31	32.9	33.8	32.2	30.8	29.9	30.1	29.3	29.2	29	
Año de máxima	1960	1960	1959	1960	1960	1960	1960	1959	1958	1959	1960	1960	
Máxima diaria	34	35	39	39	39	35	35	36	33	34	37	35	
Fecha máximo diaria	feb-60	27/1961	18/1957	sep-58	abr-60	13/1957	mar-60	30/1958	18/1957	15/1957	jun-58	24/1959	
Años con datos	42	42	42	38	41	42	41	42	42	42	43	43	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN.

En el municipio la temperatura máxima diaria alcanza los 36°C, de acuerdo a los registros de más de cincuenta años, en esta zona los meses de mayores temperaturas son entre marzo a mayo. El año con temperaturas más altas fue 1961 donde las temperaturas observadas alcanzaron máximas mensuales mayores a 29°C.

El nivel de peligro en el municipio es bajo en toda la superficie municipal, las temperaturas anuales promedio rondan del 20°C, cabe señalar que en el municipio se presentan tres tipos de climas: el templado húmedo con abundantes lluvias en verano, clima semicálido subhúmedo con lluvias todo el año y clima cálido húmedo con lluvias todo el año. Actualmente los niveles climáticos no afectan a la población municipal, ni se considera que las temperaturas máximas observadas en la zona lleguen a ser extremas.

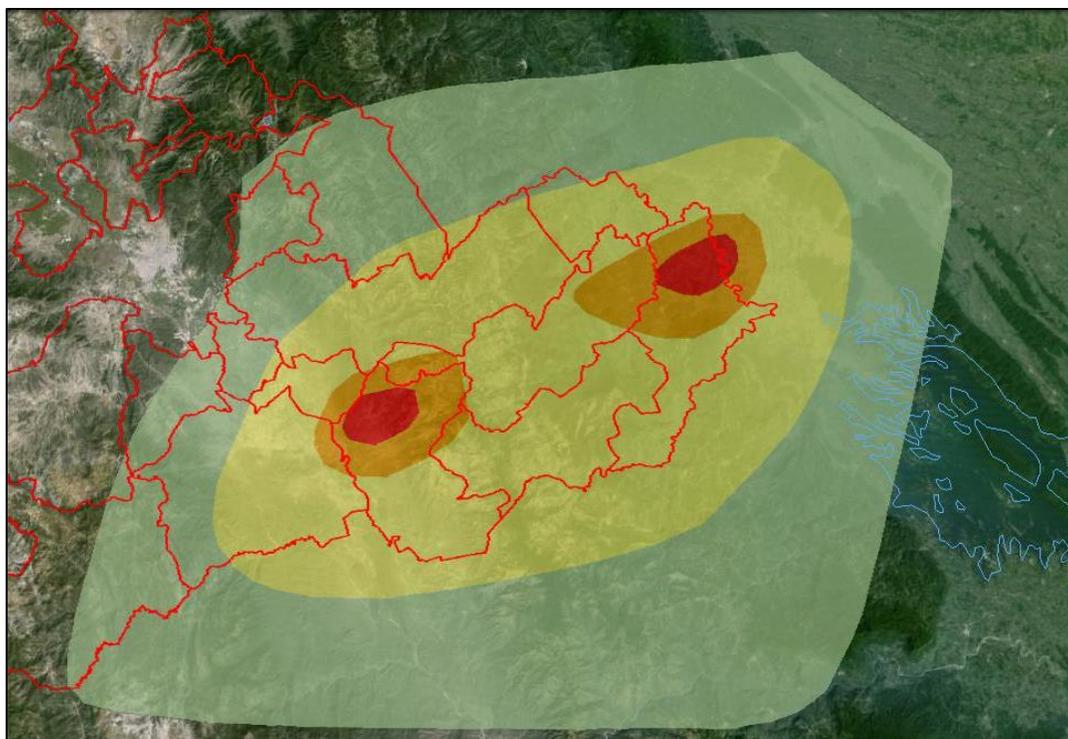


Ilustración 44. Nivel de Peligro por Temperaturas Extremas (Fuente: Elaboración propia con base en SMN).

Temperaturas máximas extremas

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

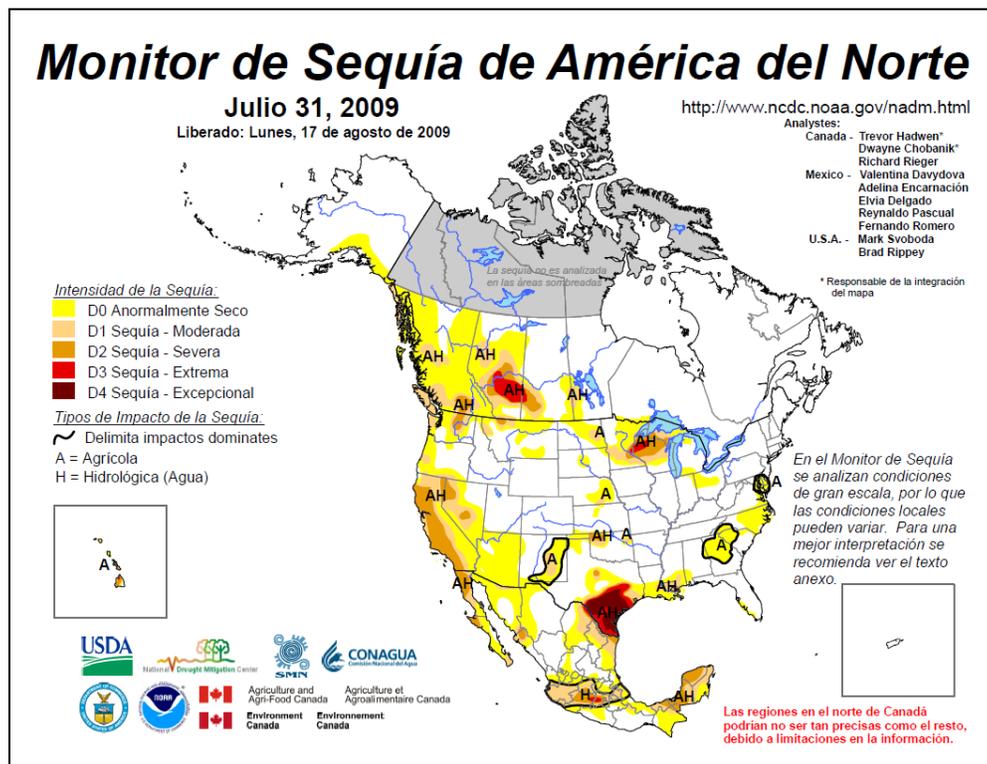
Las máximas temperaturas en Zoquitlán las podemos encontrar hacia el Noreste del municipio justo en los límites con Veracruz, estas temperaturas van desde los 20°C hasta los 22°C.

Sequías

La sequía es un agente perturbador que se caracteriza por la falta de humedad en el suelo; los factores que intervienen en este clima son: la latitud, altitud, vientos y cantidad de lluvia: este es un fenómeno meteorológico que resulta de la

ausencia total de lluvias durante un período de tiempo variable, o en su defecto, escasez de las misma, pero que no llega a satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos agrícolas, afectando las actividades productivas de los habitantes de ese lugar. De acuerdo con la clasificación del CENAPRED, en el Municipio de Zoquitlán se presentan tres niveles de sequía distribuidos de la siguiente manera:

- Moderada: Insuficiencia de lluvias para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo produciendo efectos de enroscamiento o torsión fuerte de hojas, pero que con lluvias posteriores logra recuperar su turgencia, afectando la producción del 21 al 50%.
- Benigna: Insuficiencia de lluvia en períodos muy cortos de tiempo que puede producir marchitez temporal sin llegar a producir enroscamiento o torsión fuerte en las hojas de cultivo, afectando la producción hasta un 20%. Se presenta en las laderas de los cerros y partes bajas de las montañas, es decir en la parte central del municipio, con una precipitación media anual entre 1000 y 1800 mm.
- Ausente: Lluvia suficiente para el cultivo durante su ciclo de crecimiento. Se presenta en las zonas altas, en las montañas, del centro al Este del municipio, con una precipitación media anual entre 1800 y 3000 mm.





Desde 2009 hasta la fecha no se ha presentado otra sequía tan intensa y que en ese tiempo no afectó la integridad física de grandes núcleos de población, pero que anualmente en la temporada de estiaje entre los meses de Febrero a Junio se mantiene una afectación a los campos de cultivo y áreas verdes por este fenómeno, por lo que debe considerarse de peligro Medio. De acuerdo con las actividades que se desarrollan en el municipio, así como las afectaciones que se propician por la presencia de éste agente perturbador, se considera de peligro medio.

Heladas y tormentas de Nieve

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

El peligro de heladas depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella, en esta zona del país la presencia de heladas es baja, de acuerdo con datos del Instituto de Geografía de la UNAM, en el municipio se experimentan hasta 10 heladas anuales.

Con base en la información de las estaciones meteorológicas se identificó que durante los meses de noviembre a febrero se presenta este fenómeno, siendo también durante este periodo cuando se experimentan las temperaturas diarias más bajas que llegan a descender hasta -2°C. En Zoquitlán este tipo de eventos provoca daños principalmente a las cosechas.

Tabla 58. Registro de Temperaturas Mínimas en las Estaciones Meteorológicas

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACIÓN: 00021114 ZOQUITLÁN LATITUD: 18°21'16" N. LONGITUD: 097°01'16" W. ALTURA: 2,077.0 MSNM.													
NORMAL	8.2	8.4	9.7	10.9	11.4	11.2	10.7	10.7	10.9	10.1	9	8.5	10
MÍNIMA MENSUAL	5	4.9	5.6	8.4	8.8	7.2	8.5	8.3	8.2	7.4	4.6	5.1	
AÑO DE MÍNIMA	1984	2009	1988	2002	1975	1963	1977	2002	1955	1987	2002	1984	
MÍNIMA DIARIA	-2	0	0	2	1	0	6	2	5	2	0	-1	
FECHA MÍNIMA DIARIA	jul-06	dic-55	oct-89	29/2009	15/2002	oct-02	jul-55	30/1955	19/1955	ene-96	17/2002	30/1997	
AÑOS CON DATOS	48	51	49	52	50	52	52	51	50	49	54	51	
ESTACIÓN: 00021018 CALIPAN LATITUD: 18°17'45" N. LONGITUD: 097°09'50" W. ALTURA: 1,131.0 MSNM.													
NORMAL	11.	12.5	14.6	17.1	18.2	18	17	17.2	16.9	15.4	13.4	12.2	15.3



	5												
MÍNIMA MENSUAL	6.5	8.1	10.8	11.5	12.2	12.8	12	12.3	9.2	8.6	6.9	6.6	
AÑO DE MÍNIMA	1992	1992	1992	1992	1992	1992	1992	1992	1996	1996	1996	1996	
MÍNIMA DIARIA	3	3	1	7	9	6	9	10	6	6	1	0.8	
FECHA MÍNIMA DIARIA	sep-92	28/1976	24/2008	ene-87	28/1991	22/1991	26/1991	mar-92	nov-96	ago-96	24/1992	dic-90	
AÑOS CON DATOS	38	42	39	43	40	41	40	40	44	40	42	41	
ESTACIÓN: 00021094 SAN SEBASTIÁN TLACOTEPEC DE DI LATITUD: 18°27'36" N. LONGITUD: 096°47'36" W. ALTURA:91.0 MSNM.													
NORMAL	14.9	15.3	16.9	19.2	20.5	20.4	19.8	19.8	19.9	18.9	16.7	16	18.2
MÍNIMA MENSUAL	12.6	12.4	13.9	16.2	14.2	14	13.8	14.2	14	13.7	9.1	13.6	
AÑO DE MÍNIMA	1981	1984	1983	2009	2008	2009	2008	2008	2008	2007	1983	2008	
MÍNIMA DIARIA	7	6	9	11	12	10	12	12	12	9	6	4	
FECHA MÍNIMA DIARIA	31/1996	14/1960	14/1995	jun-60	may-73	14/2009	27/2008	nov-07	ene-07	24/2007	nov-83	may-72	
AÑOS CON DATOS	30	31	30	30	32	33	32	32	30	29	31	29	
ESTACIÓN: 00021009 ALCOMUNGA LATITUD: 18°25'50" N. LONGITUD: 097°01'30" W. ALTURA: 2,485.0 MSNM.													
NORMAL	4.2	4.7	5.5	6.5	7.2	7.9	7.5	7.3	7.6	6.6	5.5	4.8	6.3
MÍNIMA MENSUAL	-2	-2.3	1.1	2.5	3.5	3.2	3.2	3.3	2.4	1.6	-0.4	-0.3	
AÑO DE MÍNIMA	2001	1976	1976	1977	1976	1974	1976	1974	1991	1991	1975	1975	
MÍNIMA DIARIA	-7	-9	-2	-3	0	0	1	-1	0	-5	-7	-5	
FECHA MÍNIMA DIARIA	13/1997	25/1976	ene-74	jun-77	jun-88	17/1993	22/1976	jun-87	mar-74	20/1975	15/1975	13/1975	
AÑOS CON DATOS	42	42	42	38	41	42	41	42	42	42	43	43	

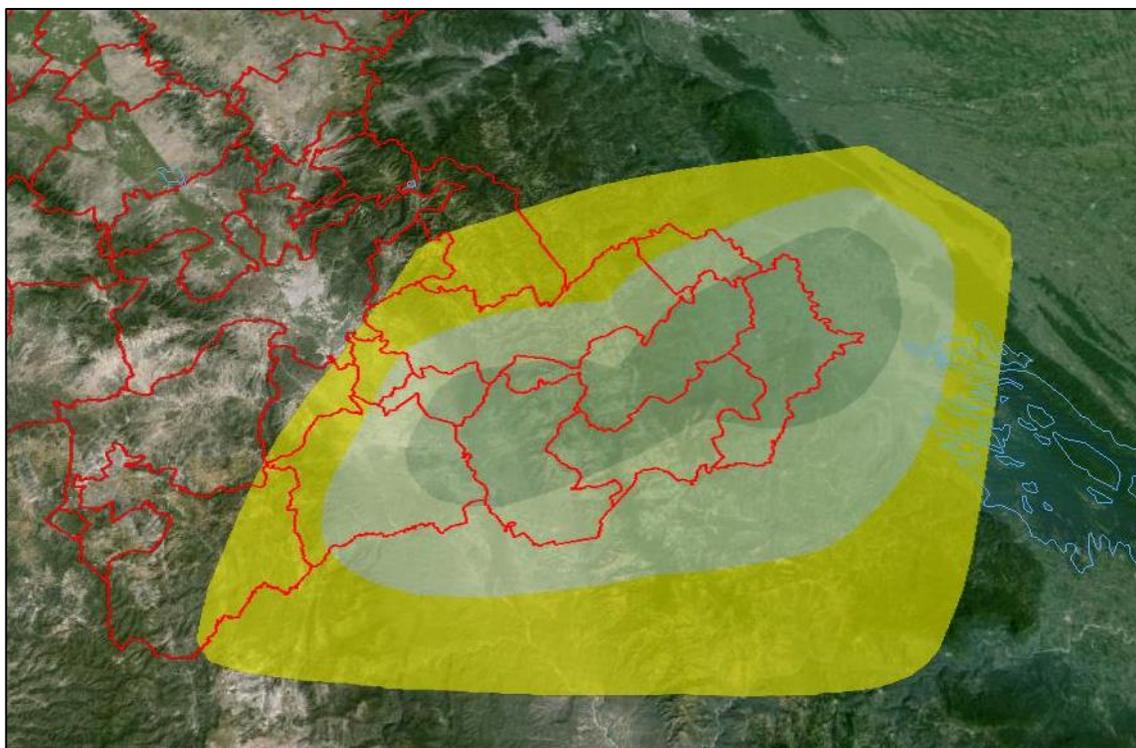


Ilustración 45. Nivel de Peligro por Temperaturas Mínimas (Fuente: Elaboración propia con base en Instituto de Geografía de la UNAM).

