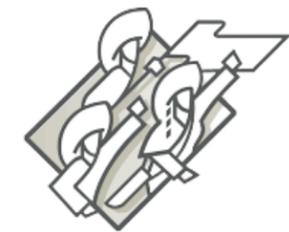


# ATLAS DE RIESGOS

## ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD

Concerniente al  
Fenómeno Perturbador:  
Inestabilidad de Ladera

**Municipio de Xiutetelco - 2022**  
**Estado de Puebla**



**Gobierno  
de Puebla**  
*Hacer historia. Hacer futuro.*



El estado de Puebla tiene una ubicación geográfica privilegiada en el centro de la República Mexicana, que le ha permitido a través de su historia, ser una excelente opción como punto de encuentro y de paso. Gracias a ello, nuestro territorio posee una gran diversidad cultural y un invaluable patrimonio histórico, pero sin duda, nuestra mayor riqueza es su gente.

Es así que el Gobierno del Estado que me honro encabezar, reafirma el compromiso de velar por la seguridad e integridad física de las familias poblanas, también en materia de Protección Civil.

En el Plan Estatal de Desarrollo 2017 – 2018 establecimos una hoja de ruta en este rubro, con el objetivo de prevenir y enfrentar riesgos naturales a fin de salvaguardar la vida, salud, integridad y patrimonio de la población, mediante el fortalecimiento de la operación coordinada de las dependencias, la población y los gobiernos municipales, para brindar una mejor atención.

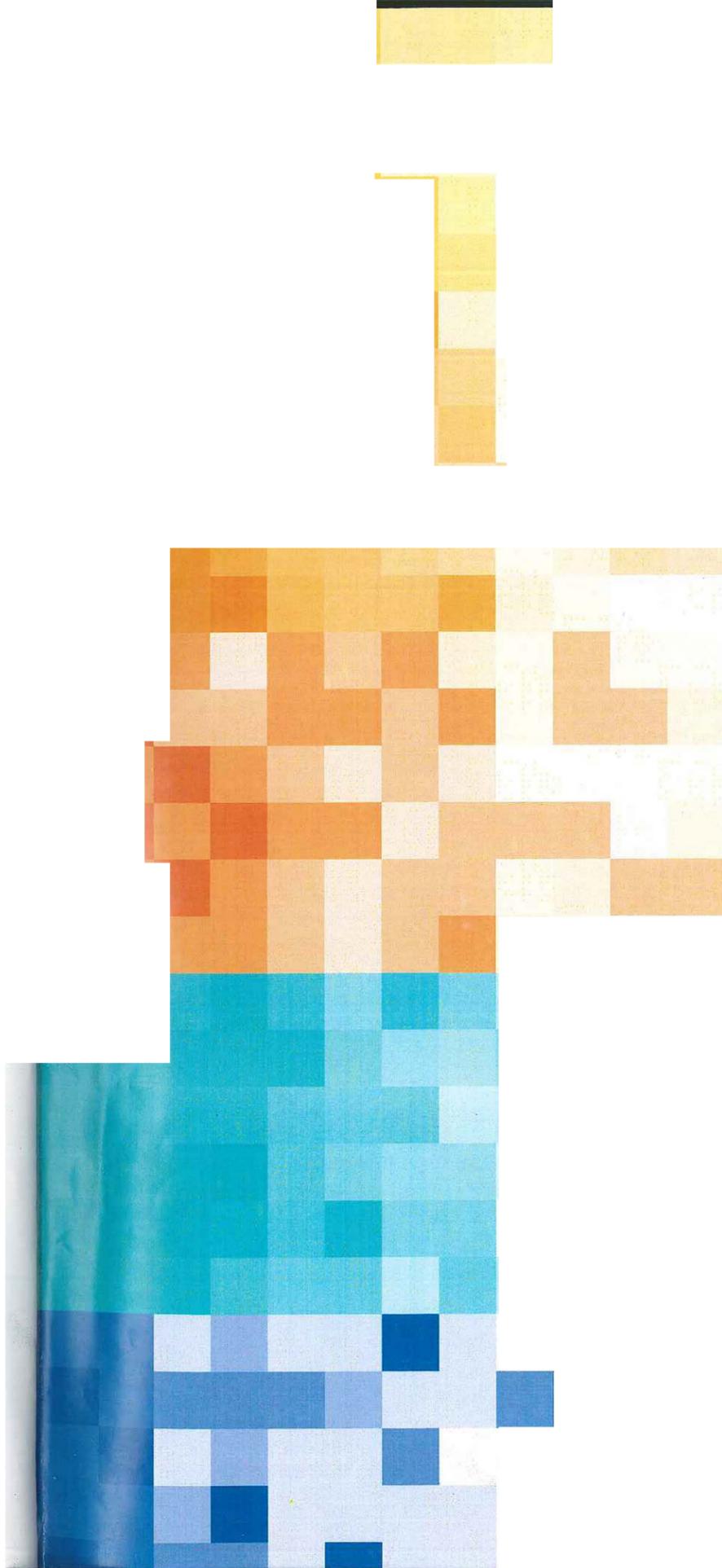
Gracias al trabajo conjunto entre los tres órdenes de gobierno, hemos tenido la capacidad institucional para dar respuesta inmediata a la población y con ello, disminuir los efectos causados por fenómenos naturales tales como los que en 2017 tuvimos que hacer frente: los huracanes Franklin y Katia, y el sismo del 19 de septiembre.

Sabemos que el trabajo de prevención es pieza angular para mitigar la posibilidad de daños a la población ante fenómenos naturales.

En tal virtud, en coordinación con los gobiernos municipales llevamos a cabo, bajo estrictos estándares metodológicos, la realización de **Atlas de Riesgos**, a fin de contar con información certera y confiable que permita contribuir al fortalecimiento de la cultura de Protección Civil.

En el presente trabajo, participaron expertos entusiastas que hicieron uso de las últimas tecnologías para recopilar, procesar y plasmar la información aquí contenida.

Es mi deseo que este documento se convierta en una herramienta que permita a los gobiernos estatal y municipales, en coordinación con la población, continuar desarrollando mecanismos de prevención y protección civil sobre situaciones de vulnerabilidad en todas las regiones de la entidad, y con ello, salvaguardar la integridad de las personas para seguir construyendo esta Puebla de progreso.



El Gobierno del Estado de Puebla, encabezado por el Gobernador Luis Miguel Gerónimo Barbosa Huerta en colaboración con el Presidente Municipal de Xiutetelco, C. Baltazar Narciso Baltazar, sumaron esfuerzos y en trabajo conjunto llevaron a buen término la ejecución del Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas.

Con ello se crea una herramienta sólida de suma importancia que ayuda a conocer la susceptibilidad asociada a este fenómeno perturbador.

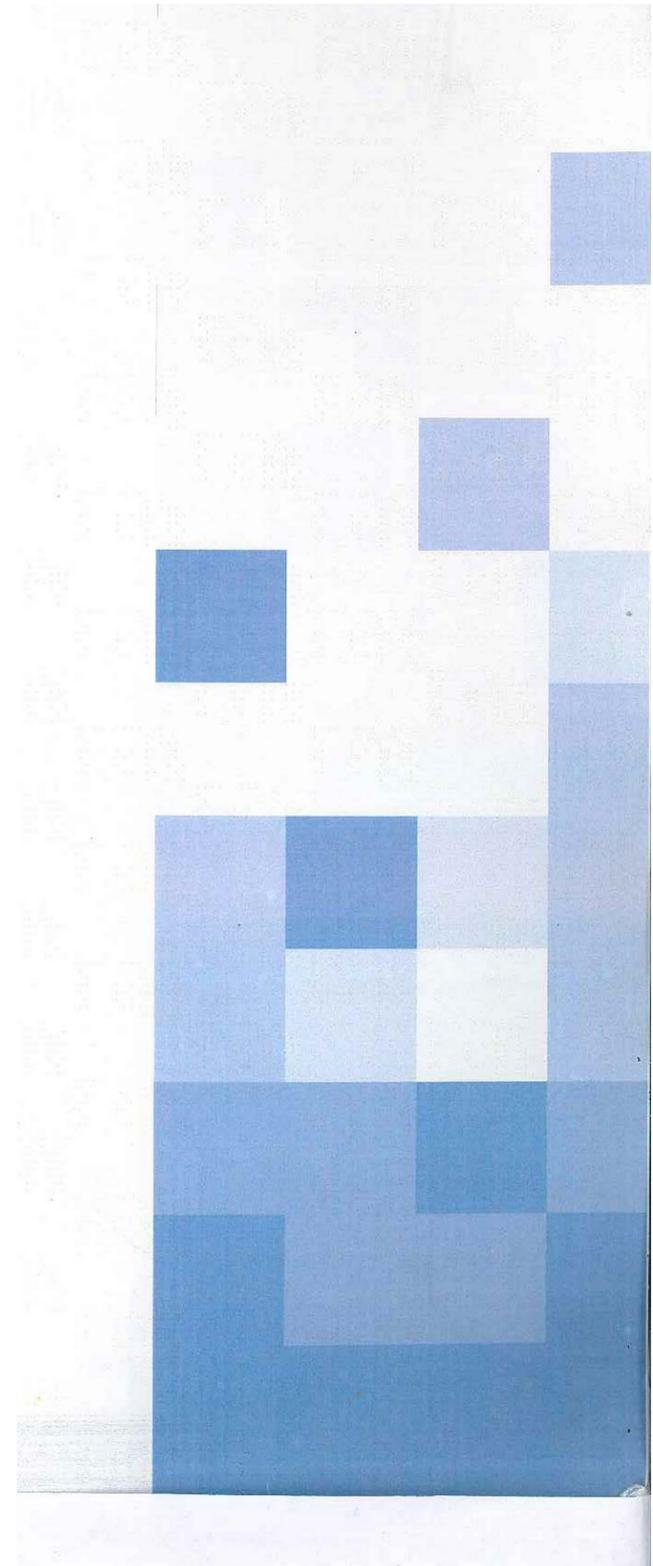
LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA HUERTA  
**GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA**

