



ATLAS DE RIESGOS DE ORIGEN NATURAL XICOHTZINCO, TLAXCALA. 2014



30 Ene 2015.
Versión Final
Número de expediente: PP14/29042/AE/1/0059
Número de Obra: 429042PP003252
Xicohtzinco, Tlaxcala

MUNICIPIUM
Desarrollo de Proyectos de Gobernabilidad, S.C.
Montecito 38, 16-32, Col. Nápoles
Ciudad de México, DF
info@municipium.mx
MMXV
(55) 9000 3449

Contenido

CAPÍTULO I. Introducción, Antecedentes y Objetivo4

1.1 Introducción4

1.2 Antecedentes (Antecedentes históricos de peligros o riesgos).....6

1.3 Objetivo6

CAPÍTULO II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica 8

2.1 Determinación de niveles de análisis.9

2.2. Determinación del nivel de escalas de representación cartográfica.10

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.12

3.1 Fisiografía (provincias, subprovincias)12

3.2 Geomorfología (sistema de topoformas)13

3.3 Geología.....15

3.4 Edafología.....16

3.5 Hidrografía (corrientes y cuerpos de agua)19

3.6 Cuencas y Subcuencas21

3.7 Clima.....22

3.8 Uso de suelo y vegetación23

3.9 Áreas naturales protegidas24

CAPÍTULO IV. Caracterización de Elementos Sociales, Económicos y Sociodemográficos...26

4.1 Elementos Sociodemográficos26

4.2 Características Sociodemográficas26

4.3 Dinámica Demográfica.....26

4.4 Proyección de población al 203027

4.5 Distribución de población28

4.6 Densidad de población28

4.7 Pirámide de edades29

4.8 Características sociales.....29

4.9 Población con discapacidad.....32

4.10 Pobreza y marginación.....33

4.11 Población indígena.....35

4.12 Equipamiento e Infraestructura35

4.13 Principales actividades económicas en la zona..... 35

4.14 Características de la Población Económicamente Activa (PEA)..... 36

4.15 Reserva Territorial 37

CAPÍTULO V. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural..... 40

5.1 Vulnerabilidad 40

5.2. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos geológicos 42

5.2.1 Erupciones Volcánicas..... 42

5.2.2 Sismos (epicentros con sus respectivas magnitudes) 49

5.2.3 Tsunamis..... 54

5.2.4 Inestabilidad de laderas (Flujos. caídos o derrumbes) 55

5.2.5 Hundimientos..... 60

5.2.6 Subsistencia 60

5.2.7 Agrietamientos 61

5.3. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgo ante fenómenos de origen Hidrometeorológico 62

5.3.1 Ondas cálidas y gélidas 62

5.3.2 Sequías 66

5.3.3 Heladas 68

5.3.4 Tormentas de granizo 70

5.3.5 Tormentas de nieve 71

5.3.6 Ciclones Tropicales 72

5.3.7 Tornados 72

5.3.8 Tormentas de Polvo 73

5.3.9 Tormentas eléctricas 74

5.3.10 Lluvias Extremas..... 75

5.3.11 Inundaciones 76

CAPÍTULO VI. Obras de Mitigación de riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural. 89

CAPÍTULO I

Introducción, Antecedentes y Objetivo



CAPÍTULO I. Introducción, Antecedentes y Objetivo

1.1 Introducción

Los fenómenos naturales, si bien muchas veces resultan perturbadores para las comunidades humanas, también son manifestaciones de procesos que son indispensables para los ciclos vitales de la Tierra. Por ejemplo, los fenómenos hidrometeorológicos, además de distribuir el agua que resulta indispensable para el consumo humano y para los procesos agrícolas, tienen una función relacionada con el drenaje y la limpieza del medio ambiente. Además, las lluvias contribuyen a regular las temperaturas y ayudan a mantener el equilibrio en la tropósfera, que es la capa de la atmósfera que está en contacto con la superficie de la Tierra y es el ámbito en el que tiene lugar la vida. Por su parte, los sismos y las erupciones volcánicas son procesos geológicos que sirven de escape a las energías que subyacen en las capas interiores del planeta. Sin la actividad tectónica no se habrían formado los relieves montañosos, cuya elevación permite el nacimiento de corrientes hídricas a cuyas riberas han florecido la gran mayoría de las comunidades humanas. Sin los fenómenos naturales, nuestro planeta perdería el equilibrio que hace posible la subsistencia de la vida.

Sin embargo, muchas veces esos fenómenos naturales se producen con tal magnitud que afectan las condiciones de normalidad en las comunidades humanas y en casos extremos llegan a producir catástrofes. Además, aunado a ese potencial perturbador de los fenómenos naturales, las dinámicas social y demográfica producen distintos grados de vulnerabilidad ante ellos. Es decir que la propensión a mudar la cotidianidad en una condición de desastre no es la misma, ni en todas las comunidades ni ante todos los fenómenos perturbadores.

Pero si bien los fenómenos naturales son esencialmente inevitables y en buena medida impredecibles, las personas tenemos la responsabilidad de entenderlos, medirlos, ubicarlos en el tiempo y en el espacio, estimar su potencial destructivo y sobre todo, adoptar las medidas necesarias para reducir considerablemente los daños que pudieran ocasionar.

El Ayuntamiento de Xicohtzinco, con base en estas reflexiones y preocupados por la integridad de la comunidad municipal, su patrimonio y la infraestructura pública, impulsan la puesta en marcha de instrumentos integrales de ordenación y planeación urbana, como el presente estudio, que en su expresión más consumada se trata de una herramienta cartográfica que debe i) contribuir a la cultura local, dado que permite un conocimiento más responsable de la geografía del municipio; ii) constituirse en una de las bases para el ordenamiento territorial y urbano; y iii) permitir el diseño y la operación de políticas y estrategias más eficaces en materia de protección civil y seguridad pública. Si bien se trata de una herramienta útil para los gobernantes locales, también es un documento que merece ser consultado por instituciones de educación de todos los niveles, por representantes de agentes económicos y aún por las personas y familias en su calidad de

habitantes y vecinos del municipio. Del mismo modo, debe ser consulta obligada para las instancias de gobierno estatales y federales cuando diseñen o ejecuten políticas públicas que incidan sobre la realidad geográfica, sociodemográfica, urbana o económica del municipio.

Para comprender mejor el desarrollo de este documento y sus conclusiones, hace falta acotar el alcance de los siguientes términos:

- **Riesgo:** Es la probabilidad de que se produzca un daño originado por un fenómeno perturbador. El riesgo se calcula a partir de la conjugación del peligro (o en su caso, la amenaza) y la vulnerabilidad. En su expresión matemática más simple, se dice que riesgo = peligro (o amenaza) x vulnerabilidad.
- **Peligro:** Es un evento natural destructivo en una zona determinada y en el curso de un período dado, estimado a partir del análisis de probabilidades.
- **Amenaza:** Es un evento natural destructivo cuya recurrencia no se puede estimar (es decir que no se puede calcular su periodo de retorno).
- **Vulnerabilidad:** Es una condición social dada por la propensión de una comunidad a mutar su estado cotidiano a una condición de desastre, a consecuencia de los efectos de un fenómeno natural perturbador.

Sobre estas bases, el presente Atlas de Riesgos de Xicohtzinco tiene la misión de ubicar espacial y temporalmente el peligro; localizar geográficamente la vulnerabilidad física y social de las comunidades expuestas y, finalmente, representar diversos escenarios de riesgos derivados del impacto de fenómenos naturales perturbadores. En estas condiciones resulta evidente que para que las conclusiones de este estudio sean válidas, hace falta estudiar con suficiente profundidad las condiciones del contexto sociodemográfico porque el riesgo que supone un fenómeno peligroso no es el mismo para una comunidad que tiene suficiente dotación de servicios públicos y escasa marginación, que para una comunidad que, digamos, carece de servicios de salud. La magnitud de un desastre está condicionada por la vulnerabilidad del contexto sobre el que se cierne.

La elaboración de este instrumento se sustenta metodológicamente en las *Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo* (en adelante referidas como las Bases), publicadas en 2014 por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) del Gobierno Federal, quien además supervisó y autorizó la versión final.

En observancia de las citadas Bases, este estudio se aboca al análisis de los fenómenos naturales contenidos en la siguiente tabla, así como el contenido que se describe más adelante:

FENÓMENOS NATURALES	
TIPO	FENÓMENO
GEOLÓGICOS	1. Vulcanismo
	2. Sismos
	3. Tsunamis
	4. Inestabilidad de laderas
	5. Flujos
	6. Caídos o derrumbes
	7. Hundimientos
	8. Subsistencia
	9. Agrietamientos
HIDROMETEOROLÓGICOS	10. Ondas cálidas y gélidas
	11. Sequias
	12. Heladas
	13. Tormentas de granizo
	14. Tormentas de nieve
	15. Ciclones tropicales
	16. Tornados
	17. Tormentas polvo
	18. Tormentas eléctricas
	19. Lluvias extremas
	20. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres

(SEDATU, 2014)

En el primer capítulo se analizan brevemente las problemáticas históricas relacionadas con peligros de origen natural con el objeto de identificar cuáles son los fenómenos naturales recurrentes en la geografía municipal. Por tanto, no se trata de un recuento exhaustivo sino que más bien recoge algunos sucesos relevantes y útiles para los fines de este estudio.

En el segundo capítulo se identifica la poligonal del municipio (límites geográficos del mismo) y se describen y representan los elementos de la infraestructura pública básica, tales como la vialidad, las líneas de conducción eléctrica o las áreas públicas, entre otros. En este mismo capítulo se establecen los niveles de análisis con los que se abordará el estudio de cada uno de los fenómenos perturbadores que se examinan en este Atlas. Los niveles de análisis son el grado de detalle con el que se estudia cada fenómeno en el contexto del municipio. Estos niveles son distintos para cada tipo de fenómeno porque la probabilidad de ocurrencia de unos es distinta de la de otros. Así, el nivel de análisis empleado para un fenómeno que se considera recurrente y de alta peligrosidad será mayor que el nivel que se emplee para analizar un fenómeno cuya ocurrencia es poco probable. Así mismo se definirán las escalas de representación que resulten más adecuadas para generar los mapas en los que se mostrará la información relacionada con cada fenómeno natural analizado.

En el tercer capítulo se analizan los elementos que conforman el medio físico del municipio de Xicohtzinco, a partir de sus características fisiográficas, geológicas, geomorfológicas, edafológicas, hidrográficas, climáticas, de uso de suelo y vegetación y de áreas naturales protegidas.

En el cuarto capítulo se desarrolla una caracterización demográfica, social y económica del municipio a partir de indicadores que muestran la distribución de la población, la natalidad, la mortalidad y la densidad de la población, entre otros datos. Esta parte del estudio se realizó a partir de los bancos de información estadísticos disponibles, considerando en todo caso las disposiciones del apartado B del Artículo 26 Constitucional, de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, de la *Norma Técnica para la Generación, Captación e Integración de Datos Catastrales y Registrales con fines estadísticos y geográficos*, publicada el 16 de enero del 2012 en el Diario Oficial de la Federación, y de los *Principios Fundamentales de las Estadísticas Oficiales*, emitidos por el Consejo Económico y Social de la ONU. En este contexto, los datos oficiales se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y de las instituciones que realizan estudios directamente a partir de los datos del INEGI, es decir, CONAPO y CONEVAL, respetando incluso algunas inconsistencias que se observaron a la hora de hacer los análisis. Sin embargo, dado que la información sociodemográfica y económica es sumamente dinámica, realidad de la que no se escapa Xicohtzinco, estos datos fueron revisados y contrastados con la información con que cuenta el gobierno municipal.

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 los sistemas afectables para zonificar áreas de determinada vulnerabilidad en la zona de estudio. Una vez que se hayan identificado las zonas de amenazas, peligros y vulnerabilidad, se hará la localización de los mismos en el sistema de información geográfica para determinar las zonas de riesgos ante cada fenómeno.

El Atlas de Riesgos del municipio de Xicohtzinco está constituido por el presente documento, así como por la cartografía digital que incluye los metadatos, los archivos de coberturas geográficas o *shapes*, los archivos de tipo “kml” y “kmz” (legibles en plataformas informáticas libres, tales como *Google Earth*) y los modelos *raster*, además de la memoria fotográfica y de video.

1.2 Antecedentes (Antecedentes históricos de peligros o riesgos)

Xicohtzinco ha sido escenario de diversos fenómenos, principalmente hidrometeorológicos, asociados en su mayoría a procesos de saturación del suelo y lluvias intensas en la cuenca norte del municipio y en las áreas captadoras al oeste del volcán La Malinche; es decir, que cuando las lluvias y la humedad se intensifican en el territorio municipal y en su área de captación, los cauces secos se convierten en ríos caudalosos de rápida respuesta. Las características físicas sumadas a las vulnerabilidades presentes en Xicohtzinco hacen que exista un riesgo a desastres latente que, a lo largo de su historia, se ha materializado en varias catástrofes, que se mencionan y recogen en seguida.

En la localidad de Tlatelpa, al suroeste de la cabecera municipal, han tenido lugar eventos de inundación debido a que es una zona deprimida del municipio conocida como camino a Dolores. En septiembre de 2002 el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), emitió una declaratoria de desastre debido a los daños provocados por la sequía atípica e impredecible que afectó al Municipio de Xicohtzinco, en esta ocasión se tuvieron grandes pérdidas de cosechas. (Diario Oficial de la Federación, 2002) Siete años después, en 2009, reapareció el fenómeno y la SAGARPA destinó parte de su fondo para paliar los daños catastróficos en los cultivos de maíz. (SAGARPA, 2009)

Respecto a las inundaciones, existen algunas zonas con esta problemática, identificadas en el trabajo de campo, y que se ratifican con entrevistas con la población, como son las riberas del río Zahuapan, además de las tres barrancas, Acapixtle, Corazón de Jesús (conocida también como barranca de Chalmita)¹ y Tecuanatla, que atraviesan el Municipio.

Asimismo, se hace referencia a algunas de las notas periodísticas más relevantes en torno a este tema de inundación en el municipio, como la del 3 de mayo al 19 de junio de 2006, donde se presentaron diversos fenómenos perturbadores que dañaron la estructura física de viviendas, provocando, además de las inundaciones, afectaciones en cultivos de maíz, trigo y cebada en algunos municipios donde está incluido, Xicohtzinco. (La Jornada de Oriente, 2006)

La precipitación pluvial que se registró la noche del lunes 13 de septiembre del 2011 originó que en la gasolinera de Xicohtzinco, ubicada en la entrada de la demarcación junto a la empresa Resirene del corredor industrial Panzacola, el agua subiera por lo menos 40 centímetros e impidió su funcionamiento. (Muñoz, 2011) De acuerdo a los pobladores, la lluvia también derivó en encharcamientos en varias calles, lo cual dificultó el tránsito vehicular y en algunos hogares el agua penetró, pero no hubo mayores consecuencias. Adicionalmente, en esta oportunidad, se presentaron encharcamientos severos e inundaciones en distintos puntos de Xicohtzinco y provocó también que el agua subiera de nivel en la carretera federal Tlaxcala - Puebla lo cual dejó varados a varios vehículos en esta vía de comunicación.

¹ Información obtenida en trabajo de campo el 23 y 24 de agosto de 2014

En 2012 hubo una contingencia por inundaciones y 50 viviendas, ubicadas en la Zanja “El Valor”, se vieron afectadas en sus bienes inmuebles, mismas que tuvieron que ser apoyadas con el desazolve de la barranca al siguiente año..

En mayo del 2013, autoridades del municipio detectaron algunas viviendas edificadas en zonas consideradas de riesgo que podrían resultar afectadas durante esa temporada de lluvias. Las autoridades de Protección Civil, señalaron que tras la identificación de dichas viviendas se exhortó a sus ocupantes a reubicarse en otro lugar; sin embargo, hicieron caso omiso a la recomendación. Enfatizaron que se trata de viviendas asentadas en la zona conocida como Tlalistaca, sobre el cauce de un río que desciende de la Malinche.

En julio del 2014 se presentó otra situación de contingencia que fue referida por los pobladores y autoridades del municipio, respecto a la presencia de lluvias intensas que provocaron encharcamientos e inundaciones al sur del municipio, esto sobre la calle El Porvenir y el Camino a Dolores, por lo que fue necesario evacuar a algunas familias.

1.3 Objetivo

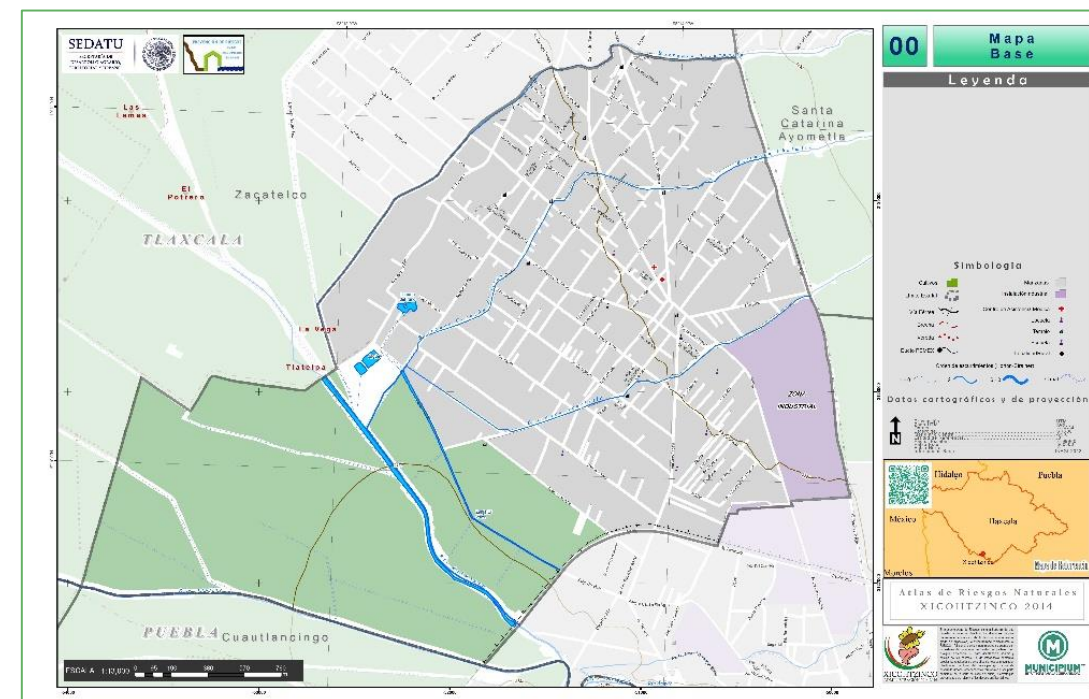
Con el presente Atlas de Riesgos, las autoridades del Municipio de Xicohtzinco, podrán diagnosticar, ponderar y detectar amenazas, peligros, vulnerabilidades y estimar las zonas de riesgo en su territorio, a través de criterios estandarizados, catálogos y bases de datos homologadas, compatibles y complementarias con el sistema georreferenciado del INEGI y del atlas de riesgos estatal de Tlaxcala, en apego irrestricto a las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para la Representación del Riesgo 2014 (Las Bases) emitidas por la SEDATU y de cumplimiento obligatorio, de acuerdo a lo establecido en las Reglas de Operación del PRAH.

Para alcanzar dicho objetivo, el estudio presenta dos etapas cronológicas de elaboración: La primera, de acopio-análisis, que es parte inicial de la caracterización de los ámbitos natural y social que intervienen en la construcción de riesgos, en donde se presenta el resultado del acopio de información bibliográfica, temática, cartográfica, entrevistas con algunos informantes clave dentro de los cuales se encuentran las autoridades del gobierno municipal de Xicohtzinco. La segunda etapa, consiste en la descripción de los peligros, tal y como son definidos por las Bases, 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 sociales, económicos y demográficos.

CAPÍTULO II.

Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica



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

Dentro de este documento, un mapa es la representación gráfica a una escala reducida de una porción de la superficie del municipio que muestra sólo algunos rasgos o atributos de la realidad. Para la zona de estudio inicial del presente atlas de riesgos se realizarán diversos mapas en los que convergen características geológicas, edáficas, fisiográficas e hidráulicas del municipio como 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 espacio municipal, se indica en primer término que el municipio de Xicohtzinco colinda al norte con el municipio de Santa Catarina Ayometla, al sur con el estado de Puebla, al oriente se establecen linderos con el municipio de Papalotla de Xicohténcatl, y por la parte occidental colinda con el municipio de Zacatelco. Está ubicado en el Altiplano central mexicano; situándose en un eje de coordenadas geográficas entre los 19 grados 11 minutos latitud norte y 98 grados 14 minutos longitud oeste.

Se presenta en el municipio una sola forma característica de relieve, que corresponde a las zonas planas y abarca la totalidad de la superficie; no obstante, cuenta con una importante cantidad de barrancas y lomeríos que le confieren una superficie heterogénea que se describirá más adelante en el apartado de geomorfología. Según datos calculados en el Sistema de Información Geográfica, se estima una superficie total de 7.28² km² con una altitud máxima de 2,215 msnm en el extremo noreste (límites con Sta Catarina Ayometla) y una mínima de 2,175 msnm al extremo sur del municipio (en las cercanías de Coronango). Por lo que tiene una altitud promedio de 2,195 msnm y un diferencial altimétrico de más de 40 metros.

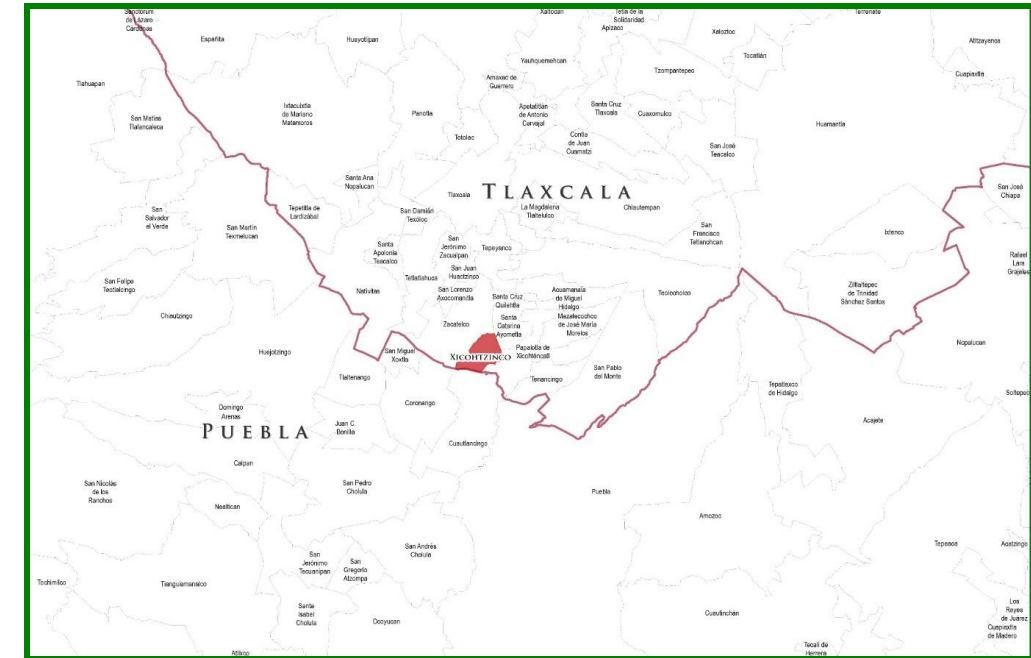


ILUSTRACIÓN 1. XICHTZINCO EN EL CONTEXTO PUEBLA-TLAXCALA.

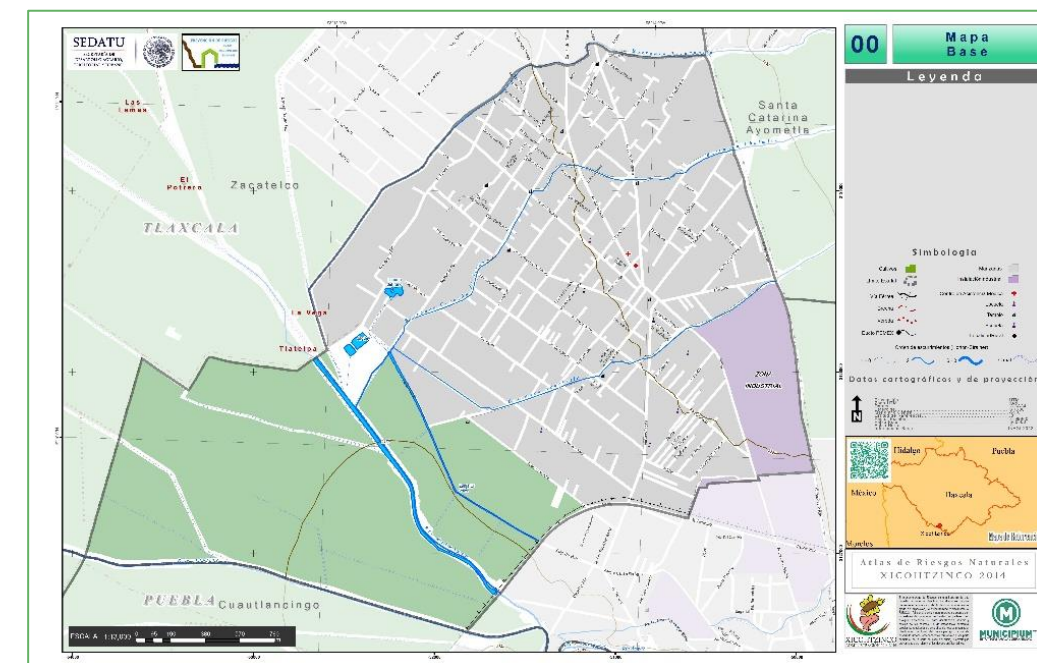


ILUSTRACIÓN 2. MAPA BASE MUNICIPAL DE XICHTZINCO

² Según la página web de Xicohtzinco (<http://www.xicohtzinco.gob.mx/ayuntamiento.html>) la extensión geográfica municipal es de 9.392 Km², sin embargo la información calculada en el SIG con base a los límites del Marco Geoestadístico Municipal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2013 con actualización a agosto del 2014 es de 7.28 Km².

2.1 Determinación de niveles de análisis.

En el caso de este Atlas, el sistema de representación cartográfica, la definición de las escalas y niveles de análisis de estudio se indica a través de tres niveles de aproximación, diseñados para facilitar al usuario el trabajo de referenciación geográfica, a pesar de que no existe una convención o acuerdo a nivel nacional o internacional en cuanto a los parámetros para las escalas de análisis, se definió que el presente documento tendrá una precisión a nivel métrico en lo referente al análisis de riesgos.

En los mapas impresos la definición siempre se sujetará a la escala y tamaño de salida del mapa, pero es importante señalar que la determinación de áreas se tornará más precisa cuando se emplea el Sistema de Información Geográfica (SIG), ya que éste permite tener acercamientos de gran precisión. Para paliar la condicionante (en los mapas) del límite administrativo-político de Xicohtzinco, ante estudios con límites geográficos mucho mayores que el político, como ya se mencionó, se estructuraron 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 modelos de inundación)
- Límite municipal (peligros y riesgos nivel municipal)
- 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 Xicohtzinco, sino que se incorpora a la visión cartográfica de los municipios colindantes; por ejemplo: las microcuencas de ríos que descienden desde el volcán La Malinche.

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. En el nivel de traza urbana se considera la identificación, evaluación y valoración de las construcciones de manera cualitativa y cuantitativa.

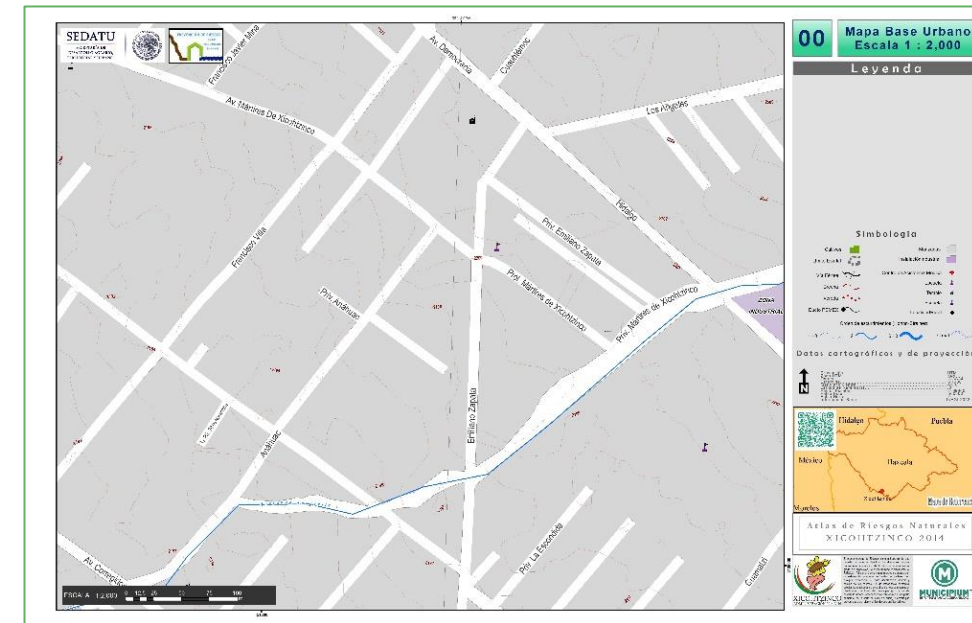


ILUSTRACIÓN 3. MAPA BASE A NIVEL URBANO DEL ÁREA URBANA DE XICOHTZINCO .

A nivel de límite municipal, se contempla la superficie perimetral del Municipio, la cual fue delimitada por el INEGI en su Marco Geoestadístico Municipal 2013 y en la que es posible visualizar las principales vías de comunicación, hidrología, límites y curvas de nivel en una escala de 1:100,000 mediante una representación lineal de dichos rasgos, de igual forma es posible visualizar las áreas urbanas como manchas y las localidades rurales como puntos.

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 puntual para contar con la determinación municipal de peligros, aunque se pueda llegar más adelante a niveles de colonia.

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.

El cuarto nivel es el más detallado de todos, el nivel de traza urbana o de manzanas, que se refiere a un alcance de escalas hasta 1:2,500 ó de mayor detalle; por ejemplo: demuestra la visual de dicho nivel de análisis en el cual se etiquetan nombres de vialidades, colonias e hidrografía y como rasgo característico el amanzanamiento, 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.

2.2. Determinación del nivel de escalas de representación cartográfica.

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; éste es uno de los objetivos que se persiguen en el presente 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* 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 2014.

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 identificarán una serie de metodologías operacionales que se pueden implementar para prevenir, mitigar y evaluar riesgos, preparando planes y ejecutándolos.

Se señala el hecho de que el calificativo de la escala, es inverso al valor del denominador en la fracción representativa, o lo que es lo mismo, directo con el valor numérico de dicha fracción. Así, por ejemplo, entre las escalas de 1:10,000 y 1:50,000, la más grande es la primera; esto es: Escala grande 1:10,000 (o lo que es lo mismo, 1/10,000) Escala menos grande 1:50,000 (o lo que es lo mismo, 1/50,000). Por tanto, en el presente Atlas del municipio de Xicohtzinco se emplearán escalas muy grandes (de 2,500 a 10,000 como máximo).

Tabla 1. Nivel de análisis en Xicohtzinco		
Nivel de análisis*	Fenómeno	Escala de estudio
1	Vulcanismo	1:50,000
1	Sismos	1:50,000
1	Tsunamis o maremotos	1:250,000
1	Inestabilidad de laderas: Flujos, caídos y derrumbes.	1:50,000 a 1:10,000
1	Hundimientos, subsidencia y agrietamientos.	1:50,000 a 1:20,000
1	Ondas cálidas y gélidas	1:100,000
1	Sequías	1:100,000
1	Heladas	1:100,000
1	Tormentas de granizo	1:100,000
1	Tormentas de granizo y nevadas	1:100,000
1	Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) y tornados	1:250,000
1	Tornados	1:250,000
1	Tormentas polvo	1:50,000
1	Tormentas eléctricas	1:50,000
1	Lluvias extremas	1:50,000
3	Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	1:10,000 a 1:1,000
*Nivel de análisis de acuerdo a las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014.		

CAPÍTULO III

Caracterización de los elementos del medio natural



CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.

3.1 Fisiografía (provincias, subprovincias)

Como se puede observar en la ilustración 5, el municipio de Xicohtzinco en Tlaxcala, se ubica en un 100% dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico y la subprovincia de Lagos y volcanes de Anáhuac, zona caracterizada por su origen geológico, morfología y litología propia y distintiva con una distribución de estructuras volcánicas con actividad eruptiva (que se hace presente hasta nuestros días en volcanes como el Popocatepetl), que se dio a gran escala durante el Plio-Cuaternario, aproximadamente hace 6 millones de años, destacando sobre todo el material basáltico, que dio vida a los estrato-volcanes (Iztaccíhuatl, Popocatepetl, Pico de Orizaba y La Malinche entre otros), que se distribuyen a lo largo de dicha faja, de igual forma, generó una serie de conos cineríticos, muchas veces relacionados a los estrato-volcanes, con erupciones de brechas volcánicas, escoria y lapilli basáltico. Según lo indican los estudios que realizó el instituto de Geología de la UNAM (1982), la estructura y acomodo del Eje Neovolcánico está ligado a la actividad tectónica de las placas oceánica y continental.



ILUSTRACIÓN 4. MAPA DE FIOGRAFÍA Y SUBPROVINCIAS FIOGRÁFICAS.

La Provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico a su vez se subdivide en varias subprovincias, como la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, que se ubica al Centro Este de los límites del Eje Neovolcánico, abarcando los estados de: Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Morelos, Distrito Federal y el Estado de México. Está integrada por sierras volcánicas y grandes aparatos individuales, como la Malinche, que alternan con amplias llanuras, lomeríos y mesetas.

Tabla 2. Fisiografía		
<i>Cobertura Fisiográfica del municipio</i>		
PROVINCIA Y SUBPROVINCIA	Superficie Km ²	Porcentaje %
Eje Neovolcánico	7.28	100%
Lagos y volcanes de Anáhuac	7.28	100%
Fuente: Elaboración Municipium con información del INEGI		

El municipio se ubica a las faldas del estrato-volcán la Malinche, por lo que no presenta cambios bruscos en su topografía, aunque si un suelo rico para la agricultura, que riegan tres barrancas al Norte Centro y Sur.

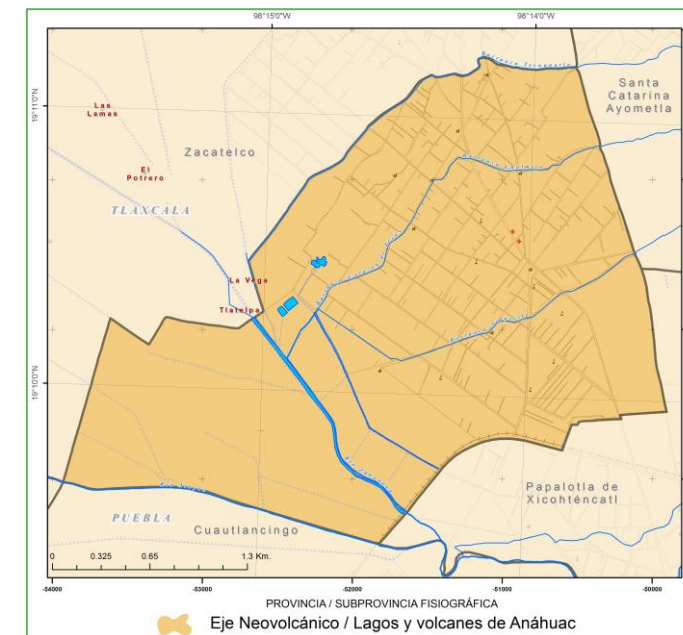


ILUSTRACIÓN 5. MAPA A NIVEL MUNICIPAL DE LA FISIOGRAFÍA.

3.2 Geomorfología (sistema de topoformas)

La geomorfología es considerada una ciencia geológico-geográfica que estudia las formas de la superficie terrestre. El análisis geomorfológico incluye el origen del relieve (génesis), forma (morfología), estructura, desarrollo, dinámica actual, diagnóstico a futuro y su relación con la actividad humana.

El municipio Xicohtzinco se localiza en la ladera suroeste del volcán La Malinche y prácticamente todo el territorio es de morfología plana, sin embargo el relieve de las áreas adyacentes influye en su formación y dinámica. La geomorfología del municipio es la siguiente:

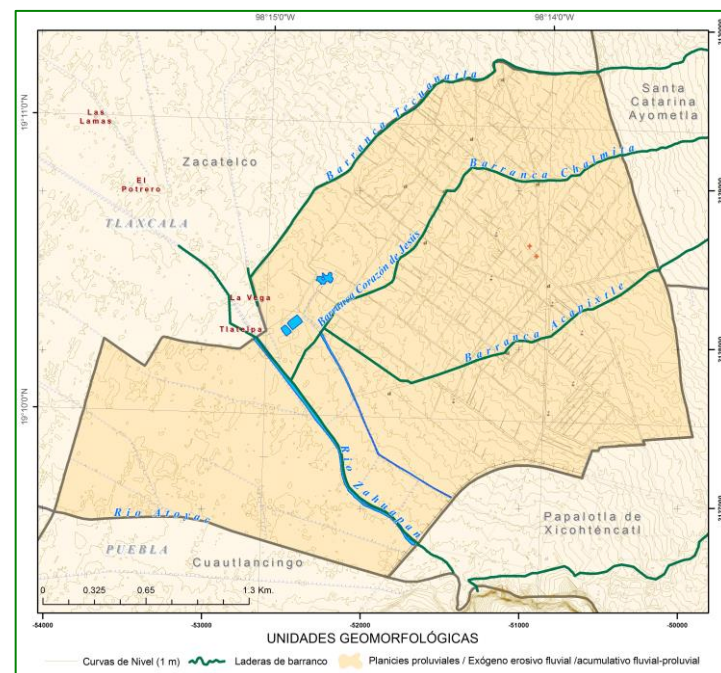


ILUSTRACIÓN 6. MAPA A NIVEL MUNICIPAL DE LA GEOMORFOLOGÍA.

Exógeno acumulativo fluvial

Todas las formas de relieve que son resultado de la acumulación del material transportado por corrientes fluviales del área montañosa o por la acumulación aluvial debido al desborde de los ríos.

Planicies aluviales: Son superficies llanas de origen aluvial que se formaron por acumulación del material de los ríos. Los desniveles que llegan a tener son inferiores a los 8 metros, la pendiente es de 2° y su geometría es semi-ondulada. Se forman por acumulación de material aluvial en forma de terrazas, generalmente son superficies de poca extensión. Su litología es de depósitos aluviales, son del Holoceno y cubren prácticamente todo el municipio.



ILUSTRACIÓN 7. PLANICIE DE INUNDACIÓN DEL RÍO TECUANATLA.

Exógeno acumulativo fluvial-proluvial

Relieve formado por los procesos de acumulación de material fluvial (aluvial), así como el de acarreo sobre la parte frontal del piedemonte (proluvial).

Planicies proluviales: Son planicies que se encuentran en contacto con el piedemonte inferior del volcán. Se han formado por la acumulación del material aluvial acarreado por las corrientes fluviales del volcán, que se depositan donde la pendiente es casi plana, también está presente material de acarreo (proluviación). La litología predominante es aluvial y la edad Holocénica. Se localizan al este del municipio donde se nota el cambio de pendiente y desaparecen los tres ríos.

Exógeno erosivo fluvial

Son las formas del relieve resultantes del escurrimiento del agua, la erosión se presenta de dos tipos: continua o intermitente.

Laderas de barranco: Son resultado de la erosión fluvial que causa incisión en el piedemonte volcánico y en la planicie aluvial, se agruparon todos en una sola unidad debido a que su génesis es la misma. Los barrancos actúan de manera más intensa en la porción este del municipio, estos cortan principalmente los depósitos aluviales, las paredes de estos son abruptos, es decir se encuentran entre los 15° a 35°. Su edad es Pleistocénica-Holocénica. Además se pueden observar un sistema de pequeñas terrazas por la acción de procesos fluviales (Ilustración 9).



ILUSTRACIÓN 8. BARRANCA ZAHUAPAN, SE PUEDE QUE LA PROFUNDIDAD ES ALTA (APROXIMADAMENTE 20 METROS).



ILUSTRACIÓN 10. SISTEMA DE BARRANCAS QUE ATRAVIESAN EL MUNICIPIO DE XICOHTZINCO.



ILUSTRACIÓN 9. SISTEMA DE TERRAZAS EN EL RÍO TECUANATLA, LAS QUE SE ENCUENTRAN MÁS LEJANAS DE TALWEG SON LAS MÁS ANTIGUAS E INACTIVAS POR LA PRESENCIA DE VEGETACIÓN; MIENTRAS QUE LAS QUE SE LOCALIZAN MÁS CERCANAS NO PRESENTAN VEGETACIÓN DEBIDO A QUE SON RECIENTES Y AÚN PRESENTAN ACTIVIDAD.

Tabla 3. Superficie de unidades		
Unidad geomorfológica	Superficie en km ²	Superficie en %
Planicies aluviales, Planicies proluviales con barrancos	7.28	100 %
Elaboración Municipium con Fuente: INEGI		

En la Tabla 3, se indica la superficie que ocupa cada unidad geomorfológica en el municipio. Se puede observar que las planicies son las que mayor superficie abarcan, mientras que los barrancos son los de menor proporción.

3.3 Geología

La geología es la ciencia que estudia la composición, estructura y desarrollo de la corteza terrestre y sus capas más profundas. En el caso del municipio de Xicohtzinco, material aluvial cubre toda la superficie del territorio y en áreas adyacentes existen rocas sedimentarias y rocas ígneas. Como se mencionó en el apartado anterior, el municipio está sobre la ladera suroeste del Volcán La Malinche y, por ello, los sedimentos provenientes de esta estructura volcánica son arrastrados por las corrientes de los ríos (barrancas) y depositados en las partes bajas conformando un relieve de acumulación aluvial. Para estudiar la geología del municipio, no se puede limitar solo al material superficial, ya que debajo del aluvión existen capas de rocas (sustrato) de diferentes edades que están acomodadas unas encima de otras, a esto se le llama estratigrafía.

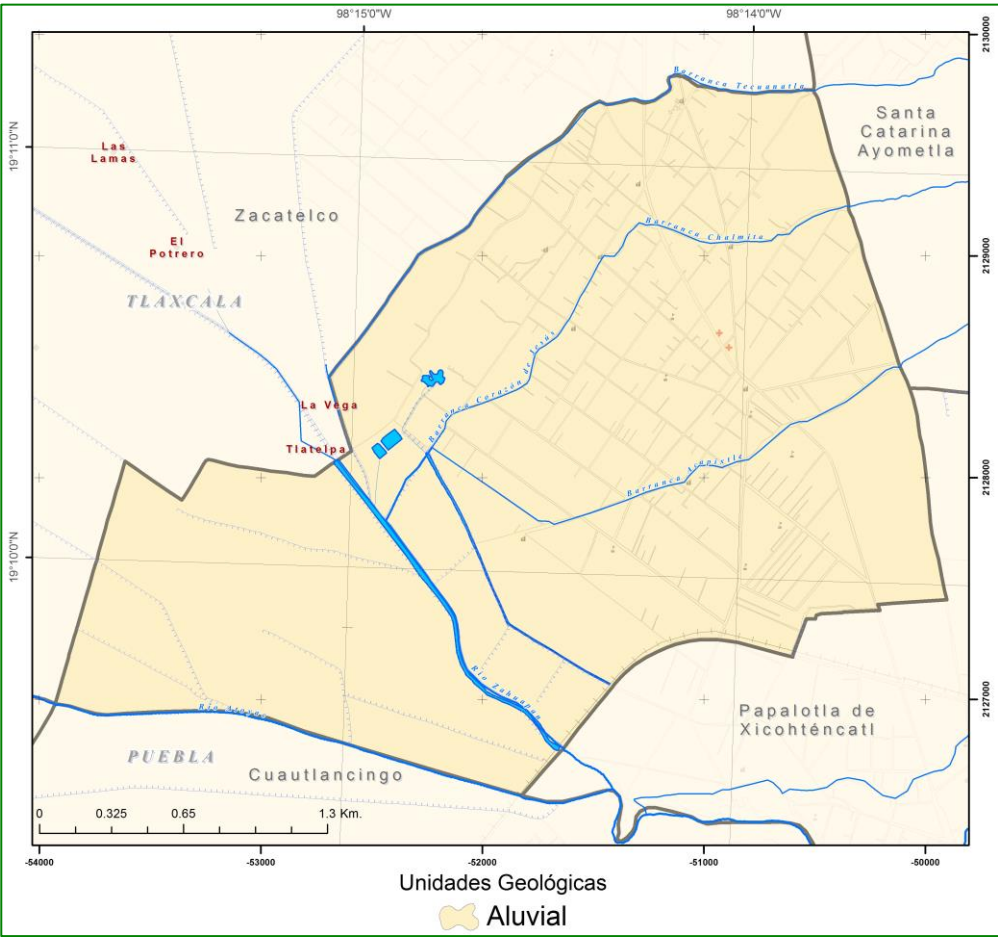


ILUSTRACIÓN 11. MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS.

Tabla 4. Superficie de unidades litológicas en Xicohtzinco		
Litología	Superficie km ²	Superficie en %
Aluvión (Qhoal)	7.28	100%
Q (Cuaternario)		
ho (Holoceno)		
al (Aluvión)		
Elaboración Municipium con Fuente: INEGI		

La carta geológica de Xicohtzinco es la misma que corresponde al centro del país y comprende en su totalidad al Distrito Federal y parcialmente a los Estados de México, Tlaxcala, Morelos, Hidalgo y Puebla. La carta forma parte de la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico y las rocas de esta provincia cubren la mayor parte del área. El municipio se localiza en la porción suoriental donde afloran calizas Albiano-Cenomaniano (del Cretácico Inferior y Cretácico Superior) de la Formación Morelos. Sobre las rocas anteriores afloran rocas volcánicas relacionadas con el Eje Neovolcánico que van de edades del Mioceno al Reciente. La descripción de este vulcanismo se realizó tomando como base los diferentes campos volcánicos que conforman esta región. (SGM, 2002)



ILUSTRACIÓN 12. LA GEOLOGÍA DE XICHTZINCO SUBYACE AL MATERIAL ALUVIAL, QUE ES MUY FINO Y UN COLOR CAFÉ CLARO.

Campo volcánico La Malinche

Se localiza en la porción suroriental y en la base afloran andesitas, que posiblemente forman parte del campo volcánico Humeros-Acocolco, después siguen andesitas y basaltos, que son depósitos piroclásticos y domos relacionados a la evolución de La Malinche. Después existe una secuencia de tobas, aglomerados, grava volcánica de origen fluvial, capas delgadas de pómez y diatomita en las cuencas de Tlaxcala y Puebla. Finalmente el aluvión que rellena los valles está conformado por gravas, arenas, cenizas y arcillas con espesor de 30 a 300 metros.

3.4 Edafología

La edafología es el estudio del suelo, y cada territorio como Xicohtzinco posee una variedad de suelos los cuales tienen diferentes características y propiedades. La superficie del municipio es de 7.28 km², de los cuales 3.631 corresponden al tipo de suelo Fluvisol, mientras que el Feozem ocupa 1.605 de superficie, el Vertisol 1.381 y finalmente el Cambisol 0.713 km².

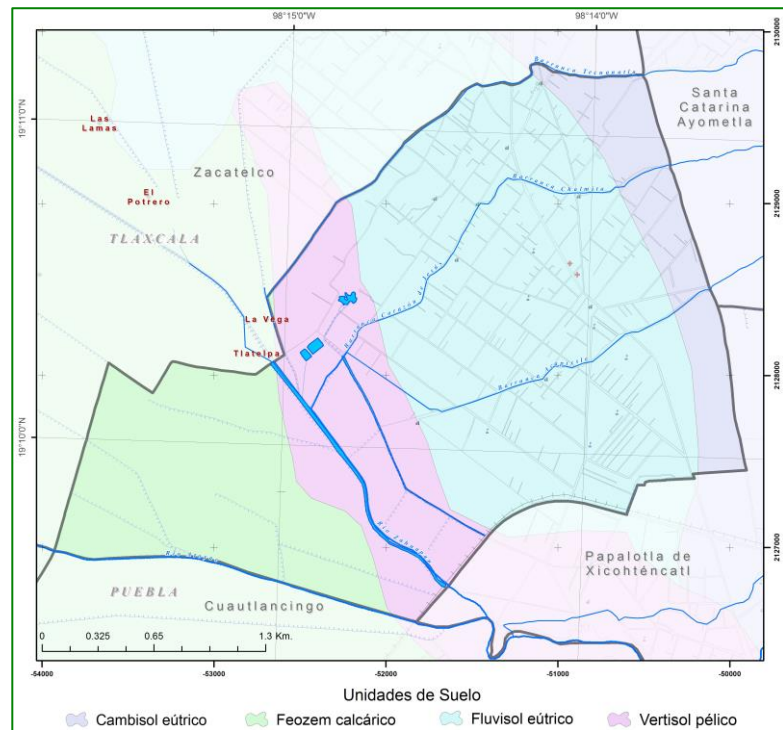


ILUSTRACIÓN 13. MAPA DE EDAFOLOGÍA. SUELOS EN XICHOHTZINCO .

La importancia de conocer las características de los suelos radica en la capacidad de potenciar el tipo de manejo que se le puede dar, es decir si sirve para la agricultura, ganadería, uso pecuario, uso forestal, construcción, etc. El suelo se origina de la interacción de varios factores y elementos como los siguientes: material parental o roca, clima, materia orgánica, relieve y tiempo. Además está formado por horizontes que son capas, las cuales se pueden apreciar en los cortes, pozos y barrancas. En la Ilustración 14 se observa un perfil y horizontes de suelo de la barranca Tecuanatla localizada al norte del municipio.

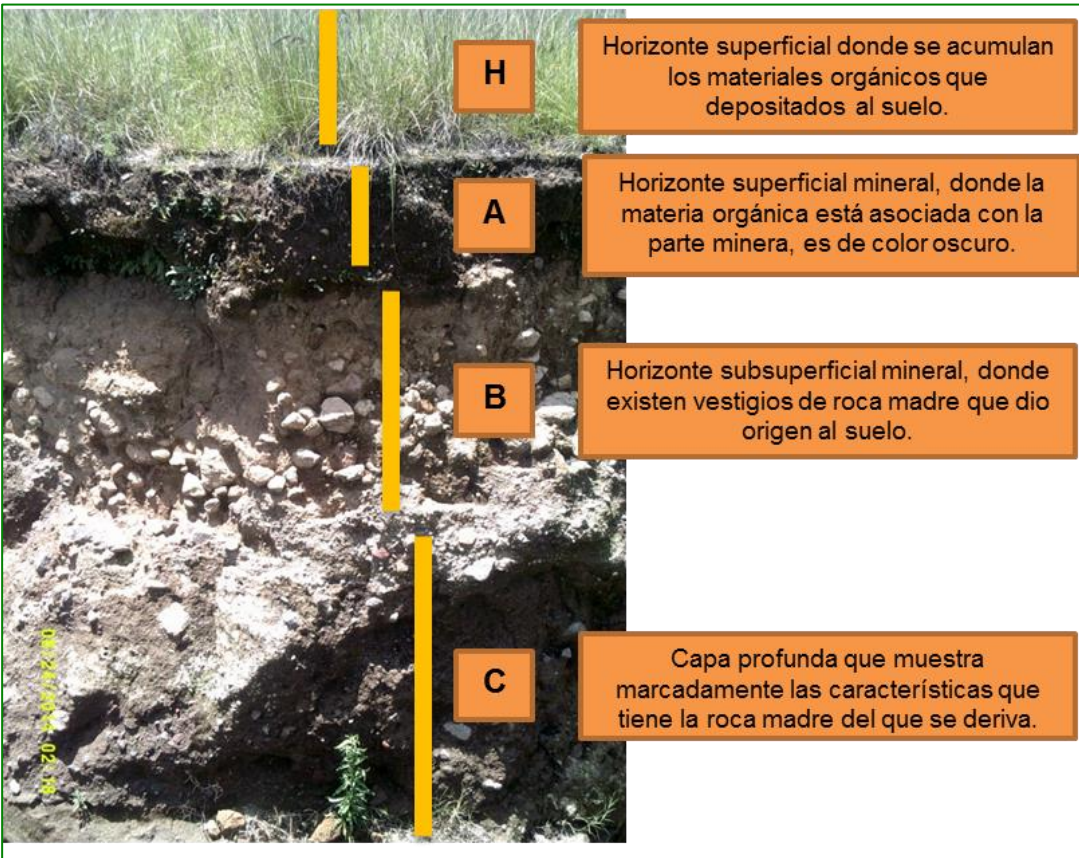


ILUSTRACIÓN 14. PERFIL Y HORIZONTES DEL SUELO EN EL RÍO TECUANATLA, XICHOHTZINCO.