Cabe señalar que los efectos de las heladas no se ven reflejados en la infraestructura, ni en los equipamientos de materiales de construcción adecuados, para el caso de las viviendas, la gran mayoría no se afectan, pero si pueden presentar daños aquellas que están construidas con materiales poco estables como los techos y paredes de lámina o madera. En la población los efectos se pueden ver reflejados en enfermedades respiratorias, principalmente en la población de escasos recursos.

Tormentas de granizo

Otro fenómeno que provoca precipitaciones en la zona de estudio, es el desplazamiento de masas y frentes de aire fríos que provienen de las zonas polares, forman las llamadas tormentas de invierno, este tipo de fenómenos se presentan esporádicamente en la región. Para los fines de este Atlas de Riesgos, las masas de aire y sistemas frontales se estudiarán de la siguiente manera: granizadas, heladas y nevadas.

El granizo es la precipitación de agua en estado sólido, en forma de granos de hielo de diversos tamaños que afectan a la población. En la zona de estudio urbana el granizo se acumula y provoca una obstrucción del paso del agua y genera inundaciones durante algunas horas, esto se debe principalmente a limitaciones en las redes de alcantarillado, sin embargo, las mayores afectaciones se dan en las viviendas que tienen techumbres con materiales endeables que por el peso se desestabilizan y caen. En la zona agrícola puede llegar a dañar las cosechas.



Ilustración 46. Granizada en la región (Fuente: diario Marca 2012).

Este fenómeno se presenta esporádicamente en el municipio, cabe señalar que de acuerdo a los registros del último año, se registra una actividad muy baja de granizadas, mostrando anualmente dos días con granizo en la zona.

Tabla 59. Días con Granizo en las Estaciones Meteorológicas

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACIÓN: 00021114 ZOQUITLÁN LATITUD: 18°21'16" N. LONGITUD: 097°01'16" W. ALTURA: 2,077.0 MSNM.													
GRANIZO	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.2
AÑOS CON DATOS	49	51	49	52	49	51	52	51	50	49	54	52	
ESTACIÓN: 00021018 CALIPAN LATITUD: 18°17'45" N. LONGITUD: 097°09'50" W. ALTURA: 1,131.0 MSNM.													
GRANIZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AÑOS CON DATOS	39	42	39	43	39	41	40	40	44	40	42	41	
ESTACIÓN: 00021094 SAN SEBASTIÁN TLACOTEPEC DE DI LATITUD: 18°27'36" N. LONGITUD: 096°47'36" W. ALTURA: 91.0 MSNM.													
GRANIZO	0	0	0	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.2
AÑOS CON DATOS	30	31	30	30	32	33	32	32	30	29	31	29	
ESTACIÓN: 00021009 ALCOMUNGA LATITUD: 18°25'50" N. LONGITUD: 097°01'30" W. ALTURA: 2,485.0 MSNM.													

GRANIZO	0	0	0	0.1	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.5
AÑOS CON DATOS	43	43	43	39	40	43	42	43	43	43	44	41	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN.

Con base en la información de las estaciones meteorológicas en el municipio se determinó el nivel de peligro en área de estudio, lo cual muestra que al Sur del municipio se ubica una zona con peligro nulo pues no hay registros de granizadas durante los últimos años, en el centro y Norte del municipio se estima un nivel de peligro bajo identificándose menos de 2 granizadas al año.

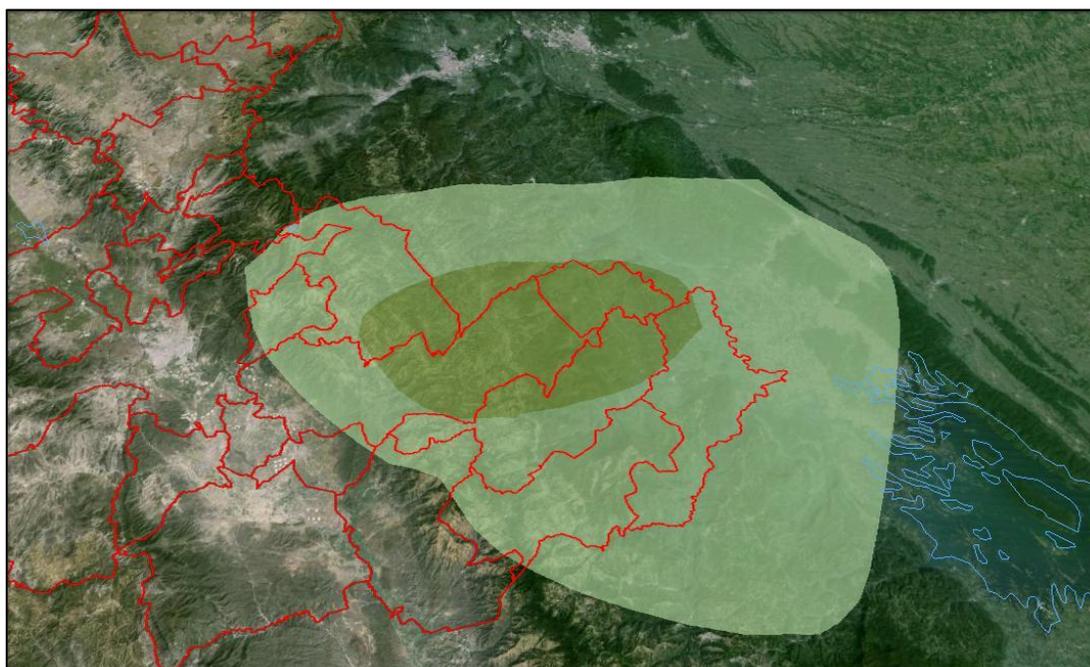


Ilustración 47. Nivel de Peligro por Granizadas (Fuente: Elaboración propia con base en SMN).

Ciclones Tropicales

Un ciclón tropical es una manifestación extrema del flujo atmosférico alrededor de un centro de muy baja presión sobre la superficie terrestre¹⁰. Se considera que la presencia de un ciclón tropical puede ser un problema y un beneficio, principalmente porque puede ayudar a la recarga de los acuíferos. Sin embargo, los efectos provocados por este tipo de fenómenos son capaces de causar graves daños a las poblaciones ocasionando pérdidas humanas y económicas.

¹⁰Rosengaus M. 2002, Efectos Destructivos de los Ciclones Tropicales.



Ilustración 48. Huracán Ernesto 2012. (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional).

Los ciclones tropicales provocan tres efectos: marea de tormenta, vientos fuertes y lluvias extremas, en el municipio de Zoquitlán el único que se experimenta es la lluvia. En el 2012 las lluvias derivadas del huracán Ernesto tuvieron impacto en el estado de Puebla provocando lluvias de moderadas a fuertes este fenómeno causó daños en varios municipios del estado. Cabe señalar, que el fenómeno de inundaciones y el de deslizamientos (fenómenos asociados a las lluvias ciclónicas) serán analizados con mayor profundidad en otro apartado.

Tornados

El Tornado es un fenómeno meteorológico que se produce a raíz de una rotación de aire de gran intensidad y de poca extensión horizontal, que se prolonga desde la base de una nube madre, conocida como Cumulonimbus. La base de esta nube se encuentra a altitudes por debajo de los 2 Km y se caracteriza por su gran desarrollo vertical, en donde su tope alcanza aproximadamente los 10 Km de altura hasta la superficie de la tierra o cerca de ella; es una masa de aire con alta velocidad angular (2-50 r.p.m.); su extremo inferior está en contacto con la superficie de la Tierra y el superior con una nube cumulonimbus o, excepcionalmente, con la base de una nube cúmulus. Se trata del fenómeno atmosférico ciclónico de mayor densidad energética de la Tierra, aunque de corta duración (desde segundos hasta más de una hora). El viento es el aire en movimiento horizontal, originado por el desigual calentamiento de las masas de aire en las

diversas regiones de la atmósfera. Varios fenómenos atmosféricos son capaces de producir fuertes vientos, por lo que aun en el interior del territorio existen zonas con peligro de vientos intensos (CENAPRED, 2001).

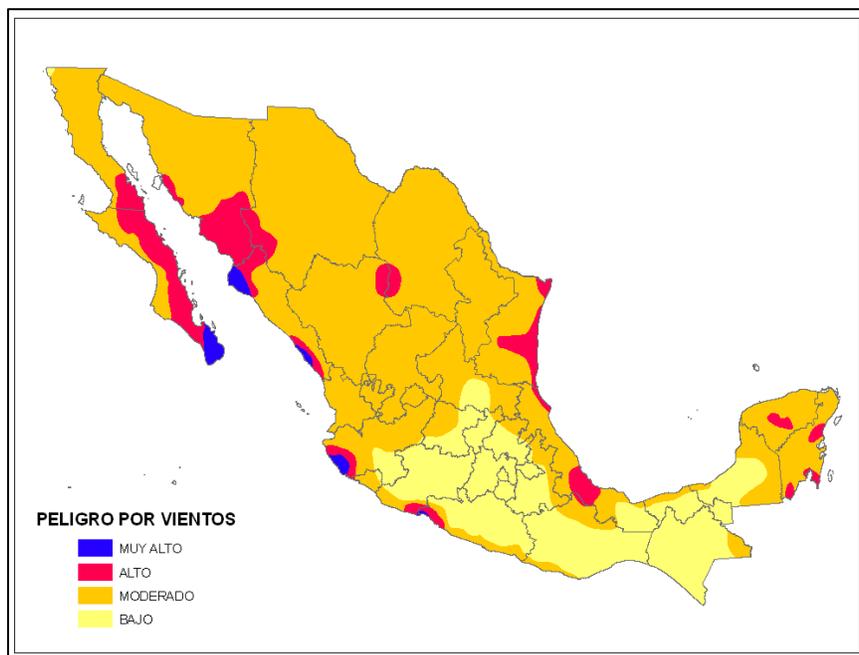
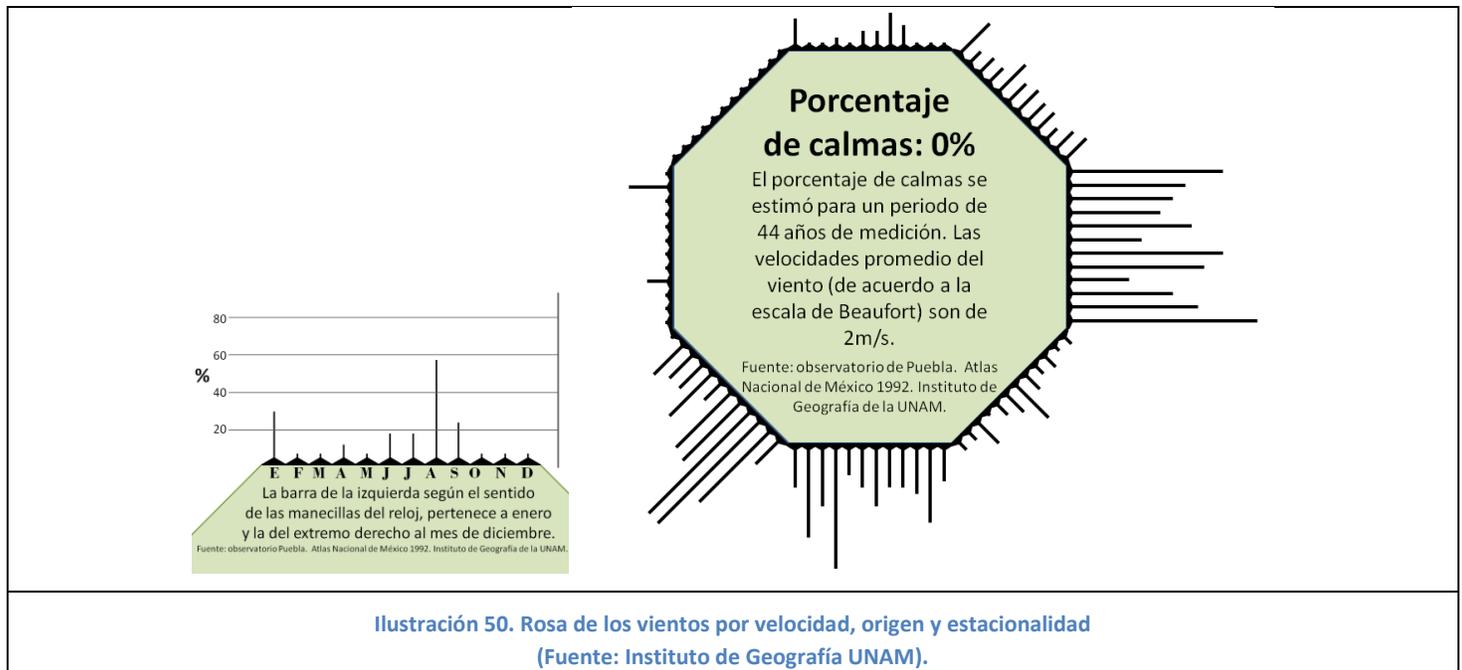


Ilustración 49. Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana
(Fuente: Elaboración con base en CENAPRED, 2001).

Por las características del relieve, el clima y la topografía del municipio es altamente improbable que se presente un evento de este tipo en el municipio, sin embargo hay vientos fuertes que pueden ocasionar pequeños arremolinamientos.



De acuerdo al mapa de zonificación de velocidades máximas del viento, el municipio de Zoquitlán, se ubica en el rango de peligro moderado, donde se presentan intervalos de 130 a 150 km/hr. Según los registros históricos de 1940 a 1980 del Instituto de Geografía de la UNAM, los vientos regionales dominantes en la zona se presentan por el Este, con frecuencias mayores al 60% en los meses de diciembre, enero, mayo, junio y agosto, con velocidades entre 2m/s y 4m/s.

En Zoquitlán el viento es un fenómeno que no pone en peligro a la población, debido a que los vientos de la zona alcanzan velocidades bajas, sin embargo, en ocasiones podrían presentarse daños en techos de viviendas construidas con materiales endebles.