C. ENRIQUE ROBLEDO RUBIO  
**SECRETARIO DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS**

C. RAFAEL RUÍZ CORDERO  
**SUBSECRETARIO DE ADMINISTRACIÓN**

C. ANTONIO GONZÁLEZ MACÍAS  
**DIRECTOR GENERAL GOBIERNO ELECTRÓNICO**

C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR  
**PRESIDENTE MUNICIPAL DE XIUTETELCO**



# Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas

## COORDINACIÓN TÉCNICA:

Jarquín Arenas Enrique  
LIC. D.C.G

## SUPERVISIÓN TÉCNICA:

Carcamo Puga Cristobal  
LIC. D.U.A  
López Teyssier Diego Ulises  
T.S.U.M  
Serrano Silva Erika  
ING. GEOFÍSICO  
Tapia González Erika Raquel  
LIC. U.D.A

## ESPECIALISTAS:

Arteaga Martínez Alexis Zeferino  
LIC. GEOGRAFÍA  
Arteaga Martínez Fausto Jair  
LIC. GEÓLOGO  
Baltazar Martínez Felipe  
ING. GEOFÍSICO  
Cano Rosas José Fortino  
LIC. U.D.A  
Cano Silva María Karina  
TÉC. INFORMÁTICA  
Cruz Fructuoso Karent  
LIC. U.D.A  
Escobar Castillo Judith  
ING. GEOCIENCIAS

Flores Pinto Fernando Fabian  
ING. GEOMÁTICO  
García Terrez Irais  
LIC. D.U.A  
Hernández Avendaño Dulce Azhar  
ING. GEOFÍSICO  
Hernández Vera Rosa María  
LIC. D.U.A  
López Vázquez Sheila Berenice  
ING. GEOFÍSICO  
López Lara Karla Aline  
ING. GEOFÍSICO  
Montes Rodríguez Omar Francisco  
TÉC. INFORMÁTICA  
Pacheco Jarquín Emmanuel  
TÉC. INFORMÁTICA  
Rodríguez Zepeda Denisse Amairani  
LIC. U.D.A  
Teoyotl Flores Juan Carlos  
ING. CIVIL  
Villalobos Graniel Alfonso Salomón  
ING. GEOFÍSICO  
Yañez Ramírez Gerardo  
ING. CIVIL

## DISEÑO:

Cervantes Dávila Virginia  
LIC. D.G  
Simón Montaña Silvia Samanta  
LIC. D.C.G

## COLABORADORES:

Benítez Nava Raúl  
AUX. U.D.A  
Córdova Ortega Jesús Alejandro  
AUX. I.G.F  
Coutiño Díaz Erik  
AUX. U.D.A  
Huerta Rosales Lizbeth  
AUX. I.G.F  
Martínez Rosas Israel  
AUX. I.G.F  
Mones Cepeda Angélica  
AUX. I.G.F  
Ochoa Fernández Brandom Jourdan  
AUX. U.D.A  
Rios Díaz Paola Yamina  
AUX. I.G.F  
Sánchez Álvarez Eduardo  
AUX. U.D.A  
Silva Otero Nadzira  
AUX. I.G.F  
Viveros Ocampo Daniel  
AUX. I.G.F



# PRESENTACIÓN

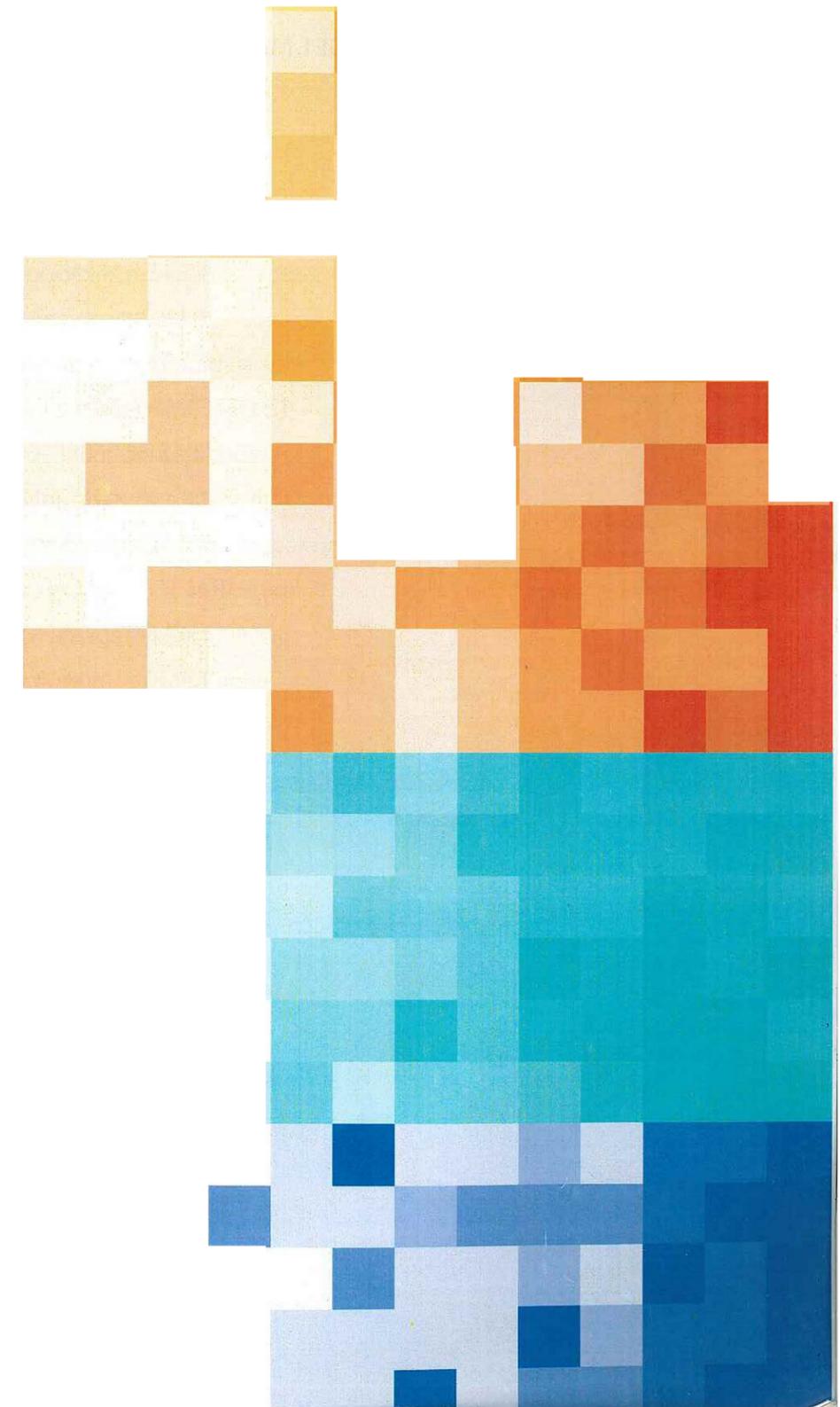
El Gobierno del Estado de Puebla, mediante el Plan Estatal de Desarrollo, ha impulsado las metas y objetivos a seguir de acuerdo con su naturaleza, género y prioridad, los cuales se encuentran alineados a los ejes rectores del Plan Nacional de Desarrollo.

Bajo esta senda de desarrollo, se llevó a cabo el proyecto de Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas para el municipio de Xiutetelco a través de la detección de amenazas que afectan al municipio, priorizando en el análisis a nivel susceptibilidad del fenómeno perturbador de mayor impacto.

La elaboración del Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas representa uno de los instrumentos primordiales con los que contará el estado de Puebla, ya que es de vital importancia conocer e identificar las amenazas naturales ante las que está expuesta la población, permitiendo tener un panorama más amplio de cualquier posible contingencia, facilitando la toma de decisiones pertinentes para salvaguardar a la población.

Finalmente, es una realidad que el estado en conjunto con el municipio posea ahora herramientas firmes que ayudarán a regular y mejorar acciones de planeación y ordenamiento territorial para el desarrollo sustentable de los asentamientos humanos. En él, se delimitarán zonas de amenaza y susceptibilidad en las que se tiene como objetivo disminuir la ocupación de estas áreas, agotando el grado de exposición en el que se encuentran algunas comunidades.

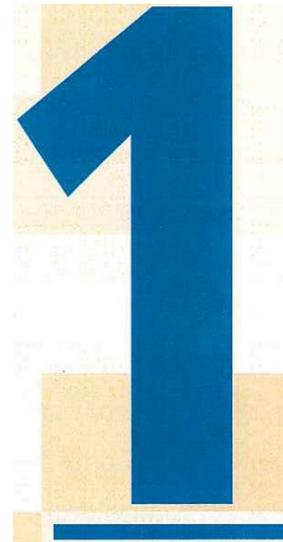
Aunado a esto y tomando en cuenta el uso de las tecnologías que se han implementado en la actualidad, se ha adaptado este tipo de información a los requerimientos actuales creando una Plataforma Digital, Geográfica, Financiera y Social con el objetivo de optimizar la administración de los procesos de Gobierno.