Como se mencionó anteriormente cada suelo tiene diferentes propiedades y usos. Los suelos no siempre presentan la totalidad de los horizontes (H, A, B, C y R), tal es el caso del perfil que se muestra arriba, pues se puede observar que no presenta el horizonte R, que es la capa más profunda, continua y muy dura de roca, que está por debajo del suelo y que ha dado origen a éste.

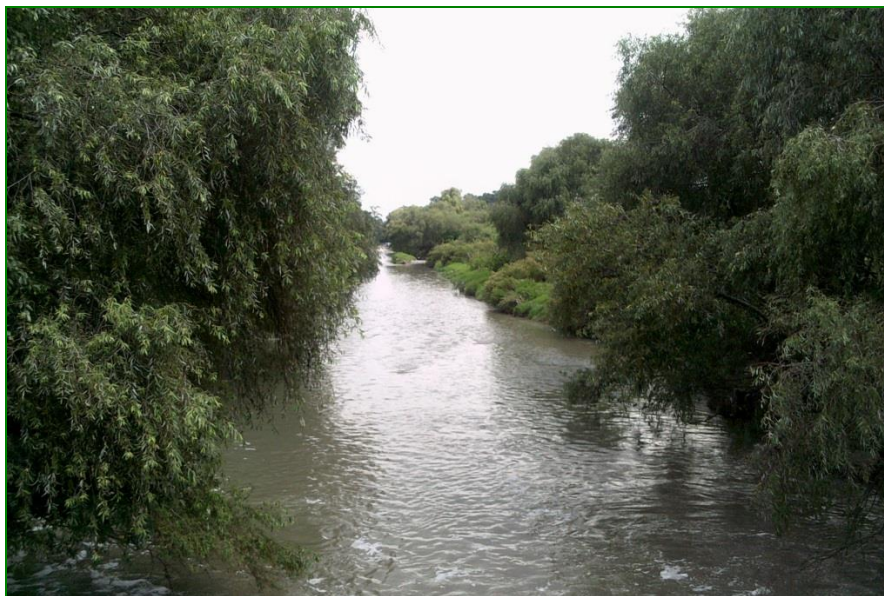


ILUSTRACIÓN 15.SAUCES A LA ORILLA DEL RÍO ZAHUAPAN.

Las propiedades de los factores formadores del suelo se manifiestan en los horizontes, y es precisamente lo que sirve de base para que se puedan clasificar los suelos. El análisis de aspectos morfológicos, físicos, químicos y biológicos, permite conocer el drenaje del suelo, manejo agrícola y la cantidad de nutrientes, que van ligados al uso y manejo de los suelos. Las características de los suelos de Xicohtzinco son las siguientes:

Fluvisol

Suelos de río que se caracterizan por estar formados de materiales acarreados por el agua, son suelos con muy poco desarrollo, de profundidad mediana y su estructura es débil y suelta. Se localizan en todos los climas y regiones de México cercanos siempre a los ríos. Las especies de árboles como los ahuehuetes, ceibas y sauces son típicas que se desarrollan sobre estos suelos. Presentan capas alternadas de arena con rocas o gravas redondeadas, como resultado de la corriente y crecida de agua en los ríos. Su uso y rendimiento depende de la subunidad, ya que los más apreciados en la agricultura son los mólicos y calcáricos, debido a que tienen mayores nutrientes. Estos suelos se localizan al oeste del municipio Xicohtzinco.

Subunidad eútrica: Son suelos ligeramente ácidos a alcalinos y medianamente fértiles.

Fase física gravosa: Presencia de gravas menores a 7.5 cm de diámetro en la superficie del terreno o dentro de los 30 cm de profundidad.

Textura gruesa: Suelos de textura gruesa, con más de 65% de arena, con menor capacidad de retención del agua y nutrientes para las plantas.



ILUSTRACIÓN 16. CAPA DE GRAVAS REDONDEADAS; ESTE SUELO FUE ACARREADO Y DEPOSITADO POR ACCIÓN DEL AGUA.

Tabla 5. Superficie por tipo de suelo en Xicohtzinco		
Tipo de suelo	Superficie km ²	Porcentaje
Fluvisol eútrico	3.631	49.7%
Feozem calcárico	1.605	22.0%
Vertisol pélico	1.381	18.6%
Cambisol eútrico	0.763	9.8%
Elaboración Municipium con Fuente: INEGI		

Feozem

Es un suelo pardo que se presenta en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en zonas tropicales lluviosas y zonas desérticas. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y muchos nutrientes. Su profundidad es muy variable, ya que cuando son profundos se localizan en superficies planas y son utilizados para agricultura de riego o temporal con altos rendimientos. Los feozem menos profundos se localizan en laderas o pendientes, presentan como limitante la roca, tienen rendimientos bajos y son fáciles de erosionarse. Son utilizados para pastoreo y ganadería con resultados favorables. Cabe destacar que el uso de este tipo de suelo depende mucho de la disponibilidad de agua. Se localizan al este del municipio.

Subunidad calcárico: Son suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas.

Textura media: Suelos llamados francos, ya que están equilibrados en el contenido de arcilla, arena y limo.



ILUSTRACIÓN 17. LOS FEZEM SON UTILIZADOS PARA AGRICULTURA Y PASTOREO.

Vertisol

Este tipo de suelos son característicos de climas templados y cálidos, específicamente en zonas que tienen marcada una estación seca y otra muy lluviosa. Tienen una estructura masiva y alto contenido de arcilla, la cual es expandible. Su color común es el negro o gris oscuro y la vegetación natural en estos suelos es de selvas bajas a pastizales y matorrales. Son muy fértiles, pero la dureza que tienen dificulta la labranza, aunque su uso agrícola es muy extenso, variado y sobre todo productivo. La mayor parte de la caña, cereales y hortalizas se producen en estos suelos. Son difíciles de erosionarse y se distribuyen en la parte central del municipio. No presenta subunidad.

Textura media: Suelos llamados francos, ya que están equilibrados en el contenido de arcilla, arena y limo.



ILUSTRACIÓN 18. SEMBRADÍOS DE CAÑA SOBRE SUELO SOMERO COLOR GRIS OSCURO.

Cambisol

Este tipo de suelo es joven y poco desarrollado, se puede localizar en cualquier tipo de vegetación y clima, excepto en zonas áridas. Tiene pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, manganeso o hierro. Son muy abundantes, su uso y rendimiento es muy variable dependiendo del clima. Tienen moderada susceptibilidad a la erosión y se localizan en menor proporción, a diferencia de los otros suelos, al oeste del municipio.

Subunidad eútrica: Son suelos ligeramente ácidos a alcalinos y medianamente fértiles.

Fase física gravosa: Presencia de gravas menores a 7.5 cm de diámetro en la superficie del terreno o dentro de los 30 cm de profundidad.

Textura gruesa: Suelos de textura gruesa, con más de 65% de arena, con menor capacidad de retención del agua y nutrientes para las plantas.

3.5 Hidrografía (corrientes y cuerpos de agua)

El municipio de Xicohtzinco tiene la influencia de dos cuencas que discurren a lo largo de la superficie municipal; al norte se encuentra la subcuenca del Río Zahuapan, mientras que la mayor parte de la superficie municipal queda dentro de la subcuenca del Río Atoyac, ambas pertenecientes a la Región Hidrológica 18, tributarias del río Balsas.

Existen cinco escurrimientos principales al interior del municipio, de los cuales solo dos son perennes. El principal de ellos es el río Atoyac, que corre al sur del municipio y sirve como límite con el estado de Puebla; otro río perenne de importancia es el escurrimiento llamado río Zahuapan, que es también uno de los más importantes en el estado de Tlaxcala. Este río se origina por los escurrimientos de la Sierra de Tlaxco, al norte del estado. A lo largo de su curso recibe diversos aportes fluviales, siendo los más importantes los provenientes del volcán La Malinche.

El río Zahuapan atraviesa el territorio municipal en dirección noroeste - sureste haciendo un recorrido de 1.7 km aproximadamente hasta desembocar en el río Atoyac, que recorre el municipio por 2.1 km aproximadamente y sirviendo de límite con el estado de Puebla.



ILUSTRACIÓN 19. BARRANCA TECUANATLA.

Vale la pena mencionar que ambos ríos presentan una problemática ambiental, ya que en sus caudales son descargados residuos contaminantes producto de los complejos urbanos, agrícolas e industriales que se encuentran en la región.

Existen tres escurrimientos más que cruzan buena parte del municipio. Estas corrientes son de tipo intermitentes y corren de noreste a suroeste, desembocando en el Río Zahuapan. Localmente se les da el nombre genérico de barrancas y son de vital importancia ya que atraviesan la zona más poblada del municipio, se trata de las barrancas Tecuanatla, del Corazón de Jesús y Acapixtle.

Al norte está la barranca Tecuanatla, que hace las veces de límite con el municipio de Zacatelco. Las dimensiones del cauce van desde los 7m de profundidad por 6.6m de ancho en su extremo noreste hasta 1.8m de profundidad por 2.2m de ancho en su extremo suroeste.



ILUSTRACIÓN 20. CALLE DE TERRACERÍA SOBRE EL CAUCE DE LA BARRANCA ACAPIXTLE.

Más al sur, hacia el centro del municipio, está la barranca Acapixtle que corre del noreste al suroeste hasta unirse al río Zahuapan. Este escurrimiento pasa por el centro del municipio y tiene una profundidad máxima de 6 m y 15m de ancho en su extremo norte y una mínima de 2.2m de profundidad por 10.1m en su extremo sur. Esta barranca en su mitad sur está encausada y pasa por debajo de un tramo de la calle Anáhuac hasta su intersección con la calle Corregidora, donde nuevamente discurre a cielo abierto, para posteriormente convertirse en una calle de terracería.



ILUSTRACIÓN 21. BARRANCA ACAPIXTLE EN SU TRAMO SUBTERRÁNEO.



ILUSTRACIÓN 22. BARRANCA CHALMITA.

Por último, justo entre los dos escurrimientos intermitentes anteriores se encuentra la barranca Chalmita que pasa por la zona más poblada del municipio. Esta barranca corre de noreste a suroeste hasta unirse al canal del Trabajo, mismo que se une al río Zahuapan y tiene una profundidad que va de 10m en su extremo norte y 1.9m en su extremo sur. Esta corriente es conocida por los pobladores con dos nombres diferentes. El primero es, en su parte norte, barranca de Chalmita, conservando dicho nombre hasta su intersección con la calle Mártires de Xicohtzinco donde cambia a barranca del Corazón de Jesús, justo donde se encuentra la capilla del mismo nombre.

Cabe destacar que estos dos últimos escurrimientos son encauzados al pasar por la zona central del municipio.

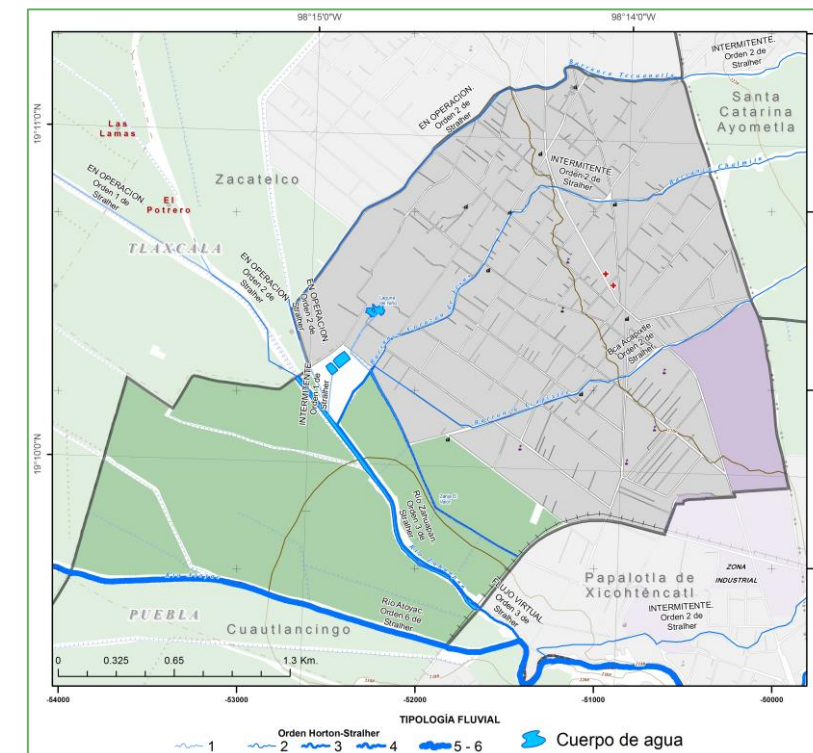


ILUSTRACIÓN 23. MAPA DE HIDROGRAFÍA. ESCURRIMIENTOS EN XICHOHTZINCO.

Orden de escurrimientos

El orden de escurrimientos o de las corrientes es una clasificación que refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca, mientras éste sea más alto el drenaje es más eficiente. El método de clasificación utilizado es el de Strahler, que muestra que el orden de las corrientes aumenta cuando dos o más corrientes del mismo orden se interceptan; en caso de que se intercepten dos corrientes de diferente orden se mantiene el orden más alto. La presencia de las corrientes de agua según su orden se muestra en la **Tabla 6**.



ILUSTRACIÓN 24. BARRANCA DEL CORAZÓN DE JESÚS ENCAUSADA Y SIN ENCAUSAR.

Tabla 6. Órdenes de escurrimientos de Xicohtzinco .		
Descripción	Orden	Km en Xicohtzinco
Pequeños canales que no tiene tributario	Primero	0.91
Unión de dos corrientes de primer orden	Segundo	5.24
Unión de dos corrientes de segundo orden	Tercero	3.73
Unión de dos corrientes de tercer orden	Cuarto	0
Unión de dos corrientes de cuarto orden	Quinto	0
Unión de dos corrientes de quinto orden	Sexto	0
Fuente: Municipium con Información calculada por medio de herramientas de SIG.		

En cuanto a cuerpos de agua, solamente existe uno en el municipio y es conocido como Lago del Niño. Está al suroeste del municipio y es formado por un manantial. Tiene una superficie aproximada de 1,600m².



ILUSTRACIÓN 25. LAGO DEL NIÑO EN XICHOHTZINCO .

3.6 Cuencas y Subcuencas

Existen en la República Mexicana 1,471 cuencas hidrográficas, mismas que la Comisión Nacional del Agua ha agrupado para fines administrativos en 37 regiones hidrológicas. El municipio de Xicohtzinco está ubicado dentro de la Región Hidrológica 18 Balsas, que escurre hacia el Océano Pacífico. Esta región tiene una extensión de 118,268 km², presenta una precipitación de 949.7 mm al año, su volumen de escurrimiento es de 17,057 hm³ al año y está conformada por quince cuencas hidrológicas que son: Río Alto Atoyac, Río Amacuzac, Río Tlapaneco, Río Nexapa, Río Mixteco, Río Bajo Atoyac, Río Cutzamala, Río Medio Balsas, Río Cupatitzio, Río Tacámbaro, Río Tepalcatepec, Río Bajo Balsas, Río Paracho-Nahuatzen, Río Zirahuén y Río Libres Oriental; las cuencas hidrológicas Río Libres Oriental, Río Paracho-Nahuatzen Río Zirahuén, son cerradas, las doce restantes están interconectadas entre sí y drenan sus aguas hacia el Océano Pacífico a través del Río Balsas. (CONAGUA, 2012)

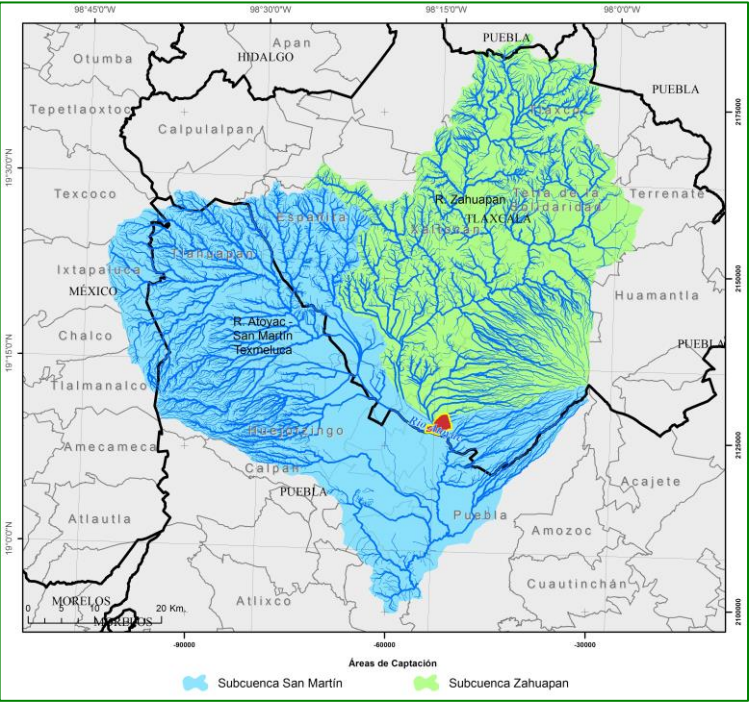


ILUSTRACIÓN 26. MAPA DE CUENCAS. ZONAS CAPTADORAS DE AGUA HACIA XICHOHTZINCO.

El municipio está ubicado en la cuenca del Río Atoyac, y al interior de dos subcuencas: Río Atoyac-San Martín Texmelucan y Zahuapan, cuyas generalidades se explican a continuación.

La subcuenca del río Atoyac-San Martín Texmelucan se ubica entre los estados de Puebla y Tlaxcala y forma parte del inicio de la cuenca del río Balsas, cubre un área de 1,967 km² (INEGI, 2013) y se distribuye sobre 18 municipios de Tlaxcala incluyendo Xicohtzinco. El principal uso de suelo en la subcuenca es de tipo agrícola (Muñóz, 2012).

Tabla 7. Microcuencas		
Cobertura hidrológica del municipio		
Nombre de microcuenca	Km ² en Xicohtzinco	Porcentaje %
Microcuenca de la barranca Tecuanatla	5.16	70.93%
Microcuenca de la barranca Acapixtle	1.28	17.60%
Microcuenca de la barranca Chalmita	0.84	11.47%
Fuente: Elaboración Municipium con Información calculada por medio de herramientas de SIG.		

La subcuenca del Río Zahuapan se localiza en la parte central Norte-Sur del Estado de Tlaxcala y en la parte alta de la Cuenca del Río Atoyac, fisiográficamente en la Provincia del Eje Neo

Volcánico y posee una superficie de 1623.2 km² (INEGI, 2013). Esta subcuenca se distribuye por la mayor parte de Tlaxcala al cubrir 49 municipios del estado incluyendo Xicohtzinco, municipio en el que confluyen varias corrientes tributarias del río Viejo, que a su vez se une al Zahuapan tras haber atravesado poco más de 300m del territorio municipal.

La dirección de la corriente es de norte a sur y tiene una precipitación media anual de aproximadamente 700 mm. En el norte de la subcuenca, la actividad económica predominante es la agricultura de temporal, mientras que en el sur hay una combinación de actividades agrícola e industrial (Muñoz, 2012).

3.7 Clima

El municipio de Xicohtzinco se ubica dentro de la zona de climas templados, descritos por Koppen:

C (w1) Templado subhúmedo con lluvias en verano, índice de precipitación en verano de 43.2 y 55% y un índice invernal del 5 al 10.2% del total anual. Cubre la parte Suroeste del municipio, prácticamente en la zona baja del Xicohtzinco, y que corresponde a tierras de cultivos. Se precipita en la zona una cantidad que va de los 600 a los 800 mm.

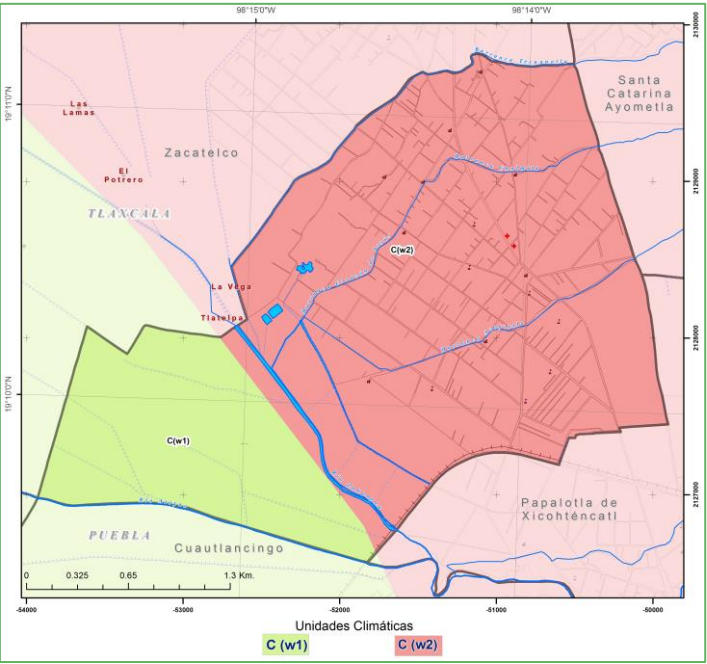


ILUSTRACIÓN 27. EL MAPA DE CLIMAS PERMITE OBSERVAR LA DIVISIÓN DE LOS SUBTIPOS DE CLIMA QUE SE PRESENTAN EN EL MUNICIPIO AL SUROESTE Y NORESTE DE XICHOHTZINCO.

C (w2) Templado subhúmedo con lluvias en verano, con un índice de precipitación en verano mayor al 55% y en invierno una precipitación del 5 al 10.2% del total anual. Este tipo de clima

abarca casi todo el municipio de Norte a Sur y corresponde a la parte alta de las barrancas que recorren a Xicohtzinco.

El régimen de lluvias, está en el rango de los 800 a los 1,000 que se precipitan en el municipio de forma anual. La temperatura del mes más frío es de 3°C y la del mes más cálido es de 22°C. La precipitación del mes más seco es de 40 mm.

Tabla 8. Climas en Xicohtzinco		
Tipo de Clima	Temperatura media anual	Precipitación de lluvia invernal
Templado subhúmedo con lluvias en verano C(w1)	12 y 18°C	Menos de 5%
Templado subhúmedo con lluvias en verano C(w2)	12 y 18°C	Mayor de 5%
Elaboración Municipium con Fuente: INEGI		

3.8 Uso de suelo y vegetación

El suelo del municipio de Xicohtzinco, se caracteriza por su riqueza mineral, para sustentar pastizales y áreas de cultivo; por ejemplo la vegetación predominante que describe la serie V del INEGI, de Uso de suelo y vegetación, **ILUSTRACIÓN 28.**, que muestra la extensión de las áreas verdes que abarcan al municipio:

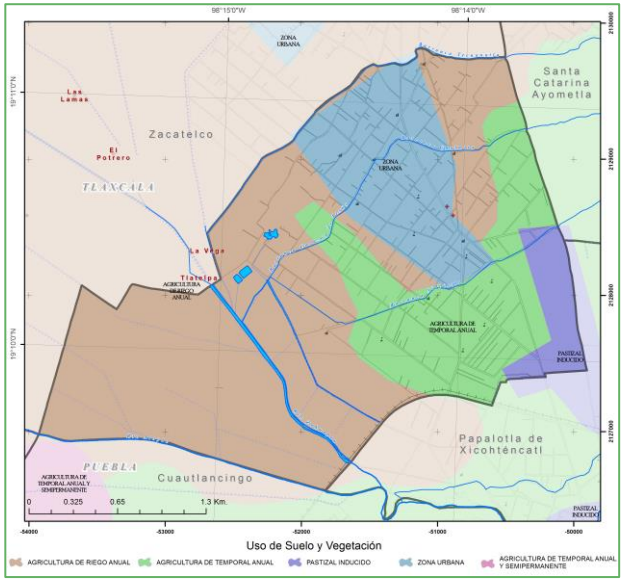


ILUSTRACIÓN 28. MAPA DE SUENO Y VEGETACIÓN, REFERENCIA DEL INEGI,

Pastizales, se ubican en la parte Sureste del municipio y abarcan un 3% del territorio, en los límites con el municipio de Papalotla de Xicohténcatl, como un polígono dentro de un área de vegetación de temporal.

En la parte Este-Centro, se extiende un 12% el área de cultivo temporal que en el territorio municipal.

Al Norte-Este y Centro del municipio se encuentra la vegetación temporal de riego, que abarca prácticamente el 65% del territorio municipal.

Tabla 9. Uso de suelo desagregado		
Tipo	Superficie km ²	Superficie en %
Pastizal Inducido	0.364	5%
Agricultura de Riego	3.1304	43%
Agricultura de Riego Temporal	0.8736	12%
Zona Urbana	2.912	40%
Fuente: INEGI, Serie V, de Uso de suelo y vegetación 2014.		

Tabla 10. Uso de suelo agregados		
Tipo	Superficie km ²	Porcentaje %
Área de cultivo	6.05	83
Área Urbana	1.23	17
Fuente: INEGI, Serie V, de Uso de suelo y vegetación 2014.		

El uso de suelo en Xicohtzinco ha sufrido un cambio radical en los últimos 10 años, pasó de un 80% de suelo rural a un 60% de suelo urbano. A finales del siglo XX, y principios del siglo XXI, era un municipio que contaba con una riqueza en áreas verdes, pastizales y cultivos, que lo determinaban como un suelo agrícola. Al iniciar el crecimiento urbano, aproximadamente en el 2004, se caracteriza el territorio municipal con elementos como: carreteras, transporte, equipamiento (escuelas, servicios médicos, traza urbana), y sobre todo una mezcla de uso de suelo comercial, habitacional y mixto; que delimita a una zona en particular, en este caso al Suroeste y centro de Xicohtzinco, las áreas agrícolas.

3.9 Áreas naturales protegidas

Las áreas naturales protegidas son espacios creados por la sociedad, decretados y ponderados, por las leyes de la protección a los recursos naturales, para conservar de forma adecuada ecosistemas comprometidos, en su extensión y riqueza natural o cultural, ante el impacto que el ser humano ejerce sobre dicha área para transformarla. Por lo que se generan ciertas reglas enfocadas a minimizar la perdida de flora y fauna, es decir permitir la conservación de la biodiversidad así como la posibilidad de mantener el desarrollo de los vínculos naturales, sin intromisión del hombre, para su preservación natural. De acuerdo a este señalamiento no se contempla la existencia de un área natural protegida decretada, dentro del territorio municipal; sin embargo al Este de Xicohtzinco, en sus alrededores, se ubica el Parque Nacional la Malinche, que se encarga de mantener un área controlada que permita el desarrollo y crecimiento de las diversas especies naturales que lo habitan.

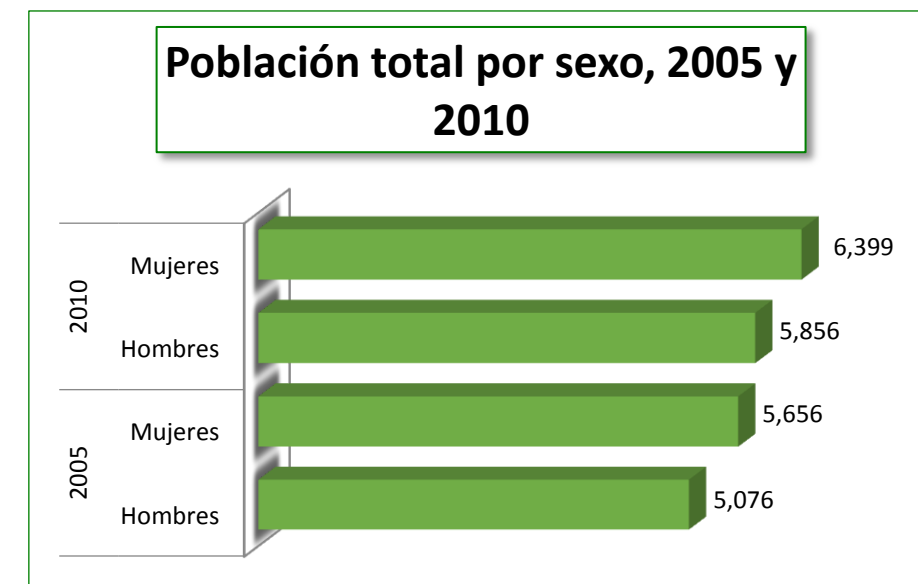
En el territorio de Xicohtzinco, se localizan algunas áreas y recursos naturales que pueden ser consideradas y proyectadas en el futuro, para que se le dé el valor y se fortalezca la necesidad de rescatar y conservar los recursos naturales que se distribuyen en Xicohtzinco como lo son:

- La Laguna del Niño, lugar que desde hace algunos años el gobierno municipal ha tratado de conservar y establecer como el parque recreativo que permita la conservación del área.
- Jagüey, un terreno que asemeja a una olla y permite acumular una cantidad de agua y vegetación a sus alrededores, que se le podría dar un uso de conservación y reservorio de agua para las necesidades agrícolas.
- La parte del Río Atoyac y la Zanja El Valor, que corren dentro de Xicohtzinco, y son un recurso necesario, que cuenta con un valor social económico y cultural, ya que sus aguas son usadas para el riego de los cultivos y necesidades urbanas.

Tabla 11. Áreas naturales protegidas		
Tipo	Superficie km ²	Porcentaje %
Área Natural Protegida	0.00	0

CAPÍTULO IV.

Caracterización de Elementos Sociales, Económicos y Sociodemográficos



CAPÍTULO IV. Caracterización de Elementos Sociales, Económicos y Sociodemográficos

4.1 Elementos Sociodemográficos

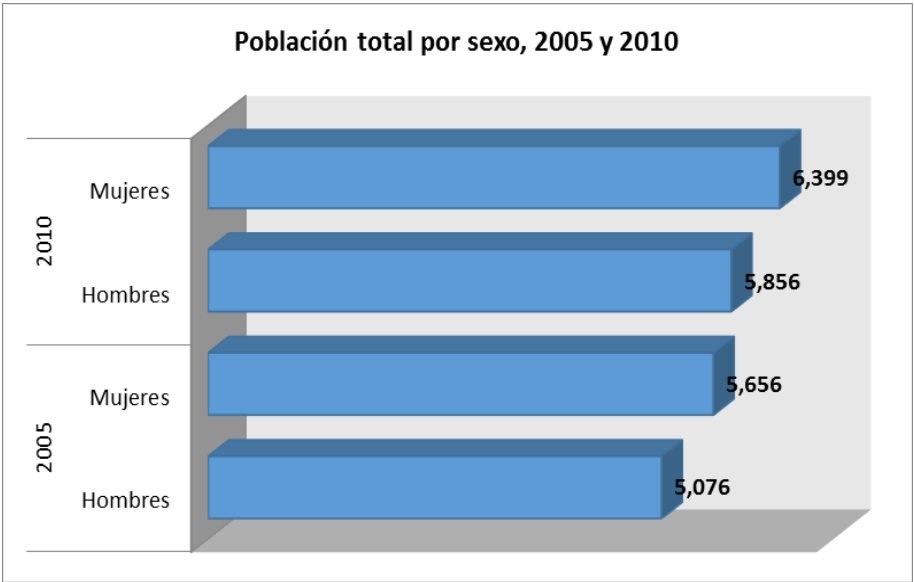
El riesgo que se define en este estudio está determinado por la combinación de los factores peligro y vulnerabilidad. Por su parte, la vulnerabilidad se calcula a partir de las condiciones sociales, económicas y demográficas propias de la población del municipio. En el presente apartado, además de reseñar la situación sociodemográfica de Xicohtzinco, se correlacionarán como funciones de vulnerabilidad ante los diferentes fenómenos analizados en este estudio.

Muchas de las características municipales sociales, económicas y urbanas se ven influenciadas fuertemente por la localización y las dinámicas del espacio geográfico del municipio, lo cual ha generado que Xicohtzinco y sus habitantes tengan contacto estrecho, en su vida diaria, con los municipios que le colindan, como es el caso de Santa Catarina Ayometla al Norte, al Sur con los del Estado de Puebla, al Oriente con Papalotla de Xicohtécatl y al Occidente con Zacatelco.

4.2 Características Sociodemográficas

En el municipio de Xicohtzinco el perfil demográfico está determinado por los indicadores que define el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de acuerdo con el XIII Censo General de Población y Vivienda del año 2010. Este municipio tiene una población de 12,255 habitantes, lo que representa el 1.05% de la población del estado de Tlaxcala, en el cual habitan 1,169,936 pobladores. (INEGI, 2010)

La población residente en el municipio, en el año 2005 era de 10,736 habitantes, para el año 2010 asciende a 12,255, es decir creció en un casi 12.5%. Esta población está compuesta por poco más de 6,300 mujeres que constituyen el 52% de la población, mientras que los hombres que se registran, son más de 5,800 y representan el 48% restante, lo que genera que la relación hombres-mujeres es de 91.5, es decir, hay casi 92 hombres por cada 100 mujeres.



Gráfica 1. Población total por sexo. Municipium. Con datos del INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

Tabla 12. Datos generales de población en Xicohtzinco						
Años	2005			2010		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Población total	5,076	5,656	10,732	5,856	6,399	12,255
Fuente: INEGI. II Conteo de Población y Vivienda 2005 e INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.						

4.3 Dinámica Demográfica

La dinámica poblacional que ha tenido el municipio se puede medir, con los datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en los siguientes rubros:

Natalidad

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; en lo que respecta este tema, en el año 2011, en Xicohtzinco se registraron 24.5 nacimientos por cada mil personas, un poco arriba de la media estatal de Tlaxcala, que es de 23.8. En relación directa con estos datos, se estima la tasa de fecundidad, que es el promedio de hijos nacidos vivos, y que en este municipio se ubica en 2.2 por familia. En el censo de 2010 INEGI cuenta 261 nacimientos, de los cuales 135 resultaron hombres y 125 mujeres.

Mortalidad

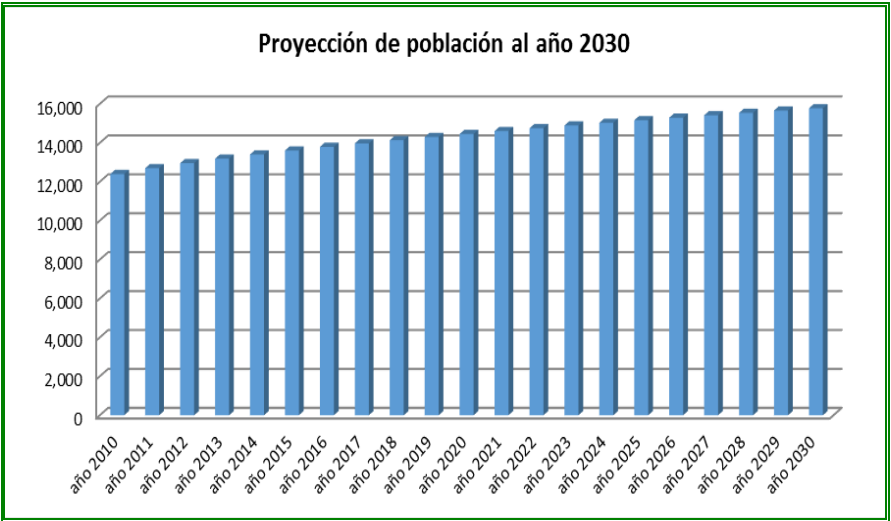
La tasa de mortalidad es el número de fallecimientos en una población a lo largo de un periodo establecido, esta tasa calcula el número de fallecimientos por cada 1,000 personas en un año. Para este indicador, la tasa de mortalidad general en Xicohtzinco, para el mismo año 2011, se ubicó en 4.5 defunciones por cada 1000 habitantes, cifra muy parecida a la media estatal, registrada en 4.6; la tasa de mortalidad infantil, aunque es mínima, cabe mencionar que se registró en el mismo año con un índice 0.16 defunciones, cifra menor a la media estatal de Tlaxcala que fue de 0.30 decesos. En el censo de 2010 INEGI registra 73 defunciones generales, 38 de hombres y 35 de mujeres; de esta cifra general, el 22% está relacionado con la mortalidad infantil.

Con estas cifras y de anteriores periodos, CONAPO calcula una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 1.77 nacimientos/mil habitantes, entre los años 2000 a 2010.

4.4 Proyección de población al 2030

La proyección de población permite conocer prospectivamente en un lapso de 20 años, que van del 2010 al 2030, cómo se incrementará la población y cuáles serán los requerimientos en materia social, económica, urbana, rural, etc., que necesitará el Municipio para su atención futura. Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el municipio tendrá un crecimiento poblacional hasta el año 2030, en el que se calcula la población aumentarpa a los 15,776 habitantes, es decir, un 22.3% más en comparación con la actual, aunque hay que notar que este crecimiento será gradual y a un ritmo medio. (CONAPO, 2014)

Este cálculo sirve para planificar las acciones y políticas para estimar los diversos requerimientos futuros en servicios, equipamientos e infraestructura, teniendo en cuenta variables como género, la cual ya se presentó, o edad la cual se tendrá en cuenta más adelante.



Gráfica 2. Proyección de población al año 2030 (Municipium. Con datos del INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010)

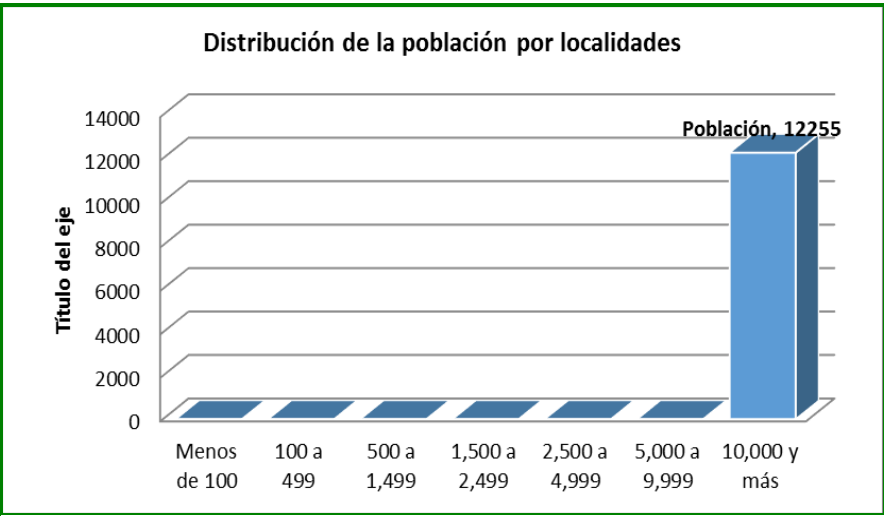
Tabla 13. Proyección de población al 2030	
Año	Población
2010	12,255
2011	12,698
2012	12,955
2013	13,188
2014	13,403
2015	13,603
2016	13,790
2017	13,968
2018	14,138
2019	14,300
2020	14,455
2021	14,605
2022	14,751
2023	14,892
2024	15,029
2025	15,162
2026	15,291
2027	15,417
2028	15,540
2029	15,659
2030	15,776
Fuente: CONAPO, Proyecciones de la Población 2010-2050 / Datos de Proyecciones	

4.5 Distribución de población

La población de Xicohtzinco se distribuye en un solo continuo urbano, es decir en una sola localidad, la cual también es la cabecera municipal homónima al municipio. INEGI considera que la totalidad de los más de 12 mil habitantes residen en esta única localidad, la cual, por tener más de 12 mil habitantes, se considera de tipo urbano.

Tabla 14. Distribución general de la población por Municipio y localidad.										
Enti dad	Nombre entidad	Muni cipio	Nombre Municipio	Locali dad	Nombre localidad	Poblaci ón total	Pob. Masc.	Pob. Fem.	% de Pobla ción	No. localida des
29	Tlaxcala	042	Xicohtzinco	0000	Total Municipio	12255	5856	6399	100%	1
29	Tlaxcala	042	Xicohtzinco	0001	Xicohtzinco	12255	5856	6399	100%	1

Fuente: INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.



Gráfica 3. Distribución de la población por localidades. Municipium. Con datos del INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

Como se mencionó anteriormente, la población de Xicohtzinco se distribuye en un solo continuo urbano, como lo muestra el siguiente mapa la gran mayoría de los habitantes del municipio se asientan en la parte central del municipio a lo largo de la avenida Democracia y la avenida Madero. Hacia el sur la calle Puebla es el ‘límite’ de la alta densidad de población. Al suroeste del río

Zahuapan hay viviendas muy dispersas que dan como resultado una muy baja densidad demográfica en esa zona del municipio.

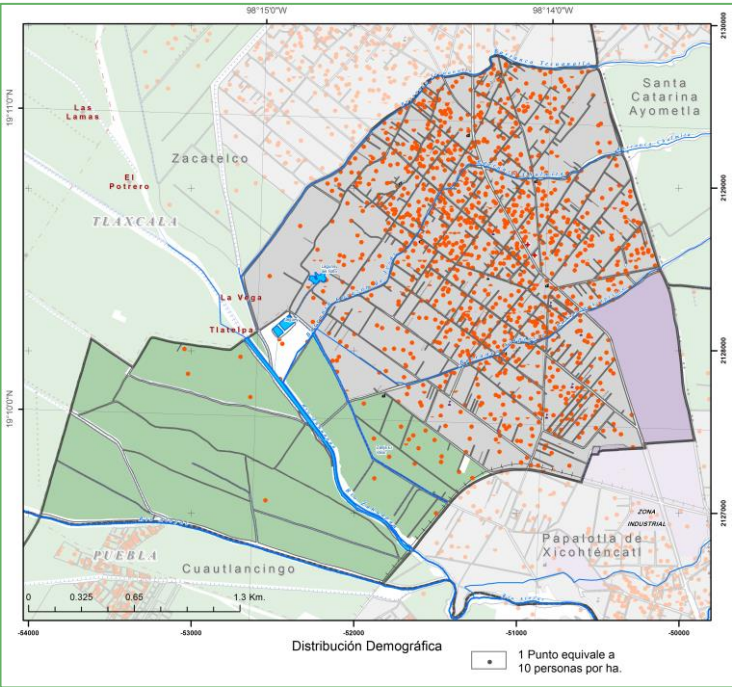


ILUSTRACIÓN 29. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN.

Tabla 15. Datos de densidad de población	
Superficie	7.28 Km²
Densidad de población	1683 Habitantes/Km²
Ubicación en la entidad	Sur
Tipo de urbanización	Metropolitano

Elaboración Municipium con Fuente: INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

4.6 Densidad de población

La densidad de población se define como el total de la población dividida por una superficie territorial dada en kilómetros cuadrados. La media resultante es la relación que hay entre la cantidad de personas que viven en un territorio y la extensión del mismo. Por tanto, si se considera un territorio pequeño con mucha población, se tiene una densidad alta; pero si por el contrario hay pocos habitantes y un territorio extenso, la densidad será baja y seguramente dispersa, lo cual no

siempre es bueno para la obtención de servicios y atención a las personas residentes en dicho territorio, situación que no se da en Xicohtzinco.

En el caso particular de Xicohtzinco, por ser una sola unidad territorial (localidad y municipio), la densidad apunta a que sea media-alta. El área total del territorio del municipio, según la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, es de 7.28 kilómetros cuadrados, esto representa poco menos del 0.18% del total del territorio de Tlaxcala, el cual cuenta con una extensión territorial aproximada de 3,997 km². (INEGI, 2011)

Tomando en cuenta la superficie municipal contra el número de habitantes (12,255 al año 2010), se tiene que existe una densidad de 1,669 Habitantes/Km². Por sus características intrínsecas este municipio es uno de los de mayor densidad en el estado (la media en el estado es de 293 habitantes/km²).

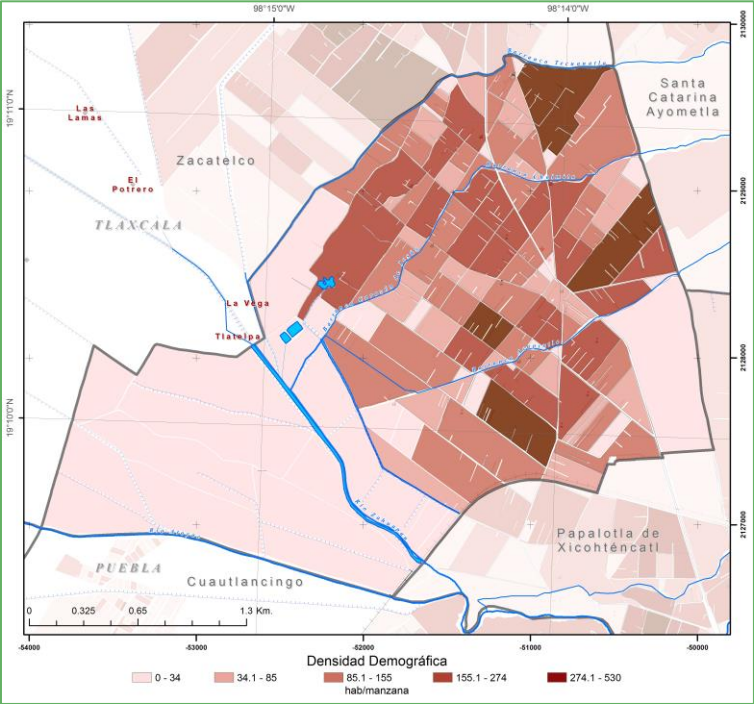


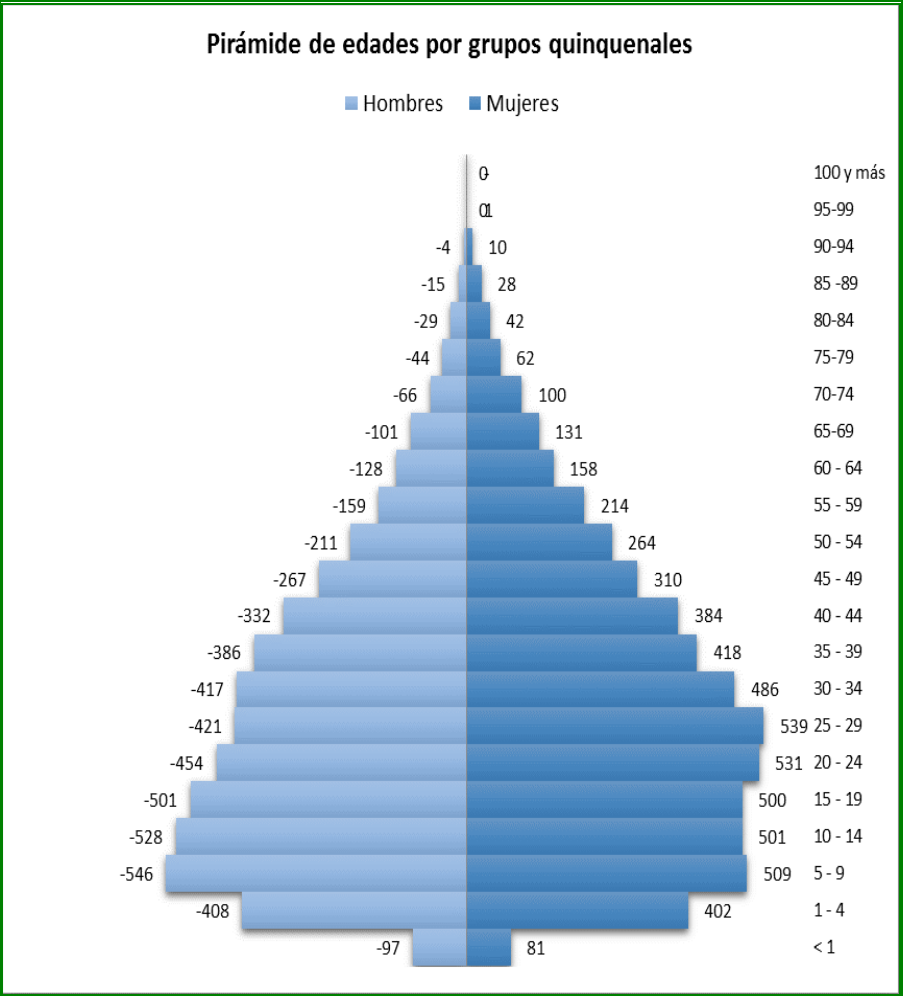
ILUSTRACIÓN 30. MAPA DE DENSIDAD DEMOGRÁFICA

4.7 Pirámide de edades

En los datos estadísticos de la pirámide de edades se observa que de los grupos quinquenales de edad existentes en el Municipio, los grupos de edades con más representatividad son los menores a 27 años, pues la mitad de la población se ubica en estos grupos. Estos datos reflejan la

existencia de una población mayoritariamente joven. En el otro lado se ubica el grupo de población con menos representatividad y es el de la llamada tercera edad.

Por estos datos, se sabe que hay un requerimiento de las atenciones a los grupos "jóvenes", a los de edad productiva y especialmente a los menores de edad por la dotación de equipamiento y servicios.



Gráfica 4. Pirámide de edades en Xicohtzinco. Municipium. Con datos del INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

4.8 Características sociales

Educación

Las características de la educación en el municipio son las que a continuación se describen, con datos de INEGI y CONAPO:

La población de 5 años y más que cuenta con educación primaria es de 3,674 residentes, es decir el 30% del total de dicha población. De la población de 18 y más que cuenta con algún nivel profesional o educación superior, se tienen registrados 1,270 habitantes, un 10.3%; y con algún posgrado, solo un 0.5%. El grado promedio de educación es de 9.5, lo que corresponde a una educación media.

Para el año 2010 INEGI señala que hay registrados 2,085 alumnos, esta cifra crece para el año 2013, registrando un total de 3,750 alumnos entre los 6 a 14 años, edades que corresponden a los niveles de educación básica y media. En estos niveles educativos hay 207 profesores que atienden a dichos estudiantes, el promedio de atención es de 18 alumnos por profesor.

Tabla 16. Nivel educacional en Xicohtzinco	
Educación	Población
Población de 6 y más años, 2010	10,863
Población de 5 y más años con primaria, 2010	3,674
Población de 18 años y más con nivel profesional, 2010	1,270
Población de 18 años y más con posgrado, 2010	71
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años, 2010	9.5
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico	

De la población alfabeta se tiene una tasa de representación de más del 96%, solo un 3% no sabe leer ni escribir (un 1% no ha sido especificado su situación), esta tasa de alfabetización es un poco más alta que la media estatal, que es de 94%. De hecho, según datos de INEGI, por grupos de edades se demuestra que los datos son aún mejores, ya que el grupo de edad que va de los 15 a 24 años, un 98% sabe leer y escribir; de los 25 años en adelante es un 96%. Aunque si se separa por sexo la condición analfabeta, los hombres de 15 años y más que no saben leer y escribir solo son el 2.6%, en tanto las mujeres en esta condición son el 6.1%, datos que dejan ver que hay un pequeño retraso en la educación de las mujeres.

Tabla 17. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010			
	Total	Analfabeta	%
Hombres	8,633	231	2.68
Mujeres	9,706	592	6.10
Total	18,339	823	4.49
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico			

En cuanto al equipamiento escolar, para el año 2010, INEGI registra un total de 11 escuelas públicas de educación básica y media superior (los niveles van desde preescolar a medio superior). La información del propio municipio en su Plan de Desarrollo Municipal, señala un aumento en el equipamiento educativo, para el año 2013, se cuenta con 20 unidades educativas públicas.