Tormentas de polvo

En una tormenta de polvo, los fuertes vientos crean grandes nubes de polvo. Estas tormentas se producen por lo general en lugares áridos, lugares que reciben poca lluvia y el terreno se encuentra muy seco de tal forma que el viento arrastra al suelo con facilidad, son comunes en las zonas desérticas. Se producen cuando los vientos fuertes recogen grandes cantidades de suciedad y arena, reduciendo la visibilidad a menos de 800 m. Una tormenta de polvo inminente parece

un sólido muro de escombros y polvo viajando en el horizonte. Pueden ser de varios kilómetros de largo y cientos de metros de altura, lo que las hace que sean fáciles de ver.

Las tormentas de polvo se mueven rápidamente. Aparte de ver una pared de polvo marrón que se acerca en la distancia, no hay señales de advertencia antes de que una tormenta de polvo llegue. Sin embargo, suelen preceder a las tormentas.

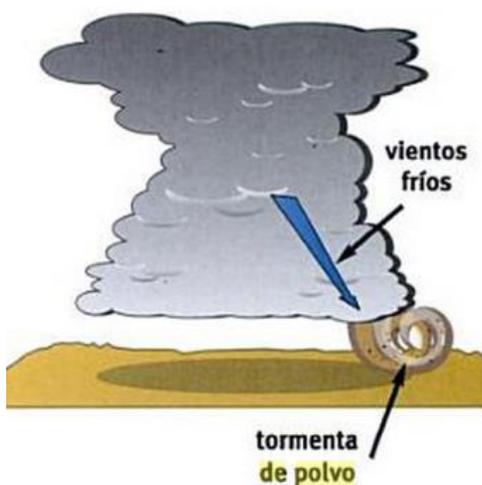


Ilustración 50. Esquema de una tormenta de polvo

Las tormentas de polvo severas pueden reducir la visibilidad a cero, imposibilitando la realización de viajes y llevarse volando la capa superior del suelo, depositándola en otros lugares. La sequía y por supuesto, el viento contribuyen a la aparición de tormentas de polvo, que empobrecen la agricultura y la ganadería.

El municipio de Zoquitlán no se encuentra en una zona árida, la cubierta vegetal, a pesar de haber sido fuertemente deteriorada, conserva la humedad y materia orgánica suficiente para no ser arrastrada o deslavada laminarmente por vientos. Adicionalmente el régimen pluvial del municipio impide que en las zonas donde el suelo está expuesto a la intemperie, sean zonas de erosión eólica.

Tormentas eléctricas

Una tormenta eléctrica es un fenómeno meteorológico en el que se presentan rayos que caen a la superficie, estas descargas son producidas por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre. La identificación de este tipo de fenómenos está basada en la información obtenida por las estaciones de monitoreo del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), en el municipio sólo existe una estación, sin embargo, para realizar el análisis se tomaron otras cuatro estaciones cercanas.

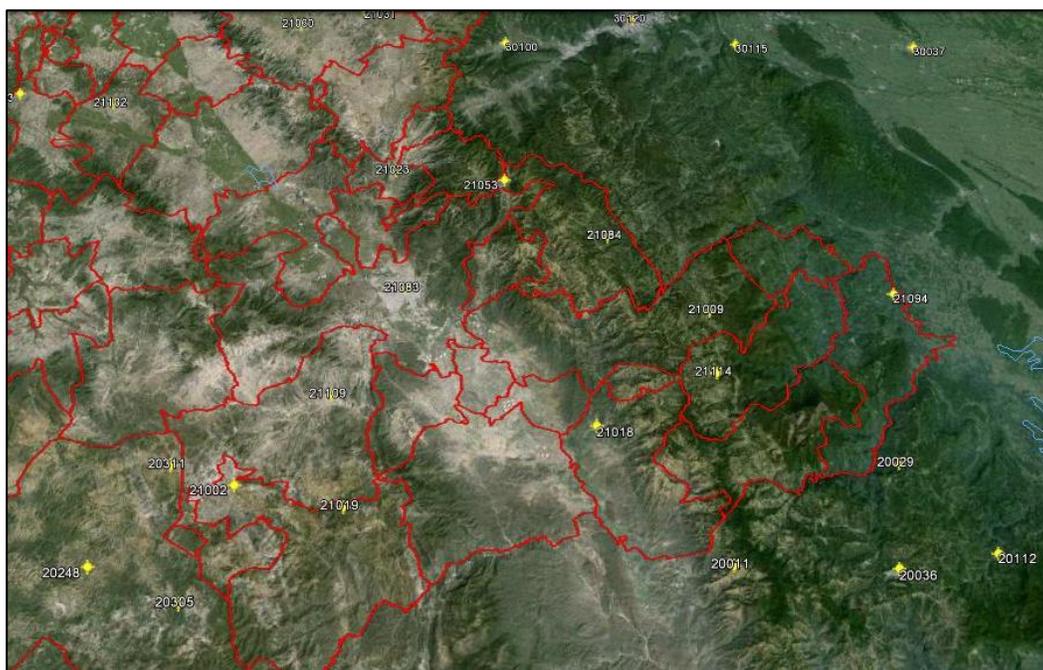


Ilustración 51. Ubicación de estaciones meteorológicas en Zoquitlán (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional).

De acuerdo con la información de las estaciones meteorológicas, en el municipio se llegan a presentar dos tormentas eléctricas al año, registradas en la estación de Zoquitlán, sin embargo, para el análisis de este fenómeno se considera la información de las estaciones meteorológicas más cercanas, cabe destacar que en la estación de Alcomunga se registran hasta 37 días con tormentas eléctricas parámetro muy alto.

La información de las estaciones circundantes al municipio muestra que hacia el Norte se incrementa la presencia de este fenómeno, llegando a registrarse más de 37 tormentas eléctricas por año en los municipios colindantes.

Tabla 60. Tormentas eléctricas registradas en las estaciones cercanas a Zoquitlán

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACIÓN: 00021114 ZOQUITLÁN LATITUD: 18°21'16" N. LONGITUD: 097°01'16" W. ALTURA: 2,077.0 MSNM.													

TORMENTA ELÉCTRICAS	0.1	0	0	0.1	0.2	0.4	0.3	0.7	0.2	0	0	0	2
AÑOS CON DATOS	49	51	49	52	49	51	52	51	50	49	54	52	
ESTACIÓN: 00021018 CALIPAN	LATITUD: 18°17'45" N.			LONGITUD: 097°09'50" W.				ALTURA: 1,131.0 MSNM.					
TORMENTA ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0	0	1.1
AÑOS CON DATOS	39	42	39	43	39	41	40	40	44	40	42	41	
ESTACIÓN: 00021094 SAN SEBASTIÁN TLACOTEPEC DE DI	LATITUD: 18°27'36" N.			LONGITUD: 096°47'36" W.				ALTURA: 91.0 MSNM.					
TORMENTA ELÉCTRICAS	0.1	0.1	0.1	1.1	0.8	2.1	3.5	2.8	1.1	0.4	0.1	0.1	12.3
AÑOS CON DATOS	30	31	30	30	32	33	32	32	30	29	31	29	
ESTACIÓN: 00021009 ALCOMUNGA	LATITUD: 18°25'50" N.			LONGITUD: 097°01'30" W.				ALTURA: 2,485.0 MSNM.					
TORMENTA ELÉCTRICAS	0.2	0.2	0.4	1.3	3	5	8	6.7	6.2	3.4	2	1.2	37.6
AÑOS CON DATOS	43	43	43	39	41	43	42	43	43	43	44	41	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN.

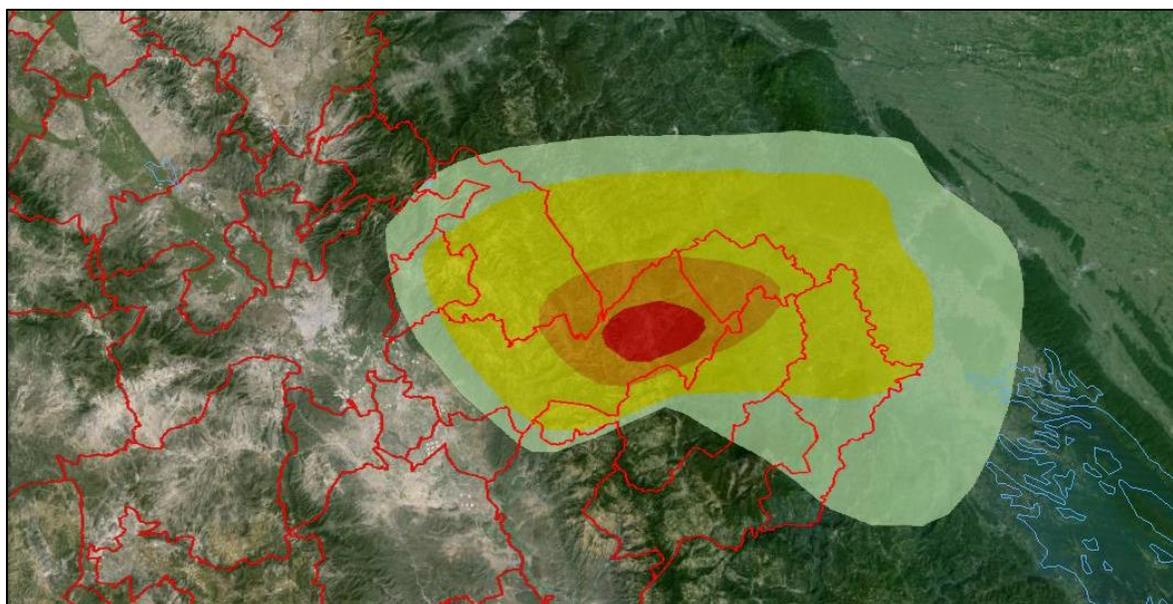


Ilustración 52. Nivel de peligro por tormentas eléctricas (Fuente: Elaboración propia con base en datos meteorológicos del SMN).

De acuerdo a los datos se puede observar que en la estación Alcomunga las tormentas eléctricas se presentan por lo menos una vez por mes, mientras que en la estación ubicada en el municipio se presentan principalmente durante los meses de enero y abril a septiembre.

Lluvias extremas



En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Esto incluye lluvia, llovizna, nieve, cinarra (precipitación en forma sólida, con el tamaño de los granulos de hielo que no sobrepasa el milímetro y con una forma alargada) granizo; pero no la virga (hidrometeoro que cae de una nube, pero se evapora antes de alcanzar el suelo), ni neblina ni rocío. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico porque es responsable de depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las nubes cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente (o pedazos de hielo) que se forman caen a la Tierra por gravedad. Se puede inducir a las nubes a producir precipitación, rociando un polvo fino o un químico apropiado (como el nitrato de plata) dentro de la nube, generando las gotas de agua e incrementando la probabilidad de precipitación.

La lluvia (del latín pluvia) es un fenómeno atmosférico iniciado con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes. Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas de agua líquida de diámetro mayor de 0.5 mm, o de gotas menores pero muy dispersas. Si no alcanza la superficie terrestre no sería lluvia sino virga y si el diámetro es menor, será llovizna.

Las gotas de agua no tienen forma de lágrima, redondas por abajo y puntiagudas por arriba, como se suele pensar. Las gotas pequeñas son casi esféricas, mientras que las mayores están achatadas. Su tamaño oscila entre los 0.5 y los 6.35 mm, mientras que su velocidad de caída varía entre los 8 y los 32 km/h, dependiendo de su volumen. La lluvia depende de tres factores: presión, temperatura y en especial, radiación solar.

La lluvia se califica con respecto a la cantidad de precipitación por hora (mm/h)¹¹:

- Débiles: cuando su intensidad es ≤ 2 mm/h.
- Moderadas: > 2 mm/h y ≤ 15 mm/h.
- Fuertes: > 15 mm/h y ≤ 30 mm/h.
- Muy fuertes: > 30 mm/h y ≤ 60 mm/h. (Lluvias extremas para este caso)

Las lluvias muy fuertes, son las que en este Atlas se equiparan con lluvias extremas. Las experiencias hidroclimáticas del municipio vinculan directamente fenómenos de procesos de remoción en masas e inundaciones con las lluvias extremas. En el primer caso, la lluvia es uno de los principales factores que afecta la estabilidad de laderas, muchos deslizamientos

¹¹<http://www.imta.mx>

ocurren durante o después de los períodos de lluvia, además las áreas donde se registra mayor precipitación anual presentan mayores problemas de estabilidad debido entre otras cosas, a la existencia de caudales de flujo subterráneo y materiales más meteorizados que tienen incidencia en las propiedades geomecánicas del terreno.

Eventos intrínsecos a la variabilidad natural del clima tienen el potencial de generar lluvias intensas en el estado y eventualmente inundaciones. A pesar de que esos eventos son cada vez más frecuentes, y de su posible conexión con la variabilidad natural del clima, ésta relación no ha sido debidamente estudiada.

Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres

En Zoquitlán las inundaciones que se presentan son principalmente del tipo fluvial, seguidas por algunas (que representan más bien encharcamientos) de tipo pluvial en los puntos deprimidos del municipio. La problemática principal está acentuada en las zonas de desbordamiento de ríos en donde el riesgo es elevado debido a localidades como Xitlama, donde hay más de 30 viviendas en zona de riesgo en las cercanías del río.



Ilustración 1. Zona inundable en Río Zoquitlán (camino a tierra caliente)

Las inundaciones se producen cuando lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo, la capacidad máxima de transporte del río o arroyo es superada y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos cercanos a los propios cursos de agua. Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río.

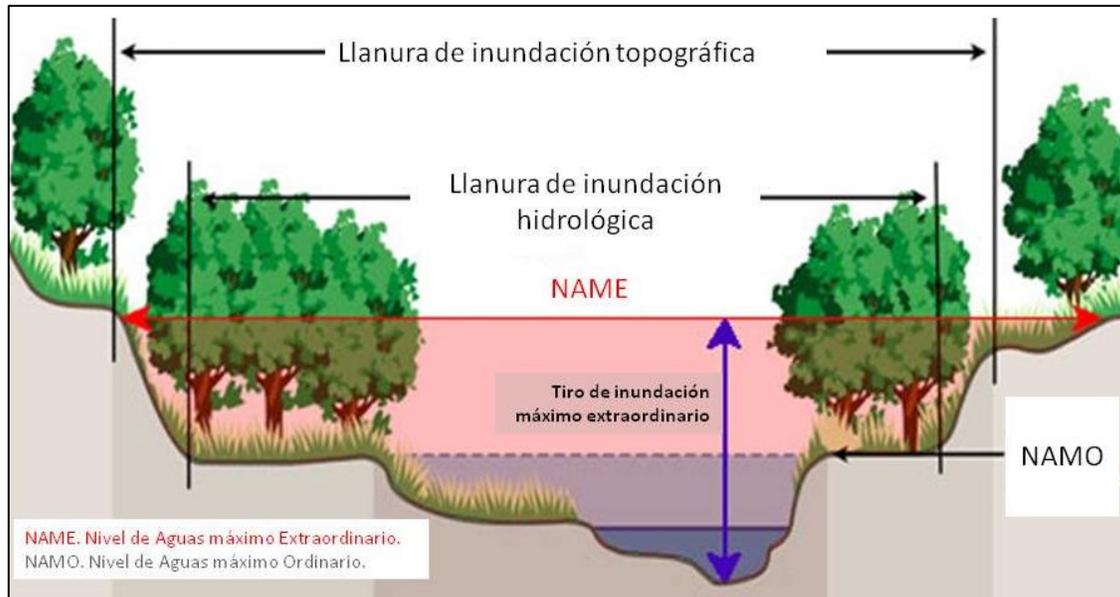


Ilustración 2. Esquema de zonas inundables por desborde (fluviales). Se presentan principalmente en Xitlama y Tepeyacac.