# ÍNDICE

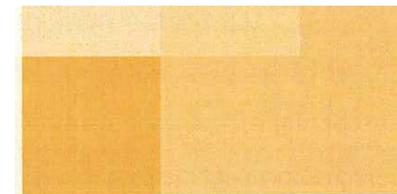
<b>FASE I. MARCOTEÓRICO</b>	<b>9</b>	<b>1.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS</b>	<b>49</b>
1.1 INTRODUCCIÓN	11	1.5.1 Dinámica demográfica	49
1.1.1 Antecedentes	13	1.5.1.1 Análisis poblacional	49
1.1.2 Objetivos	15	1.5.1.2 Proyección de la población al 2010-2030	50
1.2 MAPA BASE	16	1.5.1.3 Distribución de la población	51
1.2.1 Localización	16	1.5.1.4 Densidad de población	53
1.2.2 Determinación de la zona de estudio	17	1.5.2 Características sociales	54
1.2.3 Extensión y división territorial	18	1.5.2.1 Educación	54
1.3 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	20	1.5.2.2 Asistencia escolar	56
1.3.1 Nivel de análisis	21	1.5.2.3 Lengua indígena	57
1.3.2 Escalas de representación cartográfica	21	1.5.2.4 Salud	58
1.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	22	1.5.2.5 Pobreza	61
1.4.1 Fisiografía	22	1.5.2.6 Hacinamiento	62
1.4.2 Geomorfología	26	1.5.2.7 Marginación	64
1.4.3 Geología	27	1.5.3 Características de la vivienda	65
1.4.3.1 Litología	27	1.5.3.1 Pisos de tierra	65
1.4.3.2 Fallas y fracturas	30	1.5.3.2 Tipología de la vivienda	67
1.4.3.3 Rasgos estructurales	34	1.5.3.3 Servicios	68
1.4.3.4 Minería	35	1.5.4 Empleo e ingresos	70
1.4.4 Edafología	36	1.5.5 Equipamiento e infraestructura	71
1.4.5 Hidrografía	38	1.5.5.1 Equipamiento	71
1.4.5.1 Aguas subterráneas	40	1.5.5.2 Infraestructura	73
1.4.6 Cuencas y subcuencas	41		
1.4.7 Clima	44		
1.4.8 Uso de suelo y vegetación	46		

<b>FASE II. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y PELIGROS, ANTE FENÓMENOS</b>			
<b>PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL</b>	<b>75</b>		
2.1 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS	77		
2.1.1 Fenómenos hidrometeorológicos	79		
2.1.2 Fenómenos geológicos	93		
2.2 NIVEL DE ANÁLISIS	98		
2.2.1 Inestabilidad de laderas	101		
2.2.1.1 Tipos de materiales	101		
2.2.1.2 Mecanismos principales en los movimientos de ladera	103		
2.2.1.3 Velocidad del movimiento en laderas y su impacto potencial	105		
2.2.1.4 Influencia de la actividad humana en la inestabilidad de laderas	106		
2.2.1.5. Casos de ocurrencia de deslizamiento en algunas regiones de México	107		
2.3 METODOLOGÍA	109		
2.4 MEMORIA DE CÁLCULO	111		
2.4.1 Selección de factores condicionantes	112		
2.4.2 Elaboración de matriz de jerarquización	112		
2.4.3 Obtención de pesos relativos	114		
2.4.4 Cálculo de atributo relativo valor normalizado	114		
2.4.5 Cálculo del índice de susceptibilidad	116		
2.4.6 Elaboración del mapa de susceptibilidad	116		
2.4.6.1 Generación del mapa de susceptibilidad	117		
2.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS	118		
2.5.1 Factores condicionantes del municipio de Xiutetelco	118		
		2.5.1.1 Pendientes	119
		2.5.1.2 Litología	121
		2.5.1.3 Geomorfología	122
		2.5.1.4 Edafología	123
		2.5.1.5 Clasificación de vegetación y uso de suelo	124
		2.5.1.6 Intensidad de cobertura de vegetación	126
		2.5.1.7 Fallas y fracturas	128
		2.5.2 Evaluación de susceptibilidad para el municipio de Xiutetelco	130
		2.5.2.1 Construcción de jerarquías	131
		2.5.2.2 Relación de factores condicionantes	132
		2.5.2.3 Determinación de factor para pesos relativos	135
		2.6 MAPA RESULTANTE	138
		2.6.1 Análisis del mapa de susceptibilidad	138
		2.7 LEVANTAMIENTO EN CAMPO	142
		<b>FASE III. ANEXOS</b>	<b>157</b>
		3.1 METADATOS	159
		3.2 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	160
		3.3 BIBLIOGRAFÍA	169
		3.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS	177
		3.5 LISTADO DE GRÁFICAS	182
		3.6 LISTADO DE TABLAS	182
		3.7 LISTADO DE FIGURAS	183
		3.8 LISTADO DE MAPAS	184
		3.9 ANEXO DE MAPAS	185



1

**FASE**



**MARCO TEORICO**

# 1.1 INTRODUCCIÓN

La dimensión del territorio posee una complejidad dada por la interacción de las comunidades con el ambiente. En ella, elementos de la historia, la cultura, las tradiciones, y especialmente aquellos vinculados con el desarrollo y progreso de las sociedades marca una huella que manifiesta la visión y política transitadas a través de su uso. Con mucha frecuencia, la ausencia de un manejo integral del territorio induce la generación de factores inductores del riesgo de desastre. Estos últimos están directamente vinculados con la vulnerabilidad y con la exposición, y se combinan con la presencia de amenazas de tipo natural o antrópico para crear escenarios latentes de peligro. En los últimos años la frecuencia de los desastres en México ha aumentado debido a las características que tiene el territorio mexicano y el desequilibrio de factores como el cambio climático; el paso del tiempo ha modificado el impacto de los diferentes fenómenos naturales dañando con más fuerza a la población, esto aunado a la insuficiencia de medidas preventivas y mitigación de desastres, falta de planeación respecto a los asentamientos humanos, lo cual representa gran riesgo para la sociedad y economía de la misma.

Las experiencias históricas y recientes confirman que la ubicación del país lo hace particularmente vulnerable a fenómenos geológicos sísmicos, volcánicos, inestabilidad de laderas, hundimientos etc., mientras que su localización en la Región Intertropical propicia que, en las Costas del Mar Caribe, del Océano Pacífico y del Golfo de México se presenten fenómenos de carácter Hidrometeorológico.

En el caso específico del estado de Puebla se sabe que, debido a su localización dentro de la República Mexicana, muchos de sus municipios son amenazados año con año por diversos fenómenos naturales. Las amenazas principales para el estado en fenómenos de origen Geológico se centran en Deslizamientos de Laderas, Sismos y Erupciones Volcánicas, mientras que por parte de los fenómenos de origen Hidrometeorológico se tienen Inundaciones, Tormentas de Granizo y Temperaturas Extremas.

Derivado de esta situación se considera necesario contar con un Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas que permita conocer e identificar zonas con amenaza generadas por el impacto de los diversos fenómenos naturales dentro del municipio, de tal manera que se puedan tomar medidas preventivas para evitar en lo posible o disminuir pérdidas humanas y económicas que inhiban el desarrollo municipal. El análisis se realiza mediante herramientas tecnológicas modernas, sustentadas fundamentalmente en los conocimientos sobre el origen, manifestación e impacto de los fenómenos que permiten desarrollar modelos de simulación, en distintos escenarios y de periodos de retorno que podrían suceder en un entorno real.

Es importante señalar que un documento de esta naturaleza es solo el principio de una acción permanente de actualización y revisión, que se enriquecerá con los avances de investigación en la materia, pero también de manera fundamental, con la experiencia y colaboración de todos los sectores involucrados que tendrán la finalidad de salvaguardar la integridad física de la población y sus bienes. El resultado de la información contenida será de gran utilidad en la definición de políticas de desarrollo urbano, para prevenir y evitar asentamientos humanos en sitios catalogados como inadecuados y representen cierta amenaza.

Los criterios utilizados en el análisis de los fenómenos naturales perturbadores se basarán en metodologías ya establecidas por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), estas metodologías serán adecuadas para los requerimientos propios del municipio.

El apego a las directrices del presente documento, contribuye al diagnóstico, ponderación y detección precisa de susceptibilidad, con lo cual se pueden establecer programas de prevención y mitigación para el municipio.

## 1.1.1 Antecedentes

En las concepciones actuales de Protección Civil se reconoce que la manera más eficaz y económica de manejar los desastres es mediante la prevención y planificación de las respuestas ante una emergencia; siendo esto el significado y utilidad del Análisis de Fenómenos Geológicos Municipal, para coadyuvar a contar con un sentido de prevención, de estudios de investigación de amenazas y la representación de los posibles escenarios para que en medida de lo posible se puedan evitar o mitigar los efectos destructivos de la naturaleza.