Tabla 18. Niveles escolares y número de unidades		
Nivel escolar	Número de unidades 2010	Número de unidades 2013
Preescolar	3	8
Primaria	4	6
Secundaria	2	3
Bachillerato	1	1
Sistema de educación especial	1	1
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico y Plan de Desarrollo Municipal de Xicohtzinco		

Salud

En lo que toca a las características de atención a la salud de la población del municipio, se tiene registrado que un 58% de la población es derechohabiente de alguna institución médica pública o privada, es decir solamente 58 de cada 100 personas tienen derecho a servicios médicos institucionalizados. De esta misma población un 42% no tiene atención médica en ninguna de las 3 unidades médicas. Aunque el Municipio reporta que existe un centro de salud que la mayoría de las veces atiende a la población en general.

Tabla 19. Datos relacionados con la atención de salud	
Salud	Población
Población derechohabiente a servicios de salud, 2010	71,10
Población sin derechohabiencia a servicios de salud, 2010	5,003
Personal médico, 2011	18
Unidades médicas, 2011	4
Médicos por unidad médica, 2011	4.5
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico y Plan de Desarrollo Municipal de Xicohtzinco	



Para una población de más de 12 mil personas existe una unidad médica de consulta externa, una unidad básica de rehabilitación y un centro de salud, este último atiende a toda la población y existe otro de las mismas características para derechohabientes; se cuenta con 18 médicos repartidos en cada una de estas unidades. La institución que más población atiende en el municipio es el IMSS.

Tabla 20. Población según derechohabiencia a servicios de salud por sexo, 2010										
	Población total	Condición de derechohabiencia								
		Derechohabiente								No derechohabiente
		Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular	Institución privada	Otra institución	
Hombres	5,856	3,328	2,447	186	22	559	8	19	87	2,461
Mujeres	6,399	3,782	2,634	236	20	759	10	25	99	2,542
Total	12,255	7,110	5,081	422	42	1,318	18	44	186	5,003
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico y Plan de Desarrollo Municipal de Xicohtzinco										

Hacinamiento y vivienda

En este apartado se consideran los elementos de bienestar de la vivienda, uno de los más importantes es el hacinamiento, ya que una vivienda con demasiadas personas viviendo en un mismo espacio se pueda convertir en un lugar con situaciones insalubres y dinámicas familiares no benéficas. La vivienda de por sí, debiera contar con algunos parámetros de comodidad, seguridad e higiene.

Para el caso del municipio hay 2,995 viviendas existentes, el promedio de habitantes por vivienda es de 4.1 personas (la media nacional es de 4 personas por vivienda) y se calcula que hay un 35% de viviendas que presentan algún tipo de hacinamiento; de cualquier forma, dicho promedio ha bajado, ya que en el año 1990 era de 5.3, para 1,605 viviendas; para el año 2005 se registraron 2,466 viviendas y el promedio era de 4.3 habitantes. Esto es una muestra clara que, por una parte,

el crecimiento demográfico ha sido bajo y, por la otra, que ha habido más producción de casas habitación.

Tabla 21. viviendas y ocupantes en Xicohtzinco		
	2005	2010
Viviendas particulares habitadas	2,466	2,965
Promedio de ocupantes en viviendas habitadas	4.3	4.1
	Valor	%
Viviendas con algún nivel de hacinamiento	1,061	35.82
Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005 e INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.		

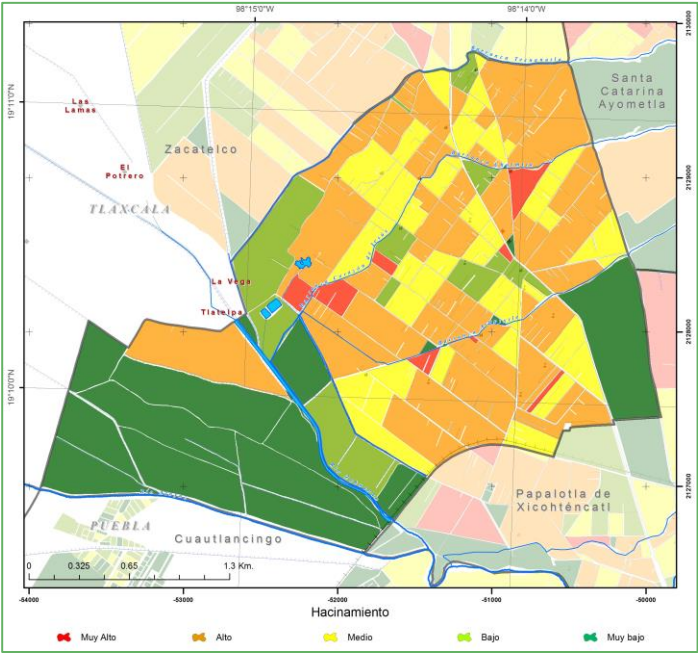


ILUSTRACIÓN 31. MAPA DE HACINAMIENTO

Como es casi 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, como es el caso del municipio de Xicohtzinco y su cabecera homónima, donde se encuentran los servicios de atención.

Acerca de las características de la vivienda, con los datos que proporciona INEGI para el año 2010, hay un total de 2,965 viviendas, de éstas el 4% tiene piso de tierra y un gran porcentaje, el 99%, disponen de agua potable; un porcentaje igual dispone de energía eléctrica; también en cuanto a drenaje, más del 70% dispone de éste (aunque en este caso, lo que reporta el municipio es que las

conexiones y la red no son suficientes y en algunos casos ya obsoletas); igualmente casi la totalidad de viviendas disponen de excusado.

Otros factores importantes, para determinar cierta calidad de vida, son algunos enseres de los que dispone la vivienda y sus ocupantes. En este caso el 29% aún no dispone de refrigerador; un 6% no tiene televisión, el 51% no tiene lavadora en casa y un 75% no dispone de computadora. Según los datos del censo hay algunas carencias que deben ser atendidas, como son el rezago en sustituir los pisos de tierras y cobertura de drenaje con una red efectiva.

Tabla 22. Características de la vivienda	
Total de viviendas particulares habitadas, 2010	2,965
Viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra, 2010	2,849
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda, 2010	2,766
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje, 2010	2,905
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario, 2010	2,900
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, 2010	2,928
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador, 2010	2,116
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisión, 2010	2,837
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora, 2010	1,478
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, 2010	722
Fuente: INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.	

Como se apuntó, según el Plan de desarrollo municipal de Xicohtzinco, ha habido avances en el correr de los últimos años en el ámbito municipal, pues muchos de los servicios básicos y elementales para una vivienda digna se fueron acrecentando; por ejemplo, de un total de 2,965 viviendas censadas hay muy pocas hechas con materiales precarios, como lo es piso de tierra (poco más del 4%), techos endeble (menos del 1%) y muros endeble (también menos del 1%).

Tabla 23. Carencia de calidad y espacios de la vivienda		
	Valor	%
Viviendas con piso de tierra	112	3.78
Viviendas con muros endeble	20	0.67
Viviendas con techos endeble	28	0.94
Fuente: INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.		

4.9 Población con discapacidad

De la población del municipio que se encuentra en alguna situación de discapacidad o limitación por motivos físicos, se estima que hay un total de 452 personas discapacitadas, es decir un 3.6% de la población tiene alguna discapacidad. La más común, o que tienen un mayor número de personas, es la de limitaciones motrices o de movimiento; a esta le siguen las limitaciones visuales y las limitaciones auditivas.

Es importante mencionar que dentro de estas limitaciones hay personas que tienen una o más discapacidades, por ejemplo, hay 38 personas que declararon tener dos limitaciones físicas, y otras 7 dijeron tener hasta 3 discapacidades; por último hay 8 habitantes del municipio que señalaron tener hasta 4 limitaciones.

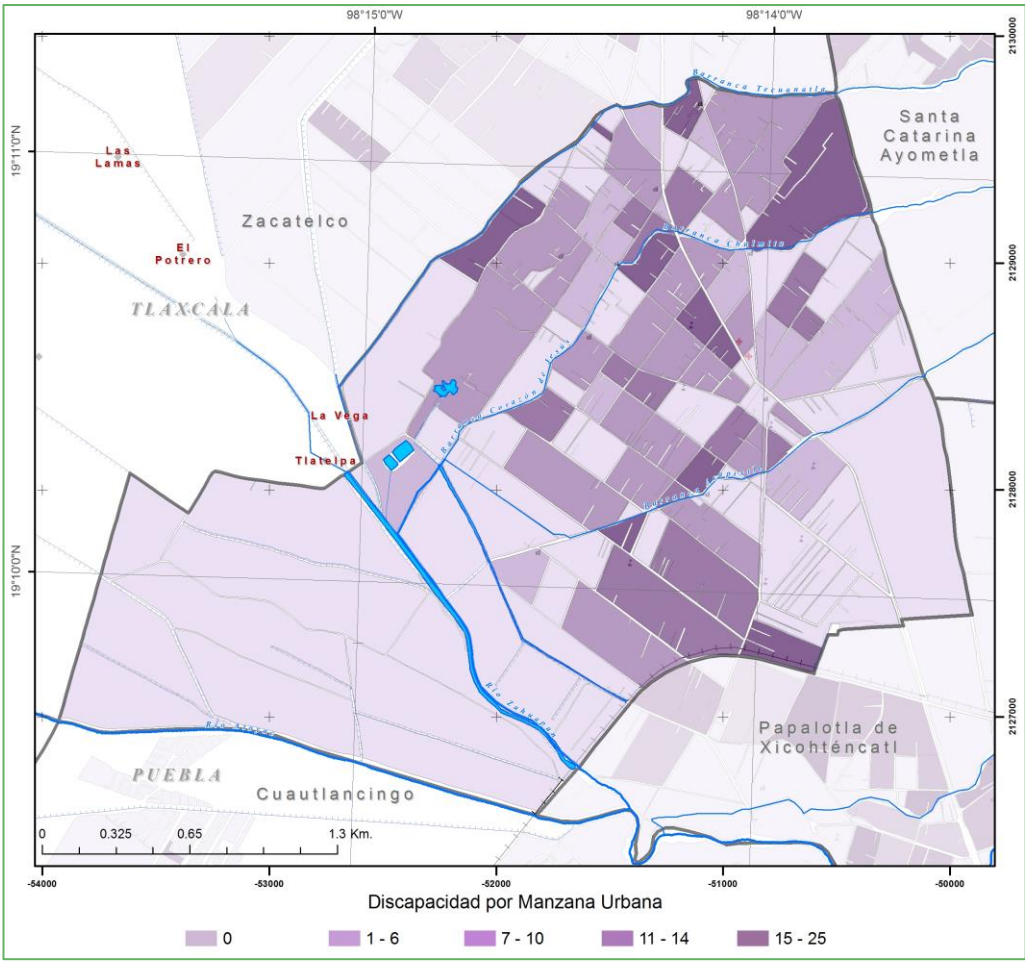


ILUSTRACIÓN 32. MAPA DE DISCAPACIDAD

La importancia de saber estos datos, radica en la posibilidad de calcular acciones preventivas y de reacción en caso de una eventualidad de riesgo y tener presente de entrada que estas personas puedan tener dificultad de moverse o de reaccionar rápidamente, sino es con ayuda externa.

Tabla 24. 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								No especificado
			Total	Caminar o moverse	Ver	Escuchar	Hablar o comunicarse	Atender el cuidado personal	Poner atención o aprender	Mental	
Hombres	5,856	5,561	226	112	64	26	22	13	5	26	69
Mujeres	6,399	6,097	226	134	64	27	11	11	7	13	76
Total	12,255	11,658	452	246	128	53	33	24	12	39	145
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico											

Tabla 25. Población total por sexo según condición de limitación en la actividad y número de limitaciones, 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	5,856	5,561	226	202	16	3	5	69
Mujeres	6,399	6,097	226	197	22	4	3	76
Total	12,255	11,658	452	399	38	7	8	145
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico								

4.10 Pobreza y marginación

La importancia de analizar la pobreza y la marginación en el Municipio de Xicohtzinco tiene que ver con los niveles de vulnerabilidad en la población del mismo, 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.

Pobreza

Los indicadores que se usan normalmente para medir la pobreza y/o el rezago social son los mismos que se han descrito párrafos antes y confirman en la Tabla 26 que el municipio de Xicohtzinco tiene “pobreza moderada”, dentro del nivel de rezago social considerado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), que es la institución oficial para medir estos índices.

Esto se corrobora con indicadores tales como que el 41% de la población está en este rango de pobreza moderada; el 5.6%, el más preocupante, se encuentra en el nivel de pobreza extrema; le sigue en tasa de representatividad la pobreza extrema y sin acceso a alimentación con un 4%; igualmente están quienes se encuentran en mejor situación, como lo es el nivel de vulnerabilidad por carencia social y por ingreso, teniendo registro de un 19.5% y 15% respectivamente. Todos estos niveles de pobreza suman un total de población que está en estado de pobreza general de un 47.5% de la población total, índice sin duda alto y que requiere atención, medidas y objetivos claros a llevar a cabo para aminorar esta situación.



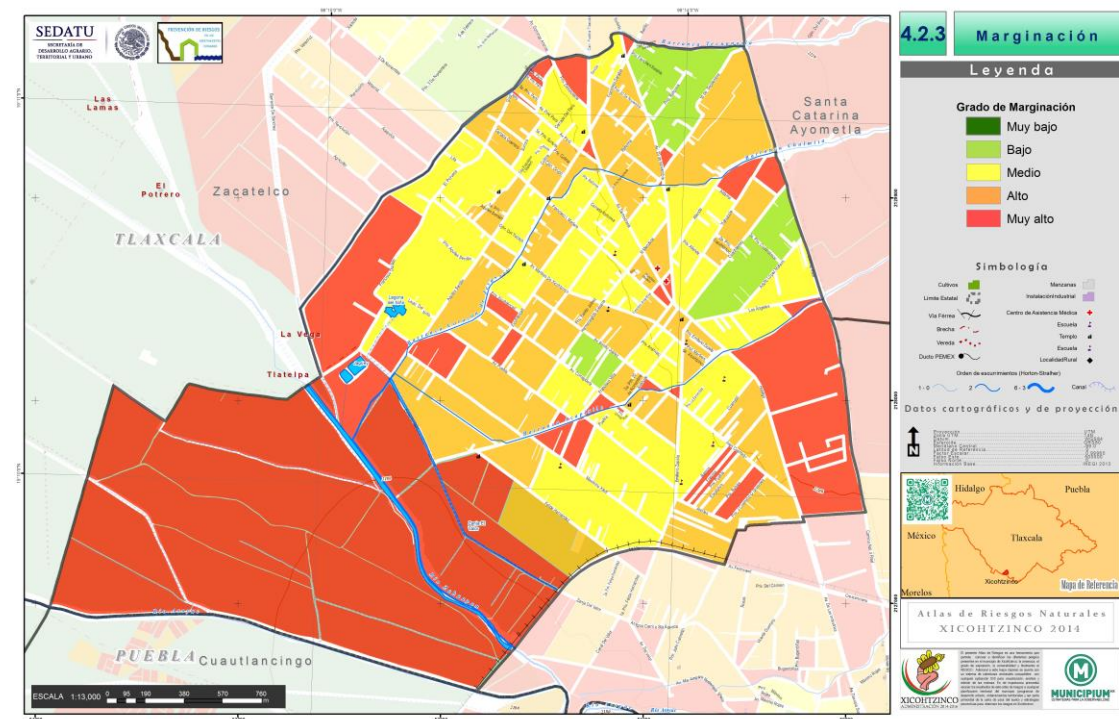


ILUSTRACIÓN 33. MARGINACIÓN EN XICHOHTZINCO.

Tabla 26. Medición de la pobreza, 2010		
	Personas	%
Población total municipal	12,255	100.00
Población en situación de pobreza	6,283	47.50
Pobreza extrema	752	5.68
Población en pobreza extrema y sin acceso a alimentación	557	4.21
Pobreza moderada	5,531	41.81
Vulnerables por carencia social	2,585	19.54
Vulnerables por ingreso	1,991	15.05
No pobres y no vulnerables	2,369	17.91
Fuente: CONEVAL. Medición de la pobreza, 2010. Indicadores de pobreza por municipio. Estimaciones con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda. 2010.		

Rezago

Los elementos que son tomados en cuenta para medir el rezago social, muestran que hay un retraso, sobre todo en salud, donde es vulnerable el 40% de la población que no tiene ningún tipo de derechohabiencia para atención de salud; igualmente la educación, cuando más del 30% de la población no tiene la educación básica completa y un 2.5% es analfabeto. Además están las carencias de las viviendas, la de excusado y drenaje, la no disposición de agua potable y algunos enceres domésticos básicos, enfatizan la importancia de atender las áreas más marginadas del municipio.

Tabla 27. Indicadores de rezago social, 2010			
Indicador	% Estatal	% Municipal	
Población de 15 años o más analfabeta	5.19	2.51	
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	3.28	1.87	
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	38.97	32.82	
Población sin derecho-habiencia a servicios de salud	37.77	40.82	
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	3.85	3.78	
Viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	4.57	2.19	
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	4.36	6.34	
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	5.36	1.65	
Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	1.20	1.08	
Viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	51.47	50.15	
Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	33.68	28.63	
Grado de rezago social	...	Medio	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	...	13	2,112
Fuente: CONEVAL. Grado de Rezago Social por entidad federativa 2010. Estimaciones del CONEVAL con base en Censo de Población y Vivienda 2010			

4.11 Población indígena

Por presentar en ocasiones problemas de inclusión, se toma en cuenta para medición de la marginación la población indígena para, por si es el caso, contar con una atención gubernamental especial. En el caso del Municipio se puede apuntar que la población hablante de un idioma indígena es más bien bajo, pues hay 78 habitantes que hablan alguna lengua indígena , lo que representa 1% de la población de 5 años y más de Xicohtzinco. De las personas de 5 años y más que hablan alguna lengua indígena ninguna declaró no hablar español. Las lenguas indígenas más frecuentes son el Náhuatl 50.0% y el Totonaca (totonaco) 14.1%. Es decir, que de las 78 personas de 5 años y más que hablan alguna lengua indígena, más de 39 hablan náhuatl.

4.12 Equipamiento e Infraestructura

Equipamiento

Por las cifras del Plan de Desarrollo Municipal, en general se cuenta con un buen inventario de equipamiento urbano, ventaja que le da la superficie municipal y su poca población, que aparte está asentada en una sola localidad como tal.

Las necesidades más apremiantes son las de aumentar las aulas escolares en niveles básicos, así como equipamiento para la cultura, el divertimiento y las actividades deportivas.

Infraestructura

Agua potable: El abastecimiento es por medio de pozos profundos que según datos del Ayuntamiento empiezan a ser insuficientes y la red de dotación ya es obsoleta y presenta algunos problemas de operación. A pesar de esto, la red cubre casi toda el área urbana, en casi 99%. Dentro de la planificación del Ayuntamiento está planteada la necesidad de implementar acciones donde se pueda ampliar su cobertura y potenciar su servicio.

Drenaje: La red cubre más del 70% del área urbana, aunque ya se sabe que la red también es obsoleta y antigua; se calcula que por esta situación, un 60% de descargas son a fosas sépticas, letrinas, barrancas o pequeños cuerpos de agua. En este sentido es imperativo que el ayuntamiento logre su objetivo de, junto con los tres niveles de gobierno, rehabilitar, ampliar y/o modernizar este servicio básico, para mejorar el mantenimiento de las redes, la captación de descargas y la conducción de agua residual, particularmente en los casos de descargas clandestinas a cielo abierto y aguas de uso industrial.

Energía eléctrica: El suministro está dado en baja tensión a partir de la subestación Panzacola y la red de distribución cubre casi la totalidad del territorio municipal.

Tabla 28. Equipamiento		
Unidades escolares *		20
	Preescolar	8
	Primaria	6
	Secundaria	3
	Bachillerato	1
	Sistema de educación especial	1
Unidades médicas públicas		4
Unidades médicas privadas		2
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos		44
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del cuestionario básico y (*) Plan de Desarrollo Municipal de Xicohtzinco		

4.13 Principales actividades económicas en la zona

De las principales actividades económicas del Municipio de Xicohtzinco se tienen las siguientes:

Las actividades primarias o agropecuarias para el año 2012, ocuparon una superficie de 712 ha, de éstas 636 ha están ocupadas para cultivos de maíz, 14 de frijol, 15 de haba y 39 ha al cultivo de alfalfa. La actividad ganadera precisamente se desarrolla en estas últimas 39 ha donde para el año 2012 la producción fue de 69 toneladas de ganado bobino, 36 de porcino, 4 de ovino y 5 ton de gallináceas. En lo que se refiere a las actividades acuícolas, la explotación se llevó a cabo en 6 estanques, logrando 420 kilogramos de pescado de carpa y 384 de mojarra.

Las actividades secundarias se han visto favorecidas por la ubicación del municipio y su conexión directa con la capital del estado y la ciudad de Puebla, aquí se han asentado diversas empresas que generan empleos y sinergias económicas positivas, aunque según INEGI se ha detectado que el número de estas empresas e industrias se ha visto estancado en los últimos años. En el año 2012 se registraron 4 empresas productoras de hule y plástico, también existen 3 dedicadas a la confección química y textil; estas empresas dieron empleo en el 2012 a más de 550 personas, esta última cifra es inferior a la de los últimos años, ya que en el 2008 INEGI registró 679 trabajadores en este sector.

Las actividades comerciales y de servicios, se han visto aventajadas por la zona de influencia antes mencionada de la zona donde se encuentra Xicohtzinco. El equipamiento de abasto, para el año 2012, contaba con un centro de distribución de leche LICONSA que da cobertura a 699 familias. También se tienen registradas 366 unidades comerciales que proporcionaban empleo a un total de 725 trabajadores.

Aún con las actividades favorecidas por la microregión del municipio, el diagnóstico de CONAPO expone que las actividades de los sectores agropecuario, industrial y de servicios, no llegan



a satisfacer los requerimientos de empleo para las más de 2,700 familias del Municipio, por lo que se requiere de la creación de fuentes de empleo y autoempleo para salir del déficit.

4.14 Características de la Población Económicamente Activa (PEA)

La población económicamente activa (PEA) del municipio se compone de la población mayor de 12 años. INEGI registra para el año 2010 que la PEA representa el 49.3% de la totalidad de la población; es decir, de cada 100 personas de 12 años y más, 49 participan en las actividades económicas y de cada 100 de estas personas, 96 tienen alguna ocupación. También se registra la población económicamente inactiva, la cual se cuenta en un 50% e incluye no solo a desempleados, sino a las dedicadas a quehaceres del hogar, estudiantes y pensionados o jubilados y otro tipo de actividades diversas; el resto, correspondiente al 0.44%, no especificó actividad.

De las personas económicamente activas llama la atención que hay una relación mayor al dos a uno entre hombres y mujeres, es decir, hay un 70% de hombres activos, mientras que solo un 31% de mujeres activas. El sector donde hay más participación de la población femenina es el de industria manufacturera, seguida por los comerciantes al por menor, después servicios varios y en menor medida las actividades agropecuarias. Como en la mayoría de los municipios de la región, la población de Xicohtzinco en décadas pasadas se dedicó principalmente a las actividades agropecuarias. En los últimos años, se han empezado a dar cambios, como es el aumento en la educación escolar a niveles medios, técnicos y profesional, lo que crea aspiraciones y más competencia, así como migración a otros polos de desarrollo. También tiene mucho que ver el impacto de la carretera federal que atraviesa el municipio y que ha permitido otras actividades de industria y servicios varios.

Por ser una población joven, muchos de los habitantes del municipio se dedican a actividades estudiantiles, y se sabe que muchos de ellos aportan al gasto del hogar. Por cada 100 personas en edad productiva (de 15 a 64 años) hay 53 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64 años).

Tabla 29. Población de 12 años y más según condición de actividad económica, 2010						
	Total	Población Económicamente Activa (PEA)			Población no Económicamente Activa	No especificada
		Total	Ocupada	Desocupada		
Absolutos						
Municipal	9,446	4,661	4,486	175	4,743	42
Relativos (%)						
Municipal	100	49.34	96.25	3.75	50.21	0.44
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Microdatos de la muestra.						

Tabla 30. Distribución de la Población Ocupada según sector de actividad, 2010		
Primario	11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	344
Secundario	21 Minería	
	22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	12
	23 Construcción	284
	31 Industrias manufactureras	1,512
Terciario	43 Comercio al por mayor	52
	46 Comercio al por menor	788
	48 Transportes, correos y almacenamientos	200
	51 Información en medios masivos	8
	52 Servicios financieros y de seguros	12
	53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	28
	54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	60
	55 Dirección de corporativos y empresas	
	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	116
	61 Servicios educativos	240
	62 Servicios de salud y de asistencia	124
	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	44
	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	172
	81 Otros servicios excepto actividades de gobierno	464
	93 Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	160
No especificado	99 No especificado	32
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Microdatos de la muestra.		

4.15 Reserva Territorial

La reserva territorial y sus características, tiene que ver directamente con la planificación urbana y los instrumentos, estatales y municipales que la justifican, como lo son los programas de desarrollo urbano, los de ordenamiento territorial y la base de ellos, los atlas de riesgos, para evitar riesgos y peligros en los asentamientos futuros.

Xicohtzinco se encuentra localizado dentro de los límites de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla. Su localización estratégica y cercanía con los mercados de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla hicieron posible su desarrollo industrial a partir de la década de los setentas, llegando a ser esta actividad la más importante para la economía local y el motor de su crecimiento acelerado durante el periodo 1970-1980. Asimismo, esta centralidad modernizó su industria y el comercio en estas décadas, no solo para la zona metropolitana mencionada, sino que es un importante eslabón para el abasto del área Metropolitana de la Ciudad de México.

La zona metropolitana de Puebla aglutina un total de 38 municipios poblanos y tlaxcaltecas, entre ellos Xicohtzinco, ubicados en el Valle de Puebla-Tlaxcala. La definición oficial de esta metrópolis mexicana es adoptada por el Consejo Nacional de Población (Conapo) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). De todas las áreas metropolitanas del País, pocas zonas trascienden los límites de un estado o entidad federativa: la Zona Metropolitana del Valle de México (Distrito Federal, México e Hidalgo) y la Zona Metropolitana de Puebla (Puebla y Tlaxcala). Esta última en el año 2010 registra 2,728,790 habitantes, en el año 2000 2,269,995, es decir ha tenido un crecimiento de 20.2% en 10 años (periodo de censos oficiales).

En el municipio de Xicohtzinco, la influencia directa de desarrollo urbano, es la misma dinámica del estado de Tlaxcala y la zona metropolitana mencionada, todo esto funciona con base en dos ejes urbanos, donde se da la concentración de actividades sociales y económicas en todas sus ramas, y estas actividades establecen de alguna forma, los asentamientos humanos, ya sean los consolidados o los que están por establecerse.

Uno de estos ejes es la carretera federal 119 y que tiene contacto directo y comunica a los municipios y localidades de Apizaco, Tlaxcala - Chiautempan y el Corredor Tlaxcala - Puebla (en este eje se localiza Xicohtzinco); el otro eje es la carretera federal 136 que comunica y articula al corredor Calpulalpan - Apizaco - Huamantla.

Es importante mencionar que aparte de estos dos ejes, que rigen en mucho las actividades y los asentamientos del Estado, el gran polo de desarrollo próximo al municipio, que es la ciudad de Puebla y su zona metropolitana, ha generado una fuerte influencia, por su amplia oferta y variedad de actividades. Ésta es una de las razones por la cual se considera a la economía de Tlaxcala como de poca diversificación y bajo desarrollo de comercio y servicios, ya que cuenta con un alto grado de dependencia hacia Puebla y la competencia que se da con esa misma región es desigual, pues las inversiones de industria y servicios hasta ahora prefieren asentarse en relación a su cercanía con Puebla. Por lo anterior se considera a la región norte del estado la menos desarrollada y la región Sur, donde se ubica Xicohtzinco, la que se desarrolla en mejores condiciones.

El crecimiento de Xicohtzinco se ha visto marcado por esas actividades industriales y su cercanía con el corredor Tlaxcala - Puebla. Esta condición ha dado lugar a una dinámica de integración - conurbación socioeconómica y urbana con las demás localidades del propio corredor. Los estudios municipales consideran que lo que le depara al Corredor Tlaxcala - Puebla y de Xicohtzinco por encontrarse en este, estará dado por el impulso al comercio y servicios locales y microregionales, y ya no tanto al asentamiento de la industria, ya que por otra parte el suelo destinado y reservado para este uso ya está casi agotado.

Xicohtzinco y los municipios Tepeyanco, Zacatelco, Papalotla de Xicohtécatl y Tenancingo conforman el Corredor Tlaxcala - Puebla, de la carretera federal 119 que une a las capitales de los dos estados. Esta conformación es continua geográficamente (conurbación) y tiene tal contigüidad que no se puede pensar en una reserva territorial aislada, sino en conjunto, pensando también en las actividades que detonarán, o no, este crecimiento. En este sentido el Corredor Industrial Xicohtzinco - Panzacola presenta ciertas condicionantes para su crecimiento, como por ejemplo, el formar parte de las zonas de recarga del acuífero del Alto Atoyac y algunas áreas agrícolas de riego del Poniente. En este sentido el cambio de uso agrícola a urbano afectaría la recarga del acuífero y se perderían áreas con potencial económico primario.

En un sentido más microregional, la estructura y traza urbana del municipio se da por la barranca Tecuanatla localizada al Norte, el canal de El Valor en el Oeste, el ramal del ferrocarril a la Volkswagen en el Sur y el antiguo Camino Real localizado en el Oriente. Se considera que es de tipo radial originada por caminos antiguos que salen y llegan a la plaza central, que tiene zonas con traza ortogonal, que no solo corresponden a la tradición española de damero, sino a los patrones de parcelación agrícola. Esta traza está dada principalmente por la carretera federal, donde converge tránsito regional con el local. Por su traza reticular y el poco volumen de tránsito, no hay problemas de movilidad.

Dicha infraestructura vial conecta a los 13 barrios de Xicohtzinco:

- El Llano.
- Saltillo.
- Chalmita.
- Techaloya.
- Santa Filomena.
- Tlacoya.
- El Cerrito.
- San Isidro.
- Corazón de Jesús.
- Guadalupe.
- El Rancho.
- El Capulín.
- El Nogal.

Por el lento crecimiento de estos barrios, durante los últimos años, no se ha presentado una expansión del área urbana, sino más bien una subdivisión de parcelas (agrícolas o urbanas), lo que da por una parte una densificación lenta y por la otra una consolidación saludable de áreas urbanas que aprovechen los servicios, equipamiento e infraestructura existente. En este sentido, y a pesar del poco desarrollo, se ha dado un crecimiento disperso, muchas veces sobre terrenos agrícolas con consecuencias ambientales, sociales y económicas negativas para el municipio.

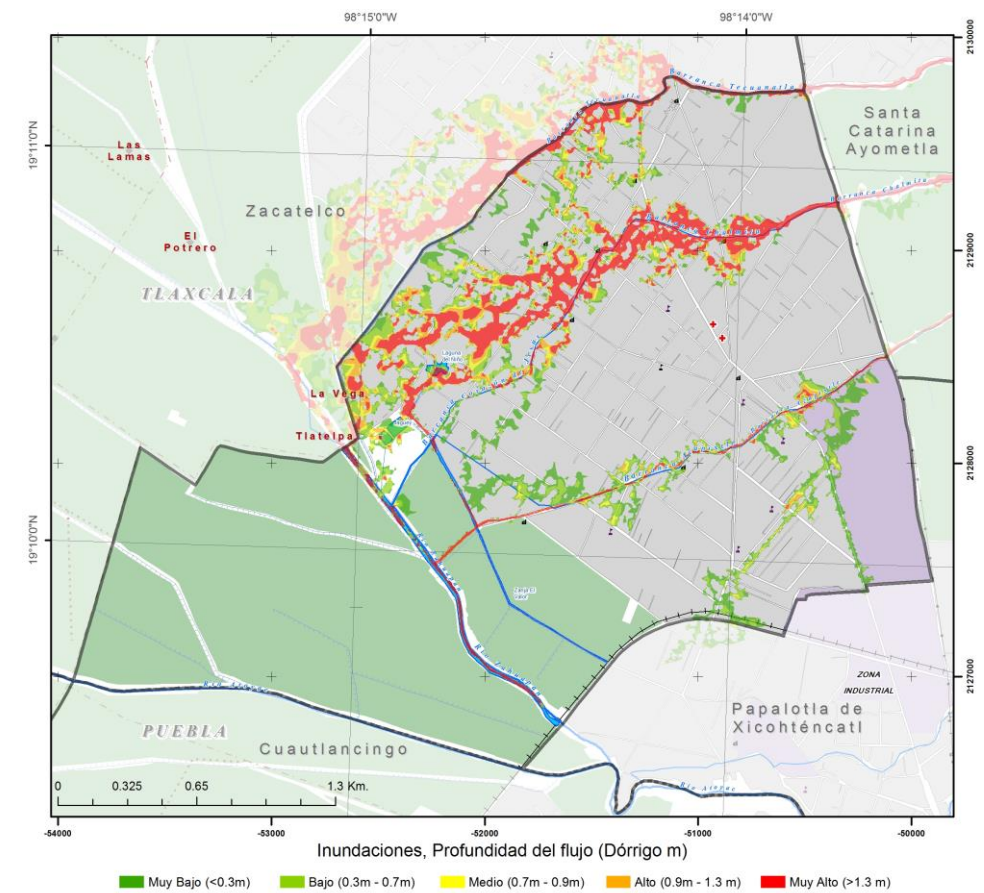
Las políticas del propio municipio tratan de cambiar esta tendencia y llevar el desarrollo urbano a la saturación de las áreas libres y baldíos y el prever las zonas de crecimiento, así como el sistema vial que las integre para su funcionamiento eficiente, con la infraestructura y equipamiento apropiado.

En esta misma línea en el Programa Director de Desarrollo Urbano se plantea que los requerimientos totales de suelo que generarán los incrementos de población, ascienden a 43.2 ha, los cuales pueden ser cubiertos en el área urbana actual: 24.3 ha corresponden a usos habitacionales, 2.3 ha a equipamiento, 2.7 ha a usos comerciales, 9.3 ha a pequeña industria ligera y 4.5 ha a vialidad primaria y secundaria. A corto plazo se requieren 15.4 ha, en el mediano 7.0 y a largo plazo 20.8 ha.

También se considera que el crecimiento que se dé tiene que ser regido por el eje carretero, la consolidación intraurbana y la integración y aprovechamiento de la infraestructura y de los diversos equipamientos. Atendiendo también que la conurbación, ya dada, con otros municipios sea de una manera ordenada y planeada, en coordinación con los ayuntamientos colindantes, respetando las reservas ecológicas dadas y las zonas de riesgos.

CAPÍTULO V.

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



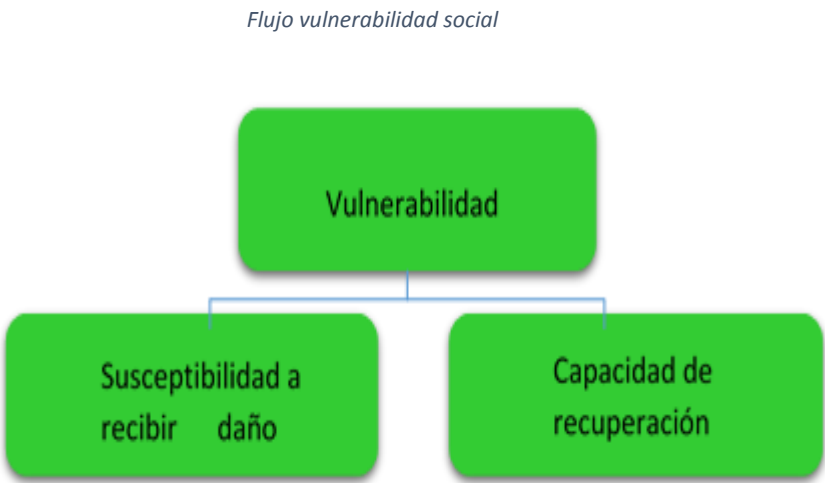
CAPÍTULO V. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural

5.1 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad, de forma general, se entiende como una condición que indica susceptibilidad de recibir daño, por lo tanto la palabra es ocupada en diferentes campos del conocimiento donde el significado cambiará dependiendo de la disciplina.

Jesús Macías dice que “la vulnerabilidad se adjetiva con el término social” (Macías, 1999, p. 81), ya que de esta forma el concepto abarca “las **condiciones sociales globales dentro de un grupo o comunidad humana**, que caracteriza los rasgos de susceptibilidad de recibir daños, por la ocurrencia de un impacto determinado.” (Macías, 1999).

Cuando hablamos de vulnerabilidad social y desastres, ésta se puede entender en dos aspectos, como susceptibilidad a recibir daño o capacidad de recuperación, de acuerdo al siguiente flujograma.



La vulnerabilidad social es el potencial de pérdida y el potencial de recuperarse de un desastre y, por lo tanto, no es exclusivo del momento de la emergencia.

La vulnerabilidad se puede identificar junto con la pobreza³, aunque hay quienes en los estudios de desastres señalan que la pobreza y la vulnerabilidad no son lo mismo⁴ argumentando que la

³ Calderón, Georgina (2001) Revista Ciudades “Pobreza y Vulnerabilidad. Jaguar y Pantera”, México, p.3

pobreza como tal no es el único elemento que define la vulnerabilidad social. No se puede negar, que principalmente en países como el nuestro, los más vulnerables son las personas de bajos recursos, pero no quiere decir que la vulnerabilidad es exclusiva de los pobres, sin embargo hay que señalar que la pobreza sí puede incrementar y/o disminuir la vulnerabilidad, ya que se sabe que los habitantes con mayores posibilidades económicas en una comunidad afectada por un desastre se recuperan de una forma más rápida. “La pobreza es un fenómeno que se desprende de los procesos que conforman y caracterizan una sociedad determinada” (Macías, 1999).

La **pobreza** puede entenderse como un grado de carencia que impide el desarrollo económico de una persona, grupo o comunidad y se relaciona con el ingreso real que pueda recibirse de la participación de las relaciones de producción.

La **vulnerabilidad** es una condición social que cambia con el tiempo, puede disminuir o aumentar;⁵ cuando la vulnerabilidad crece, afecta tanto la estabilidad de un individuo, de una familia o de una comunidad, como su habilidad o inhabilidad para lidiar con situaciones opuestas a su voluntad (por ejemplo, el impacto de un fenómeno natural). Existe un punto o un momento en el cual la economía de una unidad familiar o la salud de un individuo pasan de estar más o menos de un estado de equilibrio a ser inestable, y se pierde la capacidad de recuperar la posición en la que se estaba antes.

La vulnerabilidad es también reflejo de las condiciones socioeconómicas de la población y, al igual que la pobreza, tiene como unidad de análisis básica el hogar (Calderón, 2001 [C] op. cit. p. 5). Vulnerabilidad y pobreza son dos conceptos diferentes y, sin embargo en el contexto nacional, van ligadas invariablemente.

La vulnerabilidad se manifiesta en cada suceso que genera efectos negativos y al reducir los recursos económicos con ello disminuye también la capacidad de recuperación de las unidades domésticas; pero otra característica alarmante de la vulnerabilidad es que al ser acumulable con el paso del tiempo, también puede ser hereditaria durante una o varias generaciones y en cualquier momento se hace evidente ante el impacto de un fenómeno natural. Pero la vulnerabilidad no puede referirse sólo ante el impacto de un fenómeno natural, es un proceso aún más destructivo que va desarrollándose y va minando poco a poco las alternativas de las unidades domésticas creando situaciones críticas.

⁴ Macías y Aguirre (1999) Revista Mexicana de Sociología Año 68/ núm 2 (Abril- Junio 2006) “Las Inundaciones de 1999 en Veracruz y el paradigma de la vulnerabilidad” Instituto de Investigaciones Sociales UNAM, México

⁵ Esto puede explicarse con el efecto trinquete que maneja Chambers (citado por Winchester, op. cit. p. 9-10): un trinquete económico ocurre cuando una familia necesita reunir dinero para enfrentar algún tipo de crisis. Pronto aparece otra crisis y se requiere más dinero, y si es que existe una posesión, ésta se vende inmediatamente. Gradualmente, la familia se ve obligada a pedir dinero prestado y se va endeudando cada vez más, con lo que sus opciones se reducen y se encuentran en una especie de síndrome de pobreza y desesperación (por deber dinero y tener la necesidad de seguir pidiendo). Si los bienes vendidos para hacer frente a una crisis no fueron repuestos antes de la siguiente crisis, entonces la familia se dirige hacia una posición progresivamente más vulnerable con el tiempo. Podría decirse que la vulnerabilidad es la concatenación de sucesos críticos, lo que a su vez produce efectos multiplicados adversos que no permiten a un individuo, unidad familiar o comunidad, recuperarse de los impactos previos, mismos que se agravan con el tiempo, al grado de quedarse sin un recurso material, debiendo todo lo que puedan tener; o en el peor de los casos con deudas y absolutamente sin nada que vender o empeñar y sin nadie a quien recurrir; es decir quedarse sin nada en toda la extensión de la palabra, entonces es cuando un individuo es vulnerable ante alguna situación o alguna persona. Podríamos pensar además que en la progresión de la vulnerabilidad puede influir el estado civil de una persona: no es lo mismo ser una persona soltera con un bajo o nulo acceso a un sueldo que una persona casada con las mismas características pero con una esposa y con determinado número de hijos.

Vulnerabilidad en Xicohtzinco

Para comprender la realidad del riesgo en Xicohtzinco se utilizará como parámetro la vulnerabilidad social. La vulnerabilidad social nos permite evaluar los procesos económicos y demográficos de escala municipal que tienen repercusión en la distribución y asignación de los recursos en la sociedad, de forma tal que reflejan las condiciones inseguras de la población. Estas condiciones inseguras son socialmente construidas, resultado de los procesos económicos y demográficos, y son las condiciones específicas en las cuales la vulnerabilidad de una población se expresa en el espacio. En el caso del municipio de Xicohtzinco, los procesos sociales reconfiguran la vulnerabilidad.

Los eventos naturales no son como tal el desastre, dado que la naturaleza es periódica, aunque pudieran parecernos irregulares son parte de los procesos naturales. Así los habitantes del Valle de México son vulnerables a un terremoto, los asentamientos ubicados cerca de los volcanes son vulnerables a una probable erupción, las personas que viven en estados costeros también pueden verse afectados por los huracanes, los habitantes de los estados del norte del país por las sequías, etc. (Vera, 2009:16). En el caso del municipio de Xicohtzinco, la inundación que se presentó en 2008 no es la primera en la historia de la región, por lo que de antemano se sabe que la zona donde se localiza el municipio es susceptible a inundaciones y por lo tanto vulnerable a este fenómeno.

En las relaciones de producción o actividades cotidianas de una comunidad, como el municipio de Xicohtzinco, existe una posible pérdida continua de cosechas por diferentes motivos tales como: vientos fuertes, altas o bajas temperaturas, plagas, lluvias escasas o en exceso, etc. A consecuencia de ello, la inversión en herbicidas, plaguicidas y fertilizantes, se pierde automáticamente; estas condiciones podrían plantearse como una situación de desastre al interior de las familias, teniendo implicaciones más profundas y devastadoras que un fenómeno natural, pues las condiciones de pobreza y vulnerabilidad en que viven son tales que rebasan la capacidad de respuesta de las familias.

Las autoridades parecen no percibir esta situación y si no se manifiesta la presencia de algún fenómeno natural, las condiciones son consideradas estables, normales, de una aparente quietud y de tranquilidad.

Los fenómenos que año tras año ocasionan inundaciones, de no más de 30 cm, han generado cierta familiaridad y confianza entre los habitantes de Xicohtzinco, lo que los hace más vulnerables al ya no percibir el riesgo que representan las inundaciones para su comunidad.

Las amenazas, al igual que las condiciones inseguras, son la forma en que la vulnerabilidad social de una población se expresa en espacio y tiempo.

Las amenazas y las condiciones inseguras (Vulnerabilidad social) se complementan, las primeras son todos los elementos que conciernen al medio natural; en el municipio las inundaciones son el fenómeno que tiene un mayor riesgo a desastre y la mala apropiación del medio genera condiciones inseguras, así como las construcciones frágiles que representan una amenaza.

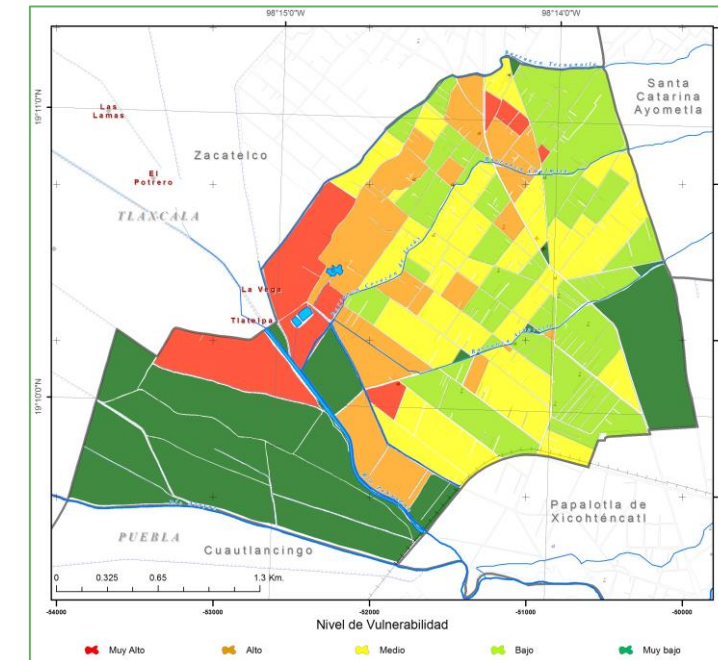


ILUSTRACIÓN 34. MAPA DE VULNERABILIDAD SOCIAL EN XICOHTZINCO.

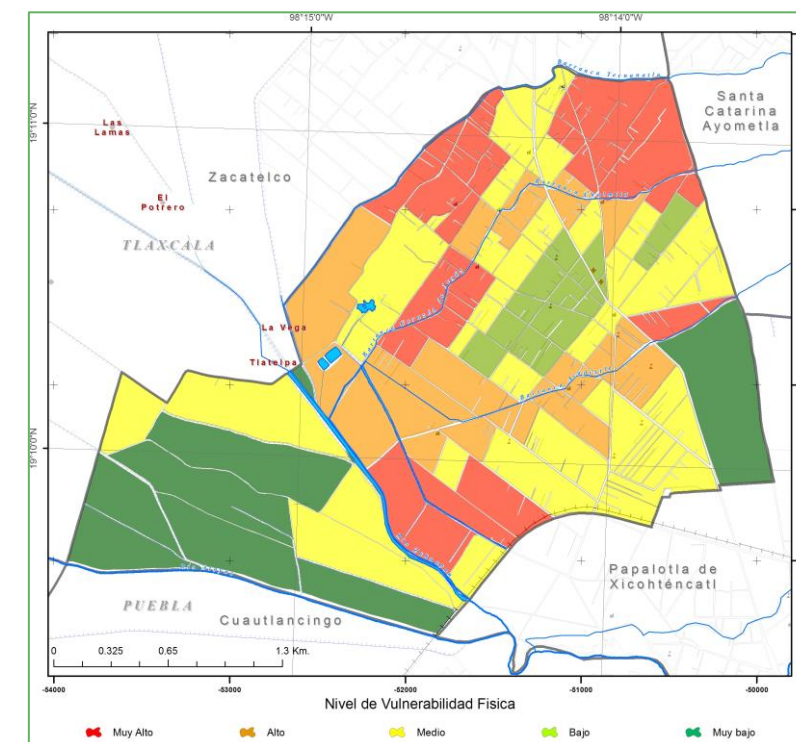


ILUSTRACIÓN 35. MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA EN XICOHTZINCO

FALTAN RIESGOS

5.2. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos geológicos

5.2.1 Erupciones Volcánicas

El vulcanismo, es la actividad interna de los mantos de la corteza terrestre, representada por el ascenso de material magmático (roca fundida en el interior de la tierra), que usa puntos débiles existentes en la corteza terrestre como las fracturas y grietas que permite la salida de roca fundida, así como emisiones de gases a la atmosfera. Las zonas de debilidad de la corteza se localizan a lo largo de los límites de las placas tectónicas, cuando el magma y los gases alcanzan la superficie a través de chimeneas, grietas o fisuras forman estructuras geológicas llamadas volcanes. En México gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción comprendido entre la franja de contacto de las placas tectónicas: Rivera y Cocos, en conjunto con la placa Norteamericana, que tiene su expresión volcánica en la Faja del Eje Neovolcánico Transversal, la orientación de sus elevaciones va de Este-Oeste, (Espíndola, 1999). Los volcanes se forman por sucesivas erupciones de lava (roca fundida que alcanza la superficie terrestre), y material piroclástico. En la cima de los volcanes, por lo regular, 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 cónica.

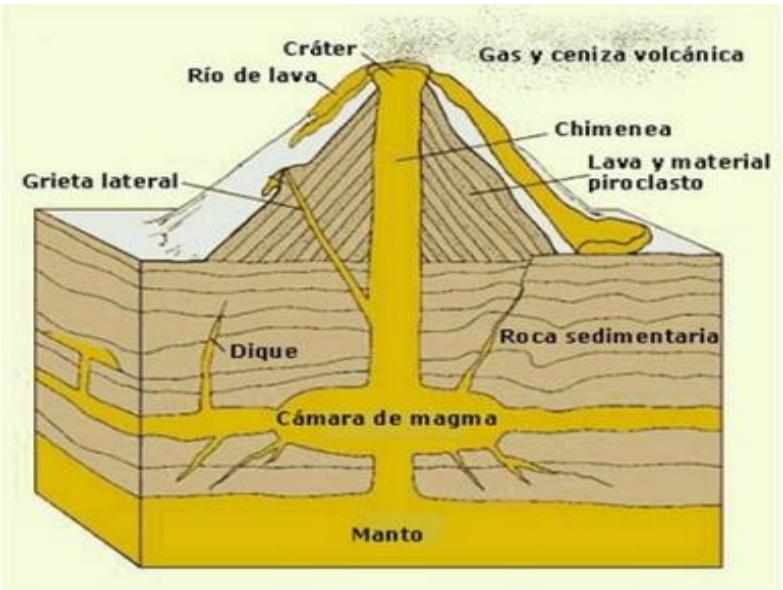


ILUSTRACIÓN 36. ESQUEMA QUE REPRESENTA LA FORMA EN QUE LA ACTIVIDAD INTERNA FORMA ESTRUCTURAS QUE SE CONOCEN CON EL NOMBRE DE VOLCANES, ASÍ COMO LOS TIPOS DE MATERIALES Y PROCESOS QUE SE DESARROLLAN EN LA SUPERFICIE TERRESTRE.

El municipio de Xicohtzinco se sitúa en la región del “Eje Neovolcánico con características físicas de una zona de importante actividad volcánica donde se desarrollaron erupciones durante la Era geológica del Cuaternario, como se menciona en los capítulos de geología y fisiografía; comenzó a finales del periodo terciario, hace 2,5 millones de años. El Cuaternario se divide en Pleistoceno que incluye los periodos glaciales, y la época reciente o post-glacial, también llamada Holoceno que abarca hasta nuestros días⁶.

El material volcánico, como: brecha volcánica, ignimbrita, riolita y toba ácida (roca ígnea extrusiva), constituyen estratos del relieve de Xicohtzinco, provenientes principalmente del Popocatepetl y La Malinche. El Popocatepetl volcán activo hasta la fecha, mientras que la Malinche es un volcán de carácter inactivo más no extinto, considerando latente la posibilidad de iniciar procesos eruptivos; por lo que son los volcanes que representan un peligro para la población de Xicohtzinco⁷.