Las inundaciones se generan cuando la precipitación provoca que el flujo de agua sea superior al área del cuerpo de captación o en una zona generalmente seca, se considera una inundación cuando existe el desbordamiento de ríos y arroyos o como lo determina la UNESCO es el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce". En este caso "nivel normal" se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

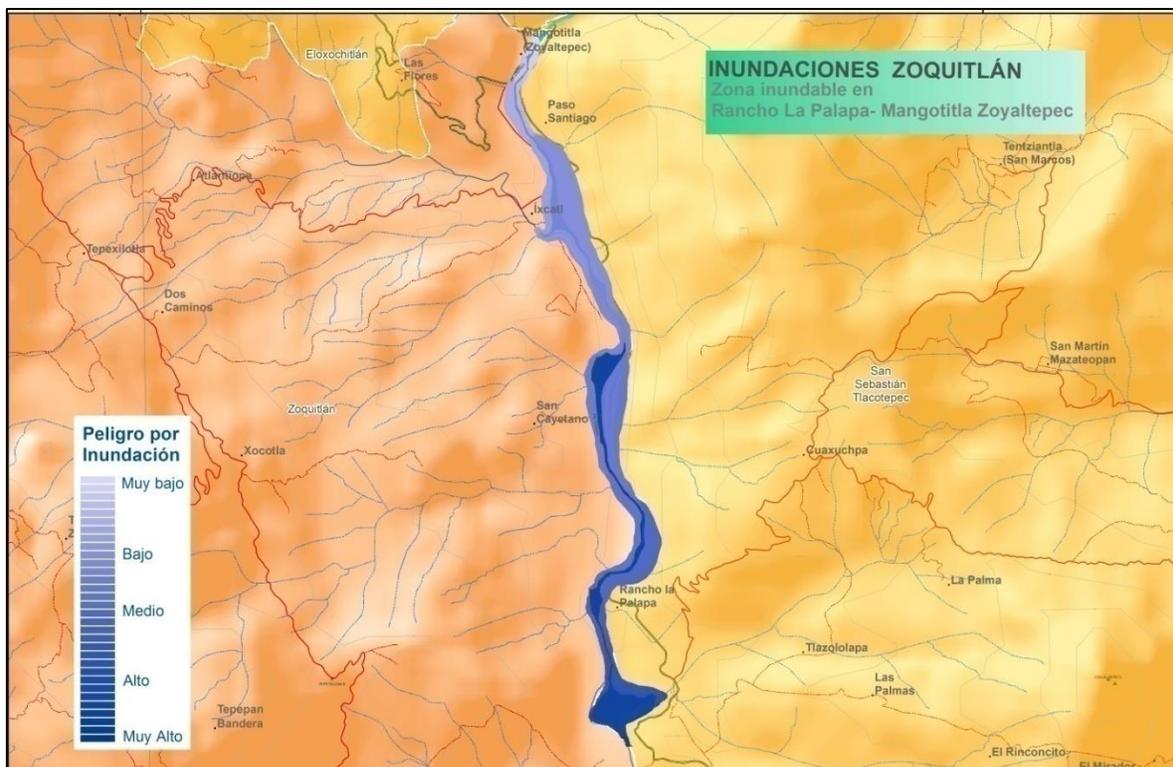


Ilustración 3. Zona inundable (por desbordamiento) en Rancho La Palapa- Mangotitla Zoyaltepec

Los asentamientos humanos -considérese cualquier instalación que esté relacionada con las actividades humanas- que se ubican cerca o sobre los cauces de ríos, arroyos y cuerpos de agua es lo que origina; bajo ciertas características de la corriente como el volumen, la topografía, las unidades geológicas existentes, etc., la presencia de un alto índice de mortandad así como pérdidas materiales por inundación. En el municipio se analizará el área perteneciente a cada uno de las diferentes cuencas del municipio en relación directa con los órdenes de los escurrimientos, la siguiente tabla da cuenta de los escurrimientos estudiados.

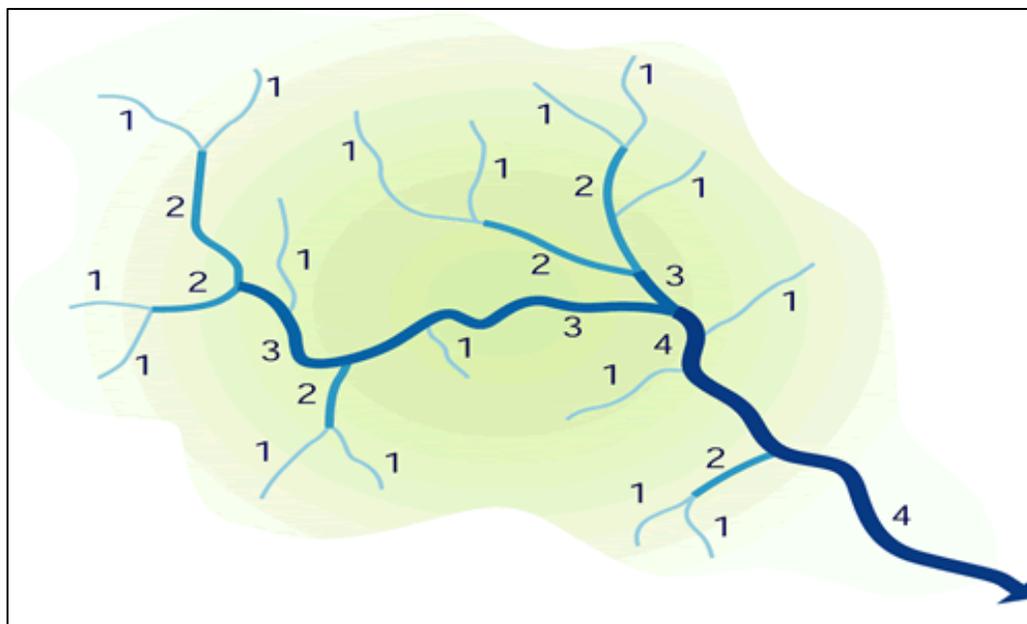


Ilustración 4. Clasificación de ríos según Stralher.

El agua de lluvia desde que se precipita sobre la tierra sufre los procesos de filtración, acumulación subterránea, drenaje, retención, evaporación y consumo, La cubierta vegetal cumple entonces una función muy destacada al evitar el impacto directo de las gotas sobre el terreno, impidiendo su erosión, al mismo tiempo que permite una mayor filtración y dificulta el avance del agua hacia los ríos, prolongando en éstos su tiempo de concentración. Además colabora en la disminución del transporte de residuos sólidos que posteriormente afectan a los cauces.

Tabla 4. Escurrecimientos analizados en programa HEC-RAS por orden y longitud en m.

	Arroyo Tlilatzingo	Manantial Aticpac	Río Coyolapa	Río Santiago	Río Tejería	Río Zoquitlán	TOTAL
Orden 1	1264.7						1264.7
Orden 2			27				27
Orden 3					9910.1		9910.1
Orden 4		6012.4		10229.2		30910.4	47152.1
Orden 5			7665.2	4866.7			12531.9

Después de la aplicación del software de modelación hidráulica HEC-RAS que utiliza el departamento de ingenieros de la armada Norteamericana. Mediante este modelo hidráulico se simuló el comportamiento de dichos escurrecimientos ante el tránsito de las avenidas hasta con un período de retorno máximo de 200 años, utilizando información topográfica del 2005-2010 y climatológica del SMN, se simuló el comportamiento del río ante diferentes eventos de lluvia, lográndose

comprobar que las secciones presentaban problemas de capacidad generando desbordamientos, principalmente en la parte este del municipio.



Ilustración 5. Fotografía oblicua del río Tejería a la altura del poblado de Xitlama (foto dron). En azul el cauce y en verde la zona inundable.

Se conocen como zonas inundables las que son anegadas durante eventos extraordinarios, por ejemplo aguaceros intensos, crecientes poco frecuentes. Las zonas inundables se clasifican de acuerdo con las causas que generan las inundaciones. Estas causas son las siguientes:

1. Inundación por lluvias intensas sobre áreas planas (acumulación).
2. Encharcamiento por deficiencias de drenaje superficial.
3. Desbordamiento de corrientes naturales y de ciénagas.
4. Obstáculos al flujo por la construcción de obras civiles.
5. Crecidas repentinas por cauces de respuesta rápida.

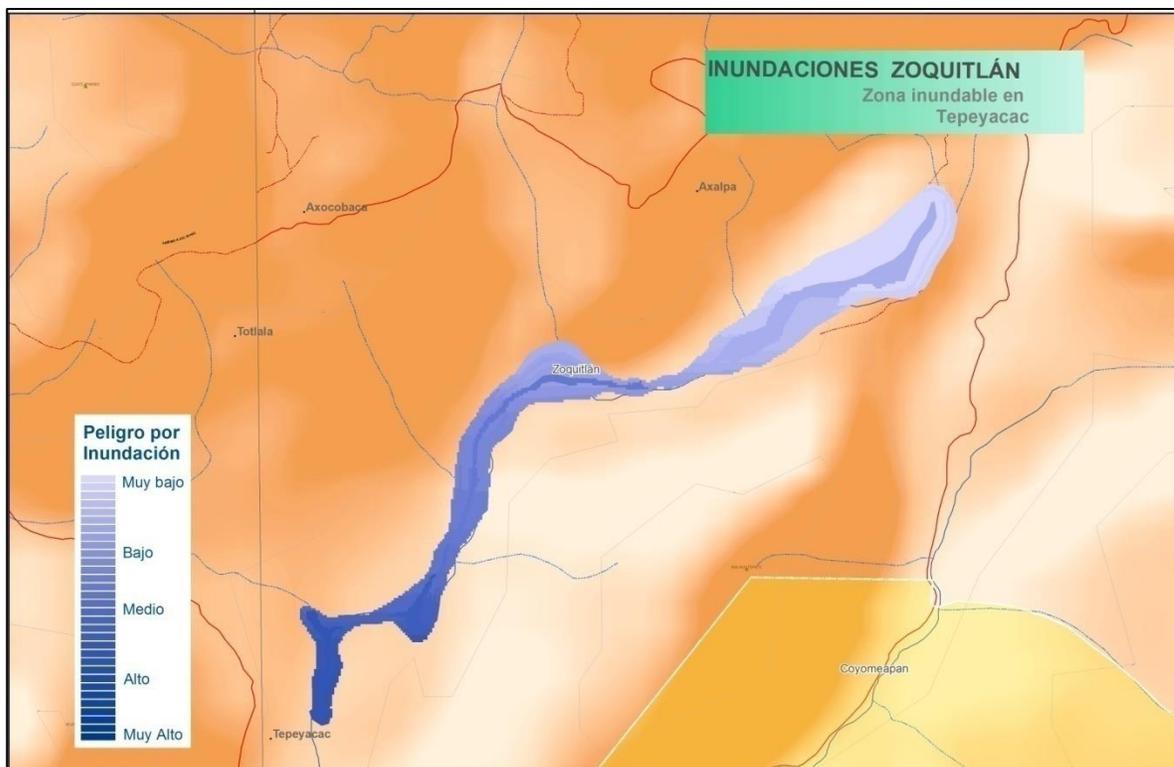


Ilustración 6. Zona inundable por desbordamiento en Tepeyacac

Para el municipio de Zoquitlán se determinó que las inundaciones presentes son las del tipo 1 y 5. En las visitas de campo en observación directa, con fotos satelitales y a través de las imágenes aéreas captadas por el dron, se pudieron observar cinco zonas principales con afectaciones por inundación, que son:

- Ízhuapa
- Xitlama
- Tepeyacac
- Xaltepec
- Rancho La Palapa- Mangotitla Zoyaltepec

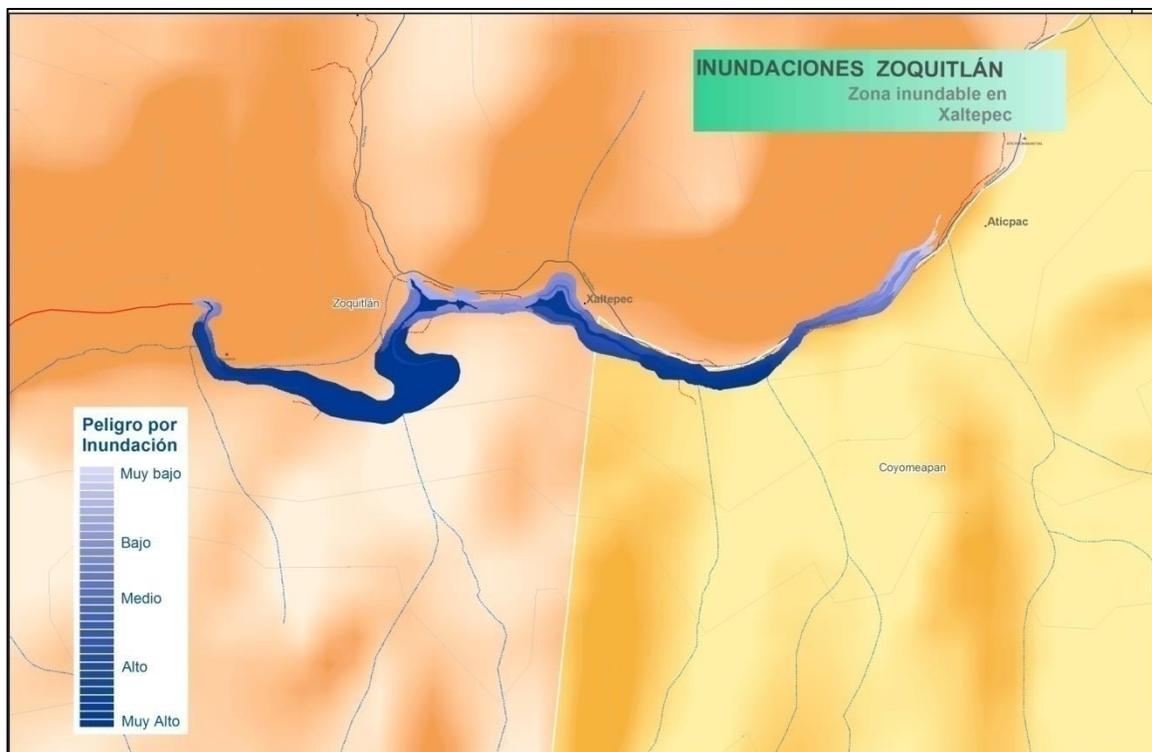


Ilustración 7. Zona inundable en Xaltepec

Se aplicó el módulo de rotura de presas del modelo HEC-RAS y su capacidad para interactuar con ArcView a través de la aplicación HEC-GeoRAS. Como se ha mencionado anteriormente se irán detallando todos los pasos seguidos para realizar la simulación, dichos pasos se resumen a continuación:

PASO A: Lámina HEC-RAS (sobrada con curvas $c/20$ o 10 m), seccionada cada 50 m aprox., secciones de 200 m, las láminas fueron modeladas con datos para 200 años con niveles críticos de precipitación, el siguiente paso fue importarlas a shape y crear puntos con vértices. A partir de los puntos y la ponderación de línea talweg con área de captación de cuenca (valores arbitrarios 1 a 100 con normalización tipo Gant): se convirtió a puntos dicho talweg, en el campo ID de los shaples se añadió el valor de línea central talweg (con valor de acuerdo a su cuenca) y puntos marginales de lámina HEC.