La frecuencia e intensidad de los desastres provocados por fenómenos naturales impactan de manera directa sobre la población, economía y los ecosistemas. De tal modo se tiene que, en el estado de Puebla se pueden presentar situaciones de riesgo como en regiones de la Sierra Norte, Nororiental y la Mixteca Poblana. El Estado de Puebla de acuerdo al Instituto Mexicano de Transporte y la SCT, cuenta con registros de deslizamientos en carretera presentados desde el año 1976.

Dentro de los fenómenos perturbadores de origen Hidrometeorológico que podrían ser detonantes claves para el deslizamiento de laderas se encuentran las lluvias, tanto es así que, en el mes de octubre del año 2007, se emitió Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias extremas el día 22 de agosto de 2007, en 92 municipios del Estado de Puebla, dentro de estos municipios se encuentra Xiutetelco, debido a ello tuvo acceso a los recursos del FONDEN.<sup>2</sup> Por otro lado, se encontró una nota informativa del mes de junio de 2013, donde se menciona la presencia de un derrumbe en el kilómetro seis de la carretera federal Teziutlán – Perote, el cual bloqueo por algunas horas la vialidad en ambos sentidos.<sup>3</sup> De manera similar, durante el mes de agosto del año 2017, se reportó un deslave en la carretera federal Teziutlán – Perote, a la altura de San Juan Xiutetelco, pasando el túnel con dirección a Perote.<sup>4</sup>

Del mismo modo, durante el mes de septiembre del 2017, en la carretera federal 131 Teziutlán – Perote, se registraron dos deslizamientos a causa de las lluvias provocadas por Katia, dichos deslizamientos se presentaron en San Andrés y en la curva conocida como “Las Coles”.<sup>[5]</sup>

Procedente de lo anterior y para una más efectiva prevención y planificación, es necesario contar con una herramienta de análisis de zonas susceptibles a un desastre más relevantes del municipio y sirva como punto de partida para decidir en qué aspectos es necesario profundizar con investigaciones posteriores, para tomar decisiones en materia de efectiva precaución en el manejo necesario de alguna emergencia. Por ello, la función principal del presente trabajo es contribuir a la formación y generación de un Sistema de Información Geográfica actualizado que marque lineamientos estratégicos para la planeación del territorio.

En el presente escrito se presenta una detallada descripción y procesamiento de los datos utilizados, así como el análisis de información y las metodologías seguidas para la elaboración de los modelos y el análisis de datos.

[1] Mendoza, J. F.; Marcos, A. O.; Maboyed, N. J. & Orantes, H. (2017). El Clima y las Carreteras en México. Instituto Mexicano del Transporte, SCT. Recuperado en julio de 2018, de <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt498.pdf>

[4] Redacción. (Franklin deja bloqueos carreteros, inundaciones y deslizamientos en Puebla. Puebla, El Popular. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.elpopular.mx/2017/08/10/municipios/franklin-deja-bloqueos-carreteros-inundaciones-y-deslizamientos-en-puebla-167466>

[2] Diario Oficial de la Federación (DOF). (2007). Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias extremas el día 22 de agosto de 2007, en 92 municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5002878&fecha=05/10/2007](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5002878&fecha=05/10/2007)

[5] Hernández, F. (2017). Deja Katia daños materiales en cinco municipios de Puebla. Puebla, El Sol de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/estado/deja-katia-danos-materiales-en-cinco-municipios-de-puebla-847155.html>

[3] Agencias. (2013). Barry causa estragos a su paso por Puebla. Puebla, Sipse. Recuperado en julio de 2018, de <https://sipse.com/mexico/barry-causa-estragos-a-su-paso-por-puebla-37706.html>



## 1.1.2 Objetivos

### Objetivo general

Coadyuvar a la generación e integración de información tabular y espacial del conjunto de capas que conforman los fenómenos de estudio para la implementación de la misma en la Plataforma Digital, Geográfica, Financiera y Social para el Desarrollo del Estado de Puebla, así mismo, para el desarrollo específico del municipio de Xiutetelco, contribuyendo de manera vital al servicio que emana de la Dirección de Protección Civil en su labor de inventariar las amenazas e identificar las zonas con mayor susceptibilidad para actuar eficazmente, previniendo y mitigando posibles afectaciones y pérdidas tanto materiales como humanas.

### Objetivos específicos

- Elaborar un Análisis de Fenómenos Geológicos e Hidrometeorológicos municipal de Xiutetelco para tener un panorama general y actualizado de las amenazas que pueden llegar a afectar al municipio.
- Desarrollar un análisis a partir de los factores condicionantes concernientes al fenómeno perturbador de Inestabilidad de laderas presente en el municipio de Xiutetelco, con la finalidad de tener un panorama general y actualizado de las zonas que presenten mayor afectación.
- Realizar la valoración de la capa final de susceptibilidad mediante trabajo de campo a nivel región.
- Localizar las zonas propensas a sufrir mayor impacto por dicho fenómeno perturbador e identificar las áreas de asentamientos humanos que requieren ser monitoreados.

## 1.2 MAPA BASE

Un mapa base representa una imagen simplificada del área de interés, recopila los datos clave para ofrecer una referencia que pueda ser utilizable para la realización de otros mapas, estos proporcionan un contexto geográfico y detalles como referencia. El mapa base generado para el análisis del fenómeno perturbador de Inestabilidad de Laderas para el municipio de Xiutetelco se compone por los siguientes elementos: límite municipal, manzanas, localidades urbanas y rurales, vías de comunicación (vialidades primarias, secundarias y terciarias), relieve topográfico (curvas de nivel, modelo digital de elevación), y rasgos hidrográficos e infraestructura hidrológica (acueductos, cuerpos de agua, presas y canales).

### 1.2.1 Localización

Dentro de la República Mexicana, el municipio de Xiutetelco se localiza en la parte Noreste del estado de Puebla (para más detalle, consultar en **Anexos Mapa Base Topográfico Estatal**), y pertenece a la Región II Sierra Nororiental.<sup>[6]</sup> Se ubica en las coordenadas geográficas dentro de los paralelos 19° 36' 56" y 19° 52' 37" de latitud Norte y los meridianos -97° 18' 16" y -97° 25' 35" de longitud Oeste. El municipio presenta una altitud promedio entre 1,300 y 3,100 m s.n.m.<sup>[8]</sup> (Figura 1).

[6] Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [INAFED]. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla

[7] Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla [IRCEP]. (2017). Límites catastrales

[8] Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Xiutetelco, Puebla, clave geostadística 21119, México, 10 pp