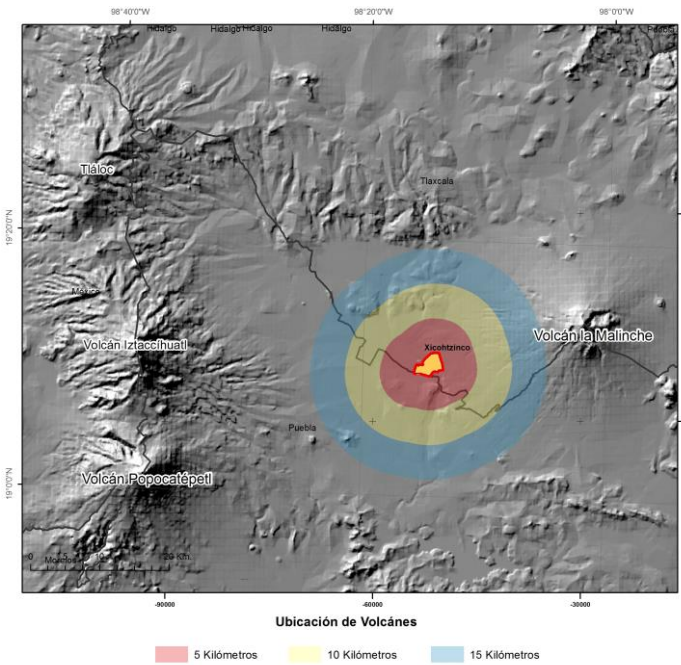


ILUSTRACIÓN 37. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS VOLCANES PRÓXIMOS A XICOH TZINCO, ESPECÍFICAMENTE LOS VOLCANES, POPOCATÉPETL Y LA MALINCHE

⁶ Univ. Nal. Autónoma de México, Inst. Geología, revista, vol. 2 (1978), pág. 172-187.

⁷ Geología e historia eruptiva de algunos de los volcanes activos de México, José Luis Macías, UNAM. 2005.

Tabla 31. Cuadro en el que se describen las características de los volcanes activos e inactivos próximos al municipio			
	Tipo de erupción e intensidad	Ultima Actividad registrada	Distancia del cono volcánico al municipio de Xicohtzinco
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.	44.41 Km
Volcanes Inactivos (en reposo)	La Malinche a 2, 865 msnm	Cono constituido por material de escoria y en proceso de destrucción por la extracción de material para la construcción. Erupciones del cuaternario.	22,30 Km

El Popocatepetl, volcán activo, se localiza a 44. 41 Km, en el área de influencia por actividad eruptiva que abarca el territorio municipal de Xicohtzinco consolidado sobre una secuencia de erupciones de las cuales se tiene un registro 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 a la población de los Estados que lo circundan, tales como: el Estado de México, Morelos y Puebla, a una altitud de 5,426msnm, se le cataloga como un estratovolcán (estructura simétrica formada por la alternancia de actividad eruptiva, que va de: capas de lava, depósitos piroclásticos y cenizas, que se acumulan alrededor de la chimenea y formando prácticamente un cono), que actualmente ha mantenido una actividad constante desde 1994 hasta la fecha, principalmente erupciones de ceniza. De acuerdo a la distancia que lo separa el municipio no se ve afectado por escurrimientos de lava; la afectación más notoria está dada por la caída de ceniza que perturbaría la vida cotidiana y parte de la infraestructura urbana y rural. Se estima que un aproximado de 5 milímetros de espesor de ceniza, causaría daños a las cosechas, contaminaría cuerpos de agua y afectaría el abastecimiento de agua. La afectación a las vías de comunicación estaría en función de la poca visibilidad, la tracción de camiones y automóviles que circulan por las carreteras. Generaría cortes de energía eléctrica; así como afectación a la población en las vías respiratorias e irritación en ojos.

Erupciones históricas principales de tipo pliniano del Popocatepetl.

Aproximadamente hace 14,000 años, ocurrió la erupción pliniana más violenta que se haya registrado en ese volcán. Curiosamente, se trata de una erupción que no ocurrió en el cráter principal, sino en el flanco noroeste, en el lugar conocido como barranca Nexpayantla, donde se formó un cráter nuevo y el magma que ascendía interactuó con una gran cantidad de agua, que produjo una explosión freatomagmática, el agua sobre calentada pasa de la fase líquida a la

gaseosa con suma violencia y produce la fragmentación de la roca encajonante. Los depósitos de caída de esta erupción fueron dispersados hacia el noreste, donde ahora se encuentra la Ciudad de México. Se ha observado material correspondiente a esta erupción en Nonoalco, Tláhuac y en Xico (valle de Chalco).

Existen datos de tres erupciones plinianas de mediana intensidad hace alrededor de 11,000; 9, 000 y 7,000 años antes de nuestra era. Así como de otras tres erupciones que han sido fechadas en los años 3, 195 hasta los 1,095 d.C.; lo que significa que ocurrieron en la época en que ya existían asentamientos humanos. Se considera que estas tres últimas erupciones tuvieron una secuencia muy parecida en la que se emitieron pequeñas cantidades de ceniza y pequeños flujos piroclasticos que fueron arrastrados por el viento en dirección este y noreste y a declinar la erupción se generaron lluvias torrenciales que produjeron los lahares (corrientes de lodo y cenizas) que bajaron del Popocatepetl y el Iztaccíhuatl, inundando la cuenca de Puebla, los valles de Atlixco y Cuautla. En el “Mapa simplificado de isopacas” (líneas de igual espesor) se pueden observar los depósitos de pómez, durante las últimas grandes erupciones plinianas del Popocatepetl. Las isopacas delimitan áreas con espesores de pómez mayores a los 50 cm⁸.

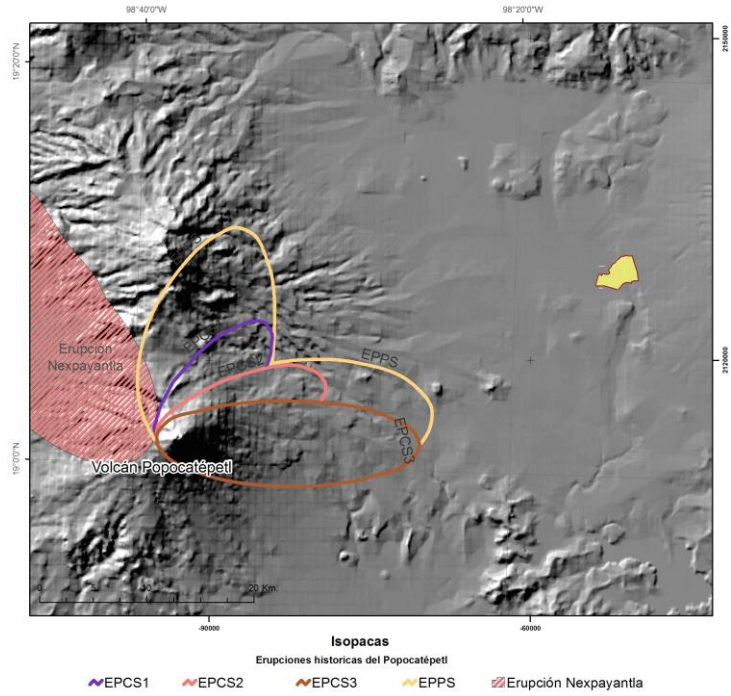


ILUSTRACIÓN 38. MAPA DE ISOPACAS LAS FLECHAS INDICAN DIRECCIONES DE DISPERSIÓN QUE COINCIDEN CON LA DIRECCIÓN DEL VIENTO DURANTE LA ERUPCIÓN.

⁸ Revista ciencias no. 41 Enero-Marzo 1996.

EPPS= Erupción Pliniana del Precerámico Superior (3,195-2,830 a.C.)

EPCI= Erupción Pliniana del Cerámico inferior (800-215 a.C.)

EPCS1, EPCS2 y EPCS3= Erupción del Cerámico superior (823/824 d.C.)

Tabla 32. Descripción de algunas de las actividades y etapas que han sido registradas históricamente, correspondientes al volcán Popocatepetl, afectando el área de Puebla y Tlaxcala		
Año	Actividad	Cono Volcánico
>430,000 a.P.	Gran erupción tipo Bezimianyi destruye el edificio volcánico del volcán Nexpayantla	Nexpayantla (cono secundario del volcán Popocatepetl)
23,655 a 22,000 a.P.	Gran erupción tipo Sta. Helena destruye el edificio volcánico del volcán Ventorrillo Pómez Tochimilco (distancia al cono volcánico)	Ventorrillo Pómez Tochimilco
14,430+190 a 12,900+40 a.P. 1,235+50 a 855+55 a.P.	Gran erupción pliniana destruye el volcán El Fraile. Caen ceniza y pómez en el Valle de México. PB&N y PWA (Tutti-Frutti) Erupción pliniana grande P-4; P3 y P2. Tres erupciones plinianas P-1	El Fraile
Del 1354 d.C. a 1804 d.C.	Erupción menor y Fumarolas Erupción mayor, representada en los Códices Telleriano Remensis y Vaticano A (Figura 1) Ceniza Negra Fumarolas Erupción moderada seguida de actividad fumarólica. Erupciones moderadas. Explosiones esporádicas moderadas emiten ceniza y pómez. Emisiones de ceniza emiten ceniza y pómez. Produce “el chimuelo” en La Corona. Fumarolas y emisiones de ceniza Fumarolas y emisiones de ceniza Erupciones moderadas. Explosiones esporádicas moderadas Fumarolas Erupción leve y actividad fumarólica Fumarolas leves	

Tabla 33. Datos recientes de las erupciones que ha presentado el volcán Popocatepetl	
Año	Actividad
1919 - 1927 d.C.	Erupción moderada. Explosiones esporádicas emiten ceniza y pómez. Se forma un pequeño domo de lava en 1924.
1995, 1996 y 1997	Frecuente exhalación de cenizas
1998 y 1999	Columna de Cenizas y Erupciones explosivas
2002, 2003, 2004, 2005	Exhalaciones diarias de ceniza; crecimiento del domo por erupciones explosivas; Exhalaciones moderadas
2006	Explosiones que frenaron el crecimiento del domo
2007 y 2008	Temor armónico, explosiones moderadas y exhalaciones
2009	Exhalaciones de ceniza que alcanzaron los 800 m. y hasta 2km
2010	Tremor armónico de baja amplitud
2011 al 2014	Escaso número de exhalaciones y algunos eventos de erupciones considerables

Volcán la Malinche

Los aportes eruptivos del volcán la Malinche, y la cobertura de ceniza volcánica proveniente del Popocatepetl integran y conforman el relieve de Xicohtzinco de manera homogénea, con pendientes poco pronunciadas acordes a su ubicación al suroeste del volcán la Malinche, sobre el piedemonte.

El volcán la Malinche, se formó a mediados del periodo terciario, hace unos 35 millones de años, y ha tenido a lo largo del tiempo varias erupciones que lo han hecho crecer y elevarse. Algunas erupciones de la Malinche fueron inofensivas: el volcán dejaba salir lava que escurría suavemente por sus faldas la que, al enfriarse, se transformó en mesetas y pedregales de rocas negras llamadas basaltos; otras erupciones fueron más ruidosas y violentas: el volcán arrojaba por los aires fragmentos de roca, cantidades enormes de polvo y arena volcánica mezclados con trozos de obsidiana que caían en sus faldas o eran alejadas por el viento hasta los llanos. Al parecer la última erupción se efectuó en la era geológica del pleistoceno, pero tuvo actividad en mayo de 1993.

Se cataloga como un Estratovolcán que tiene forma de cono con extensas laderas, estructuralmente está formado por: roca caliza del Cretácico que se ubica al Sur del volcán formando un relieve de lomeríos y montañas con depósitos piroclásticos del cuaternario; al Norte el denominado bloque Tlaxcala con elevaciones volcánicas del Plioceno y Pleistoceno, las cuales

forman una estructura independiente del volcán, y algunas otras estructuras que se localizan en el piedemonte de la Malinche; la tercer estructura pertenece a roca volcánica del Oligoceno, relacionada con la roca volcánica que se puede encontrar en la cuenca de México, que se superponen a la roca del Cretácico y a los depósitos de la Malinche⁹.

El registro de las erupciones volcánicas de la Malinche consta de aproximadamente 14 erupciones que van de hace 40,000 años, de acuerdo a análisis geoquímicos y por las características de los materiales expulsados, como: depósitos de pómez y cenizas del Holoceno.

Tabla 34. Actividad Eruptiva del volcán la Malinche		
Etapas	Eventos reconocidos a través de sus depósitos	Estimación de edad aproximada
Etapa 4 (1200 a 3100)	Flujo de cenizas	3100
	Caída de cenizas	3100
	Flujo de cenizas y pómez	
	Flujo de bloques y cenizas	7500
	Flujo de cenizas	9000
	Pómez Malinche II	<1200 - > 9000
Etapa 3 (21500 a 12000)	Lahares y flujos de cenizas Pómez Malinche I	21500
Etapa 2 (>39000 a 21500)	Flujo de cenizas Flujos de bloques y cenizas Pómez Zaragoza Flujo de bloques y cenizas Flujos de cenizas Pómez Huamantla	39000
Etapa 1 (>39000)	Flujo de cenizas	39000
	Flujo de bloques y cenizas	

⁹ Hilger, 1973.

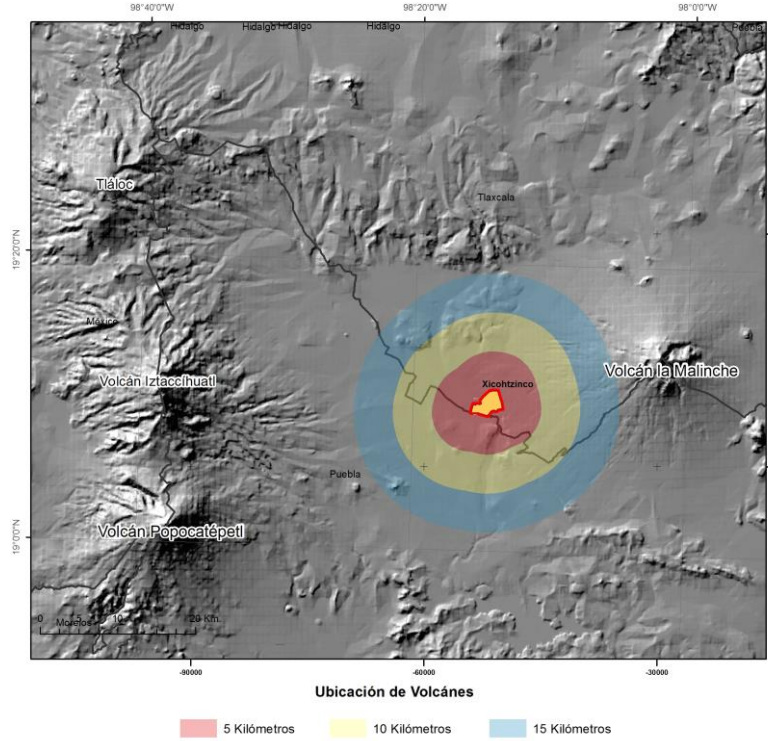


ILUSTRACIÓN. 39. MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE XICHOHTZINCO Y SU CERCANÍA CON EL VOLCÁN LA MALINCHE

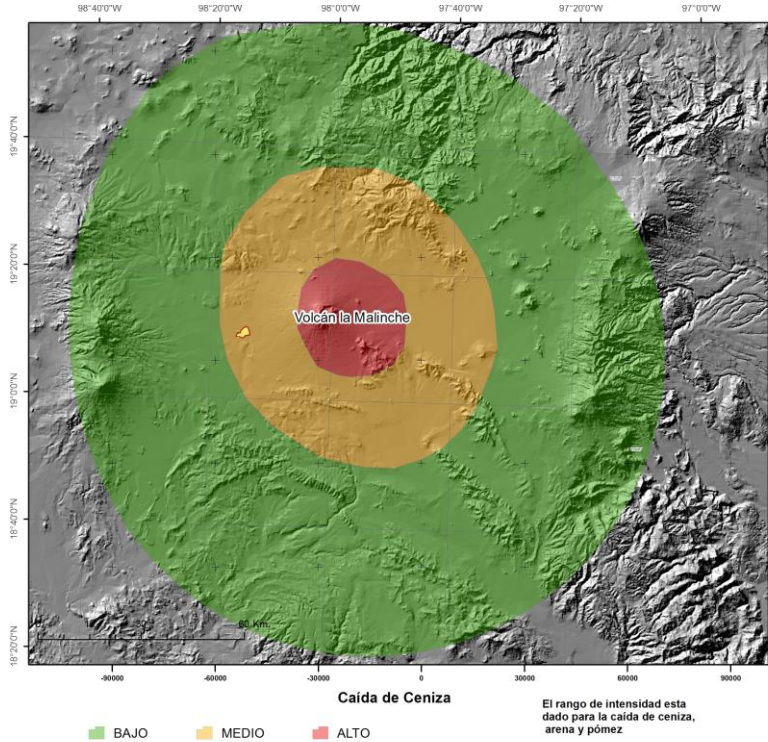


ILUSTRACIÓN. 40. MAPA DE PELIGRO POR CAÍDA DE CENIZAS DEL VOLCÁN LA MALINCHE

El Índice de Explosividad Volcánicas (IEV)

Registra los factores que influyen en el tipo de actividad desplegada por los volcanes, como 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). Esto permite caracterizar las explosiones que han presentado dichos volcanes durante sus diferentes etapas eruptivas. Cataloga los productos, su volumen, altura de nubes eruptiva y observaciones cualitativas que permiten determinar el valor de explosividad. El IEV, es un rango de 8 niveles o magnitudes de una erupción volcánica, que permite describir la actividad eruptiva de un volcán. Para el caso del municipio de Xicohtzinco, sólo se describirá la actividad volcánica de tipo Pliniana que entra en el índice descrito: son erupciones muy violentas que levantan columnas verticales de gases y piroclastos a varias decenas de kilómetros de altura con una duración variada que puede ir de una hora hasta más de un día. Sus columnas eruptivas pueden alcanzar entre 20 y más de 35 km de altura, y suelen ser dispersadas por los vientos predominantes por cientos o miles de kilómetros. A menudo son acompañadas por el colapso o hundimiento de terreno de la parte superior del edificio volcánico y pueden originar calderas. Tesis. Rosa María, UNAM, 2010.

Tabla 35 Erupciones volcánicas históricas de acuerdo al IVE. Fuente Instituto Smithsonian						
IEV	Clasificación	Descripción	Altura de la columna eruptiva	Volumen de material arrojado	Periodicidad	Ejemplo
0	Erupción Hawaiana	No explosiva	< 100 m	> 1000 m3	Diaria	Kílauea
1	Erupción Stromboliana	Ligera	100 – 1000 m	>10,000 m3	Diaria	Stromboli
2	Erupción Vulcaniana/ Stromboliana	Explosiva	1 – 5 km	>1,000,000 m3	Semanal	Galeras, 1993
3	Erupción Vulcaniana (Subpliniana)	Violenta	5 – 15 km	>10,000,000 m3	Anual	Nevado del Ruiz, 1985
4	Erupción Vulcaniana (Subpliniana)/ Pliniana	Cataclísmica	10 – 25 km	>0,1 km3	10 años	Galunggung , 1982
5	Pliniana	Paroxística	>25 km	>1 km3	100 años	St. Helena, 1980
6	Pliniana/Ultra-Pliniana (Krakatoana)	Colosal	>25 km	>10 km3	100 años	Krakatoa, 1883/Santa María, 1902
7	Ultra-Pliniana (Krakatoana)	Super-colosal	>25 km	>100 km3	1,000 años	Tambora, 1815/Maipo , 500,000 a.C.
8	Ultra-Pliniana (Krakatoana)	Mega-colosal	>25 km	>1000 km3	10,000 años	Toba, 69,000 a. C.

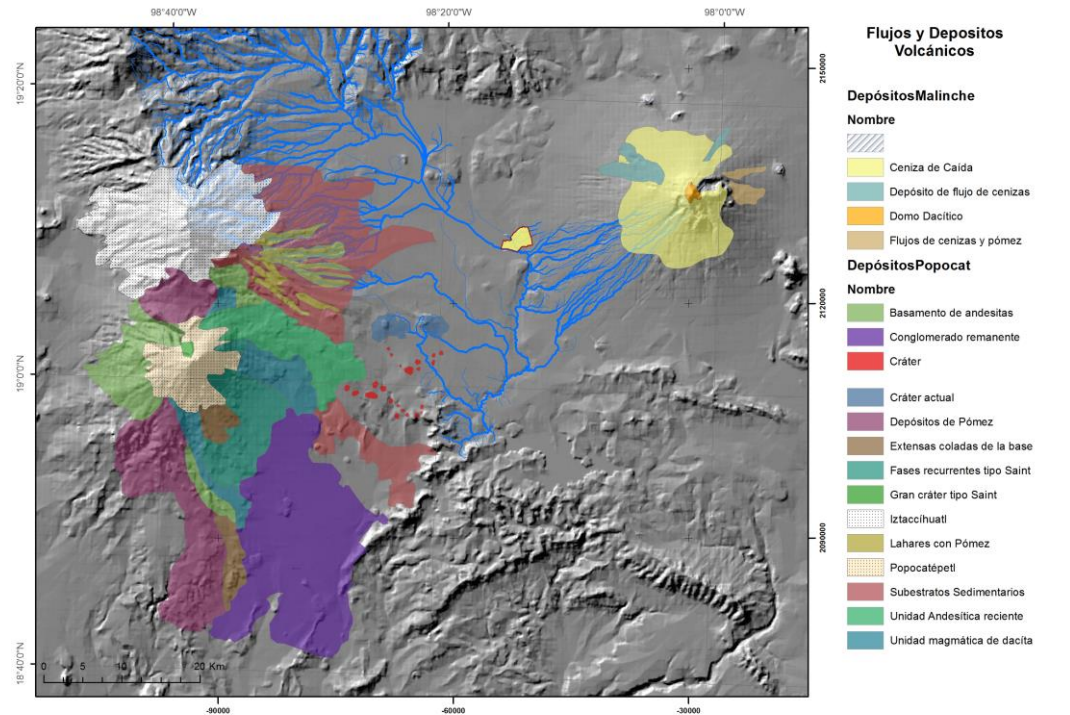


ILUSTRACIÓN 41. MAPA DE FLUJOS Y DEPÓSITOS VOLCÁNICOS

Tabla 36. Algunos de los peligros asociados a los distintos tipos de erupciones volcánicas en el área próxima al municipio				
Manifestación	Peligro asociado	Velocidad	Alcance	Efecto más frecuente
Lava líquida	Flujos de lava	Baja	Corto	Destrucción del terreno
Ceniza	Lluvia de ceniza	Media	Intermedio	Acumulación de ceniza
Fragmentos de todos tamaños	Flujos piroclásticos	Muy alta	Corto a intermedio	Devastación
Ceniza	Lluvia de ceniza	Media	Largo a muy largo	Acumulación de ceniza, bloqueo de drenajes
Lodo (agua y fragmentos)	Flujo de lodo (lahar)	Media a alta	Intermedio a largo	Devastación
Derrumbe o deslizamiento	Avalancha de escombros	Alta a muy alta	Intermedio a largo	Devastación

Fuente: 1 Reyna de la Cruz Servando. (2004), "Volcanes, Peligro y Riesgo Volcánico en México. Serie Fascículos.", 1a. Edición, CENAPRED, México, ISBN: 970-628-734-

La Malinche en caso de erupción podría afectar al municipio de Xicohtzinco, por el alcanza de los lahares. El lahar es una mezcla de materiales volcánicos (rocas, ceniza, pómez y escoria), principalmente es volumen de los depósitos de cenizas desplazados por agua proveniente del deshielo de los casquetes glaciares o por fuertes lluvias; la mezcla del agua y los depósitos volcánicos sueltos que se encuentran en las zonas del volcán con pendiente pronunciada se transforman en un flujo móvil con características similares al concreto de construcción. La velocidad de los lahares históricos, varía ampliamente debido a la diferencia en las dimensiones de los canales de transporte, el volumen y distribución del tamaño de los detritos, que pueden recorrer distancias muy grandes de más de 100km, con velocidades de 40 a 100km/h.

El principal peligro de los lahares amenaza la vida humana e infraestructura próximas al cono volcánico y a los valles que drena, debido a la densidad, y su velocidad pueden afectar: campos de cultivo, rellenar cauces, sepultar construcciones y hasta arrastrar infraestructura del municipio. Por lo que en un caso remoto de actividad de la Malinche vale la pena tomar en cuenta la probable afectación al municipio por los flujos de lahares.

De tal manera que investigadores e instituciones como el CENAPRED, se ha dado a la tarea de evaluar las zonas próximas al volcán la Malinche¹⁰ para definir las zonas que se verían afectadas por un lahar, examinando: trayectorias, características y probabilidades de ocurrencia de un flujo, para mantener programas de prevención y mitigación de peligros volcánicos. En el documento citado, se sustenta el estudio a través de la topografía digital, para obtener trayectorias de lahares con el uso de simuladores como el “LAHARZ”, con el que se generó el mapa de peligro por lahares.

Las zonas de inundación asignadas corresponden al volumen de material arrastrado y a la distancia, por lo que les asignaron un color que se pueden ver el en siguiente mapa:

- Rojo. Volumen de 40 millones de metros cúbicos, que ocupan la zona de mayor peligro o afectación, en la que los lahares pueden alcanzar hasta varias decenas de kilómetros de longitud.
- Azul oscuro. Volumen de 14 millones de metros cúbicos, para una afectación intermedia o moderada, con longitudes de 1 hasta 3 decenas de kilómetros.
- Amarillo. Volumen de 10 millones de metros cúbicos, a la zona de afectación menor, de 1 a 2 decenas de kilómetros de longitud.
- Azul claro. Volumen de 5 millones de metros cúbicos, se extiende a menos de una decena de kilómetros.

¹⁰ http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Fasc_Fenomenosgeologicos.pdf.

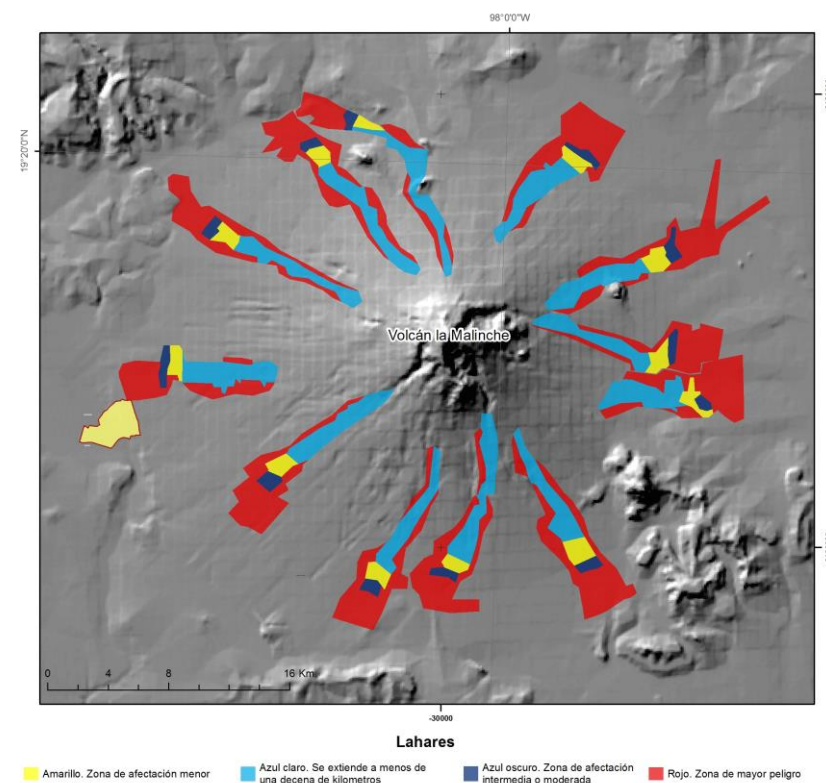


ILUSTRACIÓN 43. MAPA DE PELIGRO POR ESCENARIOS HISTÓRICOS DE INUNDACIÓN DE LAHARES EN EL MUNICIPIO DE XICOHTZINCO. CON FUENTE DE CENAPRED.

Aspectos de mitigación para lahares de la Malinche:

Elaborar mapas de peligros por lahares históricos, y continuar con mapas de riesgo que identifique población e infraestructura que pueda verse afectada.

Promover estudios científicos interdisciplinarios con personal capacitado en geología volcánica.

Desarrollar estudios que determinen las condiciones que originan un lahar: con medidas de intensidad de lluvias y su duración; medidas periódicas de las condiciones del lecho de los ríos; evaluación de materiales que origina el volcán.

Promover el monitoreo y solicitar información (Protección Civil de Xicohtzinco), recurrente del volcán la Malinche¹¹.

¹¹ http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Fasc_Fenomenosgeologicos.pdf.

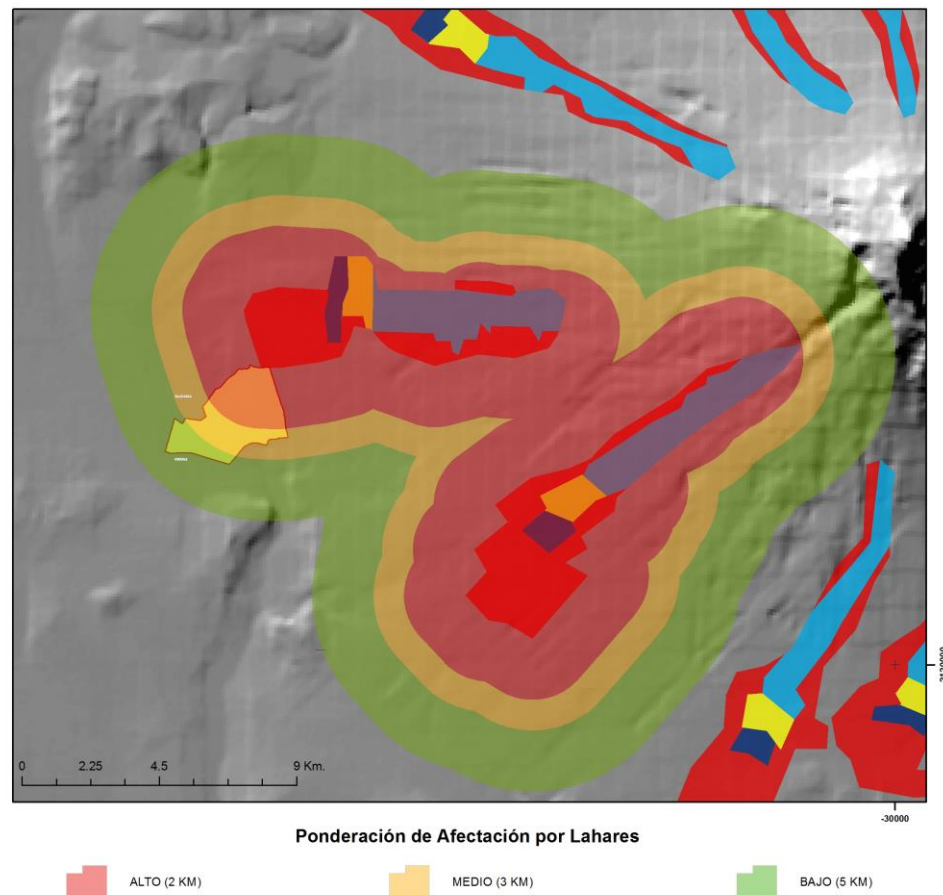


ILUSTRACIÓN 44. MAPA DE RIESGOS POR ESCENARIOS HISTÓRICOS DE INUNDACIÓN DE LAHARES EN EL MUNICIPIO DE XICHTZINCO. CON FUENTE DE CENAPRED.

El mapa de intensidad volcánica coloca a Xicohtzinco como un municipio que se ubica en una zona con un rango de medio a baja probabilidad de verse afectado por una erupción tanto del Popocatepetl o la Malinche; en la actualidad el volcán que presenta actividad secuencial es el Popocatepetl, por lo que se consideraría asumir precauciones por caída de cenizas que el viento pueda transportar al municipio. Básicamente la lluvia de ceniza limitaría la actividad diaria: dificultando la circulación vehicular y obstruyendo la red de drenaje. El principal riesgo sería a la población al afectar las vías respiratoria y causando irritación en los globos oculares. De tal forma que del recuento de la actividad del volcán, se ha identificado de baja intensidad, por lo que se entiende el nivel bajo al que está expuesta por la caída de ceniza; que va del nulo al mínimo nivel de afectación.

Caída de ceniza

La primera zona definida como de peligro alto. Se vería afectada principalmente por la caída de gran cantidad de ceniza, arena y pómez, donde se acumularían varios centímetros de material, en caso de erupciones pequeñas, y una cantidad de varios metros en erupciones de gran magnitud.

El segundo rango, con peligro medio. El tipo de material que alcanzaría esta área es: ceniza, arena y pómez, que pueden formar una capa de espesor de 1 mm en erupciones pequeñas y hasta de 1 m en erupciones grandes.

El área tres que nos indica un peligro bajo. Es la zona menos afectada por caída de ceniza, arena y pómez; en erupciones pequeñas no llegaría este tipo de material, pero para erupciones grandes se considera la acumulación de decenas de centímetros¹².



ILUSTRACIÓN 45. IMÁGENES QUE ILUSTRAN EL TIPO DE ACTIVIDAD QUE HA PRESENTADO EL VOLCÁN POPOCATÉPETL. FUENTE CENAPRED.

Las áreas que se verían afectadas y que se representan en los límites que indica el CENAPRED en su página de internet, se delimita en un radio del orden de 20 a 30 km, para una actividad volcánica fuerte. Un evento de esta naturaleza debería ser previsto por los sistemas de detección y monitoreo del volcán con anticipación suficiente para tomar medidas preventivas. Las grandes ciudades como México, D.F., su centro se ubica a 72 km del cráter del volcán; Puebla se localiza a 43 km; Cuernavaca a 63 km; y Tlaxcala a 53 km. Ciudades que se verían afectadas por la caída de ceniza. Por tal razón el rango que se usa para dichas áreas es:

¹² Reporte de actividades del volcán Popocatepetl, Página del CENAPRED, 2015.

Tabla 37. Periodos de Retorno para distintos índices de Explosividad Volcánica			
Volcán	VEI ≤ 3	VEI 4	VEI 5
Tipo de Explosión	Hawaiiana Stromboliana Vulcaniana	Vulcaniana Pliniana	Pliniana
Popocatepetl	15 años	656	6,200
La Malinche	1,298 años	58,710	555,190

Fuente: Smithsonian Institution Global Volcanic Program

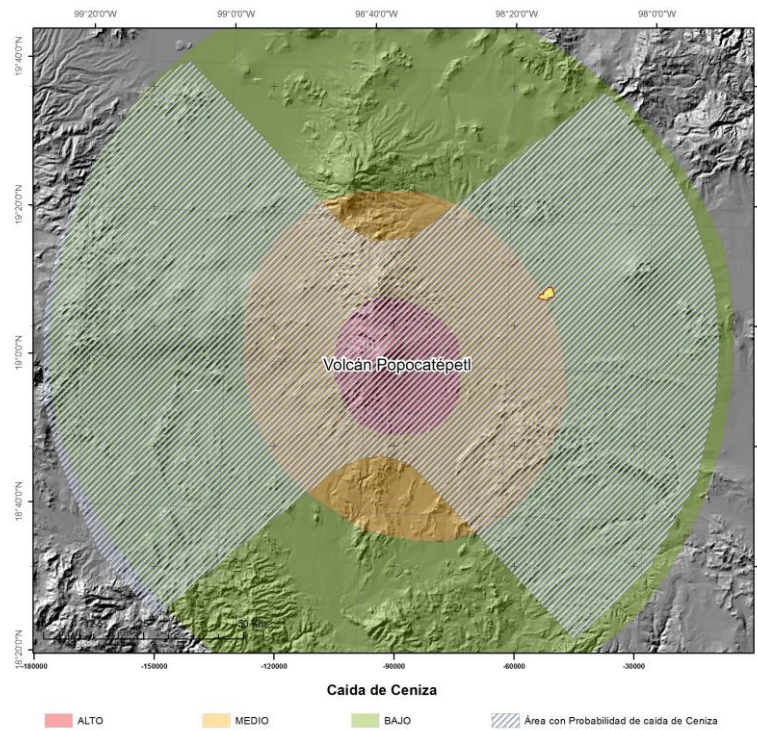


ILUSTRACIÓN 46. MAPA DE PELIGRO POR CAÍDA DE CENIZA, ARENA Y PÓMEZ, PARA EL MUNICIPIO DE XICOHTZINCO.

- Primer Zona., se define un rango de 16 km.
- Segunda zona, un rango de 30 km.
- Tercera zona, rango de aproximación de 80 km

5.2.2 Sismos (epicentros con sus respectivas magnitudes)

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 o rompimiento se acumula energía, que al momento de liberarse generan los movimientos que conocemos como sismos o temblores. La mayoría de los sismos en México se originan por movimientos de *subducción* y *desplazamiento lateral entre placas tectónicas*.

La subducción entre placas, se presenta principalmente en la costa de Pacífico, dicha actividad se da cuando la corteza oceánica se introduce por debajo de la corteza continental, constituyendo la zona sísmica más activa del país.

El desplazamiento lateral entre placas, es la que se desarrolla en la parte central del Mar de Cortés donde la corteza oceánica y la continental se están separando una con respecto a la otra, originando movimientos sísmicos en la zona noroeste del país que abarca la península de Baja California, Sonora y Sinaloa.

Cabe mencionar la existencia de los sismos *intraplaca*, que se originan en dentro de la corteza continental que son generados por fallas activas en la corteza terrestre o por rompimiento en las placas de subducción.



ILUSTRACIÓN 47. ESQUEMA TECTÓNICO DE MÉXICO QUE DESCRIBE LA CONFIGURACIÓN ACTUAL DE LAS PLACAS.

Se puede clasificar a los sismos dentro de 4 tipos, en función de la fuente que lo genera:

- Sismos Tectónicos. Se generan por la actividad de las placas tectónicas, los podemos subdividir por la profundidad a la que se presentan, regularmente sismos de poca profundidad (15-30 o 60-70km) son *intraplaca* y sismos de mayor profundidad son de *subducción* o por *desplazamiento lateral*.
- Sismos Volcánicos. La actividad volcánica los origina y tienden a ser de menor magnitud que los tectónicos y regularmente imperceptibles.

- Sismos de Colapso. Por colapso de techos y paredes de antiguas minas o cavernas, por las dimensiones la magnitud es pequeña y se percibe dentro del área afectada.
- Sismos Artificiales. Originados por la actividad del hombre, como ejemplo la actividad minera o la construcción de vías de comunicación donde se realizan detonaciones y/o por detonaciones nucleares, estos últimos pueden alcanzar magnitudes de 4 o 5 grados.

Este tipo de eventos de perturbaciones repentinas (movimientos) de la superficie de la tierra, que pueden tener diferentes magnitudes, se pueden medir calculando la energía liberada, existen dos escalas para medir los sismos:

- Mercalli, que mide la *intensidad* en función de la destrucción y daños en construcciones y en el terreno.
- La escala de Richter, registra *magnitud* sísmica y energía liberada, de tipo logarítmica, por ejemplo un sismo de 4.5 grados Richter es 20 veces más intenso que uno de 3.5. Se calcula a partir de la amplitud y de la frecuencia de las ondas sísmicas registradas por los sismogramas, que reconocen la frecuencia de las ondas sísmicas.

Grado	Descripción
I Muy débil	No se advierte sino por pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables
II Débil	Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran en pisos superiores de algún edificio
III Leve	Se percibe en el interior de edificios y casas
IV Moderado	Objetos colgantes oscilan visiblemente. La sensación es semejante a la que produciría el paso de un vehículo pesado
V Fuerte	La mayoría de la gente lo percibe aun en el exterior. Líquidos oscilan dentro de sus recipientes y puede llegar a derramarse
VI Bastante fuerte	Lo perciben todas las personas. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas
VII Muy fuerte	Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. Se producen daños a las construcciones
VIII Destructivo	SE hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen derrumbes parciales en estructuras y construcciones
IX Ruinoso	Pánico generalizado. Todos los edificios sufren grandes daños. La tierra se fisura
X Desastroso	Se destruye gran parte de construcciones. El agua de canales, ríos y lagos sale proyectada de su cauce
XI Muy desastroso	Muy pocas estructuras y construcciones quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados
XII Catastrófico	El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados

INTENSIDADES SÍSMICAS DEFINIDAS POR LA ESCALA MERCALLI-MODIFICADA.

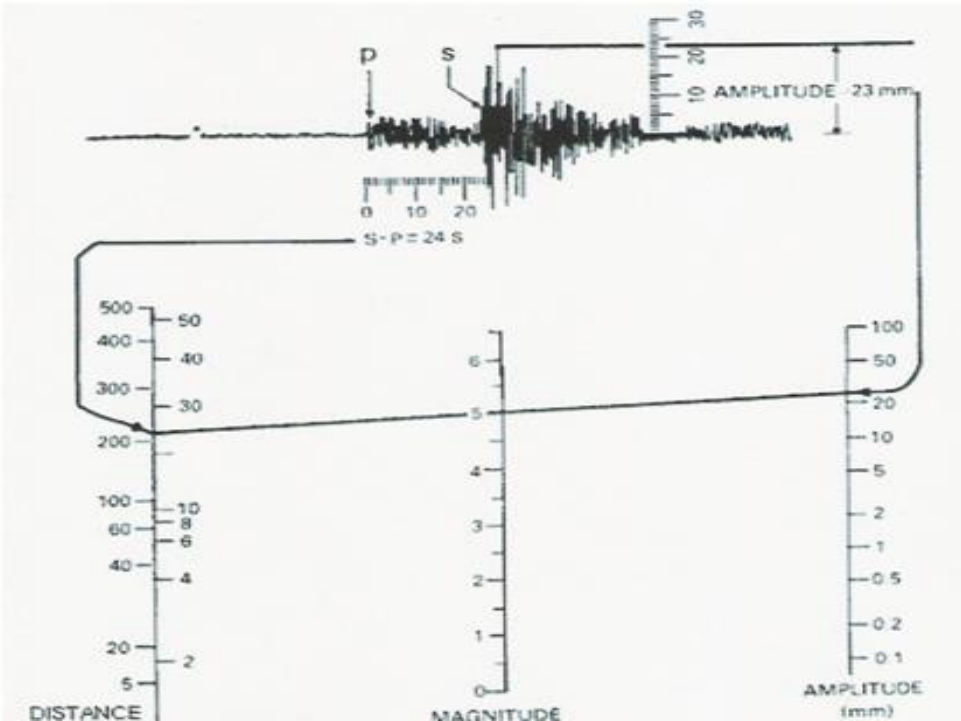


ILUSTRACIÓN 48. SE MUESTRAN LOS DATOS REGISTRADOS POR UN SISMÓGRAFO. CON LAS ONDAS SÍSMICAS PROPAGADAS POR LOS TERREMOTOS SE PUEDEN ESTIMAR LAS MAGNITUDES.

De esta manera 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 corteza¹³.

La Comisión Federal de Electricidad, realizó un estudio sísmico basado en datos históricos de movimientos de gran intensidad y la aceleración del suelo con dichos sismos, de esta manera se caracteriza el territorio nacional en cuatro zonas: A, B, C y D, que indican respectivamente regiones de menor a mayor peligro. La zona A, zona donde no se tienen registros de actividad sísmica desde hace 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10%; Las zonas B y C, de intensidad intermedia se registra una actividad sísmica afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70%; Zona D, donde se tiene registros históricos de gran y frecuente actividad sísmica y las aceleraciones del suelo pueden sobre pasar el 70%. Por su ubicación, Xicohtzinco, se encuentra en la zona B donde el suelo no rebasa la aceleración del 70%, entre una mediana y baja intensidad al peligro, por la actividad sísmica.

¹³ <http://www.noticiasnet.mx/portal/principal/92622-normal-actividad-s%C3%ADsmica-m%C3%A9xico-unam>.

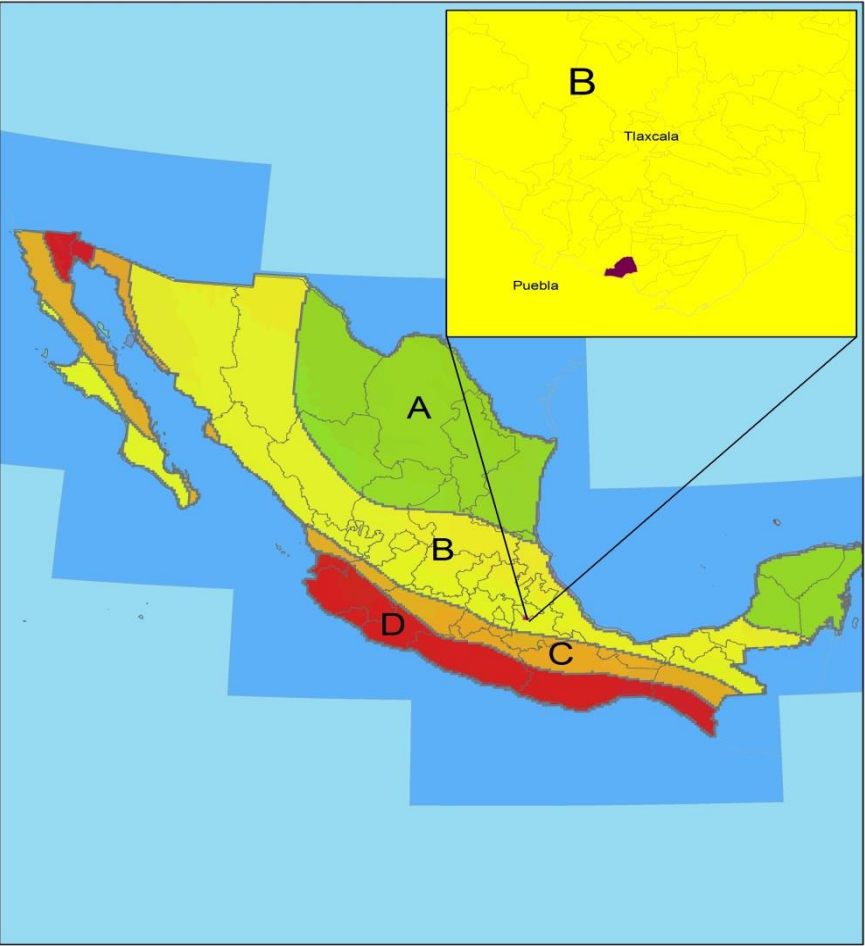


ILUSTRACIÓN 49. REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE LA CFE.

La actividad tectónica que se genera en México, afecta a gran parte del territorio nacional, principalmente en la zona costera del Pacífico y algunos estados del centro del país como: Morelos, Puebla y la Ciudad de México. El Centro Nacional de Prevención y Desastres (CENAPRED), elaboró un mapa general de amenaza sísmica de México con información proporcionada por la CFE; el mapa corresponde a aceleraciones máximas del terreno de 0.15 gal o mayores, para un período de retorno de 500 años de excedencia del 10% en 50 años.

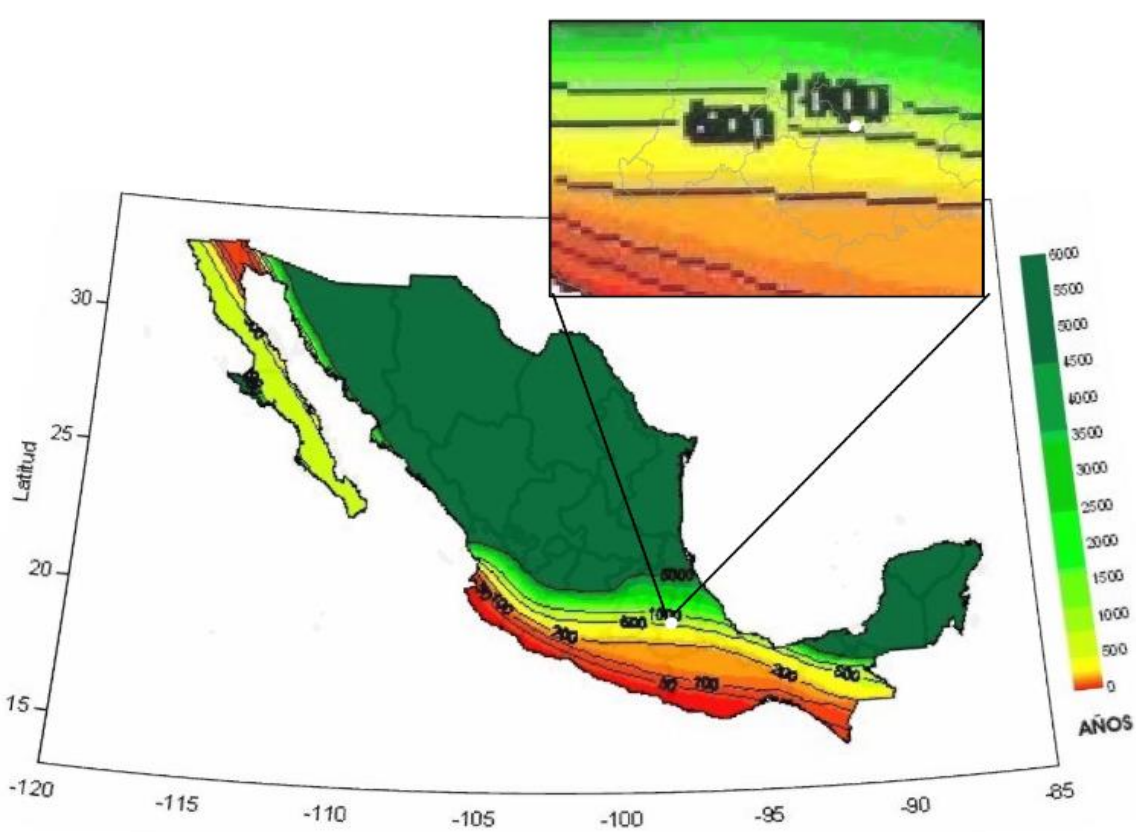


ILUSTRACIÓN 50. MAPA A NIVEL NACIONAL DE LAS ACELERACIONES MÁXIMAS DEL TERRENO (CENAPRED).

Este tipo de información da pauta para establecer medidas apropiadas que favorezcan las decisiones de mitigación del riesgo por sismos. Con estos parámetros se busca que el municipio de Xicohtzinco defina parámetros adecuados para el diseño y la construcción de edificaciones de poca altura, y en caso de que las aceleraciones rebasen las aceleraciones del terreno de 150 gal, (esto requeriría de estudios sísmicos especializados y supervisados por un ingeniero civil capacitado en el diseño de obras sismo resistentes), se tendría que priorizar la creación de un reglamento de construcción para el municipio.

Tabla 38. Datos de sismos históricos en la zona próxima al municipio de Xicohtzinco

Fecha	Estado	Descripción de daños	Magnitud
3 de Octubre de 1864	Puebla/Veracruz	Poco antes de las 2 de la mañana ocurre el sismo más fuerte del que se tiene memoria en Puebla, resultando edificios y templos seriamente averiados.	7°
3 de Enero de 1920	Puebla	El llamado sismo de Xalapa tuvo su origen en la zona limítrofe de los estados de Veracruz y puebla	6.4°
15 de Junio de 1999	Puebla	El epicentro se ubicó a unos 20 km al sur-suroeste de la ciudad de Tehuacán, Puebla y a unos 55km al noreste de la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, provocó serios daños en la ciudad de Puebla y en poblaciones cercanas a la región del epicentro. 15 personas murieron.	7°

FUENTE. PELIGROS NATURALES Y TECNOLÓGICOS RELEVANTES DURANTE EL PERIODO 1810 Y 2010, CENAPRED, MÉXICO A 200 AÑOS.

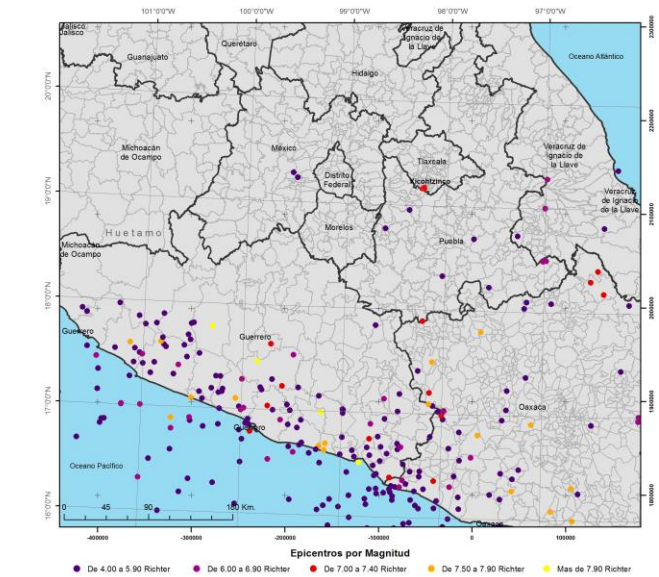


ILUSTRACIÓN 52. MAPA DE LA SISMICIDAD QUE SE PRESENTA DURANTE LOS ÚLTIMOS 15 AÑOS (1998 A 2013).