Ilustración 8. Zona inundable por el río Zoquitlán en la localidad Xaltepec (foto aérea oblicua)

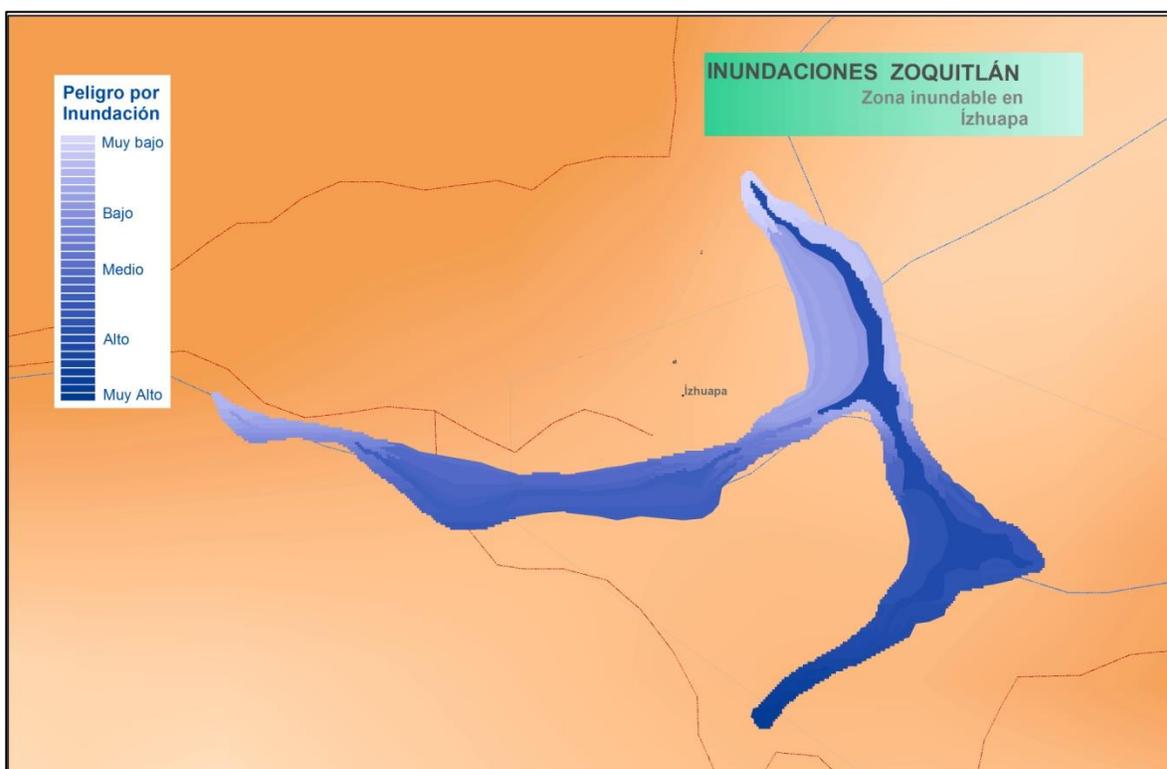


Ilustración 9. Zona inundable en Ízhuapa

PASO B: Interpolación combinado con vecindario natural y Kriging dependiendo de las características de cada zona, se 'afino' cada área con imágenes de percepción remota (ortofoto 6 Google Earth) de la terraza fluvial más antigua + puntos GPS de inundación máxima tomados en campo (estos puntos fueron solo de algunas partes de la geografía

municipal). Se añadieron zonas de problemáticas relacionadas con 'taponamiento' de puentes. Esta modificación fue mínima.

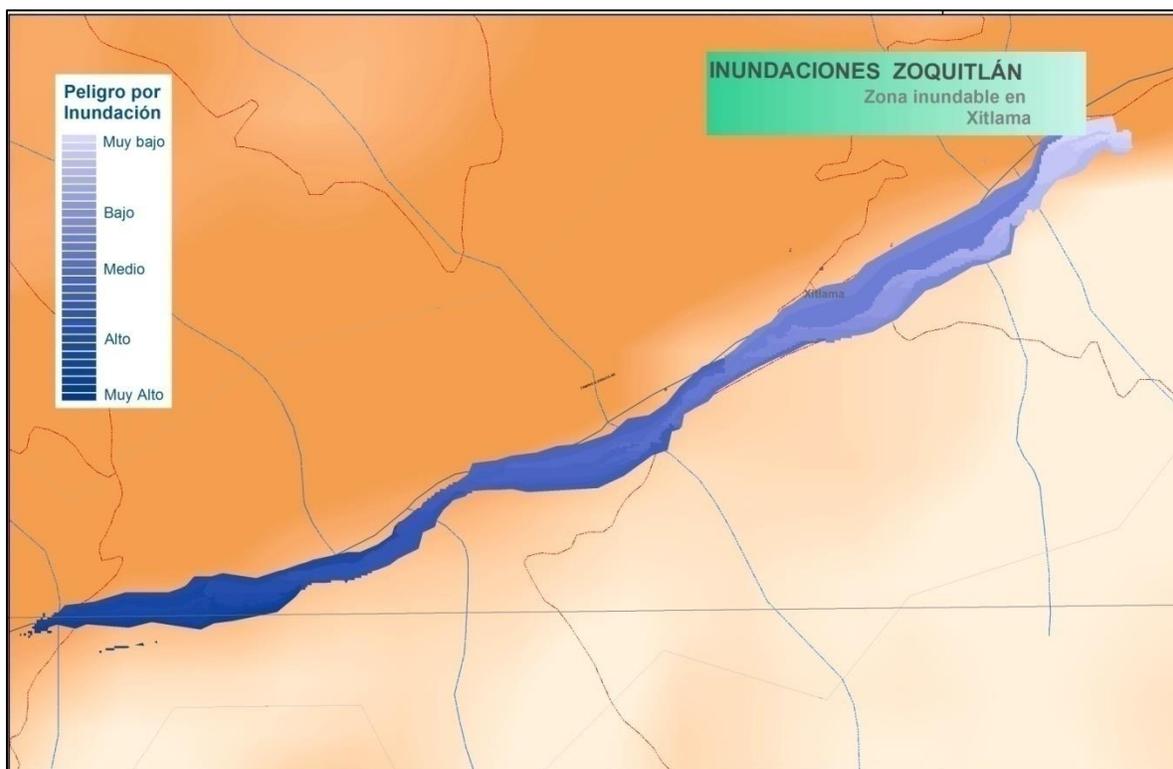


Ilustración 10. Zona inundable en Xitlana

Los resultados que se aprecian en los mapas de peligros van de MUY ALTO a MUY BAJO. La clasificación MUY ALTO periodo de retorno 10 años o menor / MUY BAJO periodo de retorno de 200 años. La probabilidad de que se inunden las zonas marcadas como 'muy alto' es mayor a la del de 200, sin embargo cuando se presentan inundaciones mayores a tiempos de retorno 10 años, las zonas de MUY ALTO peligro serán afectadas invariablemente.



Ilustración 11. Puente roto por crecidas repentinas del río Zoquitlán.

Inundaciones repentinas

Las inundaciones (o crecidas) repentinas frecuentemente ocurren en áreas de barrancas con cuencas de drenaje incluso muy pequeñas y pueden ser producto de tormentas aisladas. En distancias cortas, las características del suelo cambian significativamente entre áreas donde las crecidas repentinas son poco probables y áreas donde siempre existe la amenaza de crecidas. Por ejemplo en el municipio de Zoquitlán es muy común este tipo de eventos a lo largo de toda su geografía y especialmente en las zonas encañondas. La metodología para determinar zonas de crecidas repentinas tomó en consideración las propiedades de la lluvia de una tormenta (intensidad, volumen, ubicación) y las propiedades de la escorrentía (tránsito de avenidas, volumen, momento) además de los parámetros geográficos como pendiente, vegetación, suelos y uso de suelos.

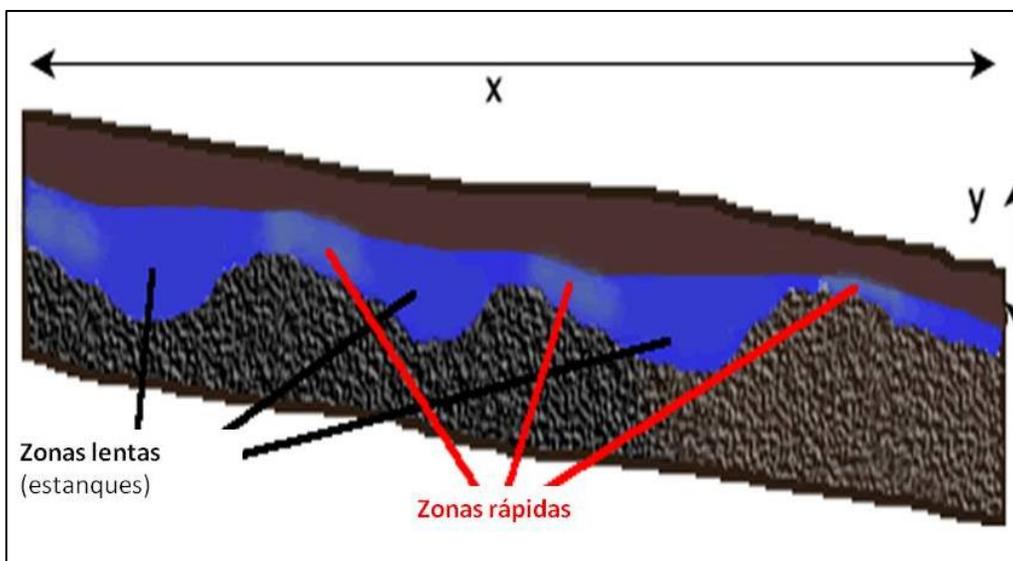


Ilustración 12. En las laderas de Zoquitlán (de hasta 70°) el agua tiene un gran poder de arrastre y peligro de generar crecidas repentinas.

Son varios los factores fisiográficos que contribuyen a la posibilidad de una crecida repentina que ocurre en cualquier área de drenaje. La textura y la estructura del suelo son importantes para determinar las características de retención de agua e infiltración. La pendiente y la geometría de la cuenca determinan comportamientos como la velocidad y la concentración de la escorrentía. La vegetación y el dosel del bosque afectan la intercepción de la precipitación. Las prácticas de uso de suelo, en particular la urbanización, pueden tener un rol significativo en la infiltración de agua, la concentración y el comportamiento de la escorrentía. En conjunto, estas características algo estáticas pueden ofrecer información acerca de la respuesta hidrológica y el potencial de crecida repentina inherente a un área específica (Smith 2003).



Ilustración 13. Valle en 'V' cuyas laderas escurren el agua a gran velocidad y generan crecidas repentinas en la llanura de inundación en el margen izquierdo del río Zoquitlán. Camino a Xaltepec.



Tabla 5. Riesgo por inundaciones Repentinas por localidad

Localidad	Riesgo	Clave	Pob	Localidad	Riesgo	Clave	Pob
Atzompa	Muy alto	212170023	171	Xala	Medio	212170069	83
Aztotla	Muy alto	212170024	91	Xicala	Medio	212170070	295
Chiltepec	Muy alto	212170030	208	Axalpa	Medio	212170096	12
Ocotlamanic	Muy alto	212170043	146	Axocobaca	Medio	212170097	115
Pozotitla	Muy alto	212170048	227	Zoquitlanzacualco	Medio	212170242	514
Quiaptepec	Muy alto	212170049	190	Dos Caminos	Medio	212170434	334
Tepepa de Zaragoza	Muy alto	212170058	403	Tepequexpa	Medio	212170444	275
Cuafximaloya	Muy alto	212170115	157	Ocotempa	Medio	212170641	250
Equimititla	Muy alto	212170129	47	San Cayetano	Medio	212170664	24
Cobatzalco	Muy alto	212170281	2	Coyolapa	Bajo	212170004	377
Mangotitla (Zoyaltepec)	Muy alto	212170437	24	Ízhuapa	Bajo	212170005	709
Tepexilotla	Alto	212170008	562	Oztopulco	Bajo	212170007	408
Metzontla	Alto	212170012	108	Xaltepec	Bajo	212170009	232
Chalchico	Alto	212170031	215	Xitlama	Bajo	212170010	2684
Zoquitlán	Medio	212170001	2778	Atiopa	Bajo	212170020	69
Acatepec (San Antonio)	Medio	212170002	2573	Aticalaquia	Bajo	212170022	3
Amoltepec	Medio	212170016	94	Cruztitla	Bajo	212170032	153
Atola	Medio	212170021	335	Temazcalco	Bajo	212170054	29
Cobictic	Medio	212170026	114	Tepepan Bandera	Bajo	212170057	157
Cotzinga	Medio	212170028	118	Xocotla	Bajo	212170071	332
Cuapnepantla	Medio	212170029	163	Íxcatl	Bajo	212170663	57
Duraznotla	Medio	212170035	2	Atlantiopa	Bajo	212170801	316
Totlala	Medio	212170052	121	Cacaloc	Muy bajo	212170003	661
Tecolotleapa	Medio	212170053	251	Laguna	Muy bajo	212170039	46
Tepantitla	Medio	212170056	308	Xolochtepec (Tlacotzinga)	Muy bajo	212170065	140
Tepeyacac	Medio	212170062	203	Itzmicapa	Muy bajo	212170136	129
Trancas	Medio	212170068	377	Quetzaltotoc	Muy bajo	212170158	296

Es de importancia recalcar que las localidades que se muestran en la tabla correspondiente a riesgo por inundación repentina listan a las localidades que puntualmente se encuentran sobre las zonas de peligro, no obstante lo anterior debe de tenerse en claro que esas localidades son referentes puntuales en la cartografía y se debe de considerar que los patrones de asentamientos humanos en el municipios son muy dispersos por lo que cualquier caserío o sistema afectable que se encuentre dentro de los polígonos de afectación debe de ser considerado como un riesgo ante este tipo de fenómenos.



Peligros y Riesgo en el municipio

Para el caso de Zoquitlán se hará referencia un evento de generación que corresponde a una inundación pluvial, además tiene la característica de ser una inundación rápida, violenta y con gran poder de arrastre. En el municipio el factor que influye en la generación de inundaciones, es la desaparición de la cubierta vegetal. En el municipio hay un total de 11 localidades en riesgo muy alto de sufrir inundaciones repentinas con una población potencial afectada de más de 1,600 habitantes, mientras otras 3 tienen riesgo alto y contienen una población de casi 900 personas.