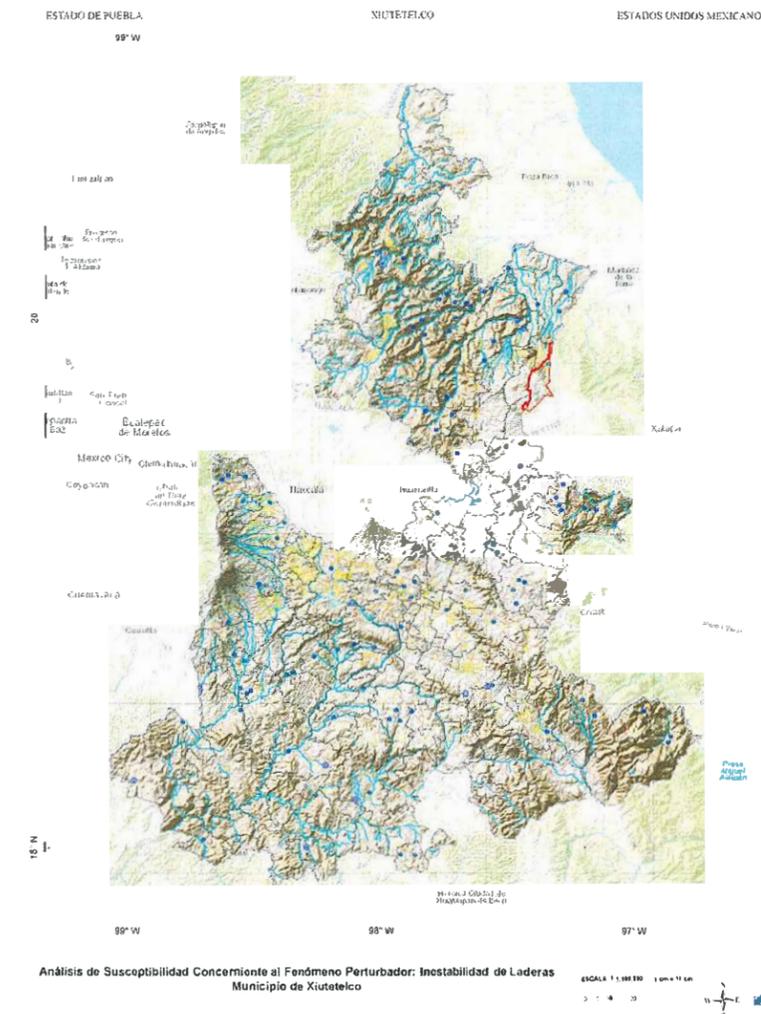


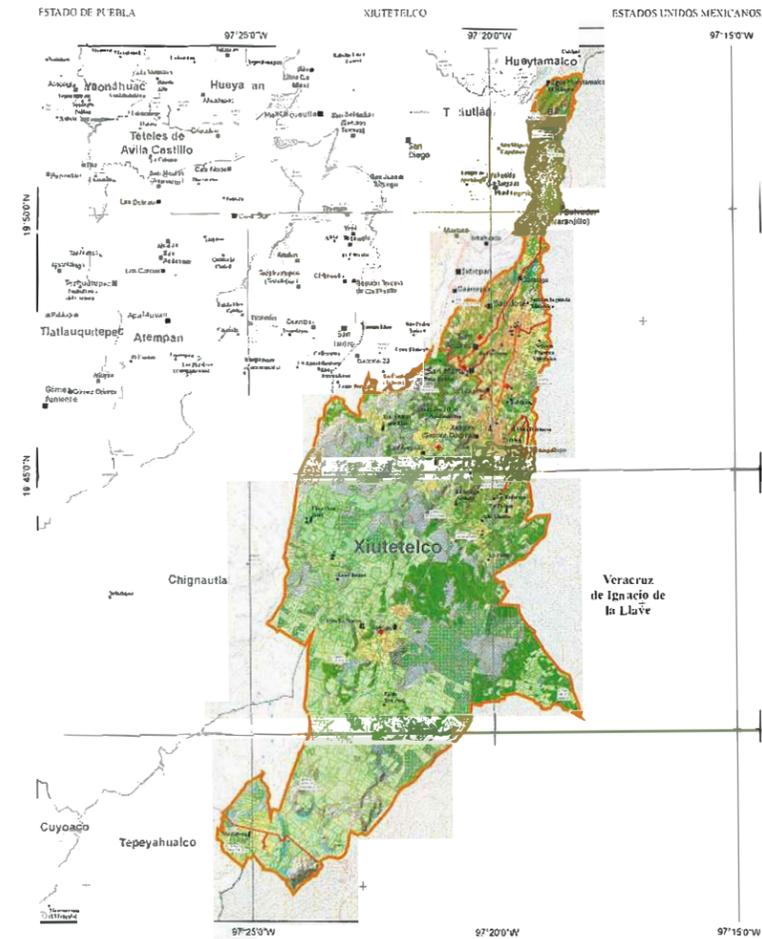
Figura 1. Mapa Base Topográfico Estatal

Fuente: Elaboración propia con base en cartografía generada.



## 1.2.2 Determinación de la zona de estudio

La zona de estudio corresponde a la totalidad del territorio municipal de Xiutetelco (para más detalle, consultar en **Anexos Mapa Base Topográfico Municipal**), el cual geográficamente colinda al Norte con los municipios de Teziutlán y Hueytamalco, además del estado de Veracruz Ignacio de la Llave, al Este con el estado de Veracruz Ignacio de la Llave, al Sur con el municipio de Tepeyahualco y el estado de Veracruz Ignacio de la Llave y por último en la parte Oeste colinda con los municipios de Tepeyahualco, Chignautlay Teziutlán (**Figura 2**).



Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco

Figura 2. Mapa Base Topográfico Municipal

Fuente: Elaboración propia  
con base en cartografía generada.

## 1.2.3 Extensión y división territorial

El municipio de Xiutetelco presenta una extensión territorial total de 145.89 km<sup>2</sup> y ocupa el 0.42 % de la superficie del estado, colocándolo en el lugar 92 con respecto a los demás municipios del estado de Puebla,<sup>[9]</sup> cuenta con una población de 42,943 habitantes.<sup>[10]</sup>

Cabe mencionar que el municipio de Xiutetelco cuenta con 42 localidades, de las cuales, la cabecera municipal (San Juan Xiutetelco) concentra el 22.01 % de la población total del municipio (9,490 habitantes), además de la localidad de Xaltipan, que concentra el 13.09 % de los habitantes del municipio (5,620 habitantes), añadiendo también la localidad de San Francisco, con 3,536 habitantes.<sup>[11]</sup> Sin embargo el municipio cuenta con localidades estratégicas las cuales indican tener un grado de marginación alto o muy alto, en donde las localidades a su alrededor también son de alta marginación, que acuden a estas localidades para abastecerse y satisfacer uno o varios servicios y/o productos,<sup>[12]</sup> dichas localidades son la localidad de Xaltipan y Atecax la cual tiene una población de 1,572 habitantes.<sup>[13]</sup>

[9] Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla [IRCEP]. (2017). Límites catastrales

[10] Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2015). Tabulados del censo de población y vivienda 2020. Población

[11] Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020

[12] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. Diseño de Evaluación del Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria

[13] Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL]. (2010). Catálogo de microrregiones



La cabecera municipal se encuentra en la parte centro - Este del municipio colindando al sur con la localidad de San Francisco, (para más detalle, consultar en **Anexos Mapa Base Topográfico de la Cabecera Municipal**). Por otra parte, la cabecera municipal presenta algunas vialidades principales que sirven para el desarrollo de la comunidad, ya que a través de ellas se transporta la población o cargas, tal es el caso de la Av. 5 de febrero, la cual se incorpora a la cabecera por la parte Sur, mientras que en la parte centro se encuentra la calle Antonio Julián Zapata, con dirección Este – Oeste, por la parte Noroeste se incorpora a la cabecera la calle que comunica a las localidades de la parte baja del municipio (San Jose, San Andres y San Salvador, las vialidades mencionadas se muestran en la **Figura 3**.

Fuente: Elaboración propia con base en cartografía generada.

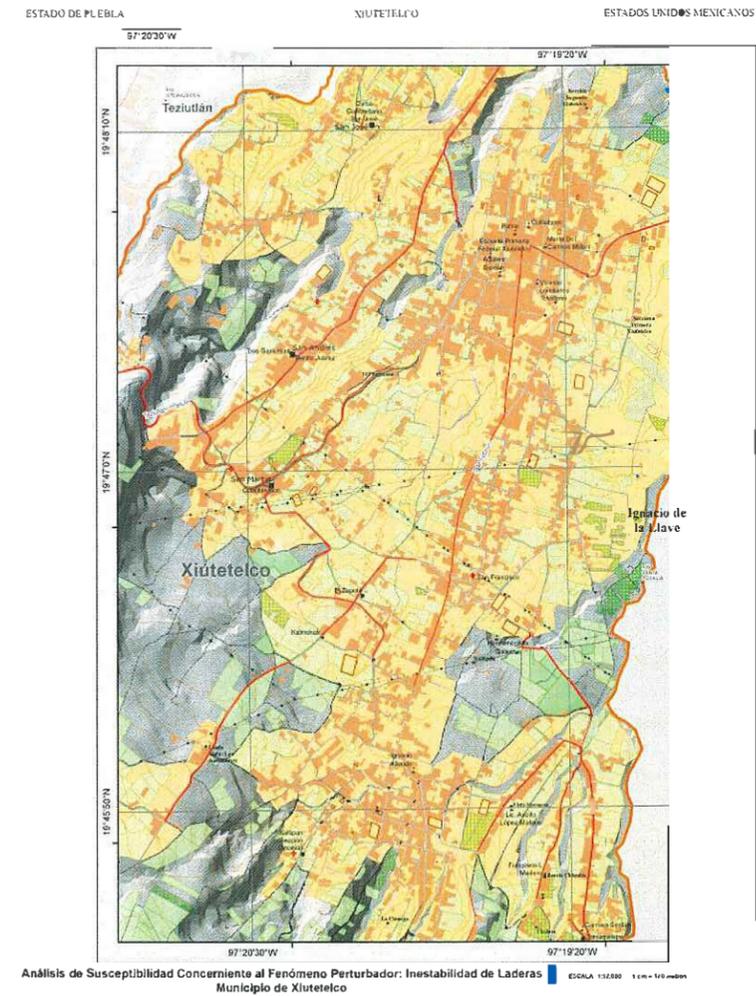


Figura 3. Mapa Base Topográfico de la Cabecera Municipal

## 1.3 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

La cartografía base fue generada a partir de información propia obtenida de vuelos fotogramétricos del año 2017 y 2018 que ayudaron a dar mayor detalle y calidad a los datos. A diferencia de las escalas que se pueden encontrar en fuentes de uso público, la cartografía base que se generó presenta una escala de 1:5,000, con lo que se obtuvo un DEM (Modelo Digital de Elevación) con equidistancias verticales a cada 5 metros.

Con el fin de caracterizar el medio físico y social del municipio, se utilizaron imágenes de satélite con la finalidad de detallar la información preexistente y de distintas fuentes de información pública, por mencionar las principales, se tiene información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y del Servicio Geológico Mexicano (SGM) en diversas escalas, 1:1,000,000, 1:250,000 y 1:50,000.

Cabe destacar que, para el apartado de la caracterización social, económica y demográfica del municipio, se utilizaron datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2020 y de, así como información de instituciones como la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y del Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla (CEIGEP), tomando como referencia los límites del Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla (IRCEP), 2017.

### 1.3.1 Nivel de análisis

El fenómeno perturbador identificado de mayor impacto en el municipio de Xiutetelco es el de Inestabilidad de laderas, puesto que se encuentra catalogado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en su Atlas Nacional de Riesgos con un grado de Susceptibilidad "Alto". Tomando como referencia este criterio, se realizó el estudio de manera local para el municipio con la finalidad de detallar más la información.

### 1.3.2 Escalas de representación cartográfica

El mapa base topográfico municipal, fue adaptado a una escala de 1:90,000; para la representación cartográfica de los mapas temáticos como fisiografía, geomorfología, edafología, clima e hidrografía, se utilizaron escalas que van de 1:1,000,000 a 1:250,000 que son las escalas empleadas por el INEGI para el desarrollo de información geográfica del país, por otro lado, la información temática de los mapas de litología, fallas y fracturas, uso de suelo y vegetación, pendientes e índice de vegetación, fue detallada a partir de imágenes satelitales con el fin de mejorar la escala de representación hasta 1:10,000.