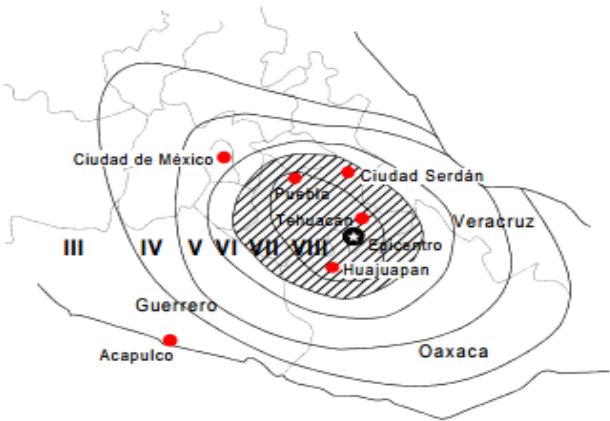


ILUSTRACIÓN 51. MAPA DE ISOSISTAS Y ZONA DAÑADA (ÁREA SOMBREADA) POR EL SISMO DE TEHUACÁN, PUEBLA DE 1999. FUENTE ÍDEM.

El municipio de Xicohtzinco se ubica en una zona de muy baja intensidad de fenómenos sísmicos. Se puede observar en el mapa de Epicentros que en la zona de la costa la intensidad y la cantidad de los sismos se incrementa y va disminuyendo hacia el centro del país por la cantidad de los mismos¹⁴.

¹⁴ Procesos Físicos de Protección Civil, 2006.

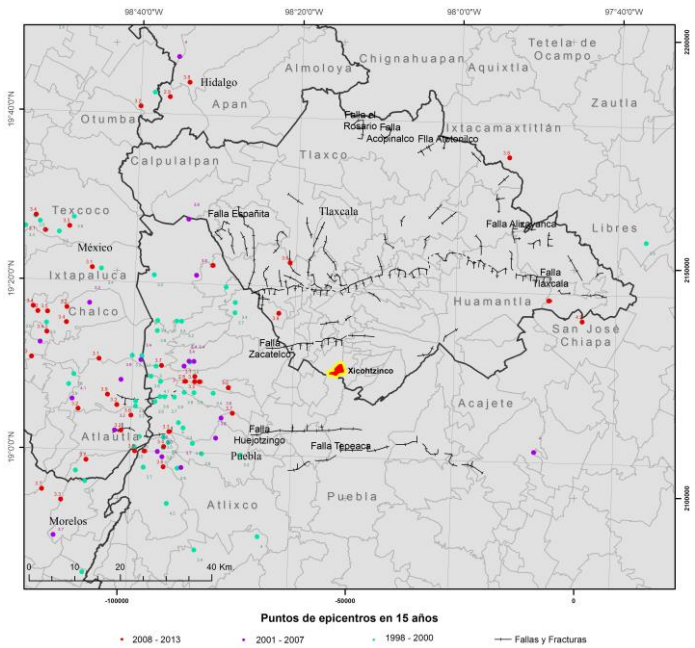


ILUSTRACIÓN 53. MAPA DE EPICENTROS DE LAS ZONAS CERCANAS AL MUNICIPIO DE XICHTZINCO.

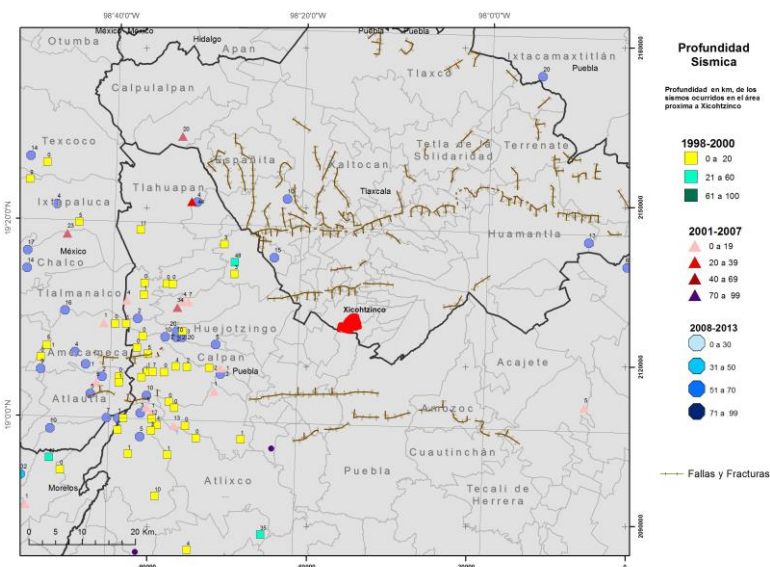


ILUSTRACIÓN 54. MAPA DE SISMIOS QUE SE PRESENTAN EN EL ESTADO DE TLAXCALA Y PUEBLA, AFECTANDO A XICHOHTZINCO, CON PROFUNDIDADES QUE VAN DE LOS 0 A LOS 100 KM.

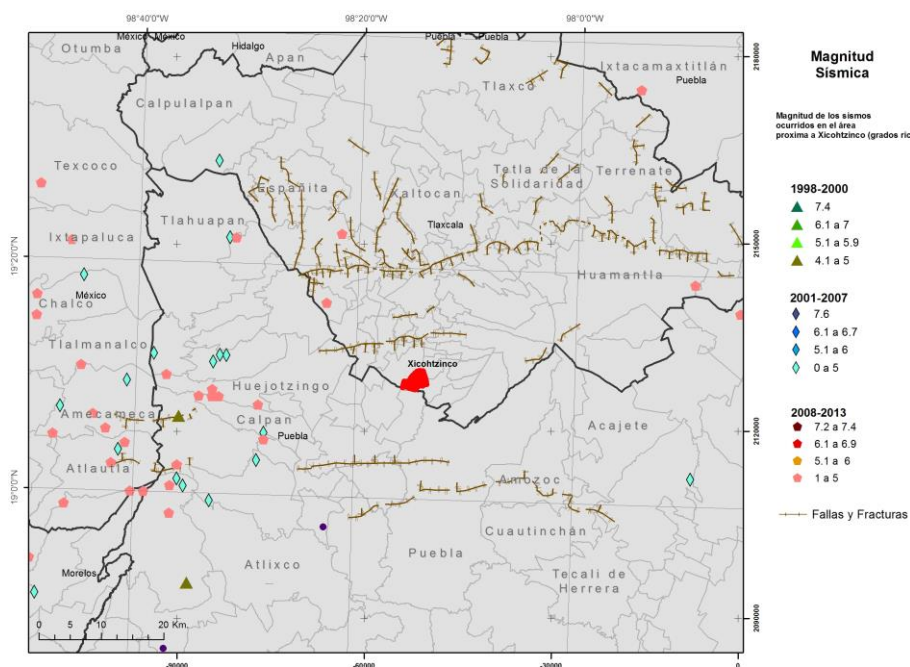


ILUSTRACIÓN 55. MAPA DE SISMIIDAD EN EL QUE SE REPRESENTA LA ZONA DE MAGNITUD DE 0° A 5° GRADOS RICHTER EN LAS PROXIMIDADES DEL MUNICIPIO.

- De 1998 al 2000, se acumulan próximos a la zona del Graben de Puebla (es el terreno dividido por dos fallas normales paralelas de inclinación opuesta que denotan una fosa o pueden identificarse como valles dentro de un terreno de contrastes altitudinales) y de igual manera se nota su cercanía a la Falla de Tlaxcala.

- Sismicidad del 2001 al 2007, aunque se siguen acumulando los sismos en la zona del Graben de Puebla, se observan una menor intensidad y retroceso de los epicentros sísmicos
- Del 2008 al 2013, Se ve una disminución en la cantidad de sismos en la parte del Graben, pero existe una mayor distribución hacia la parte de las Fallas: Españita, Tlaxcala, Zacatelco y Huejotzingo.

Con lo que podemos concluir que a pesar de presentarse una sismicidad no mayor a 4.5° en la escala de Richter, la distribución de los sismos es cada vez más cercana a la zona de debilidad (fallas y fracturas).

El periodo de retorno sísmico, que contempla una sismicidad con epicentro superior a los 5° en la escala Richter para Xicohtzinco va de 10, 100 y a 500 años, por lo que se debe considerar la posibilidad de un fenómeno sísmico que puede afectar al municipio. La aceleración sísmica se mantiene en un rango de 34 a 135 gal, para un periodo de 500 años. Por el tipo de suelo y el área donde se ubica Xicohtzinco (zona B, según el mapa de la CFE); podemos hablar de un municipio que está dentro de una zona de actividad media y que por lo tanto debe mantener un resguardo de las normas de control en construcción, para minimizar la afectación por dicho fenómeno.

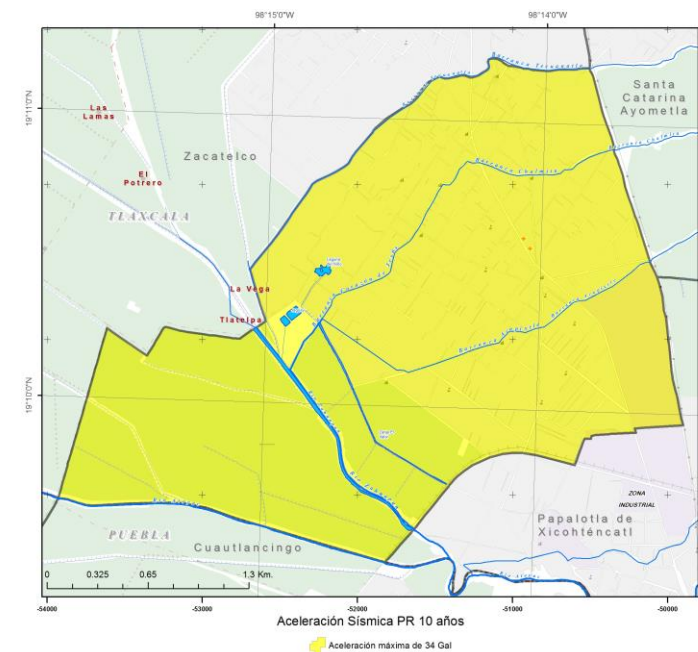


ILUSTRACIÓN 56. MAPA DE PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS PARA EL MUNICIPIO DE XICHOHTZINCO.

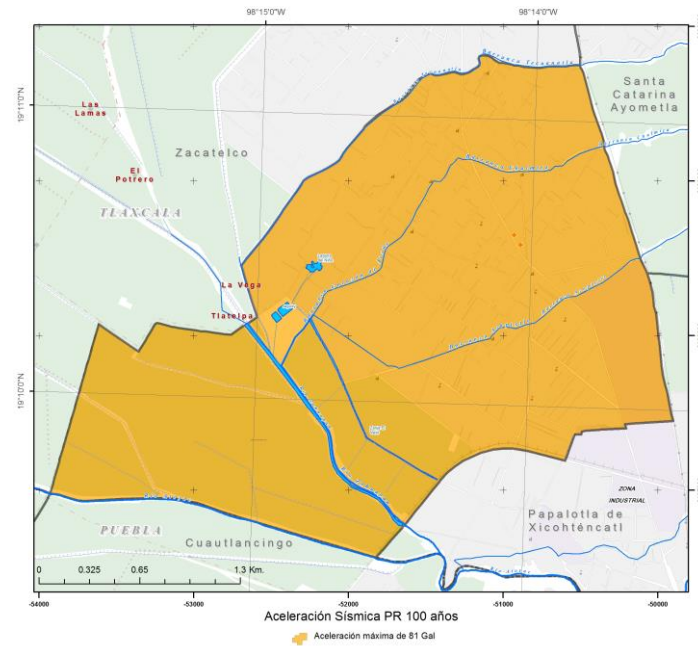


ILUSTRACIÓN 57. MAPA DE PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS PARA EL MUNICIPIO DE XICOHTZINCO.

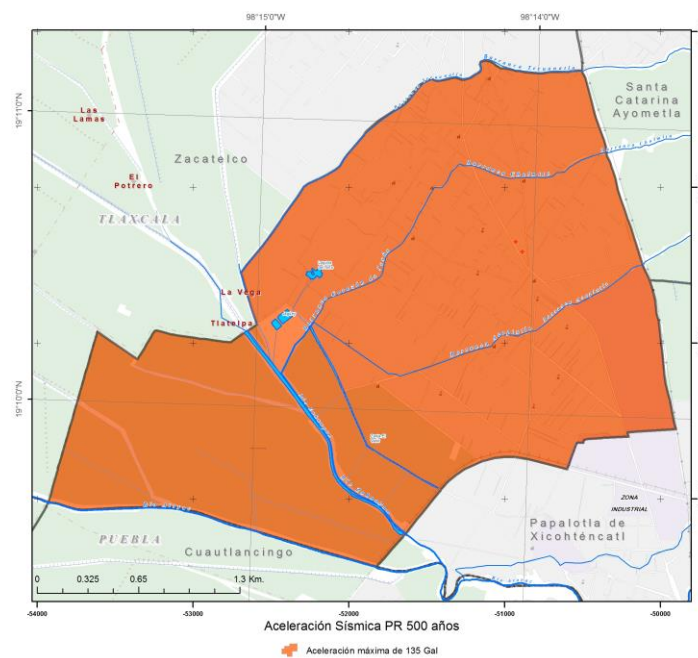


ILUSTRACIÓN 58. MAPA DE PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS PARA EL MUNICIPIO DE XICOHTZINCO.

Como ya se había mencionado en párrafos anteriores, la intención de contar con información de un mapa de periodos de retorno, permite generar conciencia ante la necesidad de establecer una normatividad de construcción, que soporte sismos, en el caso de Xicohtzinco con aceleraciones que van de los 34 a los 135 gal., lo que implica revisar la vida útil de las diversas construcciones que se establecen en su territorio.

5.2.3 Tsunamis

No aplica dicho fenómeno natural dentro del área municipal de Xicohtzinco.

El Tsunami o maremoto está formado por varias olas que llegan separadas por unos 15 o 20 minutos con longitud de onda de hasta 100 kilómetros, que viajan a velocidades de 700 a 1000 km/h. En altamar la altura de la ola es pequeña, no llega a 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. Son una 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, de Norteamérica y 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.¹⁵

De acuerdo a los datos que da a conocer CENAPRED, la costa del Océano Pacífico está expuesta al arribo de maremotos, y en lo que respecta a la zona del Golfo de México, no se considera que pueda ser afectada por maremotos o tsunamis, ya que no existen placas tectónicas que puedan generar terremotos con movimientos verticales. Debido a la ubicación del territorio municipal de Xicohtzinco, este fenómeno no tiene ninguna afectación en su territorio, ya que su altura sobre el nivel del mar es de 2,200 msnm, y a una distancia de las costas: del Golfo de México de 199.19 km y a 305.53 km, aproximadamente, de la costa del Océano Pacífico (Ver mapa de Maremotos y Tsunamis).

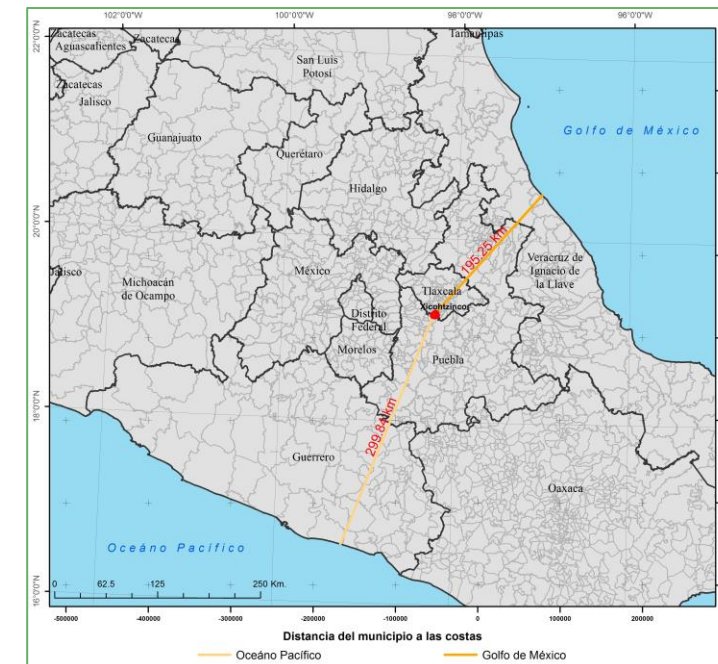


ILUSTRACIÓN 59. MAPA DE MAREMOTOS Y TSUNAMIS. SE REPRESENTA LA DISTANCIA DEL MUNICIPIO A LAS COSTAS.

¹⁵ <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecolog%C3%ADa/Hipertexto/08RiesgN/110TerrTs.htm#Tsunamis>

5.2.4 Inestabilidad de laderas (Flujos. caídos o derrumbes)

La mayor parte del relieve de la Tierra está constituido por laderas y son consideradas componentes fundamentales del relieve. Sin embargo, su origen, forma y evolución se ha estudiado poco debido a la complejidad que las caracteriza. Las laderas están compuestas por dos tipos de materiales: rocas y suelos, y cada uno cuenta con propiedades mecánicas diferentes y evolucionan de distinta manera.

Las rocas son de materiales consolidados y cohesivos y están afectadas por planos de fisibilidad, que debilitan la roca y favorecen la fragmentación y caída. Mientras tanto, los suelos son materiales no consolidados y de débil resistencia mecánica y de menor cohesión (mayor porosidad). Dado lo anterior, las laderas presentan inestabilidad dependiendo del material del que estén formadas, no obstante, otros factores influyen para que se generen procesos gravitacionales o de remoción de masa.

Los deslizamientos, flujos o caídas son procesos que se generan principalmente por los elementos del clima, particularmente la precipitación y la temperatura; sin embargo, la relación que existe es compleja debido a los mecanismos de rotura de la roca. En todos los lugares montañosos ocurren estos procesos y no sólo el clima es un factor para que se generen, ya que el tipo de material, la pendiente, el agua y la vegetación influyen de manera directa. Numerosos procesos se originan durante o después de períodos de lluvia, de este modo las áreas donde se registra mayor precipitación son las que presentan mayores problemas de inestabilidad.

El relieve del municipio de Xicohtzinco es relativamente plano, ya que su morfología es de planicies lacustres y piedemonte, por lo que es casi imposible que se genere un proceso gravitacional en esas unidades geomorfológicas. Sin embargo también existen barrancos (principalmente tres), con mediana profundidad de disección, que atraviesan el municipio de este a oeste y, es en ellos, donde se detectaron algunos tipos de procesos. Por dichos barrancos podrían, en caso de actividad volcánica de La Malinche, escurrir flujos de piroclastos como lahares, este tema se trató con mayor profundidad en el capítulo 5.1.1. Erupciones volcánicas.

Para hacer un diagnóstico de los procesos gravitacionales se elaboró un análisis morfométrico que permitió conocer las características geométricas del municipio.

El análisis consiste en realizar el Modelo Digital de Elevación (MDE), para que a partir de él se puedan generar el mapa altimétrico de pendientes, de relieve sombreado e inestabilidad de laderas.

Metodología

El procedimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

Se visualizaron las curvas de nivel en un SIG. Posteriormente se generó la tabla de atributos para especificar el factor de la altitud y tener X, Y y Z para poder generar el MDE.

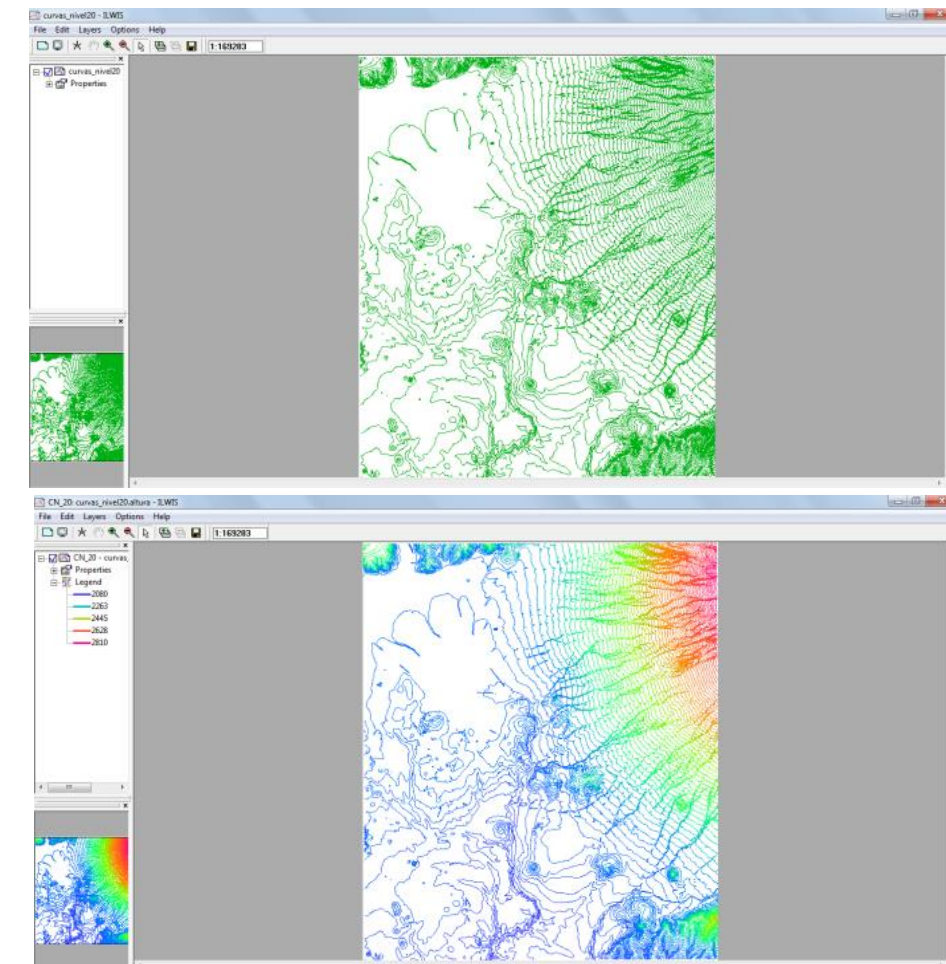


ILUSTRACIÓN 60. EN LA IMAGEN SUPERIOR SE PUEDE OBSERVAR LAS CURVAS DE NIVEL SIN HABERLE GENERADO AÚN LA TABLA DE ATRIBUTOS, Y EN LA IMAGEN INFERIOR ESTÁN CLASIFICADAS CON BASE EN LA ELEVACIÓN.

Una vez que ya están procesadas las curvas de nivel se procede a elaborar el MDE con resolución de 20 metros, ya que con él se generaron los demás mapas antes mencionados.

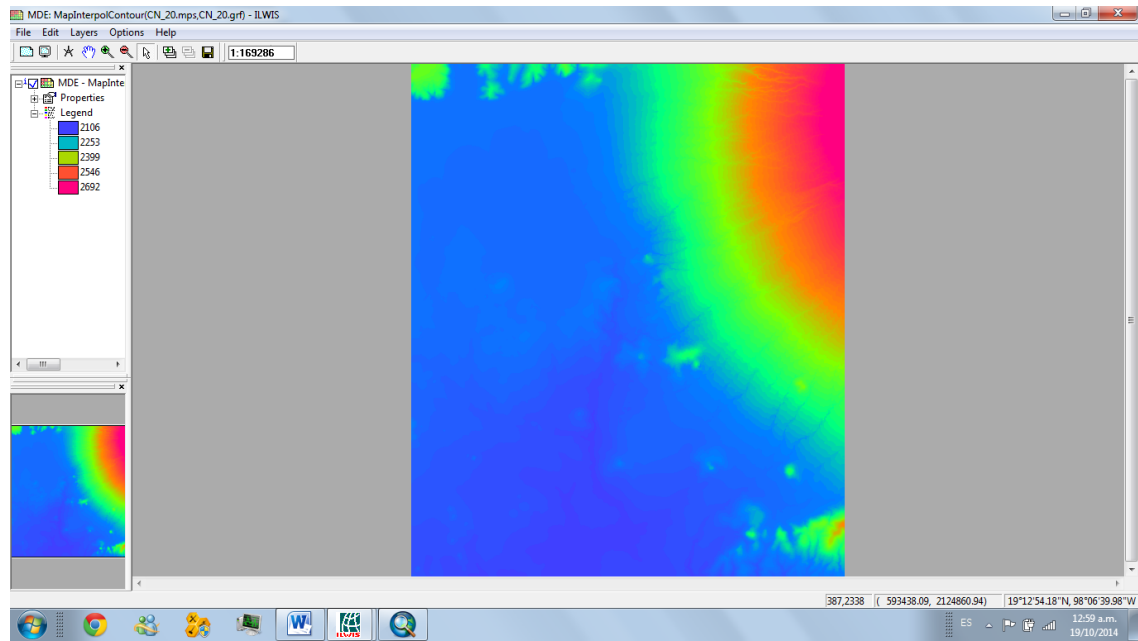


ILUSTRACIÓN 61. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN, CON EL CUAL SE PUEDE CONOCER LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE. ES UN MODELO QUE SE APROXIMA A LO MÁS REAL PARA ESTUDIAR EL RELIEVE.

Una vez realizado el MDE se procede a realizar el mapa de relieve sombreado, haciendo primero un filtro para que se resalte el relieve.

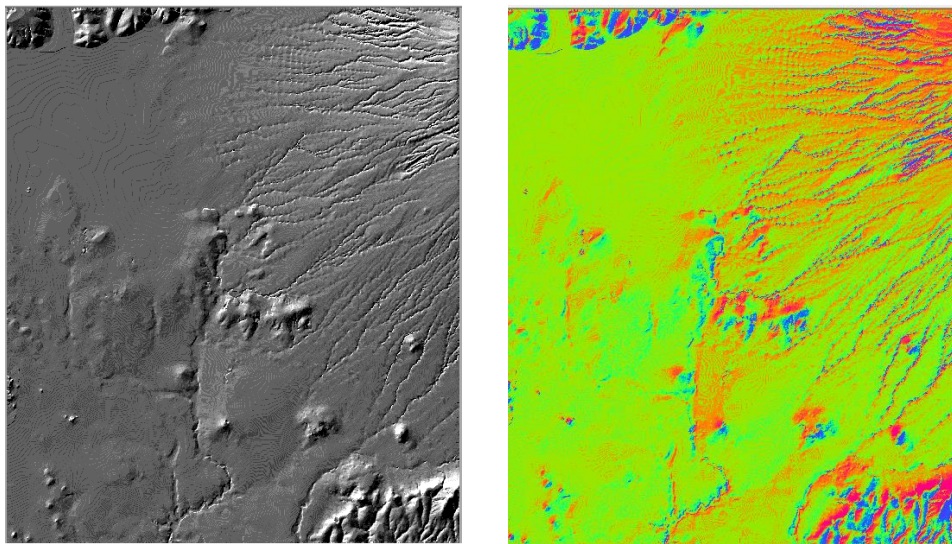


ILUSTRACIÓN 62. EL FILTRO QUE SE HACE (IZQUIERDA) ES MUY IMPORTANTE PARA QUE AL MOMENTO DE REALIZAR EL RELIEVE SOMBREADO SE PUEDA VISUALIZAR DE MANERA MUY CLARA (DERECHA).

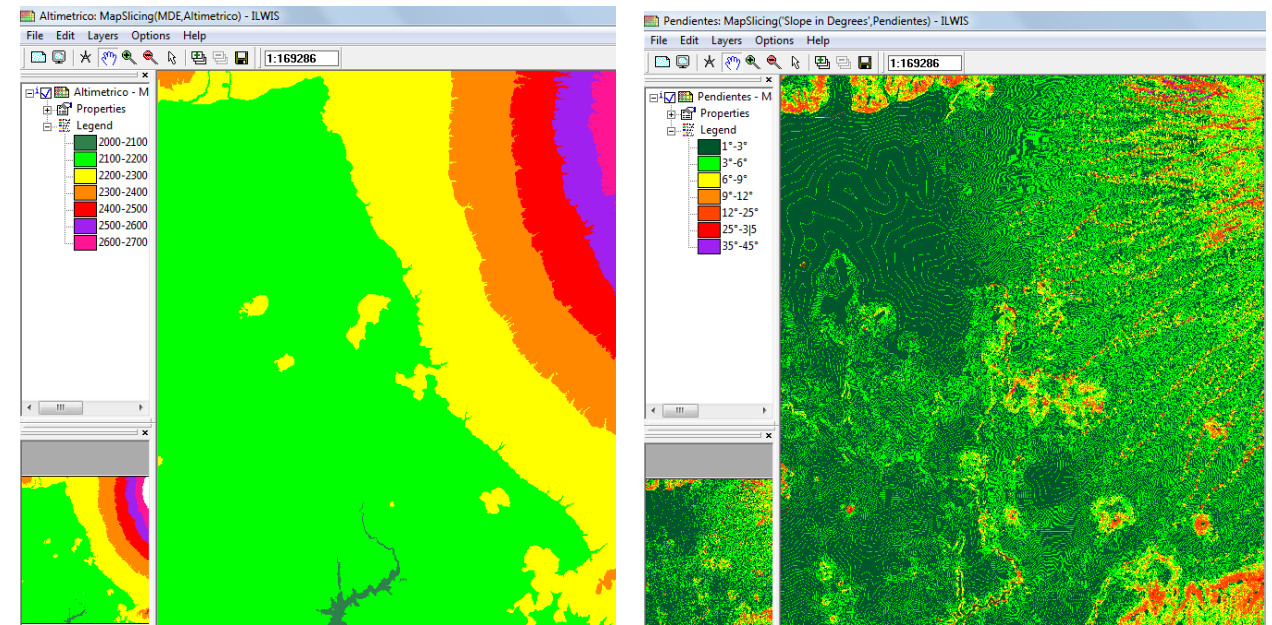


ILUSTRACIÓN 63. ELABORACIÓN DEL MAPA ALTIMÉTRICO Y DE PENDIENTES MEDIANTE UN SIG.

Se realizó el mapa altimétrico que es una herramienta muy útil para conocer la altitud a la que se encuentra el municipio y para distinguir las principales unidades de relieve como montañas, lomeríos, piedemontes, planicies y barrancos. El mapa de pendientes permite conocer la inclinación del relieve para poder saber si existe inestabilidad en las laderas y por ende procesos gravitacionales.

Con base en la información morfométrica y con el trabajo de campo se pudieron distinguir las características principales del relieve del municipio de Xicohtzinco: está compuesto por planicies lacustres y aluviales al oeste, piedemonte al este y barrancos. Se localiza a una altitud máxima de 2,215 msnm en el extremo noreste (límites con Sta. Catarina Ayometla) y una mínima de 2,175 msnm al extremo sur del municipio (en las cercanías de Coronango).

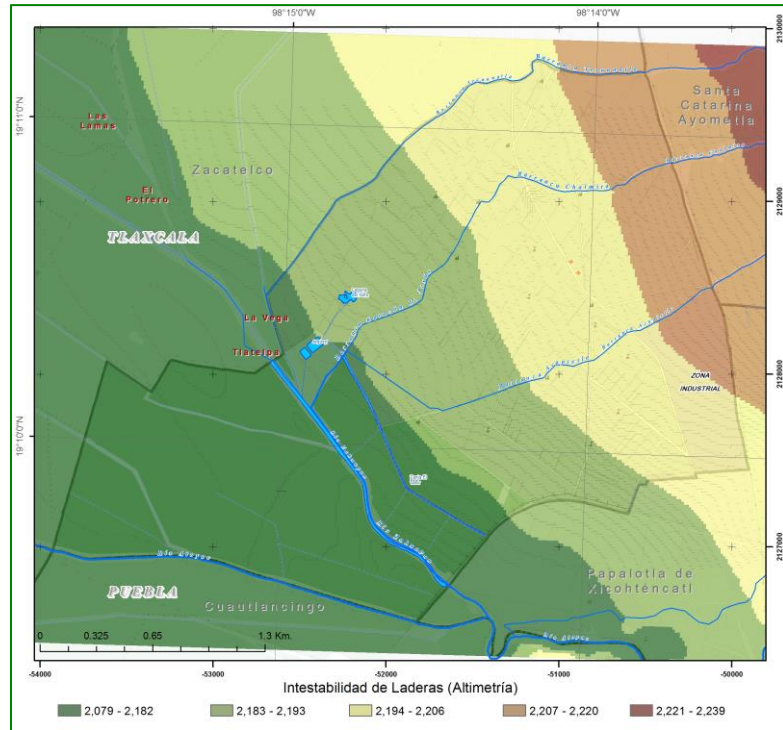


ILUSTRACIÓN 64. MAPA ALTIMÉTRICO DEL MUNICIPIO DE XICOHTZINCO.

Presenta pendientes que van de 1° a 6° y en la parte alta de las barrancas Chalmita y Acapixtle. Se puede observar una pendiente fuerte, esto se debe a la diferencia de altitud y la morfología del relieve.



ILUSTRACIÓN 65. SE PUEDE OBSERVAR LA PENDIENTE ALTA DE LA BARRANCA ACAPIXTLE DONDE EN LA PARTE ALTA DE LA LADERA ESTÁN ASENTADAS ALGUNAS CASAS.

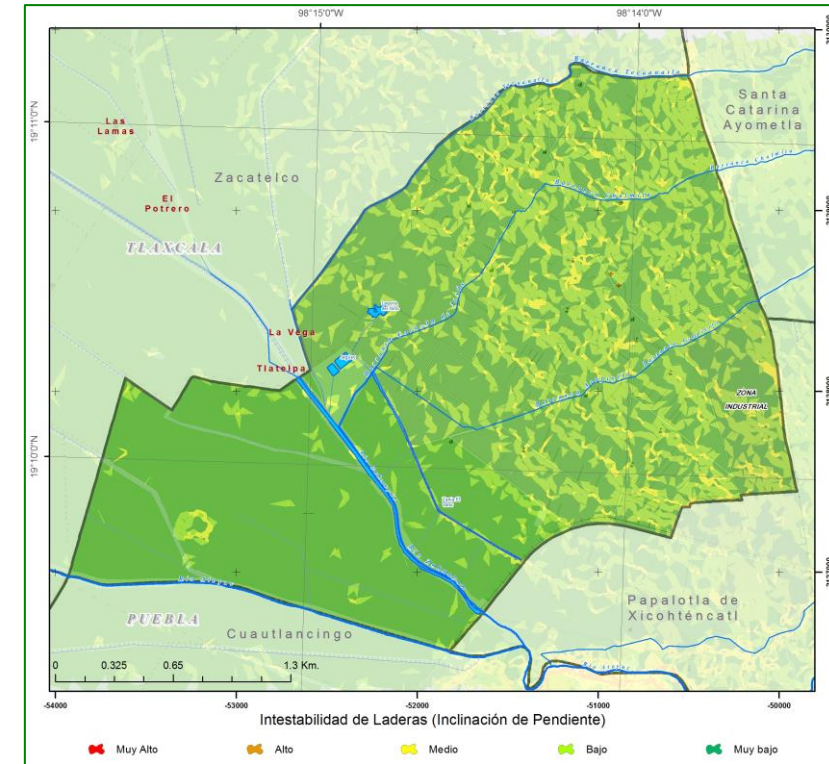


ILUSTRACIÓN 66. PENDIENTES DEL MUNICIPIO DE XICOHTZINCO Y ÁREAS ADYACENTES.

Con base en la morfometría y en el trabajo realizado en campo se pudieron distinguir dos procesos gravitacionales en las barrancas que atraviesan el municipio de este a oeste. Los procesos que se identificaron son los siguientes:

Caída o desprendimiento

Se definen como una masa o bloque de roca que se desprende de la ladera, principalmente por efecto de la gravedad, estos bloques al momento de caer suelen romperse en fragmentos más pequeños, sin embargo en los barrancos del municipio la caída no es tan fuerte debido a la mediana profundidad de los mismos. El proceso de caída llega a ser de roca, suelo y detritos, pero en el caso del Xicohtzinco la caída es de roca.

Las causas de este proceso son muy variadas, entre ellas están los sucesivos ciclos de hielo y deshielo que producen la fragmentación de la roca, las lluvias intensas también son un importante factor desencadenante y otro factor muy frecuente que ocurre en el municipio, lo constituye la socavación de la ladera producida por la erosión fluvial.



ILUSTRACIÓN 67. CAÍDA DE BLOQUES EN LA BARRANCA TECUANATLA. SE PUEDE OBSERVAR EL TAMAÑO DE LOS BLOQUES QUE SE DESPRENDIERON DE LA LADERA, ESTE PROCESO GENERA QUE EL CAUCE SE HAGA MÁS ANCHO.



ILUSTRACIÓN 68. EN AMBOS MÁRGENES DE LA BARRANCA SE OBSERVA EL DESPRENDIMIENTO DE BLOQUES, ESTO ES PROVOCADO POR LA SOCAVACIÓN FLUVIAL EN ÉPOCA DE LLUVIAS YA QUE EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL RÍO SECO.

Deslizamiento de suelos

Un deslizamiento es un movimiento de roca o de suelo que tiene lugar, fundamentalmente, sobre superficies de rotura que se manifiestan en el terreno como grietas superficiales (grietas de tensión) y a lo largo de ellas se desencadena un deslizamiento. Este deslizamiento es un movimiento progresivo en el que la masa desplazada se puede deslizar más allá de la superficie original de rotura sobre la superficie del terreno original que una vez producido, se puede observar la cicatriz del desprendimiento o corona y las estrías indicadoras en la dirección del movimiento. En la barranca Corazón de Jesús se observaron pequeños deslizamientos de suelo en ambos márgenes.



ILUSTRACIÓN 69. DESLIZAMIENTO DE SUELO EN EL MARGEN DERECHO, SE OBSERVA QUE ES MUY PEQUEÑO Y QUE HA IDO ACUMULANDO DEPÓSITO EN EL CAUCE.



ILUSTRACIÓN 70. EN LA IMAGEN SE OBSERVAN DOS DESLIZAMIENTOS DE SUELO EN EL MARGEN DERECHO, SON RECIENTES DEBIDO A QUE NO EXISTE VEGETACIÓN, ADEMÁS SU AUSENCIA INDICA QUE ESTÁN ACTIVOS.



ILUSTRACIÓN 72. SE OBSERVA EN LA IMAGEN UN BLOQUE DESPRENDIDO Y LA CICATRIZ DE DESPRENDIMIENTO, ADEMÁS SE TOMARON MEDIDAS DE ALTURA DE LA LADERA, LA CUAL NO REBASA LOS 5 METROS.



ILUSTRACIÓN 71. PEQUEÑO DESLIZAMIENTO DE SUELO, DONDE SE OBSERVA LA PRESENCIA DE VEGETACIÓN.

A pesar de que se identificó una inestabilidad en ambos márgenes de las barrancas y existe evidencia de procesos gravitacionales, no se consideran de riesgo alto para la población, ya que los asentamientos humanos no están cercanos a esas áreas; sin embargo, no se descarta la posibilidad de que se presente este tipo de proceso, ya que al irse acumulando material en las barrancas de manera frecuente en un evento de lluvia extrema, dichos materiales pueden ser transportados por los cauces desencadenando un flujo que puede representar riesgo para la población.

En el modelo lidar se distingue una elevación al sur del municipio, es el área más elevada cercana y algunos cauces desembocan en el territorio, por lo que es importante considerar construir unos muros de gavión para que en eventos extremos de lluvia no se generen flujos que puedan representar un peligro.

En las siguientes imágenes se puede observar ese modelo lidar con una resolución más alta a diferencia del MDE. En planta se visualiza a detalle el relieve y en tercera dimensión los cambios de piedemonte a planicie y la marcada disección de los barrancos provenientes de la ladera del volcán La Malinche y del cerro.

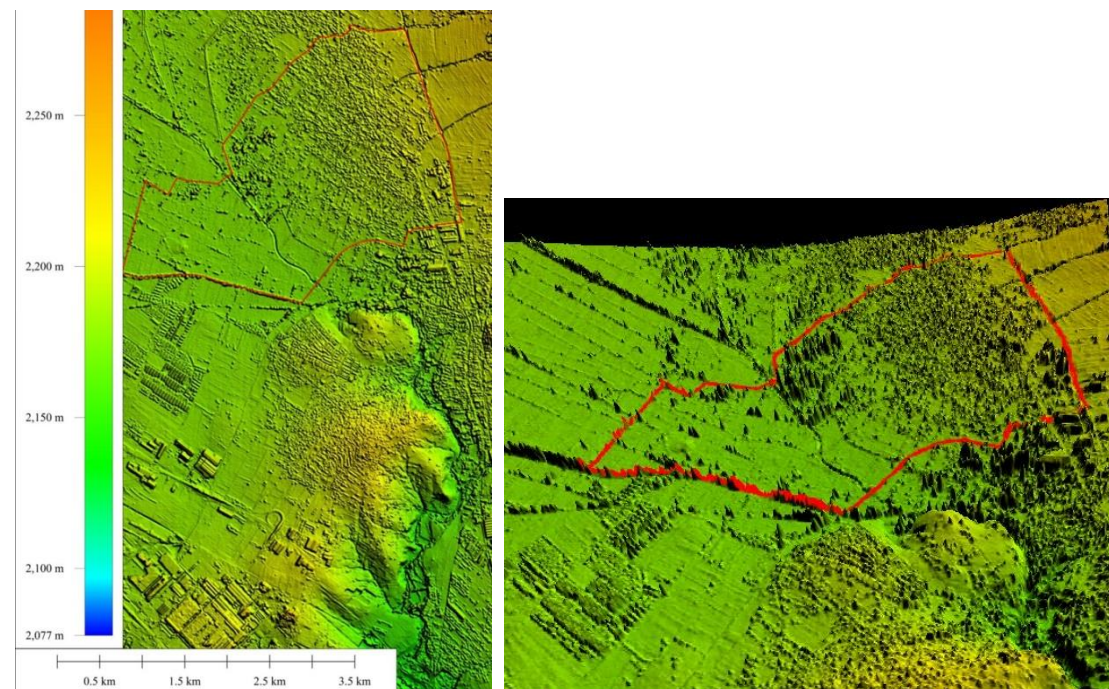


ILUSTRACIÓN 73. MODELO LIDAR EN PLANTA Y EN 3D, DONDE SE OBSERVA LA PLANICIE LACUSTRE Y EL PIEDEMONTE. EN EL EXTREMO NORESTE SE VE CLARAMENTE TRES CORRIENTES FLUVIALES PROVENIENTES DEL VOLCÁN LA MALINCHE.

5.2.5 Hundimientos

El hundimiento es un paulatino descenso de la superficie del terreno en una determinada área o región, se tienen identificados procesos por diferentes factores, cómo: extracción de agua (Subsidencia), la existencia de terrenos minados ya sea por la mano del hombre o por actividad natural, de igual forma los movimientos tectónicos de fallas contribuyen a la ocurrencia de hundimientos súbitos, el agua y drenaje que se infiltra en el subsuelo por periodos largos de tiempo reblandece el suelo y facilita la subsidencia, por lluvias torrenciales, etc. La subsidencia es un fenómeno que tiene lugar por la extracción de fluidos del subsuelo con lo cual se determina la perdida de sustentación en el terreno, observándose una potencial sobreexplotación del manto freático, como factor que genera una serie de agrietamientos. La subsidencia hasta este momento no genera una afectación evidente dentro del territorio de Xicohtzinco.

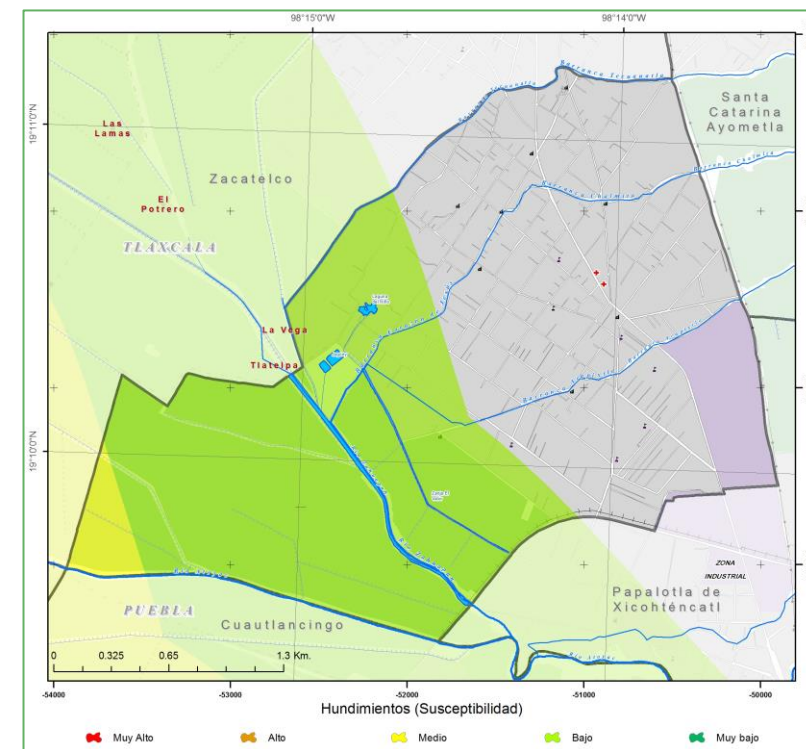


ILUSTRACIÓN 74. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR HUNDIMIENTOS

En el municipio no se tiene identificada área de afectación por hundimiento o subsidencia según datos que aporta la SEMARNAT, la zona susceptible a un asentamiento superficial del terreno, se ubica asía el Sureste del municipio en territorio del estado de Puebla. (Gutiérrez M, 2006).

5.2.6 Subsidencia

La subsidencia es un fenómeno que se presenta debido a la extracción de sólidos o fluidos del suelo, lo que genera la pérdida de sustentación en el terreno. A raíz de esto se observa una potencial sobreexplotación del manto freático, como factor que genera una serie de agrietamientos. Aunque sí se presenta la sobreexplotación de los mantos freáticos, la subsidencia hasta este momento no genera una afectación muy evidente dentro del municipio de Xicohtzinco.

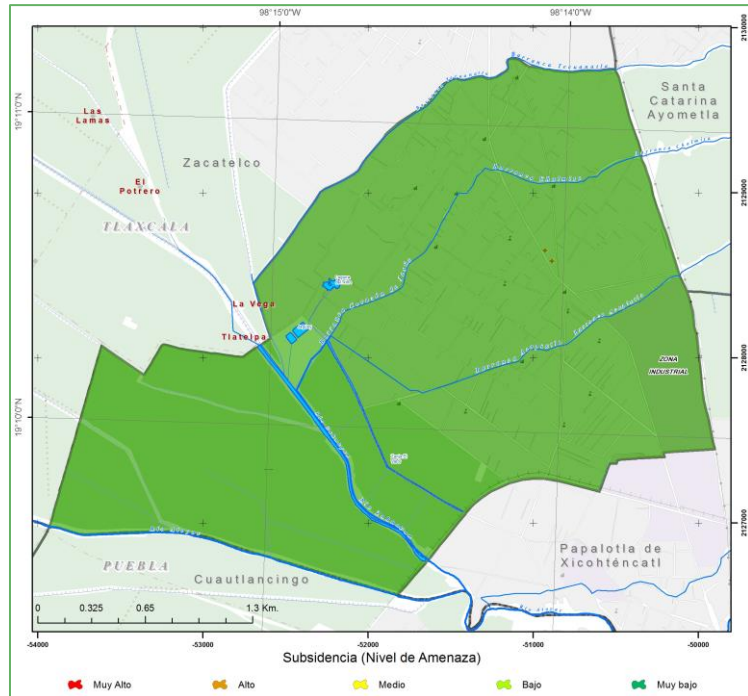
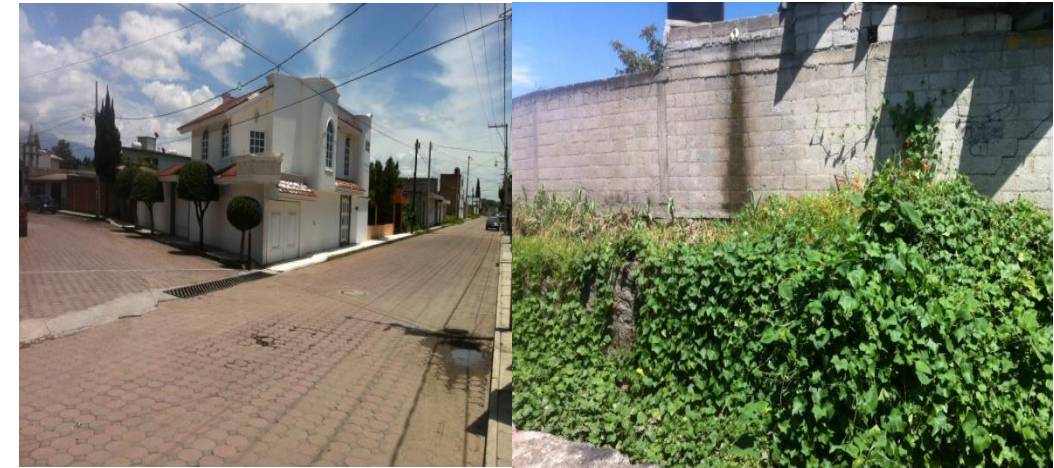


ILUSTRACIÓN 75. MAPA DE AMENAZA POR SUBSIDENCIA



IMÁGENES QUE MUESTRAN UNA MÍNIMA AFECTACIÓN: TANTO EN LAS CALLES DE XICOHTZINCO COMO EN CONSTRUCCIONES PRÓXIMAS A LOS CAUCES. SE ACLARA QUE LOS AGRIETAMIENTOS SON DEBIDOS A PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS AUNADOS A ENCHARCAMIENTOS.

No existen Fallas o Fracturas dentro del perímetro municipal, por lo que dentro del municipio se podría considerar que el fenómeno tiene nula o baja incidencia.

5.2.7 Agrietamientos

Son evidencias de una serie de esfuerzos de tensión y distorsión que se generan en el subsuelo debido a las fuerzas y deformaciones inducidas por un hundimiento regional, dado por: la desecación de los suelos, los deslizamientos de laderas, la aplicación de sobrecarga en la parte superficial por, la ocurrencia de sismos, la presencia de fallas geológicas, la licuefacción de los suelos, la generación de flujos subterráneos y excavaciones subterráneas entre otros. O bien la combinación de dos o más de estos factores permitirán identificar agrietamientos en el municipio, fenómeno que hasta el momento no es muy evidente, pero su área de influencia principal serán los terrenos que colindan con las barrancas, ya que estas corren próximas a una serie de fallas y fracturas que geológicamente están cercanas al municipio, y a su vez atraviesan al estado de Tlaxcala. Hasta el momento se mantiene una actividad mínima dentro del municipio, pero como ya se mencionó vale la pena mantener un registro anual en las periferias de las construcciones cercanas a los cauces de las barrancas; el agrietamiento en el terreno municipal de Xicohtzinco es de una manifestación mínima y superficial.