Tabla 6. Riesgo por inundaciones Repentinas en Zoquitlán

Intensidad	Total de localidades	Población en riesgo
Muy alto	11	1,666
Alto	3	885
Medio	22	9,339
Bajo	13	5,526
Muy bajo	5	1,272

Geográficamente, las zonas con mayor susceptibilidad a ser afectadas por este tipo de eventos son aquellas que, como se mencionó anteriormente, se localizan en pendientes de gran inclinación, en las cercanías de un cauce y con vegetación deteriorada. Estas zonas están distribuidas a lo largo de todo el municipio y para fines ilustrativos se seleccionaron las áreas Norte y centro Sur de Zoquitlán para representarlas en este texto. Sin embargo se conmina al usuario a revisar los mapas correspondientes al tema en formato JPG o a hacer uso de las coberturas en SIG que se entregaron junto con este documento.

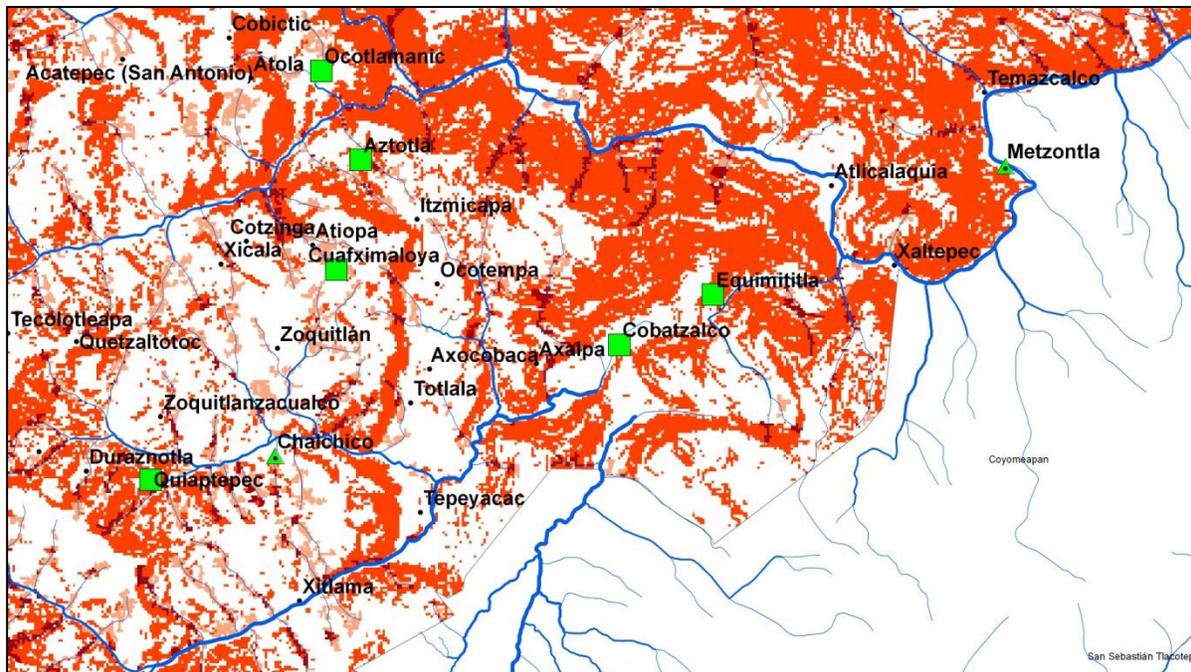


Ilustración 14. Zona Localidades en riesgo por inundación repentina zona Sur del municipio.
Los cuadrados verdes representan muy alto riesgo y los triángulos, alto riesgo.

Las localidades con mayor peligro y riesgo de inundaciones repentinas se encuentran al centro Sur del municipio como lo muestra la ilustración de arriba, nótese que Metzontla está ubicada en una zona de muy alto peligro y además se encuentra en la parte baja del valle en 'V' que conduce aguas a gran velocidad. Por lo que toca a la parte Norte del municipio Mangotitla y Atzompa son las localidades que tienen un mayor riesgo de sufrir pérdidas por éste tipo de fenómeno hídrico.

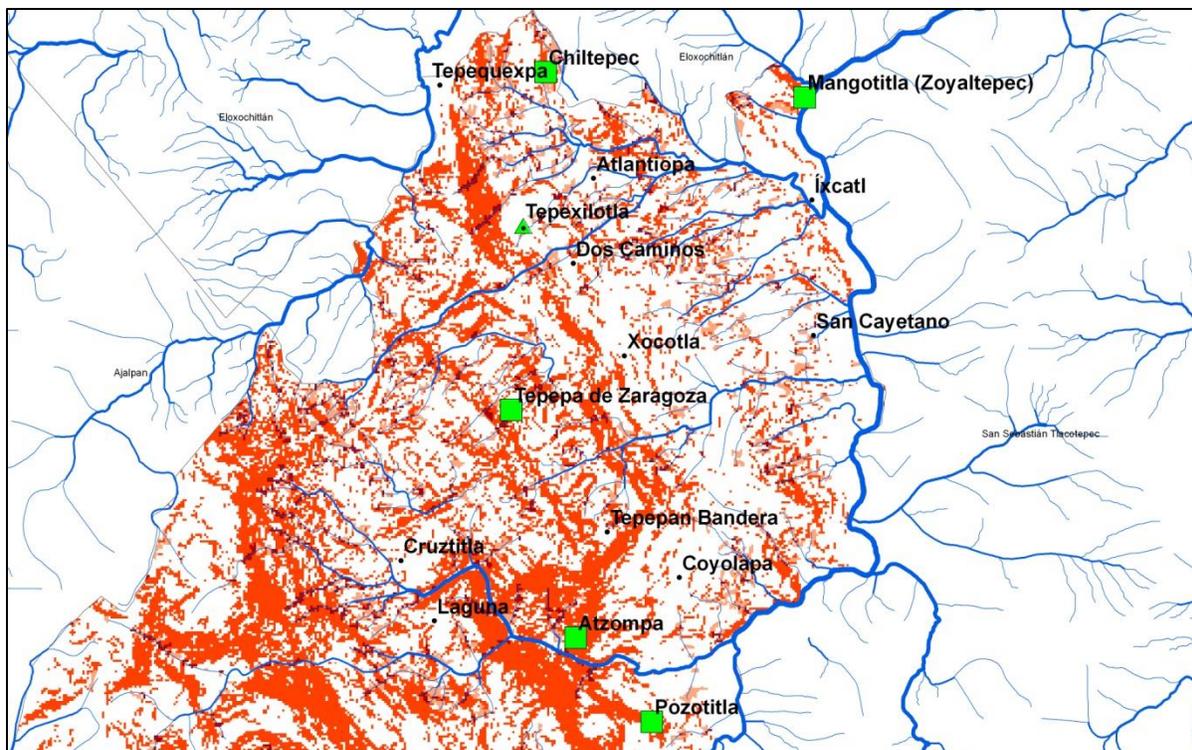


Ilustración 15. Zona Localidades en riesgo por inundación repentina zona Norte del municipio.
Los cuadrados verdes representan muy alto riesgo y los triángulos, alto riesgo.

Es importante recalcar que las localidades que se muestran en los mapas y en la tabla correspondiente a riesgo por inundación repentina mencionan a las localidades que puntualmente se encuentran sobre las zonas de peligro, no obstante lo anterior debe de tenerse en claro que esas localidades son referentes puntuales en la cartografía y se debe de considerar que los patrones de asentamientos humanos en el municipios son muy dispersos por lo que cualquier caserío o sistema afectable que se encuentre dentro de los polígonos de afectación debe de ser considerado como un riesgo ante este tipo de fenómenos.

En el municipio de Zoquitlán y en México en general, la frecuencia con que suceden los desastres posee una indudable tendencia al aumento según los parámetros estadísticos disponibles. Esto no necesariamente quiere decir que se ha aumentado la intensidad y recurrencia de los procesos naturales, sino que seguramente se ha incrementado la vulnerabilidad de las comunidades.

El riesgo de desastres es la combinación de las amenazas, las vulnerabilidades y las capacidades de recuperación y se define como la probabilidad de pérdidas, en un punto geográfico definido y dentro de un tiempo específico. Mientras las amenazas o peligros son fenómenos de carácter natural, la vulnerabilidad y las capacidades tienen un origen



eminentemente social, que dependen de la forma en que la sociedad se ha organizado, así como del nivel de conocimientos y participación locales. El riesgo tiene su expresión más patente en el nivel microsocio y territorial o local, aun cuando sus causas pueden encontrarse en procesos o eventos generados a gran distancia de la escena donde ocurren.

Las condiciones de Muy Alta vulnerabilidad en Zoquitlán son las que crean los espacios riesgosos y no a la inversa, como lo conciben ciertos sectores tanto de la academia como de gobierno, para quienes el fenómeno natural es la causa del desastre, postura que denota un rechazo al estudio de los procesos sociales y reduce la actuación y el análisis del desastre a entender únicamente el fenómeno natural.

Este documento presenta un análisis geográfico y espacial multivariado en los que han considerado criterios de amenaza y vulnerabilidad/capacidad, elaborados a nivel sección electoral, mostrando un nivel de exposición ante amenazas concretas. Para ello, se realizó una calificación de las amenazas más significativas (inundaciones y deslizamientos), valoración que se realizó tomando en consideración la información recabada en campo, los análisis realizados en gabinete y las aportaciones de los colaboradores de MUNICIPIUM.

Para identificar los riesgos a los que está expuesto el municipio se realizó trabajo de campo, el cual consistió en un recorrido a las comunidades más grandes del municipio y a las zonas donde se identificaron peligros con niveles altos a inundaciones y PRM (Procesos de Remoción en Masa), se aplicaron entrevistas abiertas basadas en guión de trabajo y las cuales se realizaron con la población y con algunas autoridades locales. Para el primer caso las entrevistas se aplicaron básicamente a la población que ha sido afectada por algún peligro y la que está propensa a sufrir alguna afectación. Las siguientes entrevistas fueron dirigidas a las autoridades municipales.

La identificación de territorios con el mismo nivel de riesgo, permite gestionar políticas conjuntas para mitigar los impactos generados por posibles eventos desastrosos. De esta forma, el riesgo es estimado a partir de los daños o pérdidas probables de los escenarios de amenaza, los cuales son considerados como el resultado del impacto de la amenaza, con la vulnerabilidad, social, del territorio. Así, entonces, se propone la definición del grado de Riesgo, como una función del peligro o amenaza físico y la vulnerabilidad existente/prevaleciente, para lo cual se valoran los índices generales: el grado de peligro y el grado de Vulnerabilidad prevaleciente social.

La valoración del riesgo es parte de la identificación de las unidades de análisis x , que corresponde al territorio (secciones electorales del municipio de Zoquitlán).



$$GRI_x = IPI_x (1 + IVS_x)$$

Dónde:

IPIx es el índice de Peligro

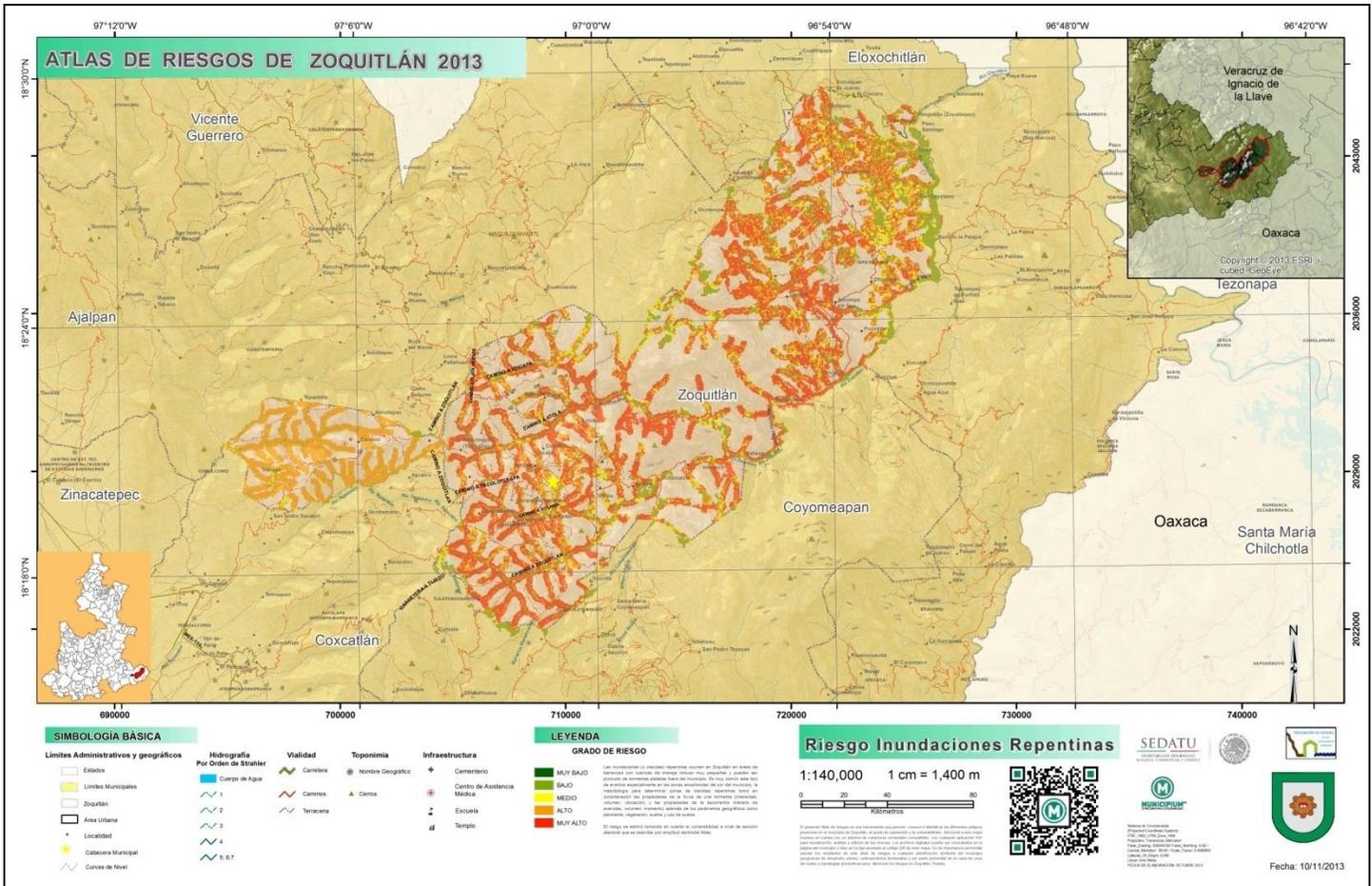
IVS es el índice de vulnerabilidad social

La ponderación será correcta siempre que cumpla el propósito de relacionar los Grados. Finalmente para su ponderación se propone seguir el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), una técnica factible y razonable para capturar el criterio, la experiencia y el juicio de expertos.