La representación de los resultados de la zonificación de la susceptibilidad de Inestabilidad de laderas depende de la escala de la información utilizada en el análisis.

# 1.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

## 1.4.1 Fisiografía

Los límites del estado de Puebla encierran áreas que corresponden a cuatro provincias o regiones fisiográficas del país: Sierra Madre Oriental, que penetra por el Noroeste y llega hasta las inmediaciones de Teziutlán; Llanura Costera del Golfo Norte, en los extremos Norte y Noreste; Eje Neovolcánico, en el Este, centro y Oeste; y Sierra Madre del Sur, en toda la zona meridional. La fisiografía del municipio de Xiutetelco se encuentra dentro de la provincia Eje Neovolcánico (100 %) que equivale a 145.89 km<sup>2</sup> del municipio y por las subprovincias Chiconquiaco (8.11 %) con 11.83 km<sup>2</sup> y Lagos y Volcanes de Anáhuac con el 91.89 % que son 134.06 km<sup>2</sup> de la extensión del municipio.<sup>[14]</sup>

- **Provincia Eje Neovolcánico**

Esta provincia ha sido descrita recientemente como una faja volcánica en la que se encuentran diversos aparatos y rocas volcánicas asociados a grandes fallas y fracturas, más que como un «eje» continuo de dichos materiales. Esta faja volcánica tiene unos 900 km de longitud, y entre 10 y 300 km de ancho aproximadamente; se extiende burdamente en dirección Este-Oeste casi de costa a costa del país, a la altura de los paralelos 19° y 20° de latitud Norte. Abarca parte de los estados de Colima, Nayarit, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Tlaxcala (todo el estado), Puebla y Veracruz. Colinda al Norte con las provincias: Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo Norte; al Sur con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur; al Oeste con el Océano Pacífico; y al Este con el Golfo de México. Esta región se caracteriza por una serie de sierras, lomeríos y cuencas formadas por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas, a lo largo de innumerables y sucesivos episodios volcánicos, iniciados desde el Terciario Superior y continuados hasta el presente. Este volcanismo ha sido asociado a la subducción de la placa de Cocos en la placa de Norteamérica.

Dicho fenómeno debió iniciarse durante el período Plioceno. La provincia está constituida por grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, amplios escudo volcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, etc. La actividad volcánica ha dado origen a un gran número de cuencas endorreicas con el consecuente desarrollo de lagos y planicies rodeadas de sierras, lo que le da al paisaje una apariencia muy característica. Algunos lagos importantes son: Chapala, Pátzcuaro, Texcoco y Totolcingo. Planicies como las de Zumpango, Chalco, el Valle de México y diversos llanos del Bajío Guanajuatense, fueron formadas por lechos de lagos antiguos. Algunos de los principales aparatos volcánicos que se localizan en esta provincia son: San Juan, Sangangüey, Volcán de Tequila, Ceboruco, Volcán de Colima, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Matlalcuéyatl (Malinche), Atlítzin (cerro La Negra), Cofre de Perote y Citlaltépetl (Pico de Orizaba). [15] (Figura 4)

[15] Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2000, Síntesis Geográfica del Estado de Puebla, Recuperado en julio de 2018, de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949\\_5.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949_5.pdf)

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales, escala 1:1, 000, 000, Fisiografía, INEGI, 2010.

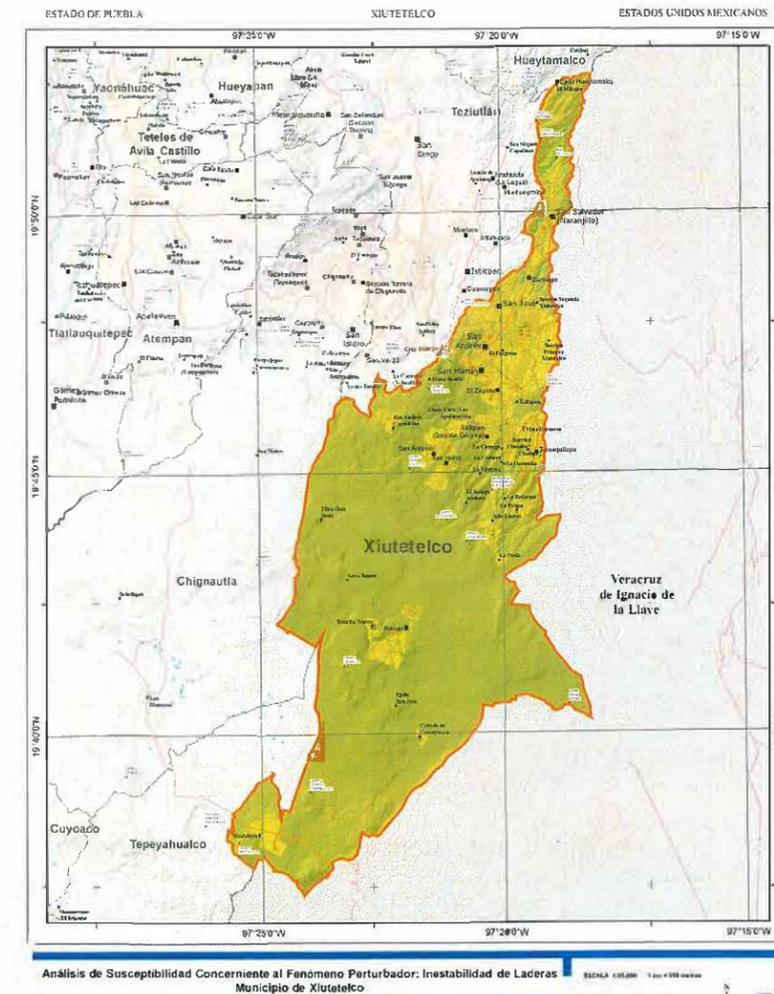


Figura 4. Mapa de Fisiografía - Provincias

- **Subprovincia Chiconquiaco**

Esta subprovincia constituye el extremo oriental del Eje Neovolcánico. Penetra a la entidad por sus bordes centro-Este y Noreste; en una superficie que corresponde a 2.15 % del territorio estatal y pertenece a la totalidad de los municipios de Acateno y Hueytamalco; y a parte de los de Tenampulco, Ayotoxco de Guerrero, Hueyapan, Teziutlán, Quimixtlán y Chichiquila. En esta zona limita al Oeste con las subprovincias: Llanuras y Lomeríos, de la Llanura Costera del Golfo Norte; Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental; y Lagos y Volcanes de Anáhuac, del Eje Neovolcánico; mientras que, hacia el Norte, Este y Sur se introduce en territorio veracruzano. En ella dominan los lomeríos de tobas asociados con llanuras, aunque en algunas áreas se encuentran sin éstas; pero también hay una sierra volcánica de laderas tendidas, parte de una sierra volcánica de laderas tendidas con cañadas, dos mesetas basálticas y una llanura aluvial.

- **Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac**

Es la más extensa de las catorce que integran al Eje Neovolcánico; en ella quedan comprendidas las ciudades de Puebla, Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Cuernavaca y México. La subprovincia se extiende de Poniente a Oriente, desde unos 35 km al Occidente de Toluca, México, hasta Quimixtlán, Puebla. Consta de sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres. De Oeste a Este se encuentran en sucesión las cuencas de Toluca, México, Puebla y Oriental. En el estado de Puebla esta subprovincia es la que abarca mayor superficie, ya que 35.93 % de su territorio pertenece a ella. Limita al Norte con las subprovincias Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental, y Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al Este se prolonga hacia el estado de Veracruz; y al Sur colinda con las subprovincias Sierras Orientales, Sur de Puebla, Sierras y Valles Guerrerenses y Llanuras Morelenses; todas éstas son integrantes de la provincia Sierra Madre del Sur.



Ocupa casi toda la parte central de la entidad, desde la Sierra Nevada hasta el Pico de Orizaba; también el área de Izúcar de Matamoros y dos franjas que van desde Hueyapan y Ahuazotepec hasta la localidad de Oriental. Comprende 66 municipios completos, algunos de los cuales son: San Pedro Cholula, Tlahuapan, Ahuazotepec, La Fragua, Chignahuapan, Atzitzintla y San Nicolás los Ranchos; asimismo, cubre parte de otros 35, entre ellos, Huachinango, Zacatlán, Teziutlán, Cañada Morelos, Tecali de Herrera, Atlixco, Cohuecán y San Diego la Mesa Tochimiltzingo.<sup>[16]</sup> (Figura 5)

<sup>16</sup> Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2000, Síntesis Geográfica del Estado de Puebla, Recuperado en julio de 2018, de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949\\_5.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949_5.pdf)

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales, escala 1:1,000,000, Fisiografía, INEGI, 2010.