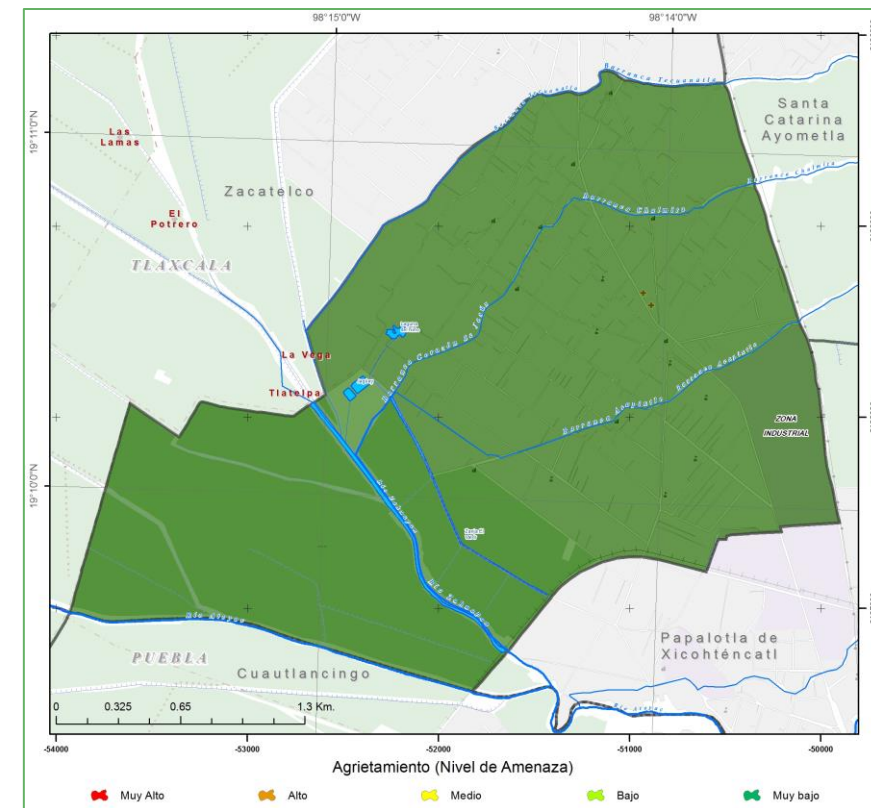


ILUSTRACIÓN 76. MAPA DE AMENAZA POR AGRIETAMIENTOS

5.3. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgo 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.

5.3.1 Ondas cálidas y gélidas

Ondas Cálidas

Dentro de las ondas cálidas y gélidas se analizarán las variaciones en las temperaturas, enfocándose en las temperaturas máximas, este análisis 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.

De manera general, para ambos temas se identifica el promedio de temperaturas Mínimas y Máximas anuales, se contrastan con las Temperaturas Máximas y Mínimas históricas y a su vez, se establece el grado de amenaza de las temperaturas Máximas y Mínimas de los meses más cálidos y fríos respectivamente.

Para aquellos casos donde la variabilidad sea significativa se obtienen valores en periodos de retorno mediante la ecuación de Gumbel para proyectar las temperaturas máximas y mínimas en 5, 10, 25 y 50 años.

Tabla 39. Registro de Temperaturas Máximas en las Estaciones Meteorológicas													
ELEMENTO S	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU AL
ESTACION: 00029161 ACXOTLA DEL MONTE LATITUD: 19°14'16" N. LONGITUD: 098°09'33" W. ALTURA: 2,443.0 MSNM.													
NORMAL	20	21.5	22.9	25	25	22.8	21.8	22	20.8	20.9	21.1	20.1	22
MAXIMA MENSUAL	21.3	23.2	24.3	27.9	29.7	26.7	23.4	23	22.4	24.9	22	22.7	
AÑO DE MAXIMA	2003	1996	2000	1998	1998	2005	2000	2005	1995	1994	1996	2005	
MAXIMA DIARIA	25.5	27.5	29	36.5	33.5	32	27	28	29.5	30	27.5	26	
FECHA MAX.DIARIA	16/96	15/96	25/98	21/05	Sep/98	dic-98	oct-96	abr-96	25/00	23/94	15/96	31/05	
AÑOS CON DATOS	10	10	10	9	11	11	11	11	11	12	11	11	
ESTACION: 00029041 TEPETITLA LATITUD: 19°15'41" N. LONGITUD: 098°22'14" W. ALTURA: 2,227.0 MSNM.													
NORMAL	21.6	23	24.9	26.2	26.4	24.5	23.6	23.7	23.3	23.4	23.1	21.9	23.8
MAXIMA MENSUAL	24.4	26.6	27.1	28.7	30.9	28.9	25.5	25.1	25.4	25.3	26.6	24	
AÑO DE MAXIMA	2000	2000	1977	1999	1998	1998	1998	1982	1987	1979	1980	1998	
MAXIMA DIARIA	29	31	32	35	36	33	29	31	30	29	42	31	
FECHA MAXIMA DIARIA	24/2005	14/1993	jun-91	28/1976	14/1998	15/1998	jun-85	14/2002	jul-74	18/1987	24/2005	29/1989	
AÑOS CON DATOS	31	31	31	30	30	30	29	30	31	31	30	31	
ESTACION: 00021046 HEJOTZINGO LATITUD: 19°09'43" N. LONGITUD: 098°24'23" W. ALTURA: 2,454.0 MSNM.													
NORMAL	21.9	23.6	26	27.6	27.5	26.1	24.8	25	24.1	24.1	23.3	21.7	24.6
MAXIMA MENSUAL	29.3	30.3	33.1	33.2	33.7	32.4	31.3	30.4	30.1	29.8	28.6	27.8	
AÑO DE MAXIMA	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	1987	1987	1986	
MAXIMA DIARIA	33	35	36	39	37	37	35	35	35	35	33	35	
FECHA MAXIMA DIARIA	jul-07	21/2007	mar-07	30/1961	jul-07	feb-07	sep-07	feb-07	jun-07	21/1990	ene-07	18/1986	
AÑOS CON DATOS	43	43	42	43	43	42	44	45	45	45	45	41	
ESTACION: 00021148 SAN MIGUEL CANOA LATITUD: 19°07'56" N. LONGITUD: 098°04'40" W. ALTURA: 2,583.0 MSNM.													
NORMAL	19.2	20.3	22.3	23.5	23.2	21.1	20.5	20.7	20.3	20.7	20.4	19.5	21
MAXIMA MENSUAL	21.7	22.4	26.7	26.4	25.5	23.1	24.3	23.2	23.7	23.8	24.4	22.5	
AÑO DE MAXIMA	1994	1996	1991	1998	1983	1997	2000	1997	1988	1995	1988	1992	
MAXIMA DIARIA	27	29	31	31	29	30	29	30	28	30	27	26	
FECHA MAXIMA DIARIA	31/1990	26/1998	18/1991	16/1991	ago-78	abr-93	jun-00	feb-93	sep-87	nov-95	15/1988	nov-96	
AÑOS CON DATOS	21	22	21	21	23	23	23	22	24	24	23	24	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN

En el Municipio de Xicohtzinco se presentan temperaturas máximas mensuales de 29°C, de acuerdo a los registros de la estación Huejotzingo ubicada en el estado vecino de Puebla. Los meses de mayores temperaturas son entre abril y mayo.

Desde el año 1998 se observa un incremento en la temperatura en varias de las estaciones analizadas y en el 2007 se registraron temperaturas de hasta 39°C, como máxima diaria; sin embargo, estos niveles de temperatura no han provocado afectaciones a la población.

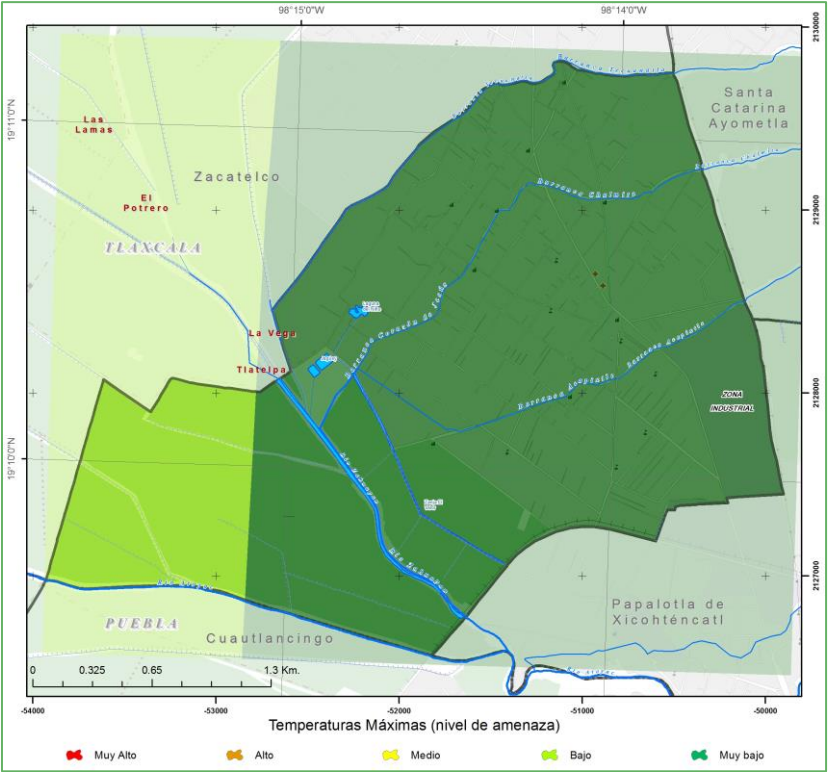


ILUSTRACIÓN 77. NIVEL DE AMENAZA POR ONDAS CÁLDIDAS. ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN EL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA DE LA UNAM, MAPA DE PELIGRO POR TEMPERATURAS EXTREMAS

El mapa del promedio de las temperaturas Máximas nos muestra una distribución de amenaza baja y muy baja, sin embargo, como muestran los mapas siguientes, las temperaturas máximas históricas oscilan entre los 30 y 40 grados, lo que significa que la amenaza amenta conforme se establezca un periodo de retorno distinto.

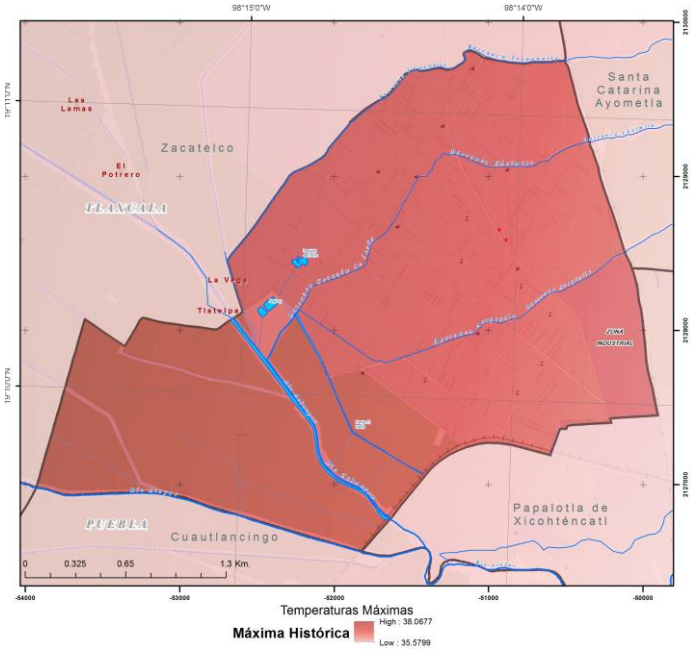


ILUSTRACIÓN 78. NIVEL DE TEMPERATURAS MÁXIMAS

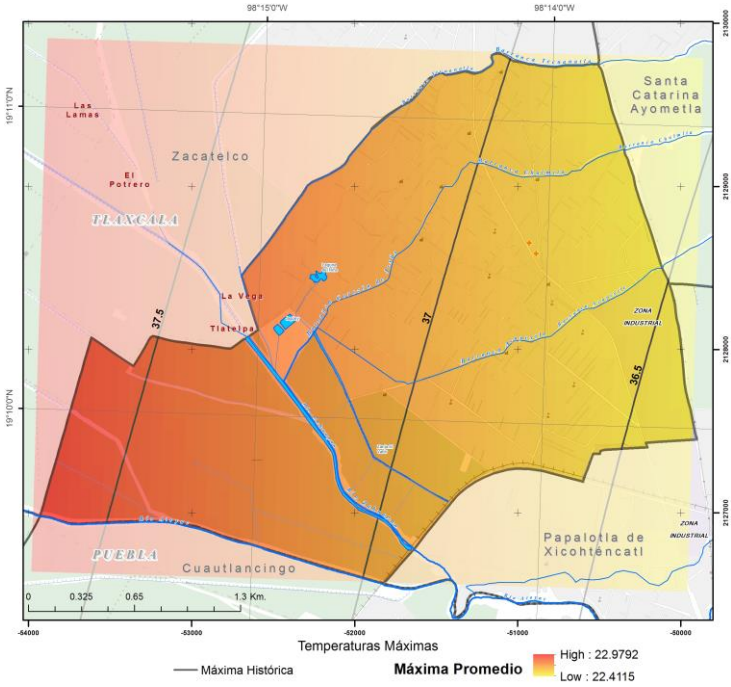


ILUSTRACIÓN 79. NIVEL DE TEMPERATURAS MÁXIMAS

Debido al tipo de clima de la zona, las temperaturas máximas extremas provocan a la población incomodidad y en casos extremos efectos negativos por el golpe de calor. De acuerdo con la información registrada, la zona presenta un nivel de peligro bajo y muy bajo, por temperaturas extremas en la mayor parte de la superficie municipal y medio en la zona poniente.

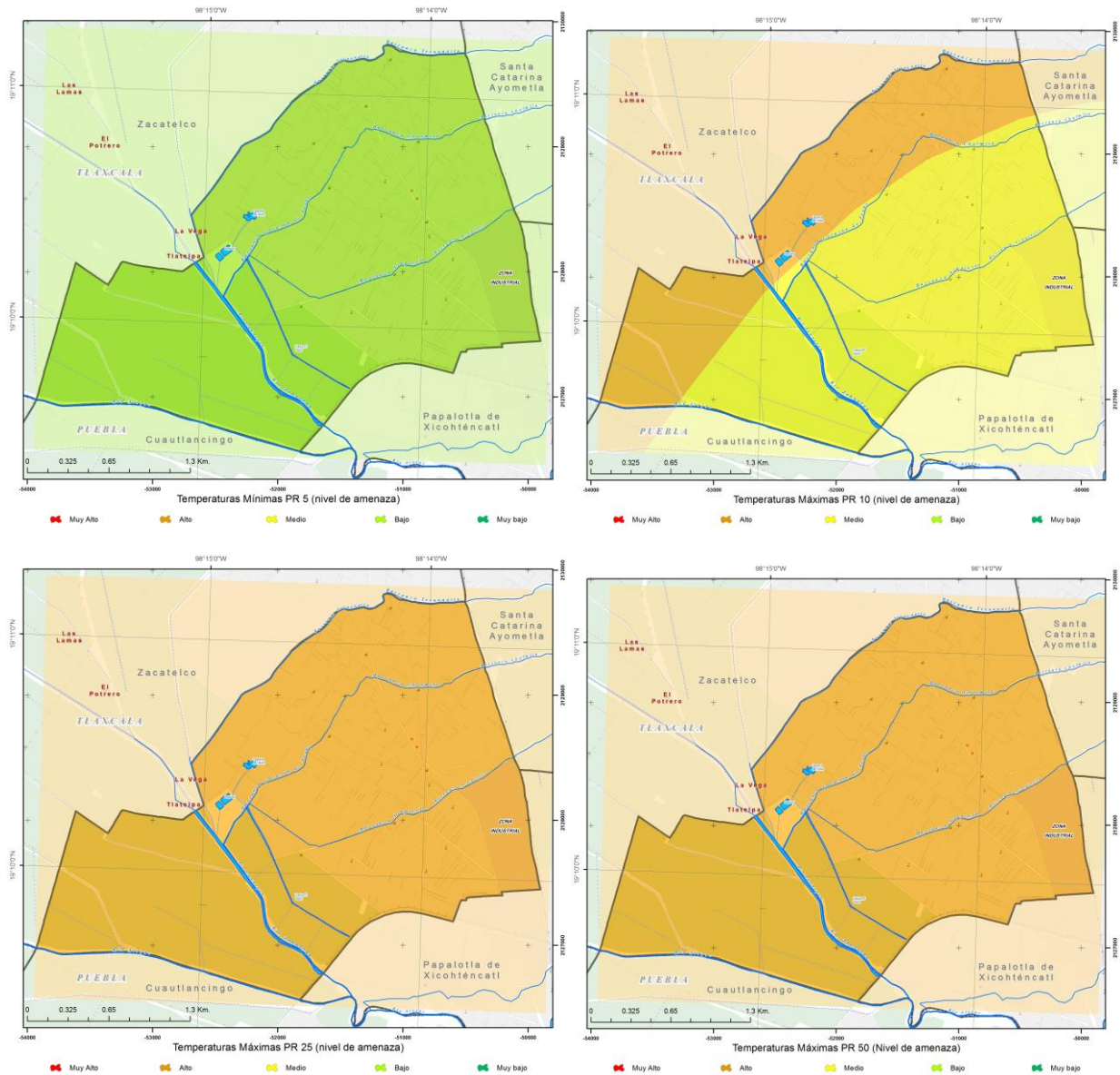


ILUSTRACIÓN 80. NIVEL DE AMENAZA POR ONDAS CÁLIDAS EN DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO: 5, 10, 25 Y 50 AÑOS

La evolución de las temperaturas en el área de estudio se comporta como lo demuestra la siguiente Tabla (Valores absolutos y valores clasificados)

Estación Meteorológica	Temperatura Máxima	Temperatura Máxima PR 5	Intensidad	Temperatura Máxima PR 10	Intensidad	Temperatura Máxima PR 25	Intensidad	Temperatura Máxima PR 50
00021046 HEJOTZINGO	33.0	35.1	Alta	36.7	Alta	38.8	Alta	40.3
00021148 SAN MIGUEL CANOA	28.1	29.5	Muy Baja	30.6	Muy baja	32.0	Baja	33.0
00029041 TEPETITLA	32.2	34.4	Media	36.1	Alta	38.2	Alta	39.8
00029161 ACXOTLA DEL MONTE	30.4	33.2	Media	35.2	Alta	37.8	Alta	39.8

Ondas Gélidas

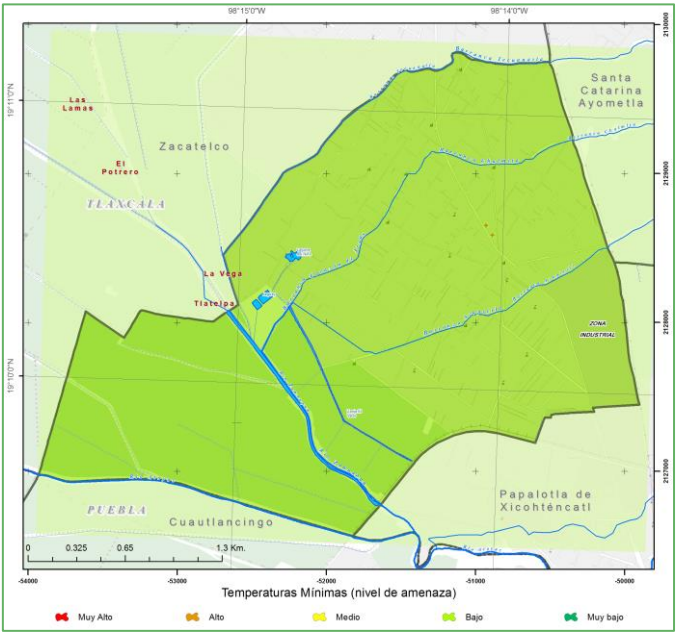


ILUSTRACIÓN 81. NIVEL DE AMENAZA POR ONDAS GÉLIDAS. ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN EL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA DE LA UNAM, MAPA DE PELIGRO POR TEMPERATURAS EXTREMAS

El mapa del promedio de las temperaturas Máximas nos muestra una distribución de amenaza baja, sin embargo, como muestran los mapas siguientes, las temperaturas mínimas históricas oscilan entre los -6 y -8 grados, lo que significa que la amenaza aumenta conforme se establezca un periodo de retorno distinto.

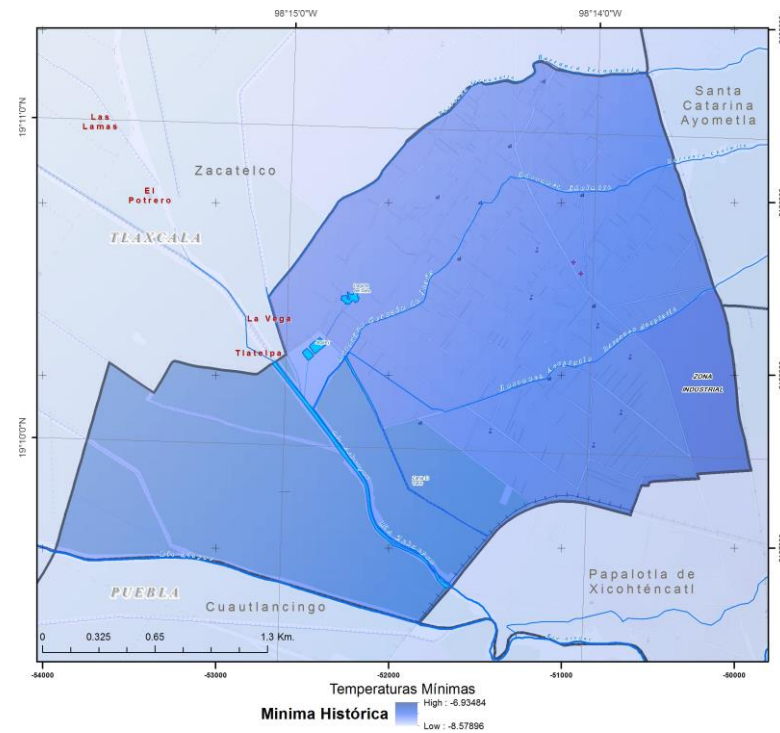


ILUSTRACIÓN 82. NIVEL DE TEMPERATURAS MÍNIMAS

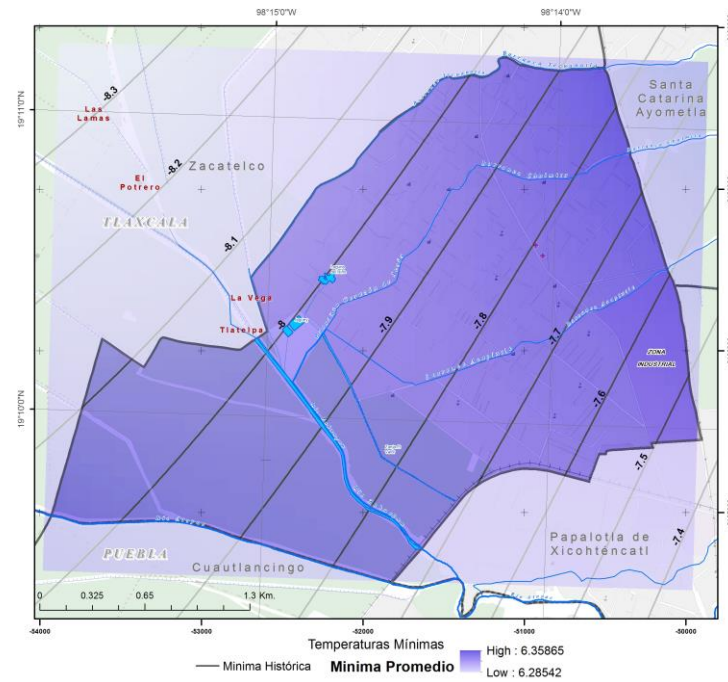


ILUSTRACIÓN 83. NIVEL DE TEMPERATURAS MÍNIMAS

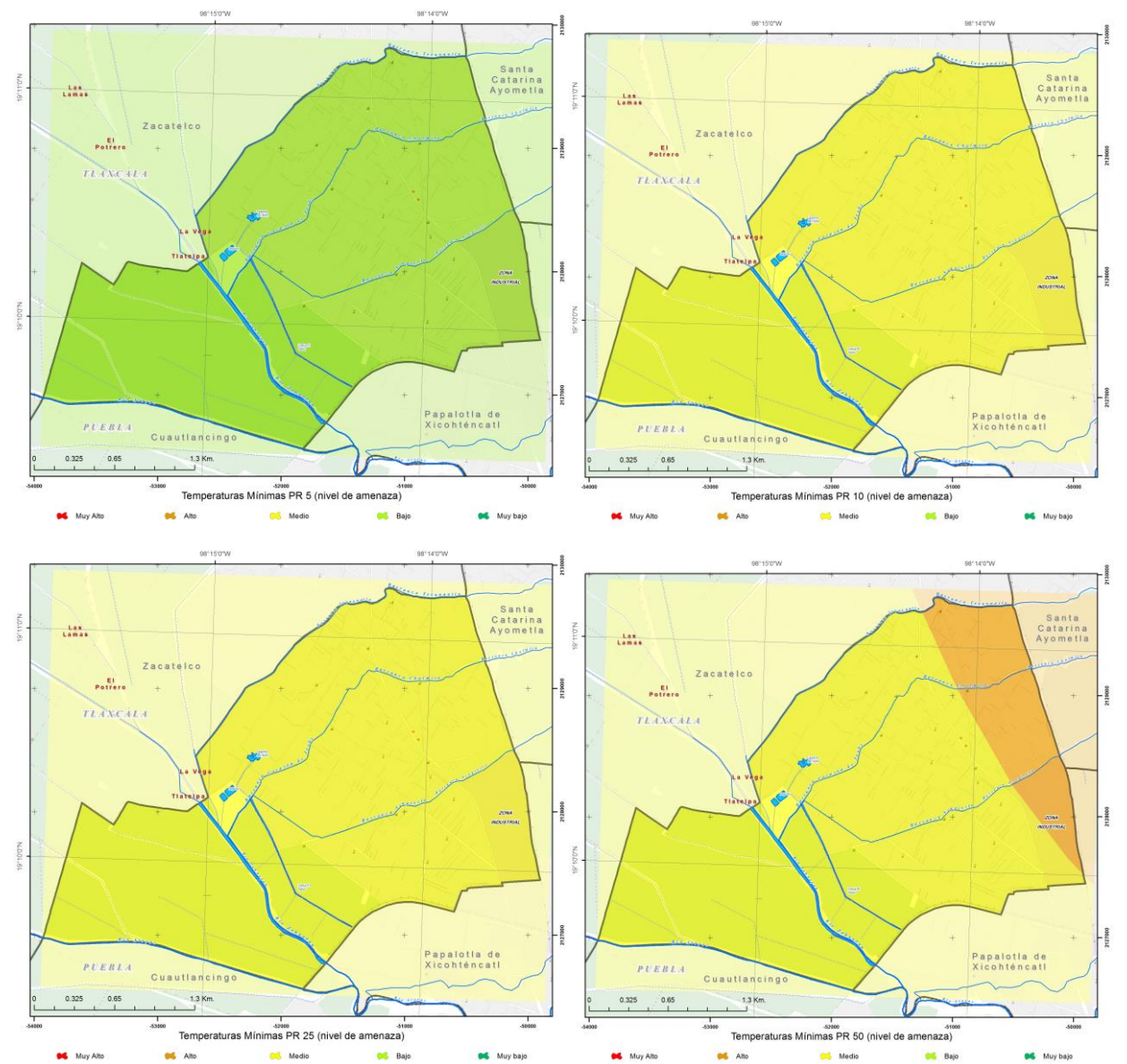


ILUSTRACIÓN 84. NIVEL DE AMENAZA POR ONDAS GÉLIDAS EN DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO: 5, 10, 25 Y 50 AÑOS

La evolución de las temperaturas en el área de estudio se comporta como lo demuestra la siguiente Tabla (Valores absolutos y valores clasificados).

Estación Meteorológica	Temperatura Mínima PR 5	Intensidad	Temperatura Mínima PR 10	Intensidad	Temperatura Mínima PR 25	Intensidad	Temperatura Mínima PR 50	Intensidad
00021046 HEJOTZINGO	-2.8	Baja	-4.0	Baja	-5.6	Baja	-6.8	Media
00021148 SAN MIGUEL CANOA	-2.2	Baja	-3.7	Baja	-5.6	Baja	-7.0	Media
00029041 TEPETITLA	-5.5	Baja	-7.4	Media	-9.8	Media	-11.6	Media
00029161 ACXOTLA DEL MONTE	-5.5	Baja	-8.6	Media	-12.5	Alta	-15.3	Alta

5.3.2 Sequías

La sequía es la carencia de agua en el suelo, a consecuencia de la insuficiencia de lluvias, que genera un periodo prolongado de tiempo seco. Algunos investigadores consideran que existen tres tipos de este fenómeno:

Sequía Hidrológica: Se refiere a la falta de agua en las fuentes de abastecimiento superficiales y subterráneas. El indicador considerado es el nivel de agua en los ríos, lagos, presas y aguas subterráneas, para determinar el déficit de precipitación y la disminución de agua en los ríos, lagunas, presas, etc. Para determinar ésta, se considera un periodo de tiempo entre el primer indicador de la sequía y el momento en que los estándares cambian.

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

Sequía Agrícola: Este tipo de sequía se identifica cuando no existe humedad suficiente en el terreno, para un cultivo determinado en un momento particular de tiempo. Por lo general sucede después de la sequía meteorológica.

Para el mapa de sequías se utilizaron distintos criterios para determinar el nivel de sequía que existe en la región, para dicha cartografía se tomaron en cuenta las siguientes condiciones:

IPS + REGIMEN DE HUMEDAD + EVAPOTRANSPIRACIÓN + USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

IPS

El proceso se hizo de la siguiente manera, los datos del IPS se obtuvieron de CONAGUA, de las estaciones con registros de más de 60 años, en donde se puede acceder a los meses, por año, desde 1954 donde el IPS nos demuestra un déficit de precipitación.

Stn	Lat	Lon	PROM	MESES SEQU	PROB SEQU
8029	27.14	-104.91	0.00283602	164	22.04301075
8031	29.57	-104.41	0.00108871	200	26.88172043
8038	27.75	-107.64	0.00040323	188	25.2688172
8044	28.19	-105.46	0.00323925	293	39.38172043
8049	28.98	-105.28	0.00040323	177	23.79032258
8059	29.85	-107.46	5.3763E-05	221	29.70430108
8074	29.13	-108.3	0.00430108	120	16.12903226
8078	26.92	-105.68	-0.00028226	185	24.8655914
8142	28.95	-107.82	0.00103495	151	20.29569892
8156	26.74	-105.16	4.0323E-05	158	21.23655914

Se contabilizaron el número de meses del total dentro del periodo de tiempo (744 meses, 62 años) con un IPS negativo, es decir con un déficit de precipitación, la información resultante es un promedio de meses con sequía meteorológica dentro del rango de tiempo. El valor numérico se interpolo a razón de ser la posibilidad de que un mes se encuentre en déficit de precipitación.

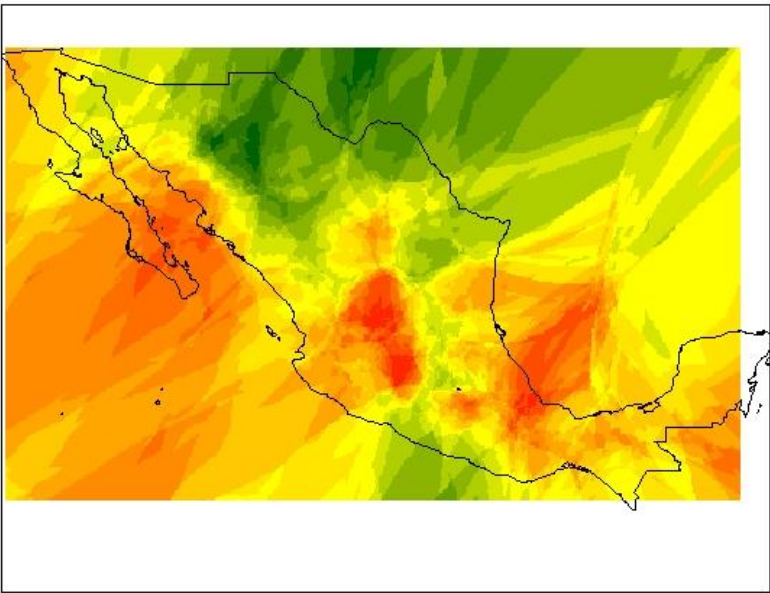


ILUSTRACIÓN 85. INTERPOLACIÓN IDW DEL IPS

Los datos utilizados para la interpolación son los datos de la base completa que ofrece el SMN de estaciones con más de 50 años de datos de cálculo del IPS.

REGIMEN DE HUMEDAD

Para la determinación de las condiciones iniciales de humedad se clasificó el régimen de humedad propio de cada unidad climática a razón de que, cada régimen de humedad tiene un valor diferente en el cual la disminución del régimen de humedad afectara de manera diferente.

La clasificación del régimen de humedad se hizo de la siguiente manera:

Húmedo	1
Subhúmedo	2
Semiárido	3
Árido	4
Muy Árido	5

La resultante de la reclasificación es una estructura raster donde las unidades con climas áridos tienen un valor 5 en la escala y las húmedas un valor 1, esto con el objetivo de hacer un cruce numérico entre cada elemento.

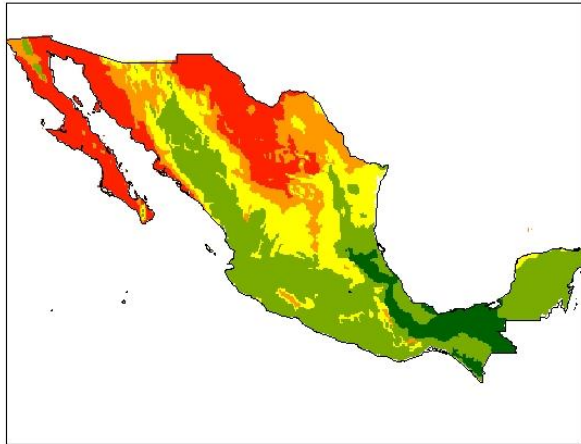


ILUSTRACIÓN 86 RÉGIMEN DE HUMEDAD CLASIFICADO

EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración se interpoló a partir de las isolineas de evapotranspiración que elaboró CONABIO, en donde se clasificaron rangos de evapotranspiración mediante un método de cortes naturales. La reclasificación se hizo inversa a los demás insumos al ser la evapotranspiración un indicador de humedad, es decir, donde hay más evapotranspiración, hay más humedad en el suelo, por lo que se reclasifico de los valores más bajos hacia los más altos.

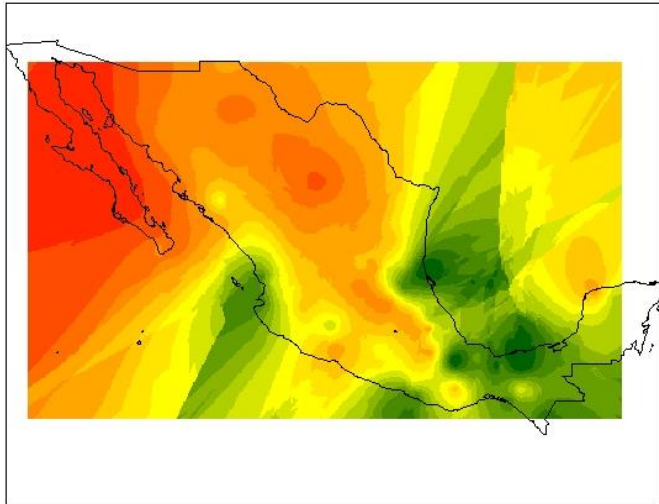


ILUSTRACIÓN 87. INTERPOLACIÓN IDW DE EVAPOTRANSPIRACIÓN INVERSO

SEQUÍA (PRELIMINAR)

Se hace un cálculo matricial con los resultados parciales de las interpolaciones, dicho resultado lo vamos a considerar como un índice de sequía preliminar, pues no considera la situación de las coberturas dentro del área de interés, la fórmula del cálculo es una suma lineal entre los productos hasta ahora obtenidos.

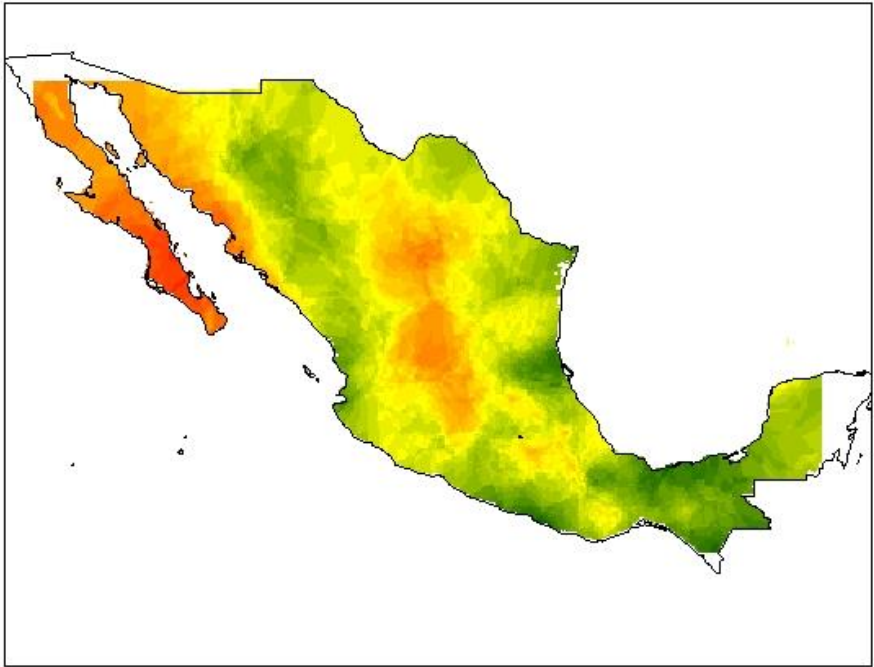


ILUSTRACIÓN 88. ÍNDICE DE ARIDEZ

El resultado es una aproximación a la aridez y a las condiciones de déficit de precipitación de las zonas estudiadas que va de 3 a 30.

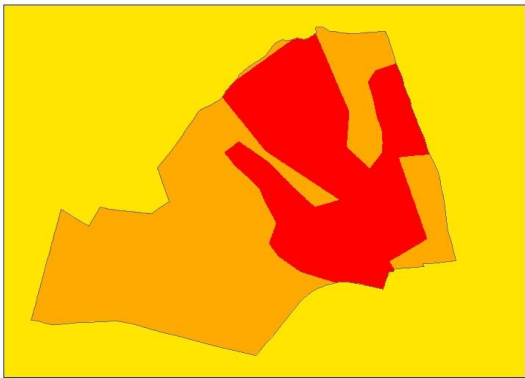
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

A nuestro resultado preliminar le añadiremos de manera local la última variable, que en este caso es la susceptibilidad de la cobertura (uso de suelo y vegetación) a verse más afectada bajo las condiciones obtenidas del primer proceso. Para poder hacer una integración de las coberturas locales, se asignan valores numéricos del 1 al 5 a las coberturas vegetales para determinar cuáles se encuentran más susceptibles a daños por sequías; dicha clasificación tiene fundamento en la guía metodológica para la elaboración de Atlas de Riesgo 2014, donde se establece que tipo de coberturas son más vulnerables a daños por sequía.

Uso de Suelo	Valor
PASTIZAL INDUCIDO	4
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	4
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	5
ZONA URBANA	5

Con los valores de la clasificación se genera una estructura raster cuyos valores son la susceptibilidad por sequía, esta reclasificación se cruza con los valores de sequía preliminar para obtener un resultado final.

$$((\text{Sequia}/6)+.6)+(\text{Uso de Suelo}*.4))$$



+

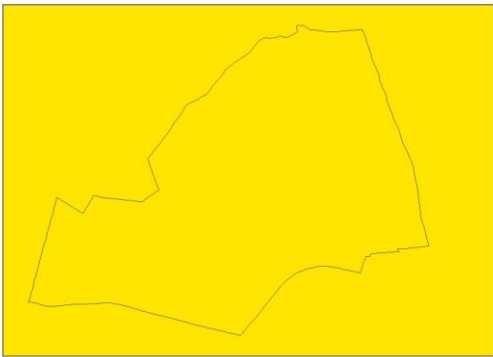


ILUSTRACIÓN 89. ESQUEMA QUE REPRESENTA EL ALGEBRA DE MAPAS

Todo el procedimiento nos lleva a un mapa donde se delimitan las zonas susceptibles a sequía, por condiciones climáticas y por cobertura física de la zona de estudio.

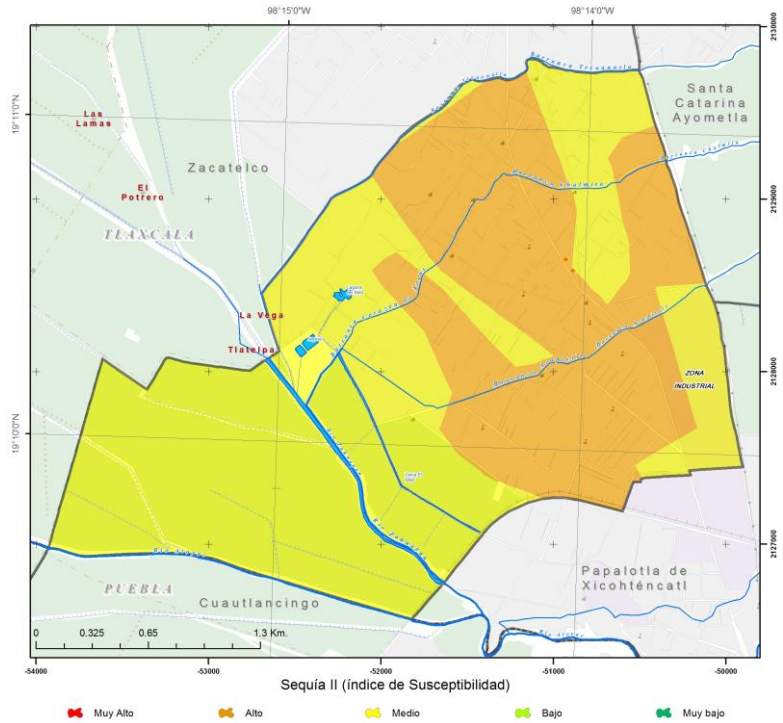


ILUSTRACIÓN 90. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR SEQUÍAS

Una sequía afecta de manera directa a las zonas agrícolas, sin embargo las áreas urbanas también se ven afectadas por la disponibilidad de agua.

5.3.3 Heladas

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, aunque en el municipio se experimentan hasta 7 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 -6°C. En Xicohtzinco este tipo de eventos provoca daños principalmente a las cosechas.

Tabla 40. Registro de Temperaturas Mínimas en las Estaciones Meteorológicas													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACION: 00029161 ACXOTLA DEL MONTE LATITUD: 19°14'16" N. LONGITUD: 098°09'33" W. ALTURA: 2,443.0 MSNM.													
NORMAL	2.8	3.8	5.8	7.5	8.7	9	7.9	8.2	8.7	7.5	5.6	4	6.6
MINIMA MENSUAL	1.1	1.6	4.9	6.8	6.9	6	6.1	6.6	6.7	5.5	2.9	1.9	
AÑO DE MINIMA	1999	2000	2000	2004	2005	1996	1996	2004	1996	1996	1999	1999	
MINIMA DIARIA	-9	-6	0	0	4	2.5	3.5	3.5	2.5	0	-1	-2	
FECHA MINIMA DIARIA	nov-04	sep-00	20/1997	28/1996	jun-97	sep-96	13/2004	nov-96	29/1999	23/1999	oct-04	29/2004	
AÑOS CON DATOS	10	10	10	9	11	11	11	11	11	12	11	11	
ESTACION: 00029041 TEPETITLA LATITUD: 19°15'41" N. LONGITUD: 098°22'14" W. ALTURA: 2,227.0 MSNM.													
NORMAL	0.7	1.6	2.9	5.1	7.1	9.2	8.4	8.2	8.4	6.2	3.1	1.3	5.2
MINIMA MENSUAL	-1.4	-1.3	1.2	2.5	4	2.7	6.2	5.3	4.6	2.9	1	-1.9	
AÑO DE MINIMA	1981	1976	1996	1986	1983	1985	1983	1983	1985	1987	1984	2003	
MINIMA DIARIA	-6	-8	-4	0	1	0	1	1	-2	-2	-7	-10	
FECHA MINIMA DIARIA	15/1975	25/1976	mar-89	jun-77	19/1985	29/1985	16/1983	mar-78	ago-74	24/2005	27/1974	21/2003	
AÑOS CON DATOS	31	31	31	30	30	30	29	30	31	31	30	31	
ESTACION: 00021046 HEJOTZINGO LATITUD: 19°09'43" N. LONGITUD: 098°24'23" W. ALTURA: 2,454.0 MSNM.													
NORMAL	3.1	3.9	5.9	7.8	9.5	10.8	10.2	10	10.1	8.2	5.5	4.1	7.4
MINIMA MENSUAL	-0.3	-0.1	3.7	3.3	5.3	5.4	6.4	6.1	6	4.7	2.9	1.3	
AÑO DE MINIMA	1956	1951	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	1966	1953	
MINIMA DIARIA	-5	-6.1	-2.1	0	0	1	3	2	0	-2	-5.5	-4	
FECHA MINIMA DIARIA	13/1956	abr-51	ago-51	jul-60	21/1990	jul-90	ago-07	25/2007	26/2007	31/2007	29/1966	28/1955	
AÑOS CON DATOS	43	43	42	43	43	42	44	45	45	45	45	41	
ESTACION: 00021148 SAN MIGUEL CANOA LATITUD: 19°07'56" N. LONGITUD: 098°04'40" W. ALTURA: 2,583.0 MSNM.													
NORMAL	3.1	4.3	5.7	6.7	7.7	8	7.1	6.6	6.8	5.8	4.5	3.5	5.8
MINIMA MENSUAL	0.7	2.1	3.4	5	5.1	5.5	4.7	4.4	4.7	3.8	2.3	1.3	
AÑO DE MINIMA	1981	1983	1983	1983	1989	1989	1982	1982	1988	1989	1990	1990	
MINIMA DIARIA	-3	-3	0	1	2	1	2	0	2	0	-3	-4	
FECHA MINIMA DIARIA	ago-81	13/1983	mar-82	20/1989	mar-89	mar-89	19/1978	feb-97	26/1979	23/1989	dic-90	dic-77	
AÑOS CON DATOS	21	22	21	20	22	22	23	22	24	24	23	24	
Fuente: Elaboración MUNICIPIUM. Datos del Servicio Meteorológico Nacional													

El mapa de Heladas conjuga la distribución de las temperaturas mínimas promedio de los meses más fríos del año con el gradiente térmico, ya que este tipo de heladas depende a su vez de la avenida de vientos helados del norte, el gradiente térmico es un factor determinante para caracterizar el fenómeno.

El Modelo digital del relieve se clasificó y se transformó en una estructura raster para poder hacerse el cruce con la reclasificación de las temperaturas mínimas.

(DEM RELIEVE) + (TEMPERATURAS MINIMAS PROMEDIO MESES FRIOS)



ILUSTRACIÓN 91. DIAGRAMA QUE MUESTRA EL ALGEBRA DE MAPAS EMPLEADO

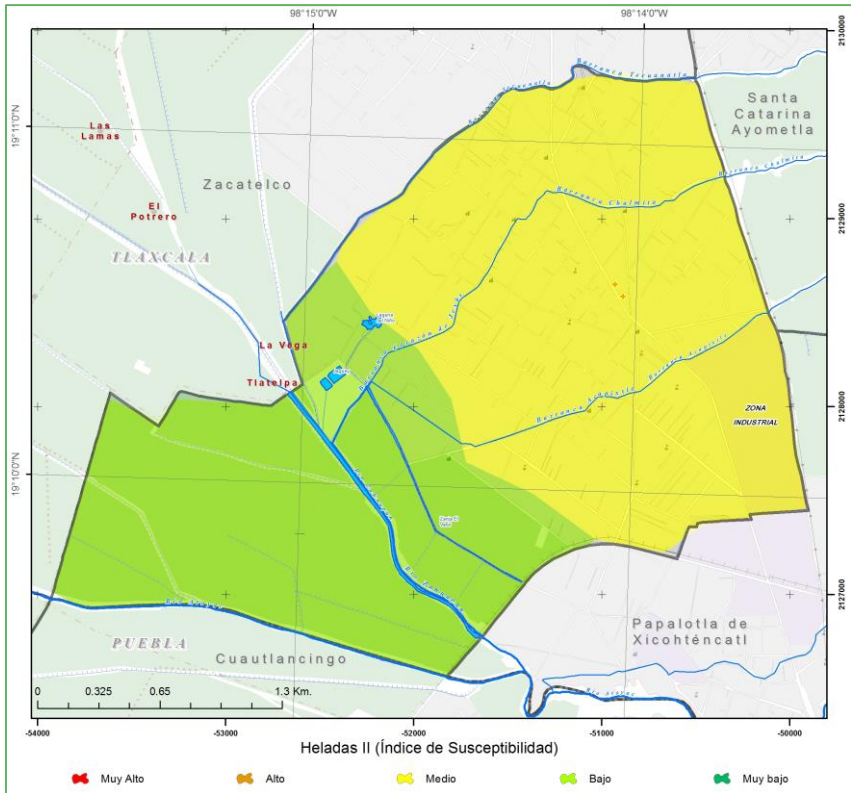


ILUSTRACIÓN 92. SUSCEPTIBILIDAD POR HELADAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN DEL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA DE LA UNAM.

El resultado final es el mapa de Susceptibilidad por Heladas, el cual nos arroja una mayor vulnerabilidad en la zona Este del municipio, es decir, la parte del municipio que se encuentra orientada hacia el Volcán la Malinche.

5.3.4 Tormentas de granizo

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

Con base en la información de las estaciones meteorológicas cercanas al municipio se obtienen los datos que reportan tiempos de duración de fracción de días con granizo acumulados por mes y año, plasmado en número de días con granizo. Esta información es útil para realizar la distribución espacial y temporal de zonas de frecuencias de estos eventos.

Tabla 41. Días con Granizo en las Estaciones Meteorológicas													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACION: 00029161 ACXOTLA DEL MONTE LATITUD: 19°14'16" N. LONGITUD: 098°09'33" W. ALTURA: 2,443.0 MSNM.													
GRANIZO	0	0.1	0	0	0.1	0	0.1	0.2	0	0	0	0	0.5
AÑOS CON DATOS	10	10	10	9	11	11	11	11	11	12	11	11	
ESTACION: 00029041 TEPETITLA LATITUD: 19°15'41" N. LONGITUD: 098°22'14" W. ALTURA: 2,227.0 MSNM.													
GRANIZO	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0	0	0.7
AÑOS CON DATOS	31	31	31	29	30	29	28	29	31	31	30	31	
ESTACION: 00021046 HEJOTZINGO LATITUD: 19°09'43" N. LONGITUD: 098°24'23" W. ALTURA: 2,454.0 MSNM.													
GRANIZO	0	0	0	0.1	0.5	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2	0	0	2.5
AÑOS CON DATOS	41	43	41	43	43	42	44	44	45	45	45	42	
ESTACION: 00021148 SAN MIGUEL CANOA LATITUD: 19°07'56" N. LONGITUD: 098°04'40" W. ALTURA: 2,583.0 MSNM.													
GRANIZO	0	0.1	0.1	0	0.3	0.1	0	0.1	0.1	0	0	0	0.8
AÑOS CON DATOS	21	22	21	22	23	23	23	22	24	24	23	24	

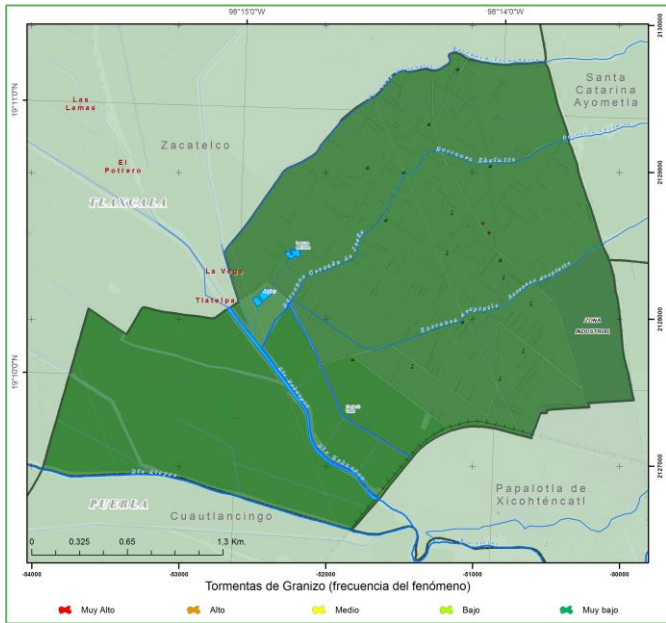


ILUSTRACIÓN 93. MAPA DE PELIGRO POR TORMENTAS DE GRANIZO. FUENTE: REPORTE DEL CLIMA EN MÉXICO, CONAGUA, 2011.