El Proceso Analítico Jerárquico es una teoría general sobre juicios y valoraciones que, basada en escalas de razón, permite combinar lo científico y racional con lo intangible para ayudar a sintetizar la naturaleza humana con lo concreto de nuestras experiencias capturadas a través de la ciencia.

Gran parte del conocimiento y comportamiento puede explicarse en términos de comparaciones relativas expresadas en forma de ratios. De hecho los aspectos intangibles a los que por el momento no se les puede asignar directamente un valor numérico, pueden ser medidos relativamente y tener sentido en función de otras cosas que forman el sistema de valores y se entienda mejor (misión, criterios y subcriterios).

El Proceso Analítico Jerárquico proporciona escalas de que capturan la realidad percibida, y es diferente de una asignación y normalización arbitraria de números. Para valorar el grado de riesgo se empleó una escala lingüística de valores entre 0 y 1, que indique el nivel o grado de peligro y vulnerabilidad para el municipio. Así se tiene la escala: Muy Bajo de 0 a 0.2; Bajo de 0.2 a 0.4; Medio de 0.4 a 0.6; Alto de 0.6 a 0.8 y Muy Alto ≥ 1 .



La exposición multi-peligro del municipio de Zoquitlán es una significativa llamada de atención para impulsar el trabajo en reducción del riesgo ya que indica una concentración de vulnerabilidad Muy alta en gran parte del territorio, destacando aquellas localidades que presentan, en su conjunto, una mayor población, tales y como Zoquitlán, Acatepec y Xitlama.

Se toman en cuenta las características sociales y económicas de las comunidades rurales de nuestro país, ya sean mestizas o indígenas, encontramos que todas ellas son muy vulnerables a sufrir diversas situaciones de desastre; además de que muchos de estos grupos de población llegan a habitar en las crestas de las montañas con fuerte pendiente o en las riberas de los ríos como en Xitlama. Ante tal panorama, se hace latente el riesgo de un desastre, que cuando se manifiesta provoca un desajuste en la organización social de las comunidades afectadas.

En este sentido, este documento pretende ser un insumo para la sistematización de información sobre amenazas, vulnerabilidades y capacidades de recuperación ante un desastre en el municipio de Zoquitlán y una herramienta de consulta para la identificación y promoción de acciones de política pública, incidencia y priorización de áreas temáticas y geográficas.



El papel de la sociedad civil que se vuelca en el apoyo de la población damnificada, es muy importante, pero no puede seguir ocurriendo bajo los lineamientos y formas de organización de los gobiernos actuales, donde la participación social, dentro del Sistema Nacional de Protección Civil, es entendida como subordinación a sus propios lineamientos.

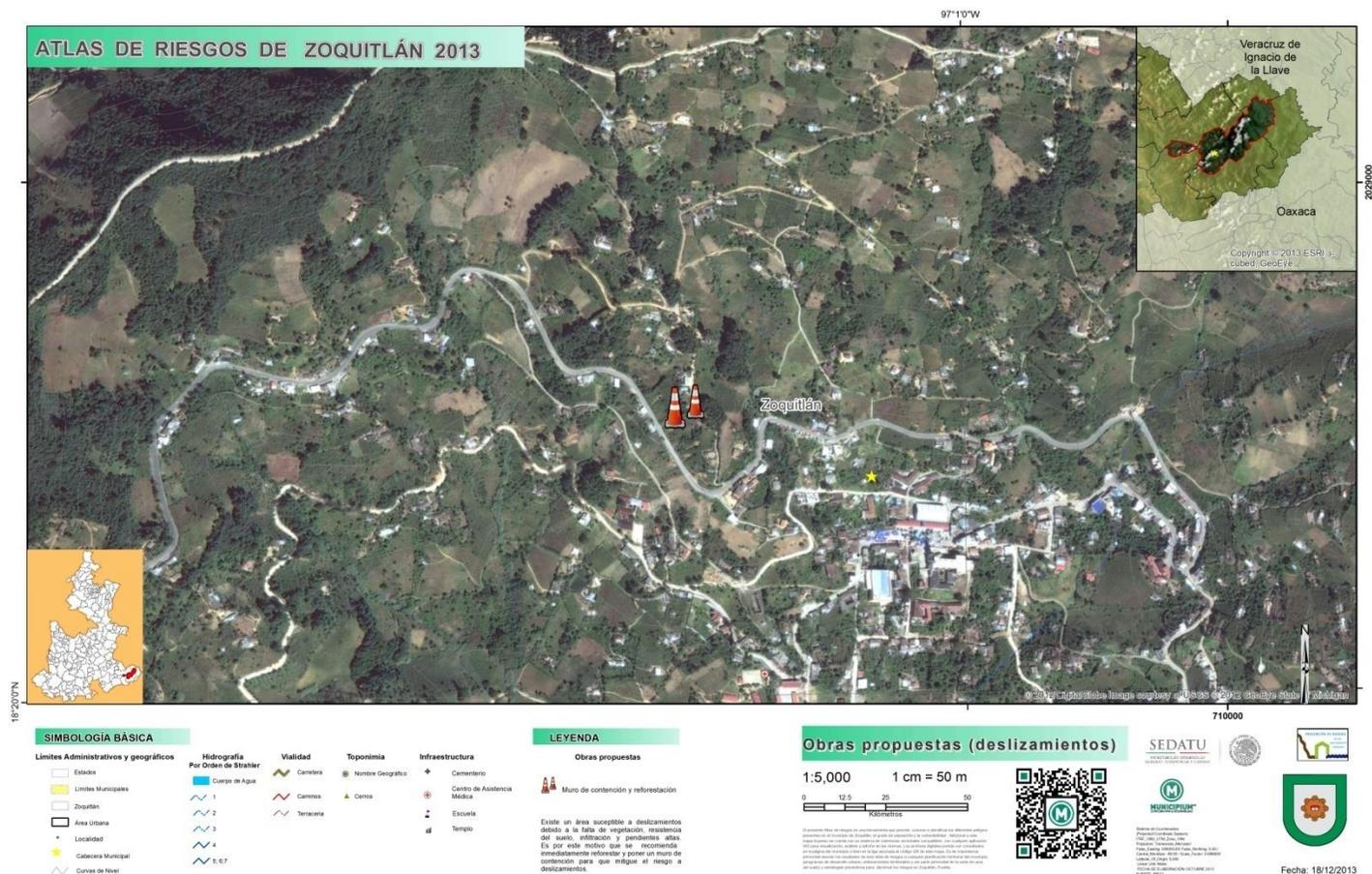
Se ha demostrado que estos mecanismos no funcionan y no ayudan realmente a la población. Por lo mismo urgen nuevas estrategias que asuman el riesgo y el desastre con otro enfoque y se atiendan las verdaderas causas del mismo, se trata de trabajar sobre varias dimensiones al mismo tiempo, por un lado es importante romper con esta concepción absurda y limitada del desastre que deja a la población en una situación de pobreza y mayor vulnerabilidad social.

Mejorar las capacidades y reducir la vulnerabilidad son, por tanto, las claves frente al riesgo ante un fenómeno natural.



MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

- Realizar campañas de difusión del presente Atlas, y medidas de prevención sobre protección civil en el hogar, en el trabajo, en la escuela y en la vía pública, así como, los distintos tipos de riesgos detectados, en especial en las zonas que tienen alto peligro.
- La Dirección de Protección Civil Municipal deberá elaborar su programa municipal de protección civil, y contar con planes de emergencia para cada uno de los fenómenos detectados, asimismo deberá elaborar un programa operativo anual y un programa de capacitación para personal de base de Protección Civil personal de apoyo como pueden ser estudiantes o gente interesada en participar como brigadas auxiliares de protección civil.
- Definir un edificio como albergue equipado en el municipio, dedicado de ser posible, exclusivamente para este fin y que cuando no sea utilizado como tal, pueda servir como área de capacitación, para la realización de simulacros para fines de protección civil. Deberá estar ubicado en una zona de peligro-riesgo muy bajo, pero cercano a las probables áreas afectadas, (podría ser la construcción del mercado que de momento no se usa).
- Mantener una revisión en lo referente al crecimiento urbano y construcciones particulares en las barrancas u áreas con pendiente pronunciada. Dotando de instrumentos, equipo y ampliar al personal para supervisión y control de construcciones en zonas de peligro.





MEDIDAS PREVENTIVAS PARTICULARES

Procesos de remoción en masa (PRM: deslizamientos y vuelcos)

La caída de rocas puede variar desde unas rocas del tamaño de un puño a grandes secciones de acantilados y peñascos que, dependiendo de su tamaño y forma, pueden rodar, rebotar y caer a toda velocidad por las laderas, aterrizando a grandes distancias de las líneas de caída.

En el municipio de Zoquitlán las áreas afectadas por el fenómeno son en su mayoría carreteras, e infra estructura urbana (casas, escuelas, principalmente) y las personas se ven expuestas con frecuencia a estos peligros. Las acciones para mitigar los peligros por inestabilidad de laderas se enfocan principalmente en un control del crecimiento urbano en zonas de peligro. Estas zonas deben ser protegidas realizando proyectos de conservación de suelo-agua, además de fortalecer las pendientes para reducir el peligro por inestabilidad de laderas:

- Monitoreo
 - De las deformaciones en la superficie del terreno
 - EL desarrollo o evolución de agrietamientos en las partes altas de las laderas.
 - Las expansiones o depresiones en diferentes zonas de laderas.
 - Los agrietamientos y rotura de pavimentos, muros o bardas de las construcciones ubicadas en o cerca de una ladera.

Implantar y hacer que se respeten las normas y reglamentos que regulan la planificación y construcción de estructuras en áreas susceptibles a movimientos de laderas. Toda estructura de vivienda debe ser construida en áreas lejos de taludes empinados, arroyos y ríos, canales que estén secos durante ciertos períodos del año y en las desembocaduras de canales provenientes de las montañas, o áreas próximas a las zonas determinadas por fallas y fracturas.

- Vigilar el drenaje en los taludes alrededor de las zonas habitadas, en especial aquellos lugares donde las corrientes convergen causando que el flujo de agua sobre esos suelos aumente.
- Contar con sistemas de alerta temprana así como con planes de evacuación en casos de emergencia.
- Realizar el censo de las viviendas en las inmediaciones de las minas de materiales de construcción y en los cauces de las barrancas, y promover la revisión de las construcciones y reiterar que estas zonas son las más vulnerables dentro del municipio por lo que no es conveniente que se expanda el área de construcción.
- En tanto no se realice la reubicación de las viviendas actuales:
 - Impedir nuevas construcciones.
 - No permitir que se rellenen las barrancas ni se deposite en ellas basura o desechos de construcción.
 - Revisar continuamente que no se presenten fugas de agua en la red municipal, y en su caso corregirlas de inmediato para evitar que se reblandezca el terreno.
 - Revisar la hermeticidad de los drenajes público y doméstico, evitando que las aguas se infiltren al terreno.
 - Estabilizar las laderas de manera natural, con una reforestación basada en especies arbóreas típicas del ecosistema.
 - Realizar un inventario detallado de bloques en las zonas de mayor riesgo por desprendimientos. Demoler aquellos que han perdido sustentabilidad. Hacerlo manualmente o mediante el uso de químicos, evitando explosivos. Aquellos que por sus dimensiones sea posible y exista una masa de roca razonablemente aceptable, anclarlos.
 - Levantar muros de mampostería y de gaviones para dar apoyo a grandes y medianos bloques.



- Independientemente del grado de fracturamiento, drenar la masa de roca para evitar subpresiones que aumenten el grado de inestabilidad de la masa de roca.

Para el caso del riesgo por derrumbe de rocas y por desprendimiento o avalancha de detritos, los dos casos encontrados en el municipio, las soluciones más adecuadas son:

- Mallas de alambre
- Bermas
- Gaviones

Por sismicidad

Con la finalidad de complementar el reglamento de construcción local, se propone generar, con base en la información obtenida del análisis de la respuesta del terreno y de los mapas de sismicidad, etc.; las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, que ayuden a llevar a cabo un diseño sismo resistente acorde a las necesidades del municipio para las construcciones que se proyectan.

Adicionalmente con la información generada en el atlas de riesgo, podrían establecerse o modificarse los planes de desarrollo en función a las áreas de riesgo, con las siguientes acciones:

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

Medidas ante riesgos por hundimientos

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



Medidas ante riesgos por fallas o fracturas

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

- Divulgar los reportes de desastres históricos en zonas de fallas geológicas.
- Dar a conocer y capacitar acerca de los rasgos superficiales del terreno que son síntomas de fallas
- Proponer reforzamiento de estructuras de obras civiles y viviendas
- Medir agrietamientos y deformaciones del terreno.
- Dar información acerca de la ubicación de albergues temporales
- Destruir viviendas dañadas y abandonadas
- Proponer cambios de uso de suelo en zonas con daños (evitar construcciones en el área limítrofe a las fallas y fracturas).

Erosión

Se proponen estructuras construidas con piedras que se colocan transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utiliza para el control de la erosión de cárcavas. Este tipo de obra se recomienda para cárcavas con pendientes moderadas donde la superficie del área de escurrimiento genere flujos de bajo volumen. En promedio miden entre 1.2 y 2.5 metros de altura, por lo que en caso de presentarse cárcavas de mayor dimensión, solo se construirán hasta este límite; en cuanto a su ancho de preferencia deben ubicarse en sitios no mayores de 7 metros.

Beneficios:

- Retiene suelo.
- Estabiliza lecho de cárcavas.
- Permite el flujo normal de escurrimientos superficiales.
- Incrementa la calidad del agua.

Otras medidas de mitigación en zonas con peligro por erosión consisten en no permitir el crecimiento urbano en las zonas con alto peligro por erosión, delimitadas en los mapas de peligro. En la guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel ciudad, SEDESOL propone las siguientes medidas.

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



Medidas ante riesgos de inundación

- Previo a la temporada de lluvias (meses de abril y mayo) el Ayuntamiento deberá establecer un programa continuo de limpieza y desazolve de las barrancas, para retirar toda la basura y malezas que se encuentre bloqueando el paso del agua libremente. Complementariamente realizar el desazolve del sistema de alcantarillado previo a la temporada de lluvias.
- Construcción de gaviones mallas de alambre y bardas de contención en las partes altas para minimizar la intensidad y afectación por el arrastre de material en las áreas bajas de las localidades.
- Vigilar que se evite dejar material de construcción sobre las calles, con especial énfasis previo a la temporada de lluvias, y definitivamente prohibirlo en plena temporada que va de los meses de junio a noviembre, evitando con ello que en caso de lluvia o viento los materiales se depositen en el sistema de drenaje y alcantarillado limitando con ello su capacidad de recepción de agua en plena temporada de lluvias.
- Con el área de desarrollo urbano, vigilar que todas aquellas viviendas que se encuentran en los bordes de las barrancas no continúen construyendo o ampliando sus viviendas hacia el centro de ellas.
- Comunicar el riesgo a la población expuesta y promover la autoprotección.
- El Sistema Municipal de Protección Civil lo integran todas las Direcciones del H. Ayuntamiento en ese sentido se deberá mejorar entre todas la capacidad de respuesta y el conocimiento de los peligros del Municipio en su conjunto.
- La Dirección de Protección Civil Municipal deberá elaborar un plan especial de contingencias que prevea la evacuación de las personas ante avisos de lluvias o crecidas, particularmente de las viviendas que aún se encuentren localizadas en los cauces de las barrancas.
- En Xitlama se construirá un canal que controle las avenidas repentinas y los desbordamientos del río: estimar pertinencia de reubicación de localidades situadas en el cauce del río.