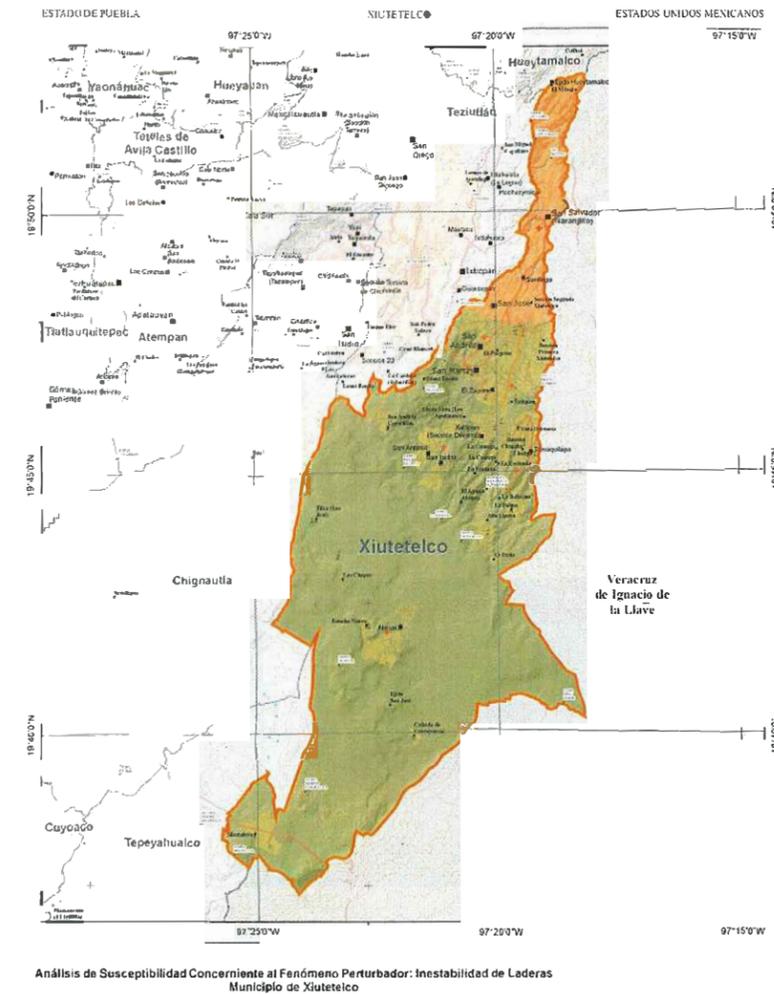


Figura 5. Mapa de Fisiografía -Subprovincias

## 1.4.2 Geomorfología

La geomorfología ha sido un fiel testigo de la dinámica de la tierra, que ha dejado rastro en las diferentes formas de relieve únicas, dependiendo del proceso en el medio donde se formó y que moldeó cada unidad morfológica. El municipio de Xiutetelco se localiza al Norte del estado y los sistemas de topofomas que dominan son: el de lomerío de aluvión antiguo con llanuras (91.89 %), con 134.06 km<sup>2</sup> y sierra volcánica de laderas escarpadas (8.11 %), con 11.83 km<sup>2</sup> del territorio municipal, <sup>[17]</sup> (Figura 6).

En la siguiente tabla se enlistan los elementos orográficos tales como mesas, cañadas, cerros y barrancas, la mayoría ubicados en la zona Norte del estado.

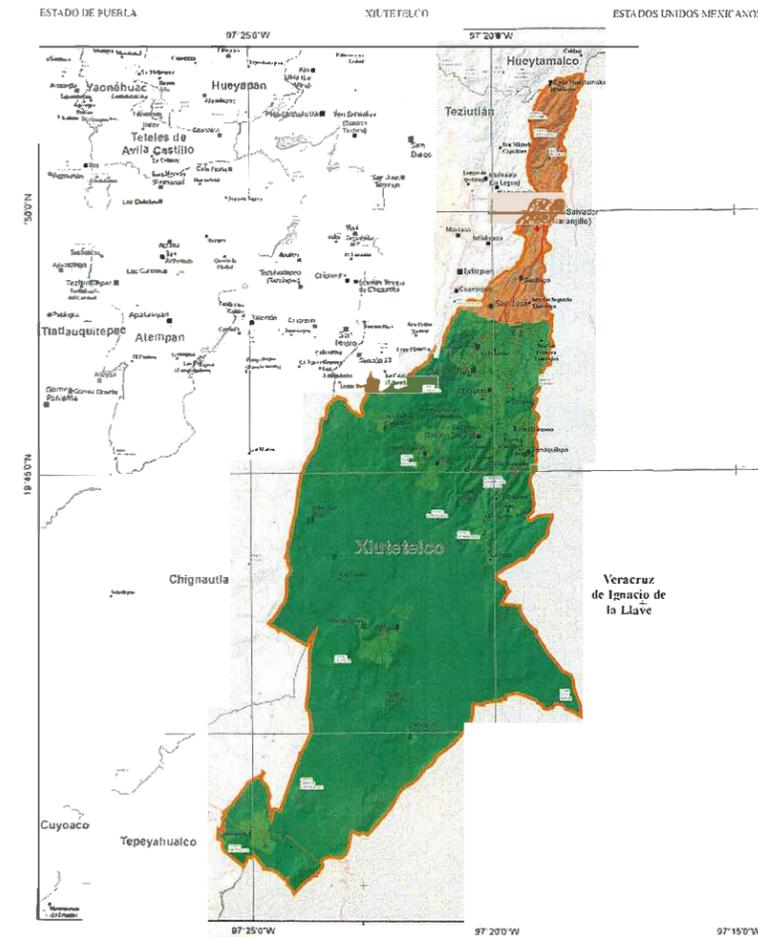
Tabla 1. Elementos orográficos del municipio de Xiutetelco

ELEMENTO OROGRÁFICO	ELEMENTO OROGRÁFICO
CERRO TEXAXACA	CERRO EL COMAL
BARRANCA AGUAJES DE ALTOLUCA	LOMA CRUZ VERDE
CERRO EL ESCOBAL	CERRO LA VIOLA
CERRO MAXTALOYA	CERRO LAS CUEVAS
CERROS COAMILACAS	CERRO LA BANDERA
CERRO SAN AGUSTIN	

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

[17] INEGI 2010. Compendio de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Xiutetelco, Puebla

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales, escala 1:1, 000, 000, Fisiografía, INEGI, 2010.



Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas Municipio de Xiutetelco

Figura 6. Mapa de Geomorfología

## 1.4.3 Geología

Se define como la ciencia de la Tierra y tiene por objeto entender la evolución del planeta y sus habitantes, desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de las rocas. Se apoya en principios de la física que tratan sobre las leyes de la energía y de la estructura atómica; en los principios de la química se refieren a la composición y las interacciones de los materiales.

Las rocas de la corteza terrestre, los restos petrificados y los rastros de los organismos (fósiles), son elementos que se han utilizado para hacer la historia biológica ya que representan documentos y testimonios que permiten a los geólogos deducir las condiciones y los acontecimientos de los siglos pasados,<sup>[18]</sup> (Figura 7, para más detalle ver en **Anexos Mapa de Geología**).

### 1.4.3.1 Litología

La Litología es la parte de la Geología que trata de las rocas: el tamaño de grano, de las partículas y sus características físicas y químicas. La litología es fundamental para entender cómo es el relieve, ya que dependiendo de la naturaleza de las rocas se comportarán de una manera concreta ante los empujes tectónicos, los agentes de erosión, transporte, y los diferentes climas de la Tierra.

La superficie del municipio de Xiutetelco se caracteriza por la presencia de rocas ígneas volcánicas de tipo andesita, basalto, dacita, ignimbrita, pumicita, riolita y toba riolítica.

**Andesita.** La andesita es una roca de color gris medio, de grano fino y de origen volcánico. La andesita muestra frecuentemente una textura porfídica, cuando éste es el caso, los fenocristales suelen ser cristales claros y rectangulares de plagioclasa o cristales negros y alargados de anfíbol. La andesita se parece a menudo a la riolita, de modo que su identificación suele requerir el examen microscópico para verificar la abundancia, o la falta, de cristales de cuarzo. Se identificó la presencia de material en al menos 0.58% (0.85 km<sup>2</sup>) del territorio municipal.

[18] Servicio Geológico Mexicano [SGM]. (s.f.). Geología. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf>

**Basalto.** El basalto es una roca volcánica de grano fino y de color verde oscuro a negro, compuesta fundamentalmente por piroxeno y plagioclasa rica en calcio con cantidades menores de olivino y anfíbol. Cuando es porfídico, el basalto contiene comúnmente fenocristales pequeños de plagioclasa cálcica de colores claros o fenocristales de olivino de aspecto vítreo embebidos en una pasta oscura. Este tipo de rocas se observa en una superficie de 65.56 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 95.64 % del territorio municipal.

**Dacita.** La dacita está compuesta por fenocristales principalmente de cuarzo y plagioclasasódica, englobados en una matriz vítrea o microcristalina. Es frecuente la presencia de fenocristales de minerales máficos como la biotita, el anfíbol o, menos frecuentemente, el piroxeno. Sus equivalentes plutónicos son la granodiorita y la tonalita. Esta roca se observa en el 0.41 % del territorio municipal, lo que equivale a un área de 0.61 km<sup>2</sup>.

**Ignimbrita.** Son rocas extrusivas-piroclásticas. Normalmente muestran una matriz microcristalina con minerales amorfos(vidrios). Además se encuentra trozos de otras rocas parcialmente fundidos y bombas / Lapilli de la misma erupción. Esta intercalación de rocas se observa en 9.68 % del territorio municipal, lo que equivale a un área de 14.12 km<sup>2</sup>.