Este fenómeno se presenta durante los meses de mayo y agosto en el municipio. Cabe señalar que de acuerdo a los registros del último año, existe una actividad baja de granizadas, mostrando anualmente zonas donde se llegan a registrar hasta 1 día con granizo. Por ello, el municipio se encuentra en zonas de peligro muy bajo para este fenómeno.

5.3.5 Tormentas de nieve

Las nevadas se forman con cristales de hielo cuando la temperatura del aire es menor al punto de congelación y el vapor de agua que contiene pasa directamente al estado sólido. Para que ocurra una tormenta de nieve es necesario que se unan varios de los cristales de hielo hasta un tamaño tal que su peso sea superior al empuje de las corrientes de aire. Eventualmente pueden formarse nevadas en el altiplano de México por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país. La nieve que cubre el suelo al derretirse forma corrientes de agua que fluyen o se infiltran para recargar mantos acuíferos.

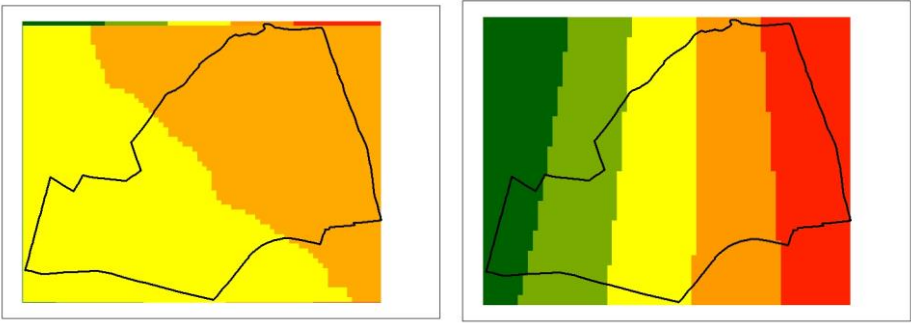
El mapa de tormentas de Nieve se obtuvo al cruzar el mapa resultante de Heladas por Advección con las condiciones de precipitación medias Del municipio,, valores que se obtuvieron de las estaciones meteorológicas empleadas para la elaboración del tema de Ondas Cálidas/Gélidas.

Tomando en cuenta que el mapa de heladas se elaboró a partir de la distribución de las temperaturas mínimas históricas y la influencia del relieve (gradiente térmico) sobre las mismas, se utilizó como insumo base para el mapa de tormentas de nieve, pues las condiciones que se representan en el tema de Heladas son las iniciales para una tormenta de nieve, lo único que faltaría agregar para modelar el fenómeno es la precipitación media anual. Se utiliza la precipitación media anual para de esta manera identificar escenarios no tan extremos ni alejados de los valores normales para poder modelar la susceptibilidad que tiene el municipio frente a un fenómeno de Tormenta de Nieve.

Sin embargo, el cruce de las variables no puede ser lineal, ya que el mapa de Heladas es una composición de 2 variables, a éste, se le dará más peso en el cruce de algebra de mapas, a razón de:

(Heladas * 0.6) + (Precipitación Media * 0.4) = Tormentas de Nieve

El cruce de las variables nos delimita zonas con diferente susceptibilidad frente a las tormentas de nieve, ya que si bien se incluyen todos los elementos presentes en el fenómeno, es muy cierto que los episodios de Tormentas de Nieve no se pueden modelar y afirmar su presencia inequívoca, se define su susceptibilidad, pero de manera incorrecta podríamos afirmar su probabilidad o frecuencia.



HELADAS + PRECIPITACIÓN

ILUSTRACIÓN 94. ESQUEMA QUE EJEMPLIFICA EL ALGEBRA DE MAPAS

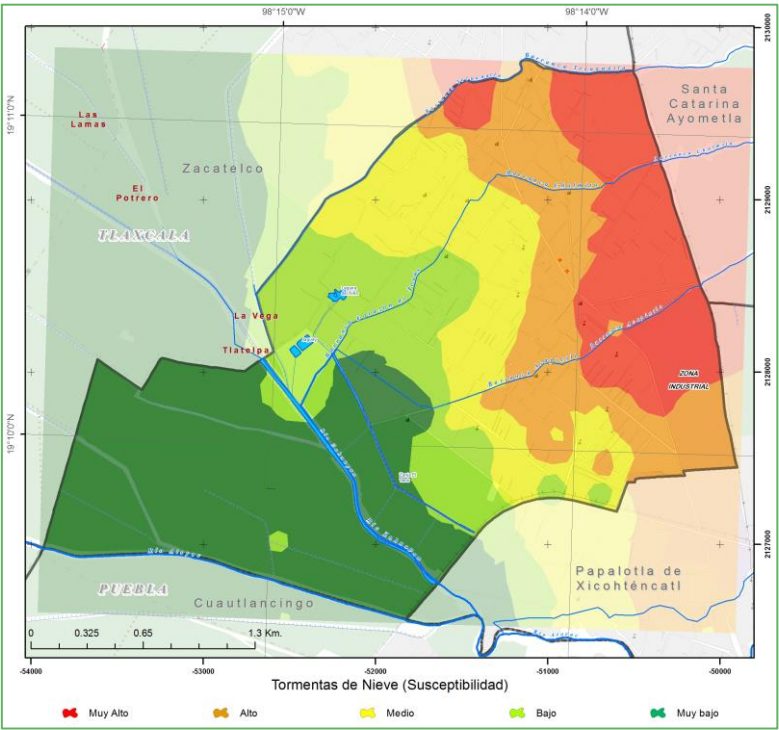


ILUSTRACIÓN 95. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR TORMENTAS DE NIEVE

En el municipio de Xicohtzinco la susceptibilidad por Tormentas de Nieve se encuentra alta en la zona Este del municipio y disminuye en dirección Sur-Oeste; sin embargo, aunque las temperaturas llegan a descender hasta los -6 °C, la incidencia de Nevadas ha sido baja en el municipio y, dada la extensión del mismo, si llegara a haber un episodio de tormenta de nieve, abarcaría en su totalidad al municipio, en el mapa se identifican las zonas de acuerdo a la susceptibilidad que presentaría la cobertura municipal.

5.3.6 Ciclones Tropicales

Un ciclón tropical es una manifestación extrema del flujo atmosférico alrededor de un centro de muy baja presión sobre la superficie terrestre¹⁶. 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 mantos 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.

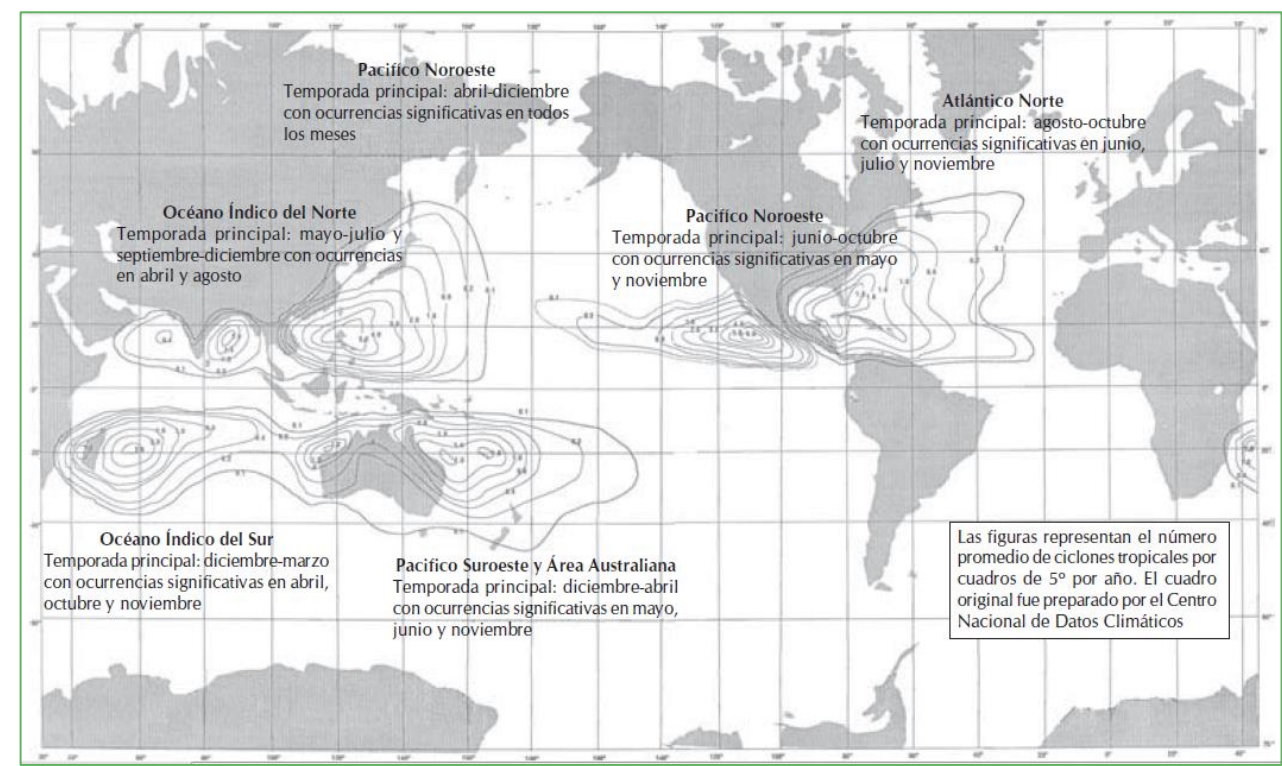


ILUSTRACIÓN 96. CICLONES TROPICALES EN EL MUNDO FUENTE: CENAPRED 2003. NOTA: (LAS LÍNEAS INDICAN EL NÚMERO DE CICLONES TROPICALES PROMEDIO QUE SE PRESENTAN CADA AÑO

Los ciclones tropicales provocan tres efectos: marea de tormenta, vientos fuertes y lluvias extremas. En el municipio de Xicohtzinco el único de estos efectos que podría experimentarse es la lluvia, que a su vez puede provocar inundaciones; sin embargo, la presencia de este tipo de fenómenos en la zona es escasa. Cabe señalar que los fenómenos de inundaciones y lluvias serán analizados con mayor profundidad en otro apartado.

¹⁶ Rosengaus M. 2002, Efectos Destructivos de los Ciclones Tropicales.

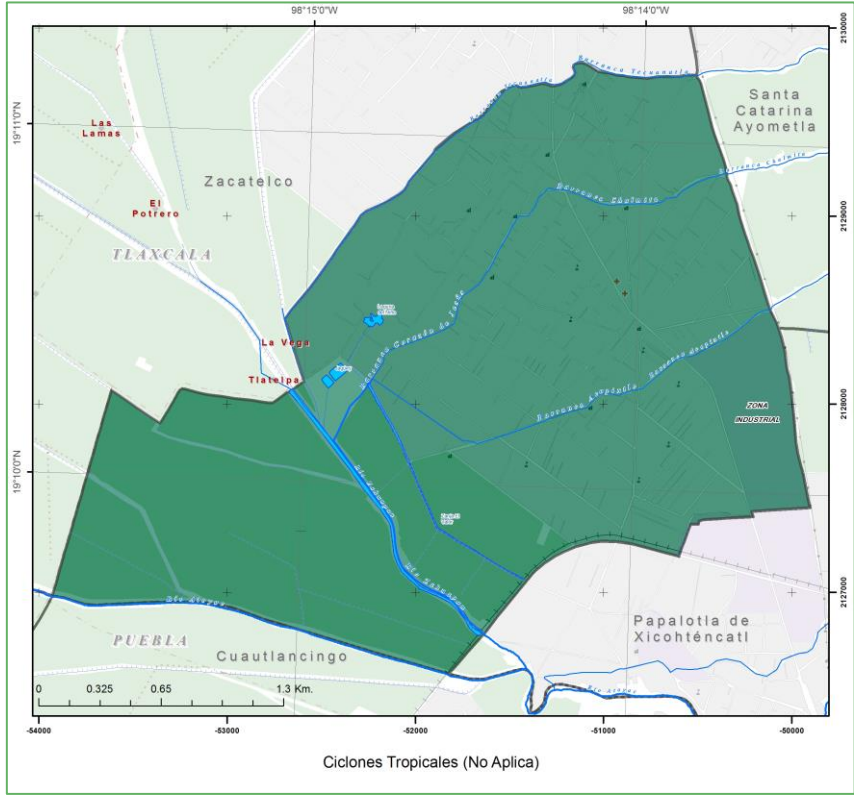


ILUSTRACIÓN 97. MAPA DE PELIGRO POR CICLONES TROPICALES

5.3.7 Tornados

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, como resultado de una gran inestabilidad, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. De acuerdo con el Servicio Meteorológico de los EUA (NWS, 1992), los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad.

Este tipo de fenómenos no se presenta en este municipio.

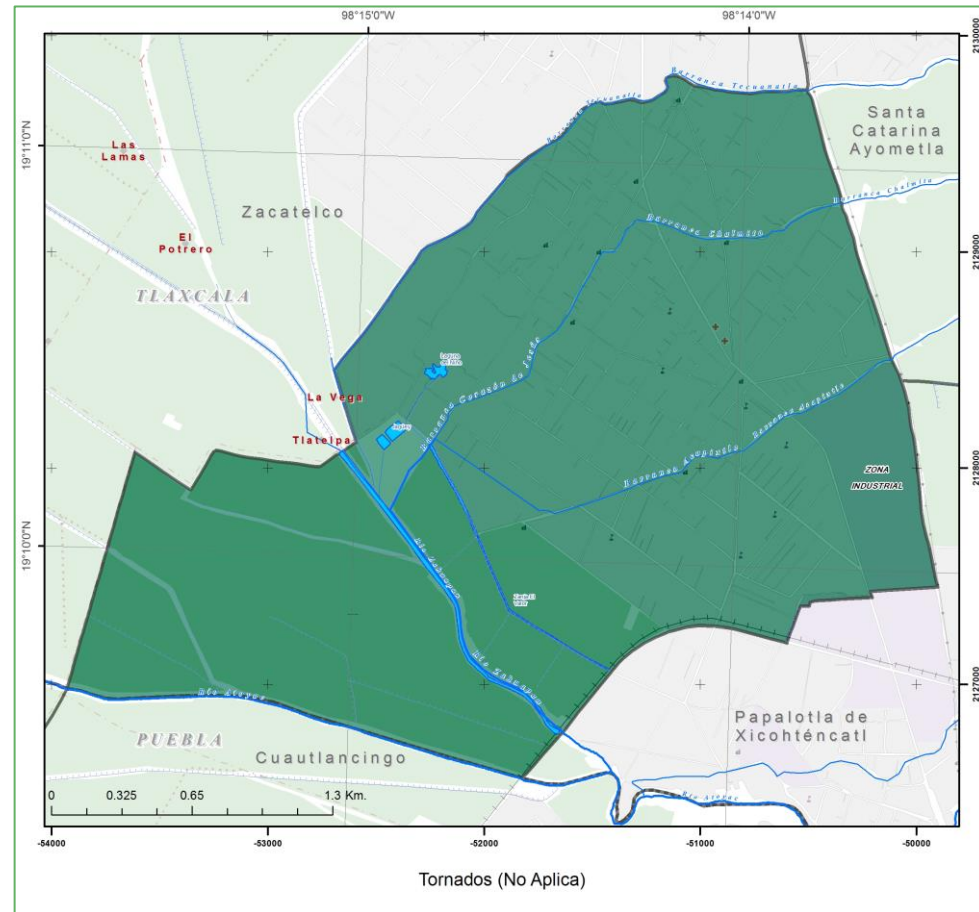


ILUSTRACIÓN 98. MAPA DE PELIGRO POR TORNADO

5.3.8 Tormentas de Polvo

Una tormenta de polvo es un fenómeno meteorológico producido por intensas y turbulentas corrientes de aire que levantan a gran altura el polvo o la arena del suelo; son características de las zonas desérticas y éstos, de manera general, preceden la llegada de frentes fríos.

En zonas de clima semiseco, como lo es el clima Templado Subhúmedo de Tlaxcala, éstas son originadas donde la vegetación es escasa y antecede un periodo de sequía (no necesariamente de magnitud intensa) y deben su origen a los fuertes vientos que alzan y transportan los materiales de textura fina, generando una “cortina” de polvo que sigue la dirección e intensidad del viento.

En el caso de Xicohtzanco es un fenómeno que se ha presentado no de manera catastrófica, pues como lo indican autoridades municipales, el fenómeno se presenta de intensidad baja y sin representar daños a la infraestructura, pero sí con algunos casos aislados de afecciones a la salud pública.

Para la identificación de este fenómeno se obtuvo la información de intensidad y dirección del viento del Instituto de Geografía, del Nuevo Atlas de México (2007), información que se utilizó para determinar los niveles de intensidad con respecto a la dirección del Viento. Para que exista traslado de material (polvo) por el viento, es necesario identificar el origen del material, por lo que el primer paso que se realizó para estimar la susceptibilidad frente a tormentas de polvo fue el de identificar los usos de suelo del municipio.

Al contar solamente con 2 usos de suelo distinguidos (Agricultura de Riego y Zona Urbana) y considerando a su vez la información del municipio sobre que las tormentas de Polvo siguen una dirección Oeste-Este, se ubicaron posibles zonas fuera del municipio en donde podría originarse el polvo (Zonas de pastizales, vegetación secundaria, desprovistas de vegetación o de agricultura de temporal).

Se ubicaron zonas de vegetación secundaria próximas al margen Este del municipio, a dicha cobertura se le aplicó un proceso para determinar áreas de influencia a cada cierta distancia (cada kilómetro) para poder modelar como iría decreciendo el transporte de material.

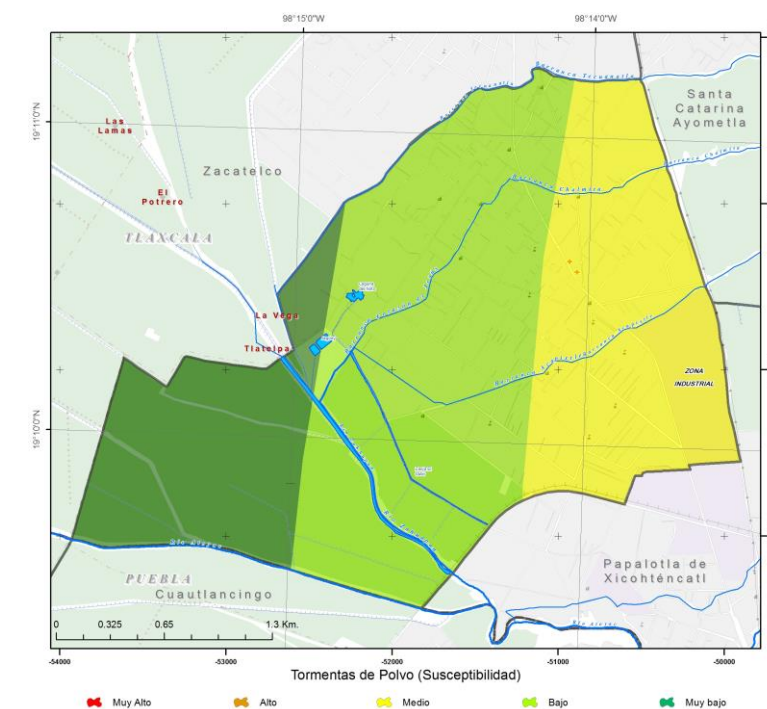


ILUSTRACIÓN 99. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR TORMENTAS DE POLVO

En el mapa se observa que las zonas susceptibles se ubican en la parte Este del municipio y va decreciendo conforme se acerca al borde del municipio al Oeste.

5.3.9 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 no existen estaciones meteorológicas, por ello se tomaron las cuatro más cercanas para obtener la información, lo que permite realizar un análisis adecuado del comportamiento de los fenómenos basado en los registros.

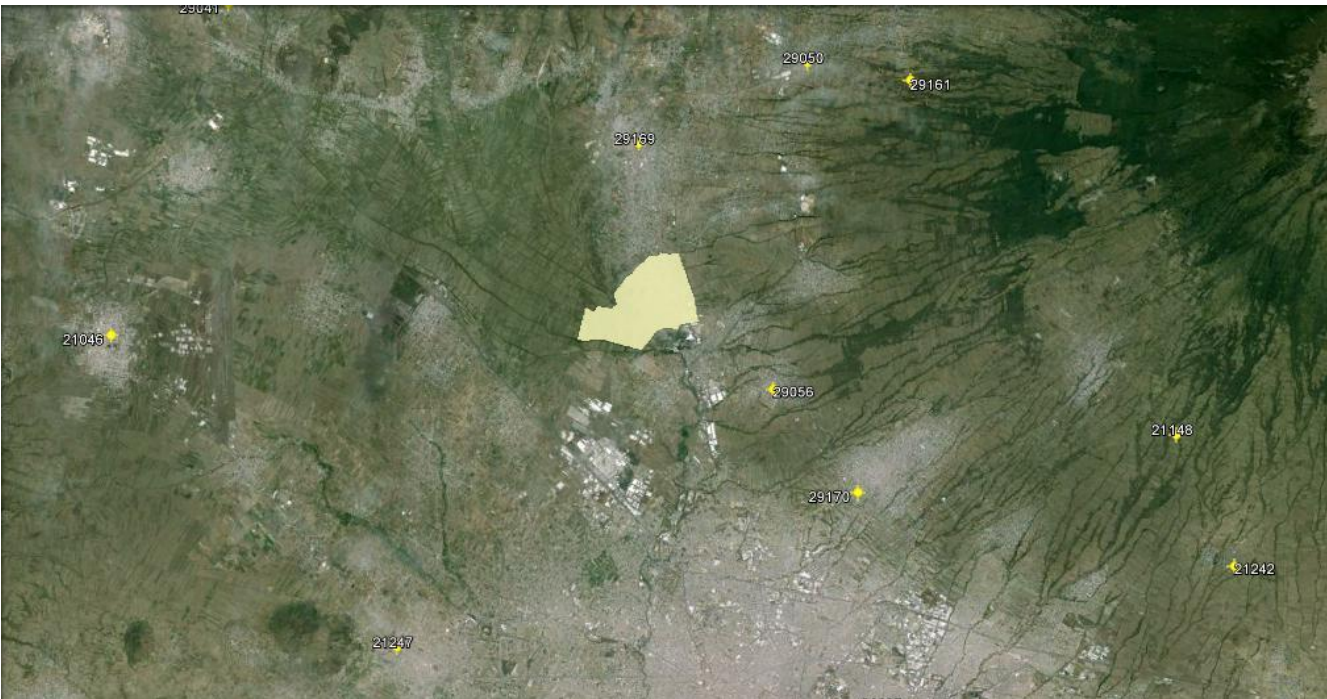


ILUSTRACIÓN 100. UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN XICOHTZINCO. FUENTE: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

De acuerdo con la información de las estaciones meteorológicas, en la estación meteorológica de Huejotzingo se presentaron 18 tormentas eléctricas al año, esto indica una actividad de tormentas eléctricas media. Mientras que en las otras estaciones meteorológicas tomadas como referencia el número de tormentas eléctricas es bajo.

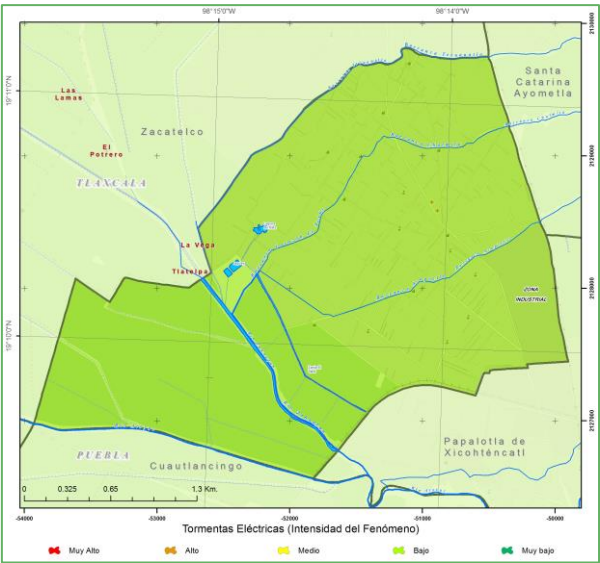


ILUSTRACIÓN 101. MAPA DE FRECUENCIA DE TORMENTAS ELÉCTRICAS

Tabla 42. Tormentas eléctricas registradas en las estaciones														
ELEMENTOS	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AGO	SE P	OC T	NO V	DI C	ANUA L	
ESTACION: 00029161 ACXOTLA DEL MONTE LATITUD: 19°14'16" N. LONGITUD: 098°09'33" W. ALTURA: 2,443.0 MSNM.														
TORMENTA E.	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
AÑOS CON DATOS	10	10	10	9	11	11	11		11	11	12			
ESTACION: 00029041 TEPETITLA LATITUD: 19°15'41" N. LONGITUD: 098°22'14" W. ALTURA: 2,227.0 MSNM.														
TORMENTA E.	0.5	0.2	0.1	0	0	0.2	0.3		0.1	0.4	0.2	0.3	0.1	2.4
AÑOS CON DATOS	31	31	31	29	30	29	28		29	31	31	30	31	
ESTACION: 00021046 HEJOTZINGO LATITUD: 19°09'43" N. LONGITUD: 098°24'23" W. ALTURA: 2,454.0 MSNM.														
TORMENTA E.	0.1	0.2	0.3	1.3	2.3	3	3.1		3.7	2.7	1.5	0.2	0	18.4
AÑOS CON DATOS	41	43	41	43	43	42	44		44	45	45	45	42	
ESTACION: 00021148 SAN MIGUEL CANOA LATITUD: 19°07'56" N. LONGITUD: 098°04'40" W. ALTURA: 2,583.0 MSNM.														
TORMENTA E.	0	0	0.2	0.4	1.7	1.4	1		0.7	1	0.4	0	0	6.8
AÑOS CON DATOS	21	22	21	22	23	23	23		22	24	24	23	24	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN.

De acuerdo a los datos se realizó una interpolación de la información obteniendo que la zona oriente del municipio presenta un nivel de peligro bajo por tormentas eléctricas, mientras que hacia el poniente el nivel de peligro disminuye a muy bajo.

5.3.10 Lluvias Extremas

Una lluvia extrema es un fenómeno meteorológico en el cual, en un periodo de tiempo muy corto, la precipitación rebasa el nivel de precipitación media anual. Conocer los niveles de agua que se presentan dentro de una precipitación extrema, es muy importante para la planeación del drenaje urbano, pues se conocen los volúmenes totales de agua que se tienen que evacuar para prevenir inundaciones.

Las lluvias extremas son fenómenos que originan distintos procesos potencialmente desastrosos, como son la saturación acelerada del suelo y el inicio de una escorrentía superficial, la acelerada erosión y arrastre de material de texturas medias y de manera directa, así como el aumento del flujo en las corrientes de agua superficial.

Si no se tiene un sistema de drenaje o absorción de agua adecuado a los volúmenes de precipitaciones extremas, se puede derivar en cualquiera de los peligros ya mencionados.

Para la elaboración del mapa de Lluvias extremas se utilizó de base el mapa de Precipitaciones máximas en 24 horas, del Instituto de Geografía, y se clasificó de acuerdo a la comparación del valor máximo con el valor de la precipitación media anual nacional.

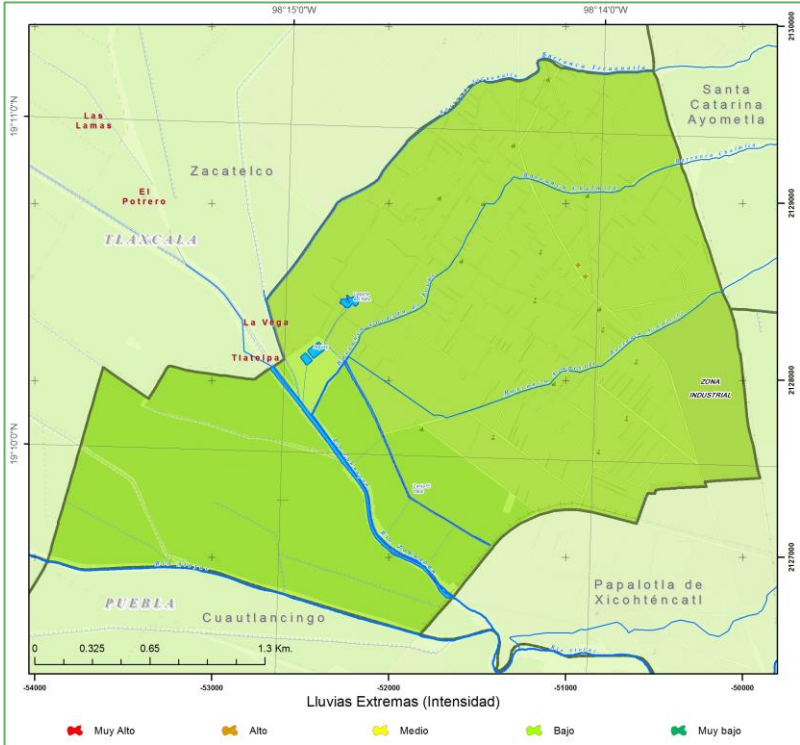


ILUSTRACIÓN 102. MAPA DE INTENSIDAD DE LLUVIAS EXTREMAS EN 24 HORAS

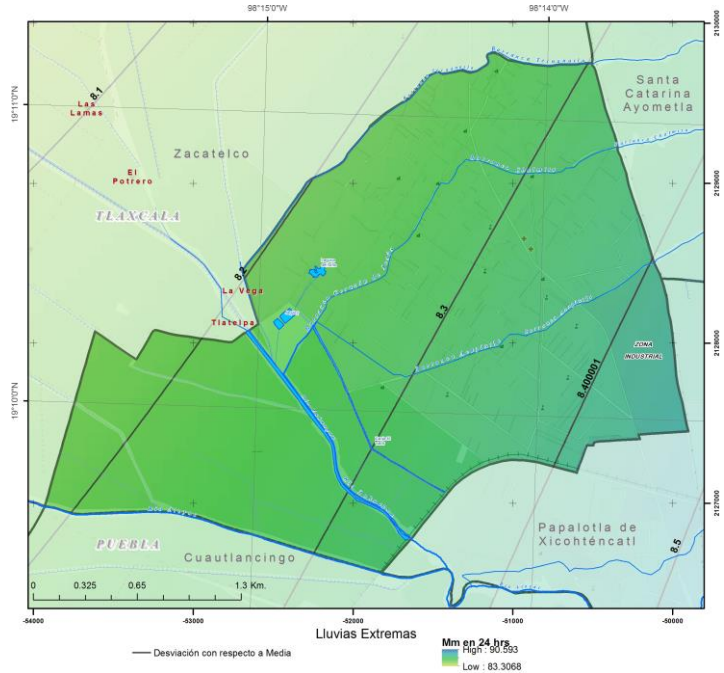


ILUSTRACIÓN 103. MAPA DE PELIGRO POR LLUVIAS EXTREMAS

5.3.11 Inundaciones

Gran parte de los desastres que suceden en el país están relacionados con eventos hidrometeorológicos. CENAPRED estima que los descensos a consecuencia de estos fenómenos es de 2,767 personas al año, de aquí la importancia de analizar e identificar los sitios y población susceptible a sufrir afectaciones por este tipo de eventos.

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.

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “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. Por otra parte, avenida se define como: “Una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad” (OMM/UNESCO, 1974). Estos incrementos y disminuciones, representan el comportamiento del escurrimiento en un río.

Las inundaciones, en el caso de Xicohtzinco, son un evento asociado a los escurrimientos fluviales procedentes del volcán La Malinche, al noreste del municipio, y cuyos escurrimientos atraviesan la mayor parte del área urbana del municipio. Es así como en el municipio 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 en la zona baja del municipio hacia las riveras del río Zahuapan.

Metodología

Para calcular estos este tipo de eventos en el presente Atlas se usó el sistema Iber (versión 2.0.3), software especializado en la definición de zonas inundables y la delimitación de vías de intenso desagüe.

Las zonas de inundación que interesan en este estudio corresponden a las áreas de influencia de las barrancas Tecuanatla, Chalmita y Acapixtle, por lo que la siguiente metodología fue elaborada para cada uno de estos tres escurrimientos.

Para realizar la simulación de inundaciones, el Iber necesita de tres conjuntos de información: los datos de precipitación en la cuenca que alimenta a los escurrimientos estudiados, el caudal de los mismos y la información relativa a las elevaciones del terreno.

Los datos sobre precipitación se obtuvieron de las estaciones meteorológicas disponibles en el Servicio Meteorológico Nacional. Se seleccionaron las estaciones cercanas a cada una de las

microcuencas que alimentan los escurrimientos de las barrancas Tecuanatla, Acapixtle y Chalmita y se promedió la precipitación normal anual.

Para calcular los datos hidráulicos, que corresponden al caudal y el hidrograma¹⁷, se usó la aplicación web de INEGI SIATL (Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrológicas), que se concibe como un servicio geoespacial que contiene un conjunto de redes geométricas para simular flujos de agua. En este simulador se selecciona la cuenca a calcular (aguas arriba de la zona de inundación) y se ingresan los datos de precipitación, coeficiente de escurrimiento¹⁸, que se obtienen también del SIATL, y periodo de retorno.

Las modelaciones de las áreas de inundación se elaboraron para los diferentes períodos de retorno que estipula la SEDATU en las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014, para el presente caso, el periodo de retorno corresponde a 100 años para cada una de las tres barrancas.

El resultado arroja una serie de indicadores relativos al área de captación y escurrimiento seleccionados, de ellos, el más importante para el estudio es el caudal del escurrimiento.



ILUSTRACIÓN 104. SIATL DE INEGI

El último dato necesario para elaborar la modelación es la relativa a las elevaciones de la zona de estudio. Para el presente caso, se usó una imagen Lidar¹⁹ con resolución de 5 metros, información que representa un Modelo Digital de Elevación; esta imagen sirvió para el modelado de los tres

¹⁷ Un hidrograma es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica como nivel de agua, caudal, carga de sedimentos, etc., esto es equivalente a decir que es el gráfico de la descarga de un flujo en función del tiempo.

¹⁸ El coeficiente de escurrimiento o escorrentía es la relación entre la lámina de agua precipitada sobre una superficie y la lámina de agua que escurre superficialmente, esto a su vez se relaciona con la topografía del terreno y el tipo y textura del suelo.

¹⁹ La tecnología LIDAR es resultado de la integración las tecnologías GPS, Unidad de Medición Inercial y sensor láser, se utiliza para la colecta de datos de altitud. Estos datos sirven para definir la superficie del terreno y generar Modelos Digitales de Elevación (MDE). El levantamiento LIDAR tiene ventajas sobre la captura con métodos convencionales: requiere de mínimo control geodésico en tierra, los datos tienen una mayor densidad y una mayor precisión.

escurrimientos estudiados. Este archivo tuvo que ser transformado a formato ASCII²⁰, pues es el tipo que reconoce el Iber.



ILUSTRACIÓN 105. IMAGEN DEL IBER. SOFTWARE (VERSIÓN 2.0.3) ESPECIALIZADO EN LA DEFINICIÓN DE ZONAS INUNDABLES Y LA DELIMITACIÓN DE VIAS DE INTENSO DESAGÜE

Con toda la información anterior reunida se procedió a la realización del modelado con el Iber. En este software se ingresó la información de elevación del terreno realizando una malla irregular triangulada que representa los cambios en el relieve. Aquí el software necesita la información del caudal y la rugosidad del área de interés, esto último servirá para indicar al software la fricción del cauce, la cual reducirá o aumentará la velocidad del flujo.

Como resultado del proceso, se obtuvieron dos archivos. El primero de ellos indica el área de afectación y la profundidad máxima diferenciada en metros. El segundo indica la misma área afectada pero con los datos de velocidad máxima de flujo en metros sobre segundo. Ambos archivos se obtienen en formato ASCII para cada periodo de retorno simulados.

Para manipular estos archivos de manera óptima en un software para sistemas de información geográfica, fue necesario transformarlos a formato raster. Una vez hecho esto, los archivos fueron reclasificados y categorizados en función del diagrama de Dórrigo, que es una metodología utilizada para definir los niveles y las velocidades de inundación, fue elaborado en 2007 por el gobierno de nueva Gales del Sur, Australia, en el Río Bielsdown, que atraviesa una localidad llamada Dorrigo. Este diagrama muestra la relación velocidad del flujo/profundidad de inundación (resistencia al vuelco de las paredes de las viviendas), relación que indica el grado de peligro o severidad de la inundación.

Los datos de velocidad y profundidad fueron transformados a formato vectorial (formato estipulado por SEDATU en las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos. los valores de ambos archivos fueron intersectados y finalmente categorizados en 5 Estratos: Peligrosidad Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja, según el diagrama Dórrigo.

²⁰ El ASCII es un código numérico que representa los caracteres, usando una escala decimal del 0 al 127. Esos números decimales son convertidos por la computadora en números binarios para ser posteriormente procesados.

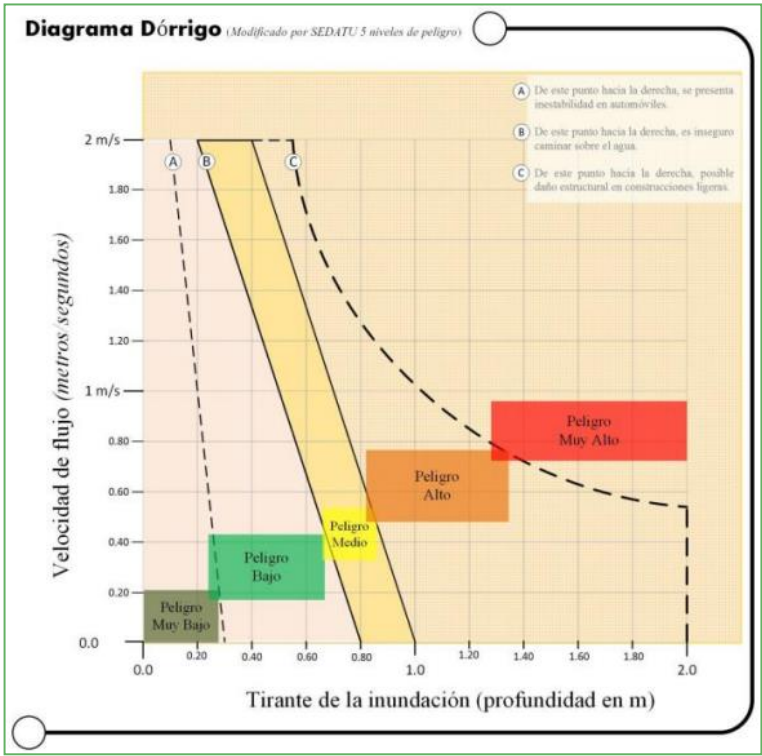


ILUSTRACIÓN106. DIAGRAMA DÓRRIGO

Fuente: SEDATU, Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014.

Memoria de Cálculo

Los valores y operaciones realizadas durante la modelación del área de estudio se muestran a continuación.

Al ingresar en el simulador de SIATL se selecciona la microcuenca a calcular y se ingresan en la ventana de cálculo los datos de precipitación (obtenida de las normales meteorológicas) el valor de escurrimiento y el periodo de retorno, que para este caso fue de 100 años. Este proceso se realizó para cada una de las áreas correspondientes a los tres escurrimientos estudiados. La ventana de entrada de datos se presenta a continuación.

Indicadores del Cauce Principal

Propiedad	Valor
Elevación máxima	2262 m
Elevación media	2245 m
Elevación mínima	2229 m
Longitud	2121 m
Pendiente Media	1.5558 %
Tiempo de Concentración	33.69 (minutos)
Área Drenada	1.52 km2
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de escurrimiento	0.3
Lluvia	235 mm
Intensidad de Lluvia	418.52 mm/h
Caudal pico	53.01 m3/s

Referencia Teórica

Perfil de Elevaciones

Calcular Caudal

Salir

ILUSTRACIÓN 107. VENTANA DE INGRESO DE PARÁMETROS DE SIATL:

Con estos datos dentro de la ventana de cálculo, el SIATL puede calcular varios indicadores relacionados con el escurrimiento y microcuenca seleccionada, los resultados pueden exportarse a un formato compatible con el software Excel. De todos estos indicadores, el más importante para la modelación es el caudal. Los indicadores resultantes para las tres barrancas estudiadas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 43. Indicadores de los escurrimientos en Xicohtzinco

Indicadores	Barrancas		
	Acapixtle	Chalmita	Tecuanatla
Elevación máxima	2262 m	2245 m	2419 m
Elevación media	2245 m	2236 m	2336 m
Elevación mínima	2229 m	2228 m	2254 m
Longitud	2121 m	1470 m	7474 m
Pendiente Media	1.56%	1.16%	2.21%
Tiempo de Concentración	33.69 (minutos)	22.14 (minutos)	77.26 (minutos)
Área Drenada	1.52 km²	2.13 km²	5.28 km²
Periodo de Retorno	100 años	100 años	100 años
Coefficiente de escurrimiento	0.3	0.3	0.3
Lluvia	235 mm	235 mm	235 mm
Intensidad de Lluvia	418.52 mm/h	636.85 mm/h	182.50 mm/h
Caudal pico	53.01 m³/s	113.04 m³/s	80.30 m³/s
Fuente: SIATL			

La información de elevaciones se obtuvo una imagen LIDAR, que es obtenida mediante un sensor remoto (montado en un avión, dron o satélite) que escanea la superficie terrestre obteniendo datos de altura de la misma. La imagen usada se trata del modelo digital de superficie, cuenta con resolución de 5m y fue proporcionada por INEGI.

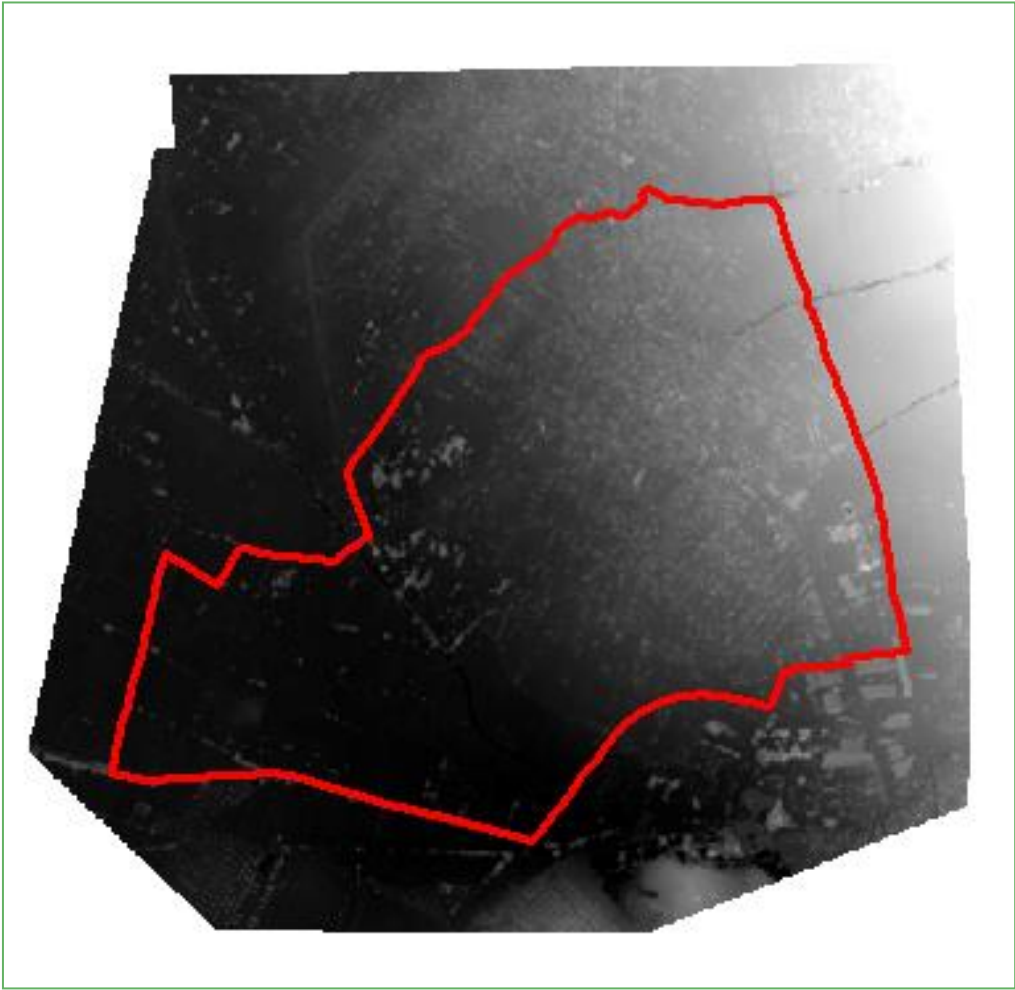


ILUSTRACIÓN108. MODELO DIGITAL DE SUPERFICIE (IMAGEN LÍDAR).

Esta imagen de la elevación de la superficie de estudio fue acotada a cada una de las áreas de influencia de los escurrimientos estudiados (barrancas Tecuanatla, Chalmita y Acapixtle) transformada a formato ASCII para que pueda ser procesada en el Iber. Una vez abierta una sesión en este software, se importó el archivo ASCII y se realizó un mallado, que es una estructura compuesta de vectores que representa las elevaciones del área de estudio.

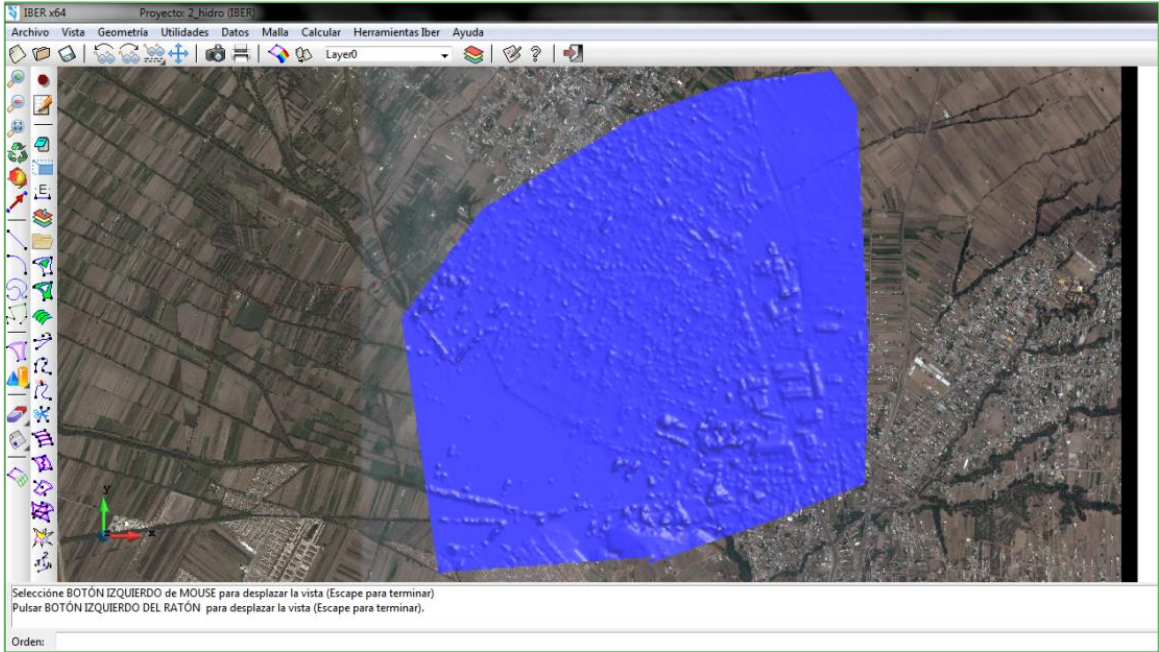
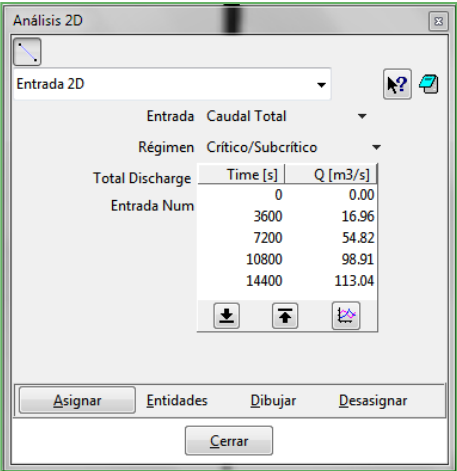
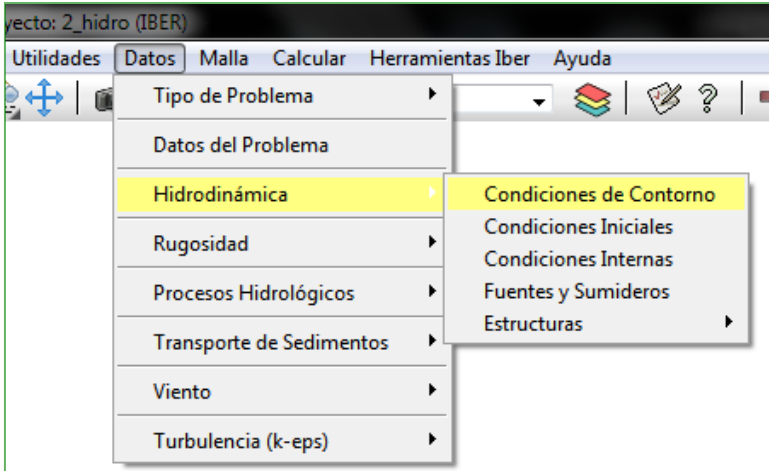


ILUSTRACIÓN109. MALLADO DEL ÁREA ESTUDIADA PARA LA BARRANCA ACAPIXTLE.

Posteriormente se ingresa el hidrograma del cauce, la zona por la que entra el flujo del agua a la zona de estudio y la zona de salida del cauce. A continuación se muestran las ventanas de ingreso de estos datos y los hidrogramas de los escurrimientos.



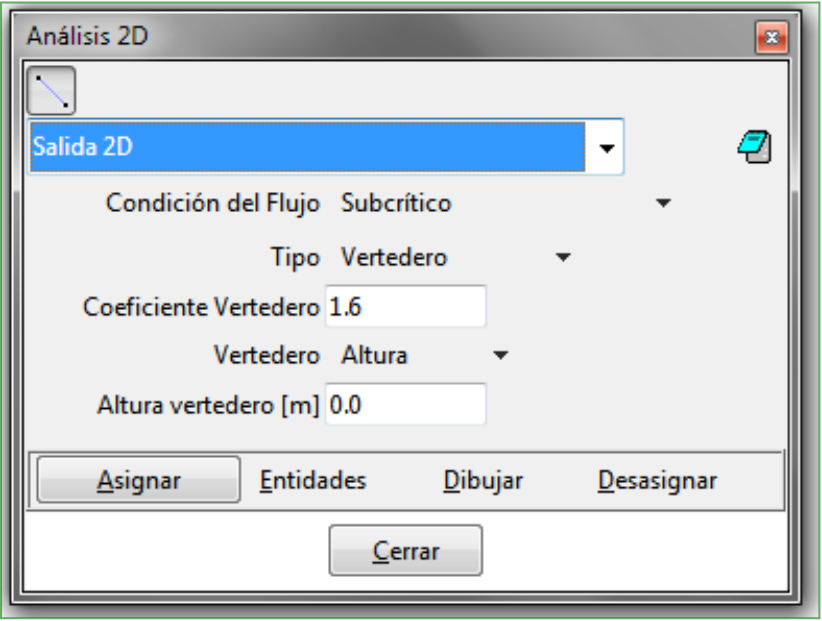


ILUSTRACIÓN 110. VENTANAS DE INGRESO DEL HIDROGRAMA Y SALIDA DEL CAUDAL.