Medidas ante riesgos por viento

- Promover la vigilancia por parte de los vecinos y denuncia de estructuras frágiles que pueden afectar a la población en construcciones antiguas o espectaculares.
- Previo a la temporada de lluvias realizar el podado de los árboles que se encuentran en las calles y avenidas para evitar que puedan causar daños a personas, equipamiento urbano o vehículos.
- Complementario a lo anterior las autoridades municipales podrán solicitar el apoyo para recibir asesoría de las formas más recomendables en cuanto a la ubicación de las viviendas y los techos para prevenir daños por vientos fuertes lo que sin duda reducirá los gastos cada año.

Medidas ante riesgos por tormentas eléctricas

- Implementación de una campaña informativa y de sensibilización sobre qué acciones realizar mientras se presenta una tormenta eléctrica, sobre todo cuando se encuentran fuera de un área cubierta.
- Reglamentar la instalación de pararrayos.

Medidas ante riesgos por sequía

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



Medidas ante riesgos por heladas

- Realizar censos para determinar la cantidad de casas que se ubican en las zonas elevadas del municipio para elaborar programas preventivos en los que se repartirán mantas térmicas u cobijas en las zonas más lejanas, y en las áreas próximas a la cabecera municipal distribuir cobijas a las personas que lo soliciten.
- Comentar los peligros que puede ocasionar el uso de fogatas, o dejar prendida la estufa para calentar el hogar, ya que pueden generar, incendios u asfixias por la liberación de gases.





ANEXO

TABLA. Población con discapacidad por AGEB en el municipio

Localidad	AGEB	MZA	POB TOT	Población con limitación								
				en la actividad	para caminar o moverse, subir o bajar	para ver, aun usando lentes	para hablar, comunicarse o conversar	para escuchar	para vestirse, bañarse o comer	para poner atención o aprender cosas sencillas	Dificultad o con alguna limitación mental.	Población sin limitación a la actividad
Total del municipio	0000	000	20529	105	604	325	103	162	76	93	80	19311
Total de la localidad urbana	0000	000	2865	239	147	80	19	47	18	35	14	2612
Total AGEB urbana	0053	000	549	46	28	12	3	6	3	9	*	503
Zoquitlán	0053	001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0053	002	21	5	3	*	*	0	0	0	0	16
Zoquitlán	0053	003	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0053	004	24	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Zoquitlán	0053	005	25	*	*	0	0	0	0	0	0	24
Zoquitlán	0053	007	8	*	0	0	0	*	0	0	0	7
Zoquitlán	0053	008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0053	009	104	12	7	*	0	*	*	4	0	92
Zoquitlán	0053	010	40	4	3	0	0	0	*	0	*	36
Zoquitlán	0053	011	20	3	3	*	0	*	0	0	0	17
Zoquitlán	0053	012	38	*	0	0	0	0	0	0	*	37
Zoquitlán	0053	013	5	*	0	0	0	0	0	*	0	4
Zoquitlán	0053	018	34	6	3	3	*	0	0	*	0	28
Zoquitlán	0053	020	41	*	*	0	0	0	0	0	0	39
Zoquitlán	0053	021	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Zoquitlán	0053	022	11	3	*	*	*	*	*	*	0	8
Zoquitlán	0053	024	16	3	3	*	0	0	0	0	0	13
Zoquitlán	0053	025	32	*	*	*	0	0	0	0	0	30
Zoquitlán	0053	026	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0053	027	78	*	0	0	0	*	0	0	0	77
Zoquitlán	0053	028	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Total AGEB urbana	0072	000	521	40	22	17	3	10	5	9	3	475
Zoquitlán	0072	001	39	4	*	*	0	*	0	0	0	34
Zoquitlán	0072	002	104	9	5	5	*	3	*	*	*	94
Zoquitlán	0072	003	52	*	0	0	0	*	0	0	0	51
Zoquitlán	0072	004	33	8	5	3	*	*	*	5	0	25
Zoquitlán	0072	005	124	*	*	*	0	0	0	0	0	120
Zoquitlán	0072	006	58	3	3	0	0	0	0	0	0	55
Zoquitlán	0072	007	16	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Zoquitlán	0072	008	36	7	3	3	*	3	*	*	0	29
Zoquitlán	0072	009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0072	010	41	4	*	*	0	*	0	0	*	36
Zoquitlán	0072	011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0072	012	13	*	*	*	0	0	0	0	0	11
Zoquitlán	0072	013	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Total AGEB	0087	000	862	66	53	19	5	10	5	0	3	794



urbana													
Zoquitlán	0087	001	29	4	*	*	0	*	0	0	0	0	25
Zoquitlán	0087	002	37	5	5	0	0	*	*	0	0	0	32
Zoquitlán	0087	003	105	13	10	7	0	*	0	0	0	0	92
Zoquitlán	0087	004	119	10	10	*	0	0	0	0	0	0	109
Zoquitlán	0087	005	61	6	6	*	0	*	*	0	0	0	55
Zoquitlán	0087	006	67	*	0	*	0	0	0	0	0	0	65
Zoquitlán	0087	008	218	10	7	3	*	*	0	0	0	*	208
Zoquitlán	0087	009	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Zoquitlán	0087	010	61	9	6	4	*	*	*	0	*	*	52
Zoquitlán	0087	011	148	8	7	*	*	*	*	0	0	0	139
Total AGEB	0091	000	284	24	17	6	0	*	*	0	3	0	259
urbana													
Zoquitlán	0091	001	46	5	5	*	0	0	*	0	0	0	41
Zoquitlán	0091	002	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0091	004	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0091	005	57	3	*	0	0	0	0	0	0	*	54
Zoquitlán	0091	006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0091	007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0091	008	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0091	009	58	*	0	0	0	*	0	0	0	0	57
Zoquitlán	0091	010	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0091	011	17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0091	012	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0091	013	13	*	0	0	0	0	0	0	0	*	12
Zoquitlán	0091	014	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0091	015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0091	016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0091	017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0091	018	55	9	5	5	0	0	0	0	0	*	46
Zoquitlán	0091	019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0104	000	649	63	27	26	8	20	4	17	3	0	581
urbana													
Zoquitlán	0104	001	30	6	*	5	0	*	0	*	0	0	24
Zoquitlán	0104	002	114	10	*	*	*	4	0	6	*	0	103
Zoquitlán	0104	003	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
Zoquitlán	0104	004	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0104	005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0104	006	49	6	0	4	0	*	0	*	0	0	43
Zoquitlán	0104	007	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0104	008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0104	009	35	5	5	*	0	*	0	*	*	*	28
Zoquitlán	0104	010	31	9	6	3	0	*	*	*	0	0	22
Zoquitlán	0104	012	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
Zoquitlán	0104	013	12	*	0	*	0	0	0	0	0	0	11
Zoquitlán	0104	015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0104	016	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0104	017	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0104	018	18	3	*	*	*	*	0	*	0	0	15
Zoquitlán	0104	019	120	15	7	6	*	7	*	3	*	*	104
Zoquitlán	0104	020	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquitlán	0104	021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0104	022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0104	023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoquitlán	0104	024	15	*	0	*	0	0	0	0	0	0	14
Zoquitlán	0104	028	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
Zoquitlán	0104	029	81	*	*	0	*	0	*	0	0	0	79
Zoquitlán	0104	030	7	*	*	0	*	*	0	0	0	0	6



Total de la localidad urbana	0000	000	3066	223	121	89	20	41	19	25	17	2831
Total AGEB urbana	0123	000	3066	223	121	89	20	41	19	25	17	2831
Acatepec (San Antonio)	0123	001	47	3	*	*	0	0	0	0	*	44
Acatepec (San Antonio)	0123	002	108	6	4	6	0	*	0	0	0	102
Acatepec (San Antonio)	0123	003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acatepec (San Antonio)	0123	004	80	6	*	3	*	0	0	0	0	74
Acatepec (San Antonio)	0123	005	108	*	*	0	*	0	*	0	*	106
Acatepec (San Antonio)	0123	006	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Acatepec (San Antonio)	0123	007	71	*	*	*	0	*	0	0	0	69
Acatepec (San Antonio)	0123	008	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Acatepec (San Antonio)	0123	009	50	*	0	*	0	0	0	0	0	49
Acatepec (San Antonio)	0123	010	96	7	5	5	0	*	0	0	0	89
Acatepec (San Antonio)	0123	011	32	4	*	3	0	0	0	0	0	28
Acatepec (San Antonio)	0123	012	50	*	0	0	0	*	0	0	0	48
Acatepec (San Antonio)	0123	013	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Acatepec (San Antonio)	0123	014	129	16	6	10	0	0	*	3	0	112
Acatepec (San Antonio)	0123	015	8	*	*	*	0	0	0	0	0	6
Acatepec (San Antonio)	0123	016	183	6	4	*	0	0	4	*	*	173
Acatepec (San Antonio)	0123	017	69	*	0	0	*	*	0	0	0	67
Acatepec (San Antonio)	0123	018	43	8	4	*	0	*	0	0	*	34
Acatepec (San Antonio)	0123	019	67	7	4	*	0	*	0	0	0	60
Acatepec (San Antonio)	0123	020	68	*	0	0	*	0	0	*	*	67
Acatepec (San Antonio)	0123	021	387	9	6	0	*	*	3	3	*	377
Acatepec (San Antonio)	0123	022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acatepec (San Antonio)	0123	023	53	4	*	*	*	0	*	0	0	49
Acatepec (San Antonio)	0123	024	13	*	0	*	0	0	0	0	0	12
Acatepec (San Antonio)	0123	025	51	*	*	*	0	0	0	0	0	50
Acatepec (San Antonio)	0123	026	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Acatepec (San Antonio)	0123	027	47	*	0	*	0	0	0	0	0	46



(San Antonio)												
Acatepec	0123	028	97	14	11	5	0	3	*	0	0	82
(San Antonio)												
Acatepec	0123	029	35	*	*	*	0	0	0	0	0	34
(San Antonio)												
Acatepec	0123	030	27	5	3	*	0	*	0	0	0	22
(San Antonio)												
Acatepec	0123	031	76	*	*	0	0	0	0	0	0	75
(San Antonio)												
Acatepec	0123	032	86	10	*	3	*	3	*	0	0	76
(San Antonio)												
Acatepec	0123	033	23	*	*	0	0	0	0	0	0	22
(San Antonio)												
Acatepec	0123	034	70	3	0	0	0	*	0	*	*	66
(San Antonio)												
Acatepec	0123	036	12	*	*	*	0	*	0	0	0	10
(San Antonio)												
Acatepec	0123	037	62	6	*	*	*	4	0	0	*	56
(San Antonio)												
Acatepec	0123	038	39	4	*	*	*	0	*	*	0	35
(San Antonio)												
Acatepec	0123	039	60	5	*	*	*	3	0	*	0	55
(San Antonio)												
Acatepec	0123	040	65	23	19	8	*	*	*	3	*	42
(San Antonio)												
Acatepec	0123	041	32	*	*	0	0	0	*	0	0	31
(San Antonio)												
Acatepec	0123	042	78	5	*	3	0	*	*	0	0	73
(San Antonio)												
Acatepec	0123	043	23	5	3	*	0	*	0	0	0	18
(San Antonio)												
Acatepec	0123	044	32	*	0	*	0	0	0	0	0	30
(San Antonio)												
Acatepec	0123	045	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
(San Antonio)												
Acatepec	0123	046	126	15	7	4	4	3	*	5	3	111
(San Antonio)												
Acatepec	0123	047	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12
(San Antonio)												
Acatepec	0123	048	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*
(San Antonio)												
Acatepec	0123	049	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*
(San Antonio)												
Acatepec	0123	050	176	15	11	7	0	3	0	*	0	161
(San Antonio)												
Acatepec	0123	051	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*
(San Antonio)												
Acatepec	0123	052	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
(San Antonio)												
Acatepec	0123	053	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
(San Antonio)												
Acatepec	0123	054	88	14	11	6	*	4	0	4	*	74
(San Antonio)												
Total de la localidad urbana	0000	000	3198	79	36	14	14	9	9	3	8	3102
Total AGEB urbana	0119	000	3198	79	36	14	14	9	9	3	8	3102



Xitlama	0119	001	13	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Xitlama	0119	002	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Xitlama	0119	003	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45
Xitlama	0119	006	26	0	0	0	0	0	0	0	0	26
Xitlama	0119	007	14	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Xitlama	0119	008	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Xitlama	0119	010	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Xitlama	0119	011	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Xitlama	0119	012	103	*	*	0	0	0	0	0	0	102
Xitlama	0119	013	110	4	*	*	*	0	0	0	0	106
Xitlama	0119	014	130	7	*	*	0	*	*	*	0	121
Xitlama	0119	015	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Xitlama	0119	016	718	21	10	3	4	6	4	*	3	696
Xitlama	0119	017	77	*	*	0	0	0	0	0	0	75
Xitlama	0119	018	144	6	*	*	*	0	*	0	*	138
Xitlama	0119	020	109	3	*	*	0	0	0	*	0	106
Xitlama	0119	022	57	0	0	0	0	0	0	0	0	56
Xitlama	0119	025	43	0	0	0	0	0	0	0	0	41
Xitlama	0119	026	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Xitlama	0119	030	154	3	*	0	*	0	*	0	0	149
Xitlama	0119	036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xitlama	0119	037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xitlama	0119	038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xitlama	0119	039	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Xitlama	0119	040	96	3	*	0	0	0	0	0	*	93
Xitlama	0119	041	46	0	0	0	0	0	0	0	0	45
Xitlama	0119	042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xitlama	0119	043	126	0	0	0	0	0	0	0	0	124
Xitlama	0119	044	63	0	0	0	0	0	0	0	0	63
Xitlama	0119	045	167	0	0	0	0	0	0	0	0	167
Xitlama	0119	046	45	3	*	*	*	0	0	0	0	42
Xitlama	0119	047	542	21	13	*	4	0	*	0	*	516
Xitlama	0119	048	23	0	0	0	0	0	0	0	0	23
Xitlama	0119	049	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Xitlama	0119	050	63	*	0	0	0	*	0	0	0	62
Xitlama	0119	051	43	0	0	0	0	0	0	0	0	42
Xitlama	0119	052	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xitlama	0119	053	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Xitlama	0119	054	32	*	0	0	*	0	0	0	0	31
Xitlama	0119	055	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Xitlama	0119	056	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Xitlama	0119	057	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xitlama	0119	058	45	*	0	0	0	0	0	0	*	44