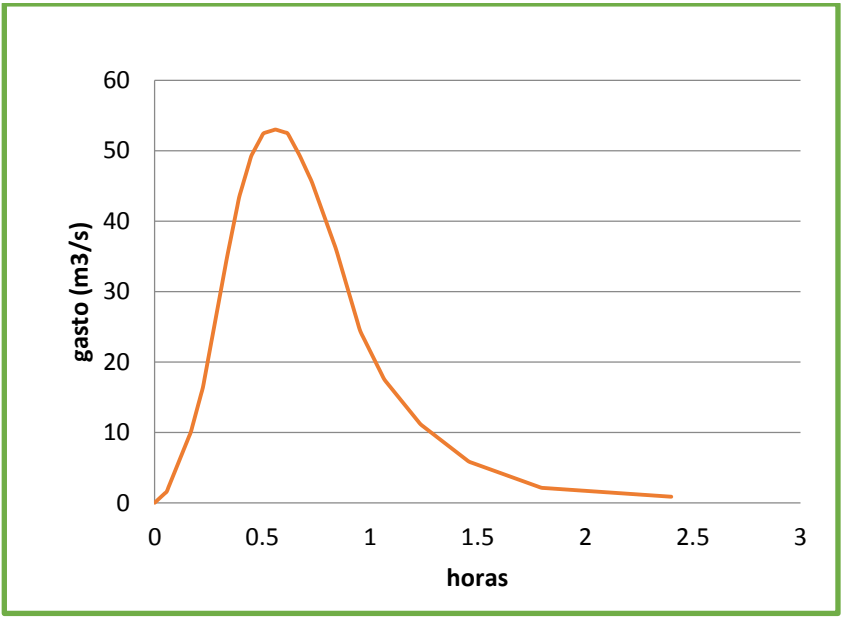


ILUSTRACIÓN111. HIDROGRAMA USADO PARA LA BARRANCA ACAPIXTLE.

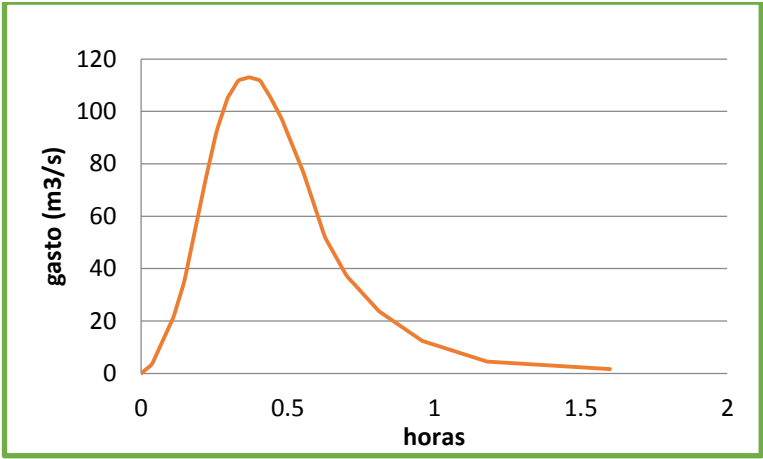


Ilustración 39. Hidrograma usado para la barranca Chalmita.

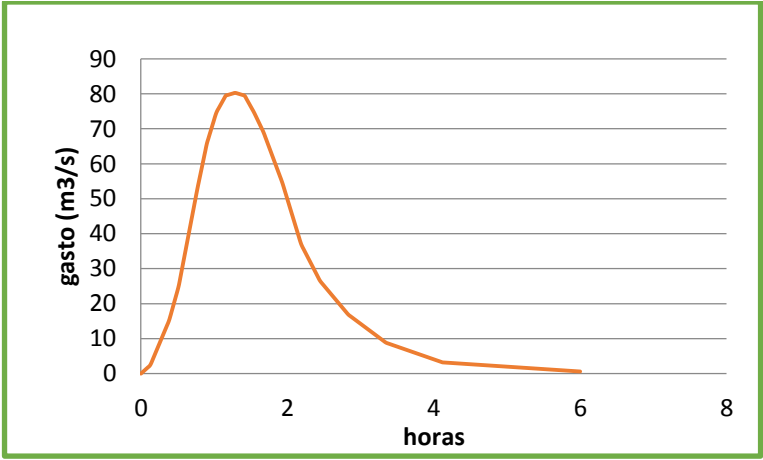


ILUSTRACIÓN 112. HIDROGRAMA USADO PARA LA BARRANCA TECUANATLA.

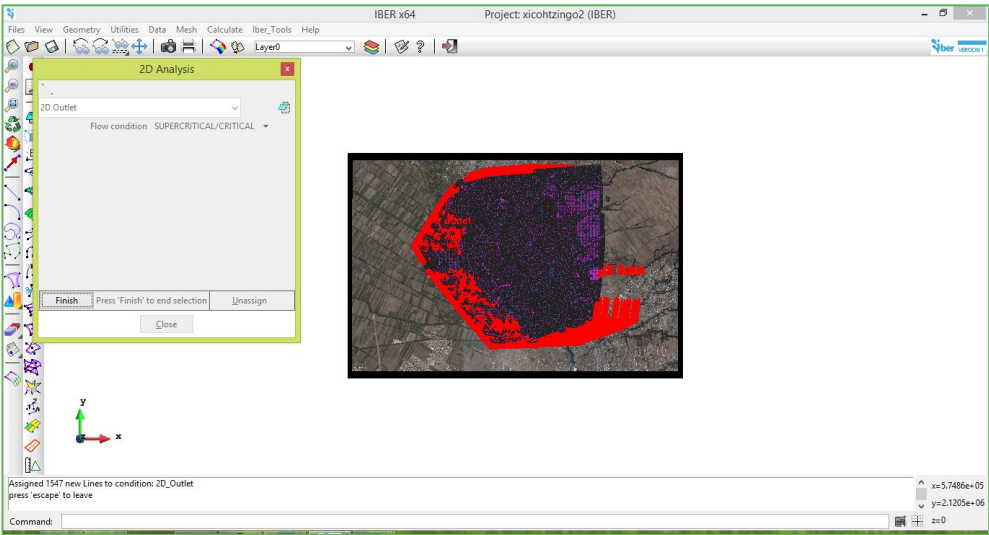


ILUSTRACIÓN 113. ENTRADAS Y SALIDAS EN EL MALLADO.

También debe seleccionarse la rugosidad del área de interés, dato que indicará al software la fricción del cauce y que reducirá o aumentará la velocidad del flujo. Esta información se puede obtener directamente desde Iber, sin embargo, se optó por el método automatizado, en donde se ingresó información recabada previamente y plasmada en un archivo raster con los valores para los tipos de suelo existentes en el área de estudio.

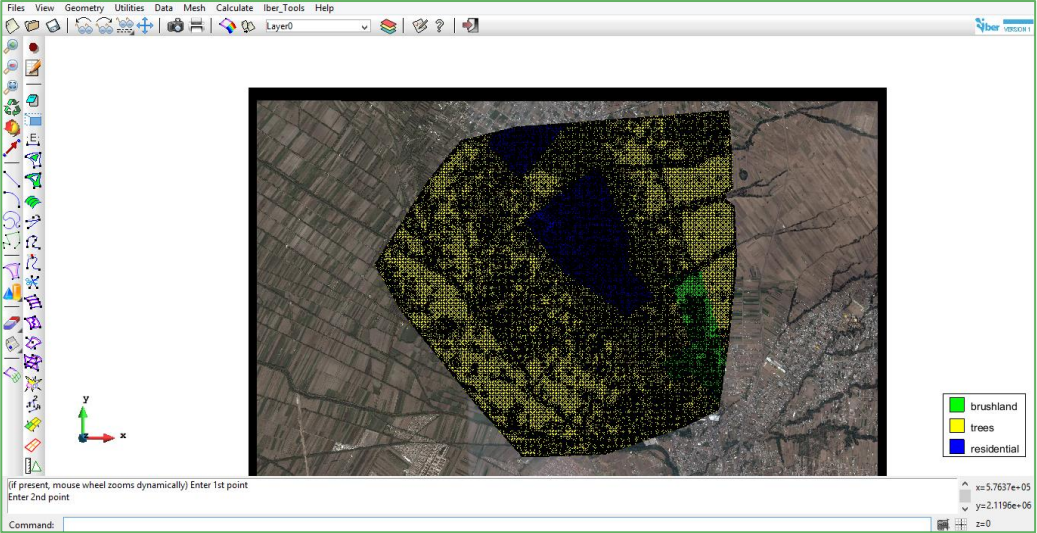


ILUSTRACIÓN 114. INGRESO DE LA INFORMACIÓN DE DE RUGOSIDAD.

Se ingresaron también las condiciones iniciales, que para este caso, se consideraron condiciones secas.

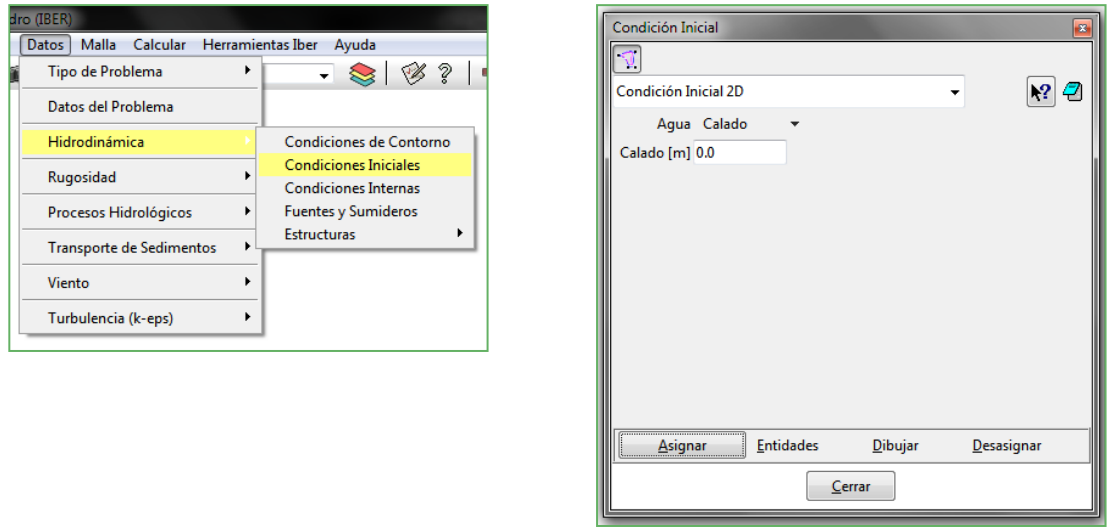


ILUSTRACIÓN 115. VENTANA DE INGRESO DE CONDICIONES INICIALES.

El último dato a ingresar es el tiempo de simulación para el modelo, este dato debe ser concordante con el último valor de tiempo ingresado en el hidrograma. Para los tres escurrimientos se eligió un tiempo de simulación de 10800 segundos, tiempo suficiente para que el caudal recorra la zona estudiada. Los intervalos de resultados fueron arrojados cada 250 segundos. Posteriormente, se seleccionaron las preferencias del cálculo, en el cuál se seleccionó el método de máximo error cordal, y por último, se procede al cálculo del modelo.

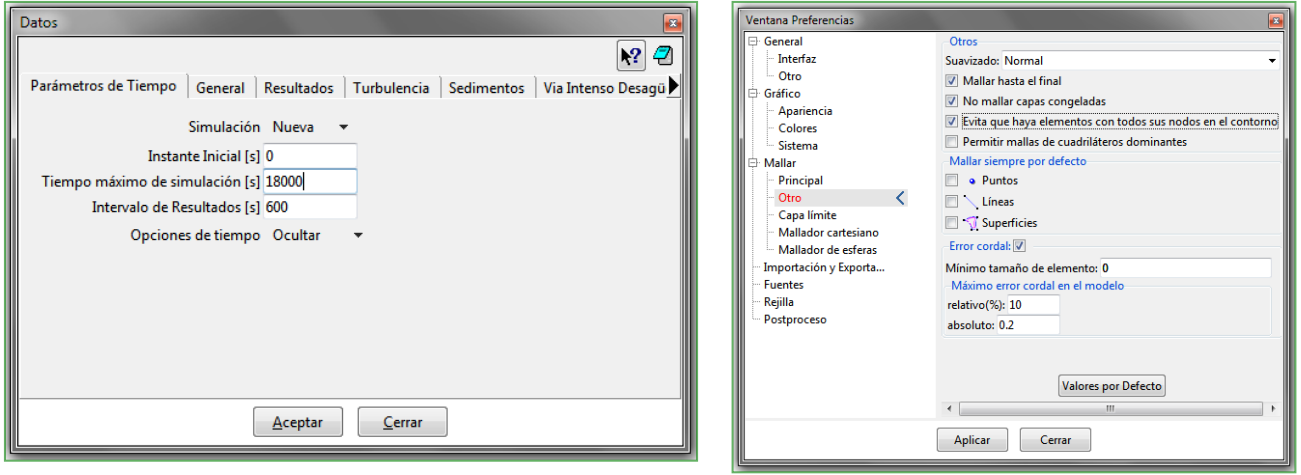


ILUSTRACIÓN 116. VENTANA DE INGRESO DE LOS DATOS Y DE LAS PREFERENCIAS DEL PROBLEMA.

Después de ingresar toda la información anterior, se procede a hacer el cálculo y proceso de los datos. Se creará un resultado para cada intervalo, intervalo que representará un momento en el tiempo de la simulación.

Al término del proceso se obtienen los resultados de profundidad máxima y velocidad máxima para el área estudiada; estos resultados aparecen en una nueva ventana que contiene los post procesos (resultados).

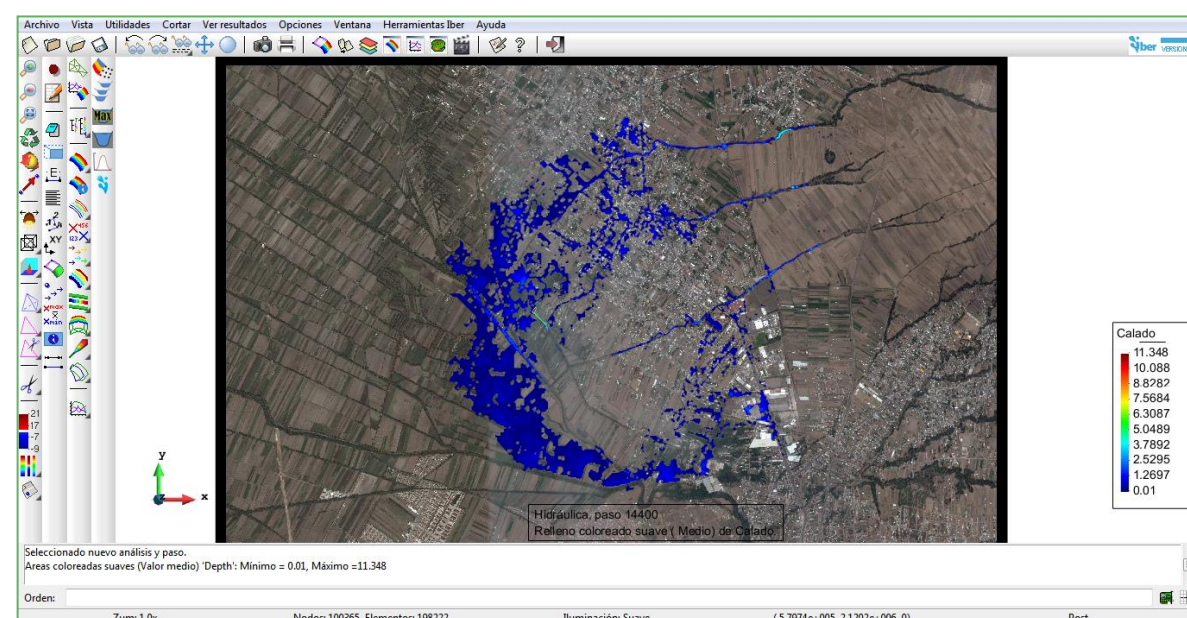


ILUSTRACIÓN 117. VISTA DEL POSTPROCESO Y RESULTADOS DE LA MODELACIÓN.

Los resultados se exportan en formato ASCII, pero para poder analizarlos es necesario transformarlos a formato de imagen (raster) por medio de un software para Sistemas de Información Geográfica. Los procesos que se describen a continuación se elaboraron con el software ArcGis.

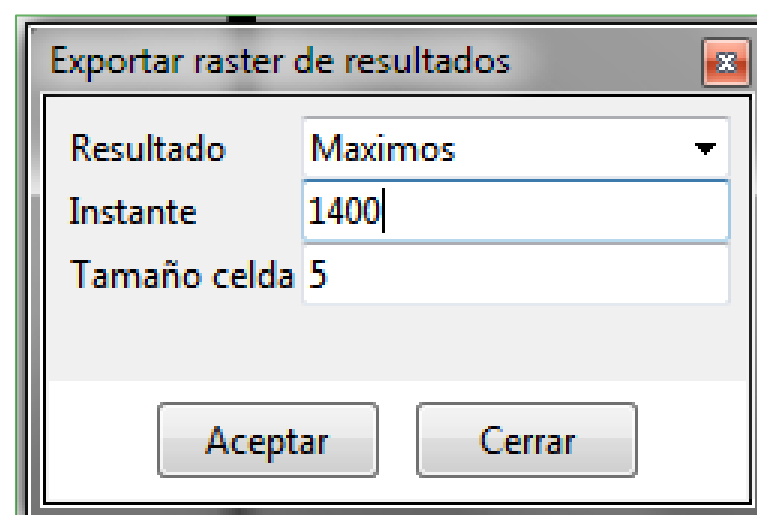


ILUSTRACIÓN 118. VENTANA DE EXPORTACIÓN DE RESULTADOS.

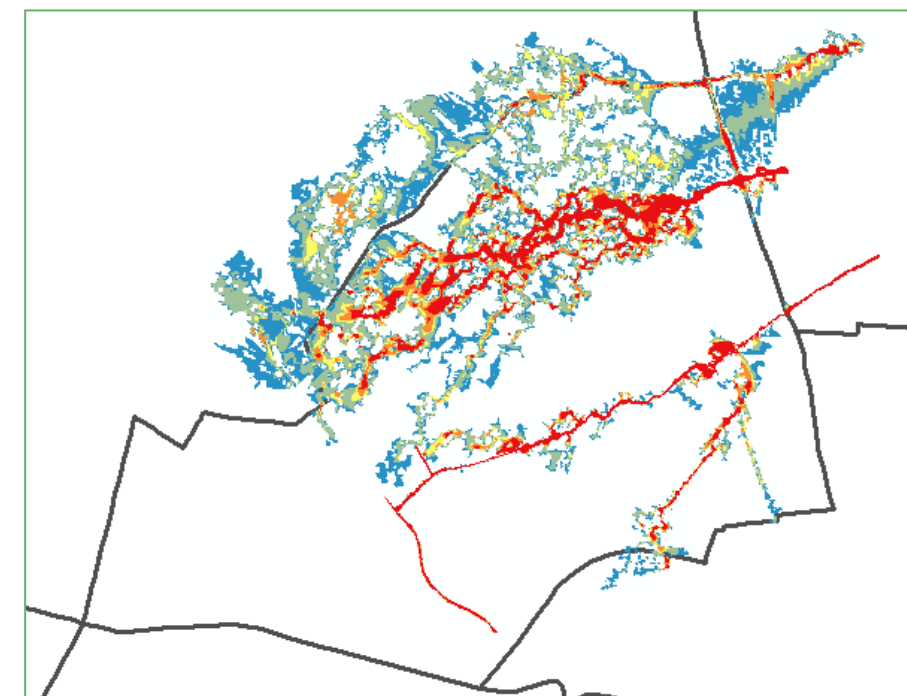


Ilustración 119. Resultado de máxima velocidad transformado a formato raster.

Para poder analizar los datos según el diagrama de Dórrigo, es necesario reclasificar estos archivos en categorías que se ajusten a dicho diagrama. Las categorías usadas en la reclasificación de los archivos raster de las zonas de inundación se hicieron en función de la siguiente tabla.

Tabla 44. Valores reclasificados según el diagrama de Dórrigo.			
Intensidad	Velocidad	Profundidad	Categoría (reclasificado)
Muy Alta	>0.7	1.3	5
Alta	0.5-0.7	0.9-1.3	4
Media	0.4-0.5	0.7-0.9	3
Baja	0.2-0.4	0.3-0.7	2
Muy Baja	0-0.2	0-0.3	1
Fuente: Elaboración propia con base en el diagrama Dórrigo.			

Una vez obtenidos estos datos reclasificados, deben transformarse al formato *vectorial shape file* que es el estipulado por SEDATU. Los archivos resultantes son clasificados en función de sus valores en las cinco categorías señaladas en las Bases para la Estandarización y que son Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja. Para representar dichas categorías se estableció una escala de daño por colores para definir la resistencia al flujo de un muro de una vivienda debido a la profundidad y velocidad del agua.

Al tener los resultados en este formato, se procede a hacer el cruce entre los archivos de velocidad y los de profundidad por medio del método analítico-jerárquico. El resultado de este cruce arroja los archivos de peligro a inundaciones. Para categorizarlos en función del diagrama Dórrigo, se utilizó la siguiente matriz.

Tabla 45.Rangos de clasificación de peligro según el diagrama de Dórrigo					
Profundidad					
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Alto	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Bajo
Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Muy Bajo
Muy Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo

Modelación de tiempos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 200 años.

La modelación de los resultados se estimó a través del cálculo en las tres cuencas del municipio con un simulador de inundaciones IBER que permitió determinar que la zona de mayor afectación es la que se definió con las corridas de periodos de retorno de 200 años, sin embargo a continuación se muestran los mapas resultantes de las corridas de 5, 10, 25 y 50 años.

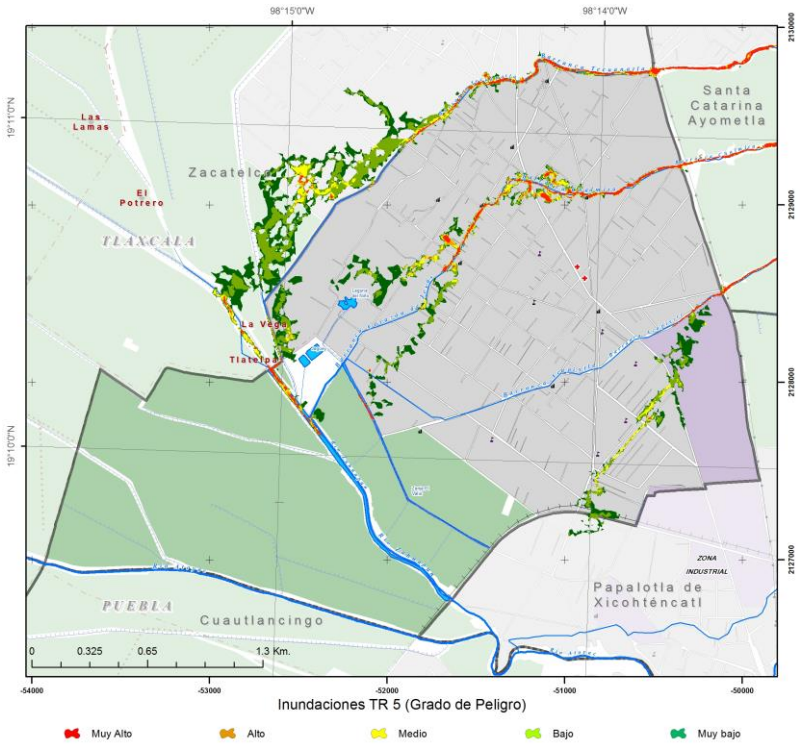


Ilustración 120. INUNDACIONES (PERIODO DE RETORNO A 5 AÑOS)

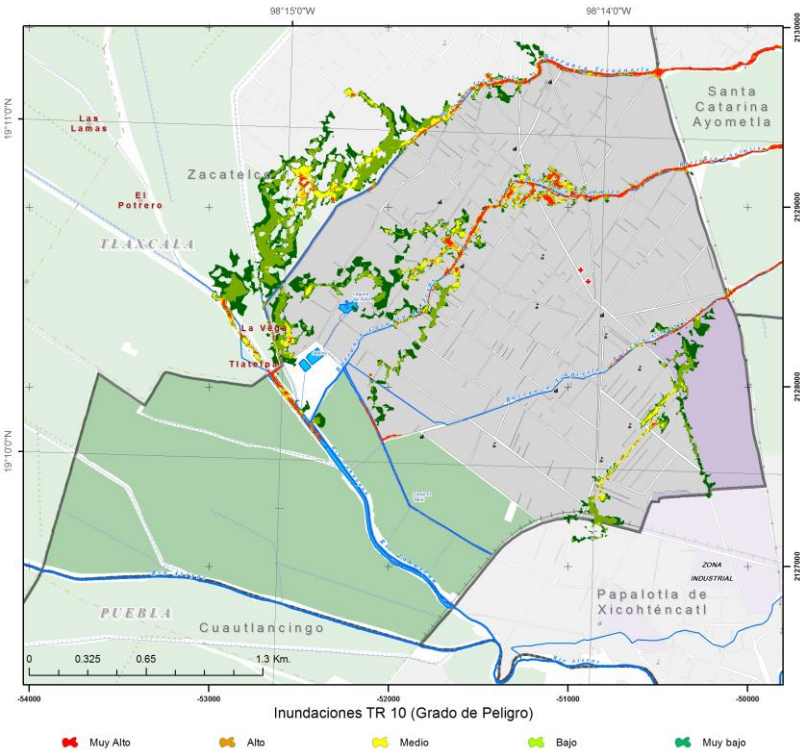


Ilustración 121. INUNDACIONES (PERIODO DE RETORNO A 10 AÑOS)

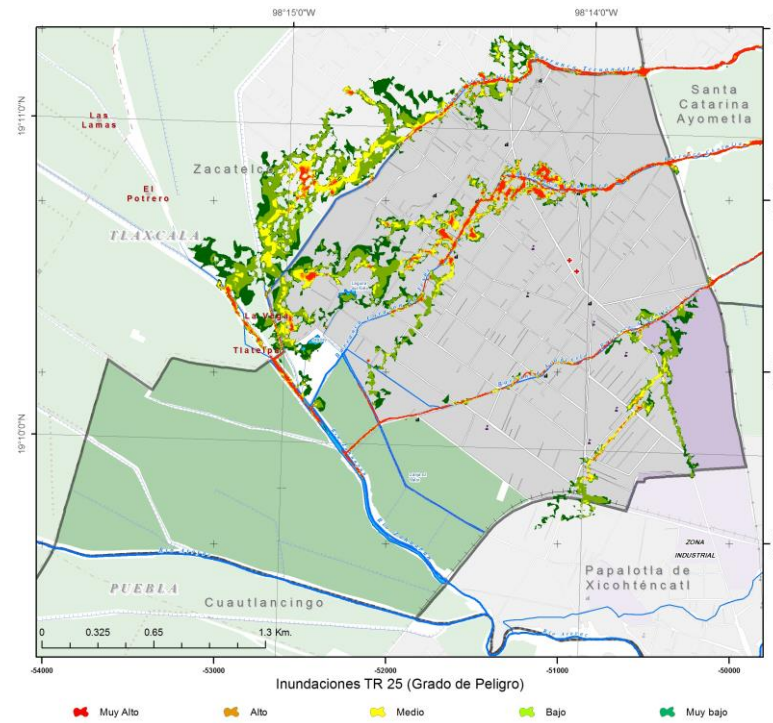


Ilustración 122. INUNDACIONES (PERIODO DE RETORNO A 25 AÑOS)

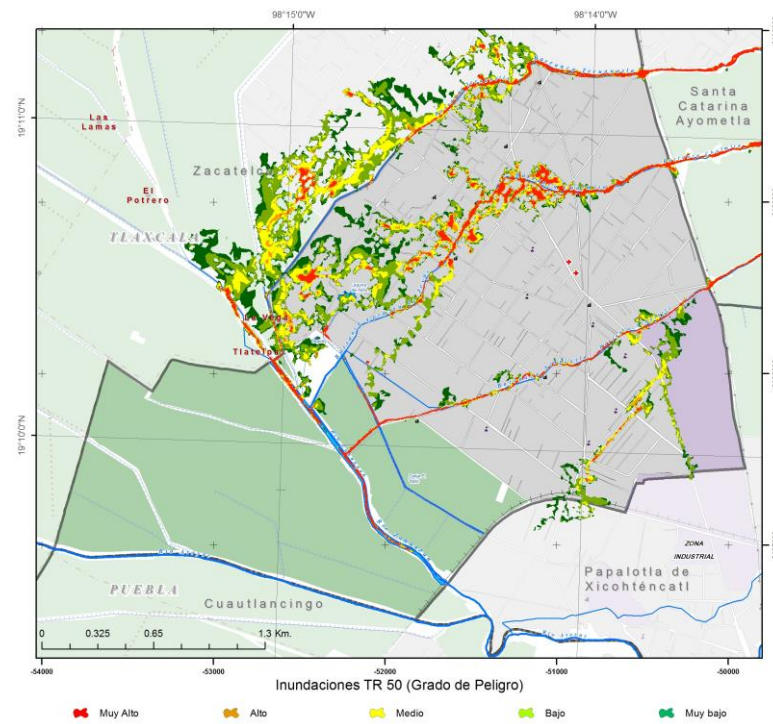


Ilustración 123. Inundaciones (PERIODO DE RETORNO A 50 AÑOS)

Análisis

Los resultados de las tres barrancas se representaron en un mismo mapa para cada uno de los resultados de profundidad, velocidad y peligrosidad respectivamente. Cabe resaltar que los resultados fueron calibrados con información obtenida en campo y por medio de antecedentes y registros históricos, fuentes que coinciden con las áreas afectadas que arrojó la modelación en el Iber, lo que indica que el modelo obtenido está apegado a la realidad imperante en la zona de estudio.

Las áreas de mayor cobertura de afectación se concentran en las zonas bajas cercanas al río Zahuapan, lo cual se debe a que dichas áreas corresponden a antiguos humedales, de los cuales aún se encuentran algunas reminiscencias, como es la Laguna del niño.

El mapa de profundidad indica que los máximos se encuentran justo en las márgenes de los escurrimientos y sobre los cauces de los escurrimientos, con excepción de las zonas sur, estas se tratan de zonas cercanas al río Zahuapan, que son las áreas más bajas en el municipio.

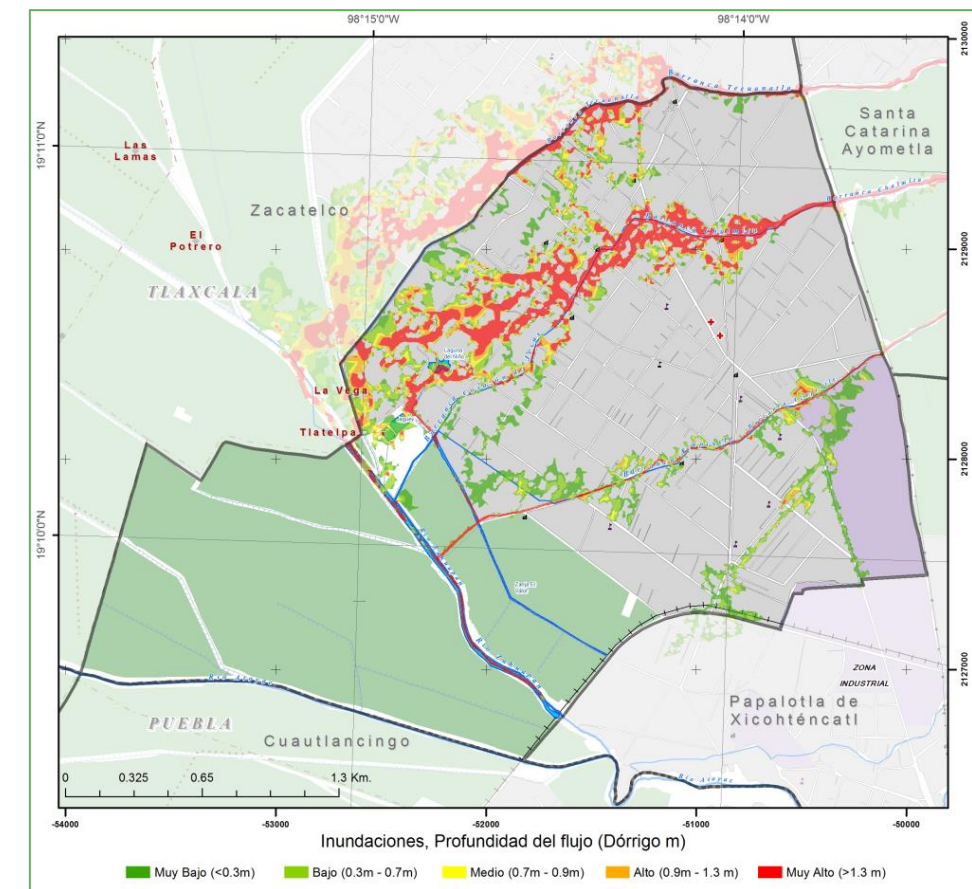


Ilustración 124. MAPA DE PROFUNDIDAD

Los resultados de velocidad indican que los máximos se encuentran tanto en las zonas más altas que corresponden a las entradas de los escurrimientos en el municipio, tanto como en las partes encauzadas de los mismos, y a medida que el flujo se aleja del cauce, pierde velocidad.

La zona de mayor peligro corresponde a la parte alta de la barranca Tecuanatla y Acapixtle y la parte alta y media de la barranca Chalmita, que corresponden a zonas coincidentes con los valores máximos para velocidad.

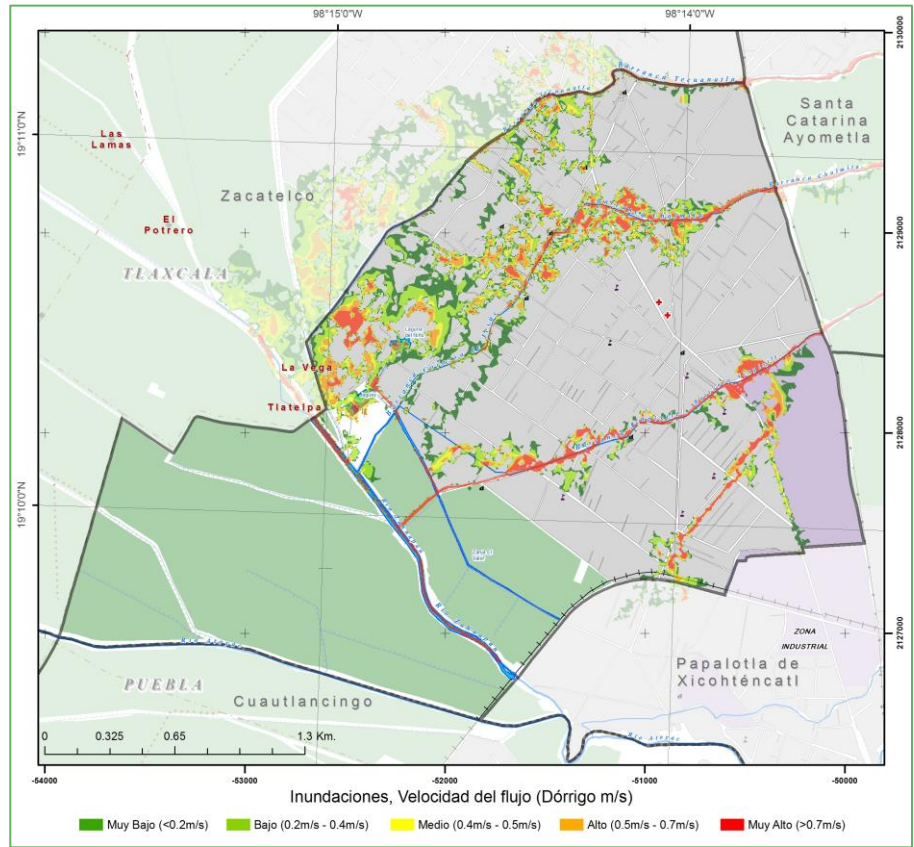


Ilustración 125. MAPA DE INUNDACIONES. VELOCIDAD DEL FLUJO

El mayor grado de peligrosidad de la barranca Tecuanatla puede tener menos prioridad de atención, pues esa zona no presenta población cercana, al tiempo que la información proporcionada por la población durante los trabajos de campo indicó que dicha barranca no presentaba problemas importantes de desborde del cauce. En lo concerniente a la barranca Acapixtle, el grado de peligrosidad predominante es de medio a bajo, pero se presenta en zonas que son afectadas frecuentemente por desbordes.

La peligrosidad para la barranca Chalmita, que cruza una zona donde se concentra gran parte de la población del municipio, arroja un alto nivel de peligrosidad justo en zonas en que el cauce presenta sinuosidades, al tiempo que se encuentran viviendas en las márgenes del escurrimiento y en algunos casos, las paredes de las viviendas coinciden justo con el límite del cauce. Estas zonas

arrojadas por la simulación son las mismas que consideran los habitantes como las más susceptibles a desbordamientos, indicando que una de las causas principales de ello es el azolve del cauce.

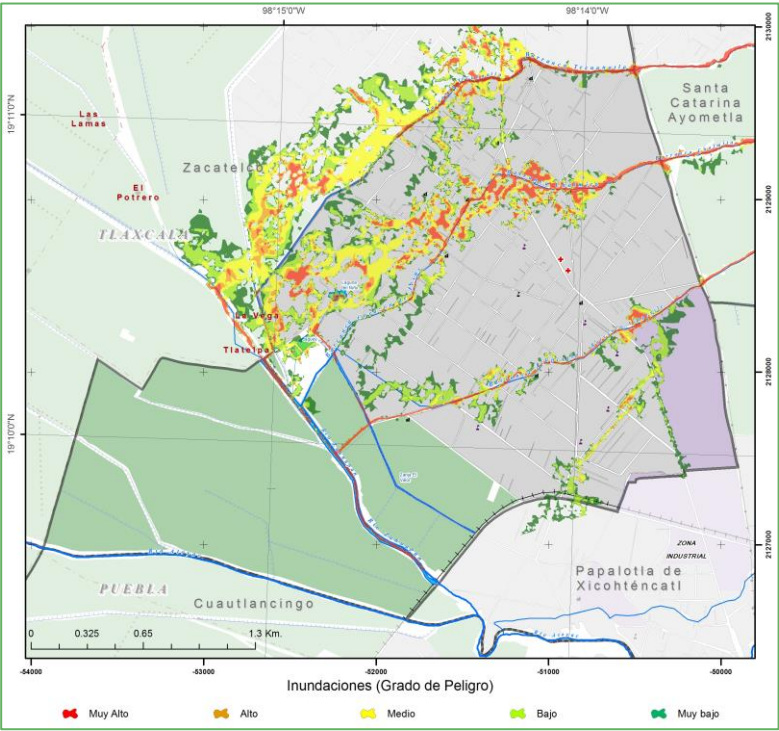


Ilustración 126. MAPA DE INUNDACIONES. GRADO DE PELIGRO

INDICE DE RIESGO POR INUNDACIONES

El fenómeno que representa un riesgo en Xicohtzinco son las inundaciones pluviales y fluviales que son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el suelo se ha saturado y el agua de lluvia comienza a acumularse, estas inundaciones pueden permanecer desde horas hasta días, el tiempo de inundación dependerá del sistema de drenaje local y orográfico presente en el municipio.

Las inundaciones fluviales se generan cuando el agua de un río se desborda del cauce y queda sobre los terrenos más cercanos, al agua que se desborda corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca y no necesariamente por lluvia sobre el municipio.

Las inundaciones que se presentan en el municipio tienen la característica de ser súbitas ya que son el resultado de lluvias repentinas e intensas, ocasionan que pequeñas corrientes en las calles se transformen, por la topografía del municipio en torrentes que pueden causar grandes daños. 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 50 viviendas en riesgo muy alto de sufrir

inundaciones con una población potencial afectada de más de 171 habitantes, mientras otras 40 tienen riesgo alto y contienen una población de casi 130 personas.

Tabla 46. Riesgo por inundaciones en Xicohtzinco	
Intensidad	Población en riesgo
Muy alto	171 hab.
Alto	130 hab.
Medio	250 hab.
Bajo	500 hab.
Muy bajo	90 hab.

Geográficamente, las zonas con mayor susceptibilidad a ser afectadas por este tipo de eventos son aquellas que, se encuentran en las cercanías de un cauce y con vegetación deteriorada. Estas zonas están distribuidas a lo largo de todo el municipio.

En el municipio de Xicohtzinco 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, o la probabilidad de daños y pérdidas, es un concepto que involucra criterios o factores de índole muy diversa, desde aspectos sistematizables matemáticamente, como pueden ser períodos de recurrencia o geometrías de inundación e influencia probable de coladas de lava, hasta criterios altamente cualitativos como pueden ser la actitud de un grupo de personas y su cosmovisión o las capacidades sociales e institucionales.

En este documento se presenta un análisis geográfico en el que el riesgo supone la existencia de dos factores peligros y vulnerabilidades. Para ello, se realizó una calificación de los peligros más significativos (inundaciones), valoración que se realizó tomando en consideración la información recabada en campo, los análisis realizados en gabinete y las aportaciones de los especialistas de MUNICIPIUM; la vulnerabilidad se consideró como una propensión de sufrir daño, pero a la vez, una medida de las dificultades que enfrenta una sociedad para recuperarse del daño sufrido, tiene 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.

Para identificar los riesgos a los que está expuesto el municipio se realizó trabajo de campo, el cual consistió en un recorrido por el municipio y en particular en las zonas donde se identificaron peligros con niveles altos a inundaciones, se aplicaron entrevistas abiertas a la población en zonas riesgosas y con algunas autoridades locales, las entrevistas están basadas en un guion el cual fue desarrollado para rescatar la memoria histórica sobre desastres, identificar el nivel socioeconómico,

identificar el grado de exposición ante una inundación y la percepción del riesgo que tiene la población.

Así el riesgo se crea en la interrelación o intersección de peligro y vulnerabilidad representada como una función.

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

Dónde:

IPIx es el índice de Peligro o amenaza

IVS es el índice de vulnerabilidad social

La ponderación será correcta siempre que cumpla el propósito de relacionar los factores. 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. 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 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 .

Los estratos cualitativos de evaluación de riesgos son:

- Muy Alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy Bajo

La siguiente tabla muestra los resultados de la definición cualitativa del riesgo.

VULNERABILIDAD						
PELIGRO		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Medio
	Bajo	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
	Medio	Muy Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
	Alto	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	Muy Alto	Medio	Medio	Medio	Alto	Muy Alto

Las condiciones de Alta y Media vulnerabilidad en Xicohtzinco 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 al entender únicamente el fenómeno natural.

La exposición multi-peligro del municipio de Xicohtzinco es una significativa llamada de atención para impulsar el trabajo en reducción del riesgo ya que indica una concentración de vulnerabilidad Muy alta, Alta y Media en gran parte del territorio.

Este documento pretende ser un insumo para la sistematización de información sobre peligros, vulnerabilidades y capacidades de recuperación ante un desastre en el municipio de Xicohtzinco 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.

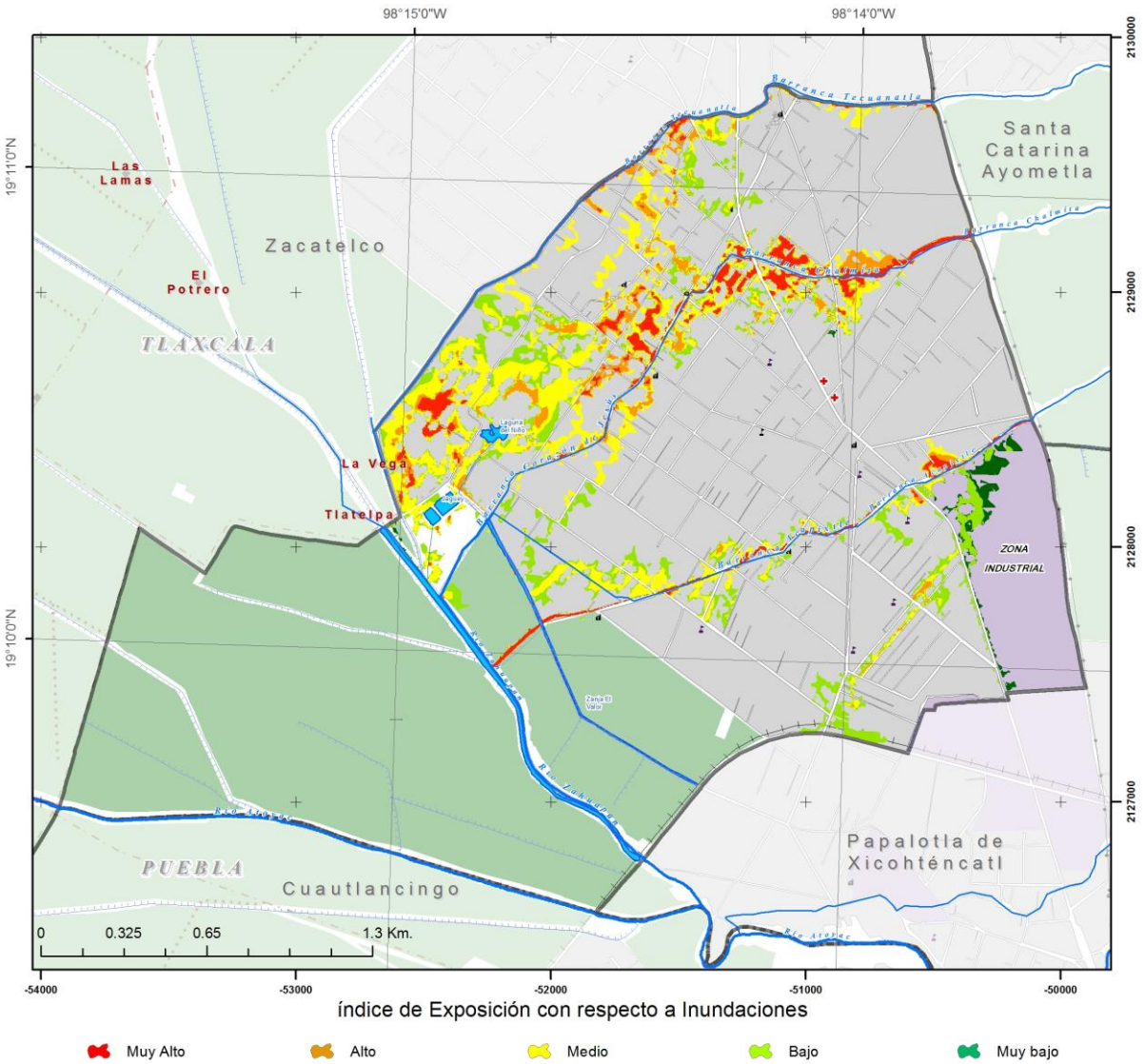


Ilustración 127. ÍNDICE DE RIESGO POR EXPOSICIÓN FRENTE A INUNDACIONES

CAPÍTULO VI.

Obras de mitigación de riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural.



CAPÍTULO VI. Obras de Mitigación de riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural.

OBRAS PROPUESTAS

Después de una revisión las zonas inundables en los tres cauces principales del municipio de Xicohtzinco se consideraron dentro de las obras propuestas de prevención aquellas que los funcionarios municipales de Protección Civil contemplan como prioritarias; también se tomó en cuenta su pertinencia en cuanto la reducción o mitigación de riesgos en las áreas que le son circunvecinas. Es importante mencionar que las obras propuestas, por su carácter de estar en zonas de cauces, son enunciativas y deben de tener el visto bueno y aprobación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Por lo anterior, se propone la interacción de dos medidas que coadyuvarán a mejorar la situación de dichas obras, interactuarán con el drenaje sanitario y pluvial. Se proponen obras de dren, bombeo e inyección de aguas:

- Embovedamientos
- Canalización de cauces
- Pozos de absorción
- Ampliación de secciones y/o de alcantarillas
- Cárcamos de bombeo
- Mejora y ampliación de red de drenaje

Las obras se resumieron en la siguiente tabla.

Tabla 44. Propuestas de obras y acciones			
Fenómeno	Ubicación	Causa	Obra o acción propuesta
Inundación	Barranca Tecuanatla (Calle de Iturbide)	Desbordamiento de río y avenidas repentinas.	Entubamiento de Barranca Tecuanatla.
Inundación	Chalma-Corazón de Jesús (entre Av Democracia y Francisco I madero)	Desbordamiento de río y avenidas repentinas.	Embovedamiento Barranca de Chalma-Corazón de Jesús.
Inundación	Barranca Acapixtle (Entre Hidalgo y Corregidora)	Desbordamiento de río y avenidas repentinas.	Canalización Barranca Acapixtle.
Inundación	Barranca Acapixtle	Desbordamiento de río y avenidas repentinas.	Construcción de colector
Inundación	En la parte baja de la confluencia por Maximino Xilotl	Desbordamiento de río y avenidas repentinas.	Pozos de Absorción
Inundación	bajo los puentes de las tres barrancas	Desbordamiento de río y avenidas repentinas.	Ampliación de secciones y/o de alcantarillas bajo los puentes de las tres barrancas en las zonas más estrechas de la barrancas

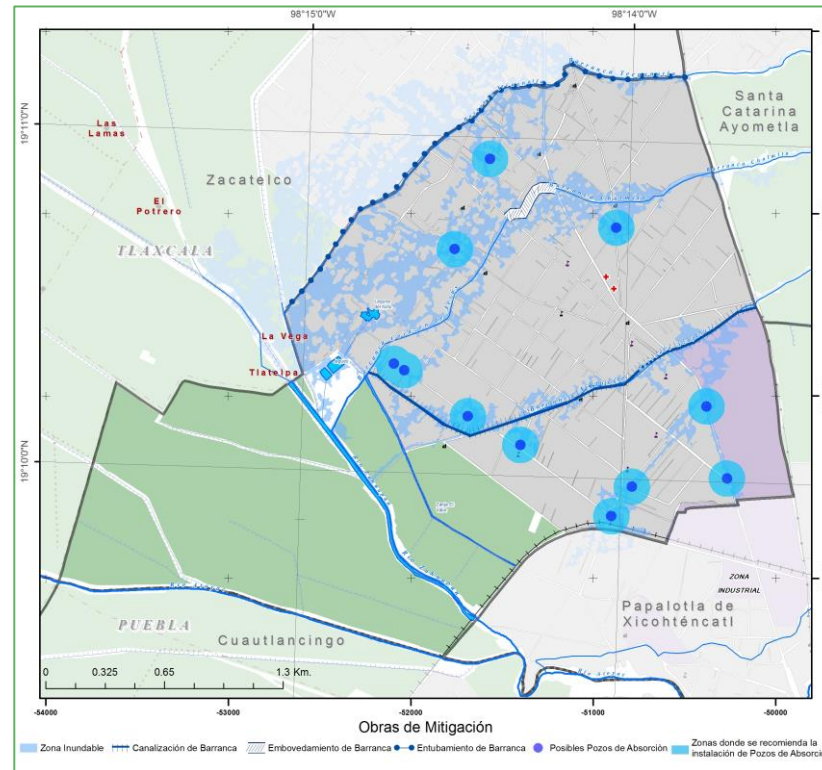


ILUSTRACIÓN 128. MAPA DE OBRAS DE MITIGACIÓN

Pozos de absorción

El pozo de absorción es una oquedad excavada en el suelo, rellena con rocas, que facilita la infiltración del agua en el suelo. Se emplea para evacuar las aguas grises o las de lluvia. No deben emplearse para aguas residuales (aguas grises + aguas negras procedentes de letrinas o servicios) porque contaminarían directamente la capa freática²¹. Son una buena solución para evitar los encharcamientos en las zonas más planas del municipio para evitar el vertido de aguas susceptibles de estancarse.

Si el agua vertida en el pozo de absorción contiene residuos sólidos o impurezas, el pozo de absorción puede colmatarse al cabo de cierto tiempo y no poder cumplir su función, lo que por cierto, puede llevar a su desbordamiento. Para evitar que esto suceda, se puede dirigir el agua hacia un pozo de decantación antes de verterla en el pozo de absorción. Por tanto, el pozo de absorción debe ubicarse a una distancia de por lo menos 30 m de cualquier pozo de agua y a una distancia igual a por lo menos su profundidad de cualquier edificio; el suelo debe ser bastante permeable a poca profundidad y no debe excavar en caso de nivel freático alto. En caso de saturación de los pozos de absorción se guiará el líquido hacia los cárcamos que se mencionan enseguida. Se propone en las cercanías de la Laguna del niño.

²¹ Fuente: SATANC (Servicio de asistencia técnica para el tratamiento de aguas no colectivas), Consejo General de Eure et Loir <http://www.wikiwater.fr/a2-pozos-de-absorcion.html>