**Pumicita.** La pumita es una roca volcánica que, como la obsidiana, tiene textura vítrea. Normalmente asociada con la obsidiana, la pumita se forma cuando grandes cantidades de gases escapan a través de la lava para generar una masa gris y porosa. En algunas muestras, los agujeros son bastante evidentes, mientras que en otros la pumita recuerda a fragmentos finos de cristal entretrejido. Debido al gran porcentaje de huecos, muchas muestras de pumita flotarán cuando se las coloque en agua. A veces, en las pumitas se ven estructuras de flujo, que indican que hubo algún movimiento antes de que se completara la solidificación. Además, la pumita y la obsidiana pueden encontrarse a menudo en la misma masa rocosa, alternando en capas. Esta intercalación de rocas se observa en el 2.72 % del territorio municipal, lo que equivale a un área de 3.97 km<sup>2</sup>.

**Riolita.** La riolita es el equivalente extrusivo del granito y, como el granito, está esencialmente compuesta por silicatos claros. Este hecho explica su color, que suele ser de marrón claro a rosa o, a veces un gris muy claro. La riolita es afanítica y contiene frecuentemente fragmentos vítreos y huecos que indican un rápido enfriamiento en un ambiente superficial. Cuando la riolita contiene fenocristales, son normalmente pequeños y están compuestos por cuarzo o por feldespato potásico. Al contrario que el granito, que está muy distribuido como grandes masas plutónicas, los depósitos de riolita son menos frecuentes y, en general, menos voluminosos. El parque Yellowstone es una excepción bien conocida. Aquí, los depósitos de lavas riolíticas y los de cenizas de composición similar son extensos. Este tipo de rocas se observa en una superficie de 0.52 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 0.36 % del territorio municipal.

**Toba riolítica.** Las rocas piroclásticas están compuestas por fragmentos expulsados durante una erupción volcánica. Una de las rocas piroclásticas más comunes, denominada toba, se compone fundamentalmente de diminutos fragmentos del tamaño de cenizas que se cementaron después de su caída. A diferencia de algunos nombres de rocas ígneas, como el granito y el basalto, los términos tobas y brecha volcánica no indican composición mineral. Por tanto, suelen utilizarse a menudo con un calificador, por ejemplo, toba riolítica. En el municipio de Xiutetelco se observa un área de 30.18 km<sup>2</sup>, lo que equivale a un 20.69 % del territorio municipal. <sup>[19]</sup>

[19] Tarbuck E. J., Lutgens F. K. y Tasa, D., 2005, Ciencias de la Tierra, Una Introducción a la Geología Física, Recuperado en julio de 2018, de <https://www.osop.com.pa/wp-content/uploads/2014/04/TARBUCK-y-LUTGENS-Ciencias-de-la-Tierra-8va-ed.-1.pdf>

Fuente: Elaboración propia, detalle de información vectorial a partir de imágenes satelitales, tomándose como base datos vectoriales del INEGI y SGM, escala 1:50,000, 2010.

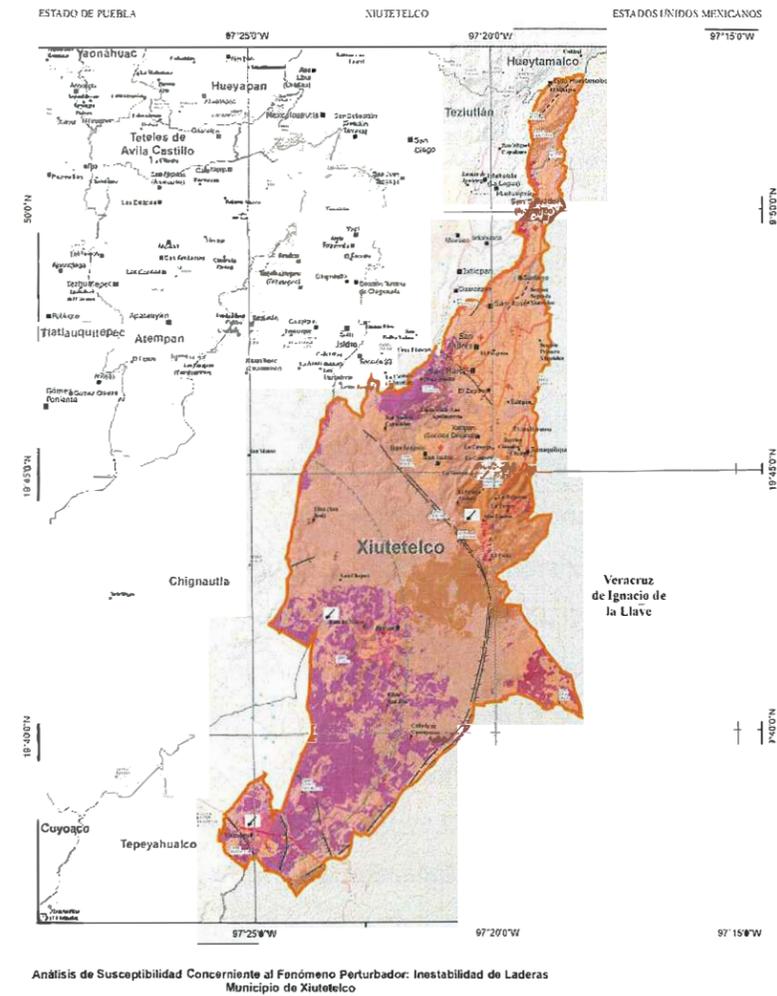


Figura 7. Mapa de Geología

### 1.4.3.2 Fallas y fracturas

Esencialmente, una falla es una continuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas. El desplazamiento de las masas montañosas que se han elevado como consecuencia del movimiento provocado por fallas puede ser de miles de metros como resultado de los procesos de venidos durante largos periodos de tiempo.

Existen tres tipos de fallas principales, según sea la dirección del desplazamiento de las rocas que cortan:

- **Falla normal.** - Se generan por tensión horizontal. Las fuerzas inducidas en la roca son perpendiculares al acimut de la falla (línea de ruptura superficial), y el movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de  $60^\circ$  respecto a la horizontal. El bloque que se encuentra por encima del plano de la falla se denomina techo, y se desliza hacia abajo; mientras que el bloque que se encuentra por debajo del plano de la falla se denomina piso, y asciende.
- **Falla inversa.** - Se genera por compresión horizontal. El movimiento es preferentemente horizontal y el plano

de falla tiene típicamente un ángulo de  $30^\circ$  respecto a la horizontal. El bloque de techo se encuentra sobre el bloque de piso. Cuando las fallas inversas presentan un buzamiento (inclinación) inferior a  $45^\circ$ , estas también toman el nombre de cabalgamiento.

- **Falla de desgarre o de desplazamiento de rumbo.** - Se desarrollan a lo largo de planos verticales y el movimiento de los bloques es horizontal, son típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: laterales derechas y laterales izquierdas. Laterales derechas o dextrales, son aquellas en donde el movimiento relativo de los bloques es hacia la derecha; mientras que en las laterales izquierdas o sinestrales, el movimiento es opuesto a las anteriores. También se las conoce como fallas transversales.

Sin embargo, las fracturas son discontinuidades aproximadamente planas que separan bloques de roca con desplazamiento perpendicular al plano de ruptura. Las fracturas pueden ser generadas por la concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicional (contactos de capas, cambio de facies) por pérdida de volumen (compactación), por enfriamiento, durante deformación contraccional o extensional.

Pueden ser más abundantes en lugares donde existan heterogeneidades en la roca como: presencia de fósiles nódulos minerales, enclastos, huecos cársticos, burbujas por gas, ondulaciones en la base de la capa entre otros puntos. Las fracturas se distinguen por los movimientos relativos que ocurren a lo largo de la superficie durante su formación (Nelson, 2001).<sup>[20]</sup>

Con base en la fotointerpretación realizada mediante principios y técnicas, se identificaron y dedujeron características geológicas (fallas y fracturas) registradas en imágenes satelitales.

Por lo que se puede determinar que para el municipio de Xiutetelco se identificaron 45 lineamientos correspondientes a 43 fallas inferidas y 2 fracturas inferidas, la más representativa es 1 falla inferida con orientación NW-SE, con longitud de 4.15 km respectivamente y se encuentran cerca del cerro Maxtaloya, localizada al Norte del estado, (Tabla 2). En la roseta de lineamientos se muestra las orientaciones de los rasgos geológicos, los cuales tienen longitudes promedio de 0 a 4 km (Figura 8), (para más detalle ver en Anexos Mapa de Geología).

<sup>[20]</sup> García M, 2012. Geología Estructural, Recuperado en julio de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/263925700\\_Geologia\\_estructural\\_Esfuerzos\\_y\\_deformaciones\\_de\\_las\\_rocas\\_Deformacion\\_ductil\\_los\\_plegues\\_y\\_sus\\_tipos\\_Mecanismos\\_de\\_plegamiento\\_Deformaciones\\_fragiles\\_diaclasas\\_y\\_fallas\\_Caracteristicas\\_y\\_tipos](https://www.researchgate.net/publication/263925700_Geologia_estructural_Esfuerzos_y_deformaciones_de_las_rocas_Deformacion_ductil_los_plegues_y_sus_tipos_Mecanismos_de_plegamiento_Deformaciones_fragiles_diaclasas_y_fallas_Caracteristicas_y_tipos) Asoc

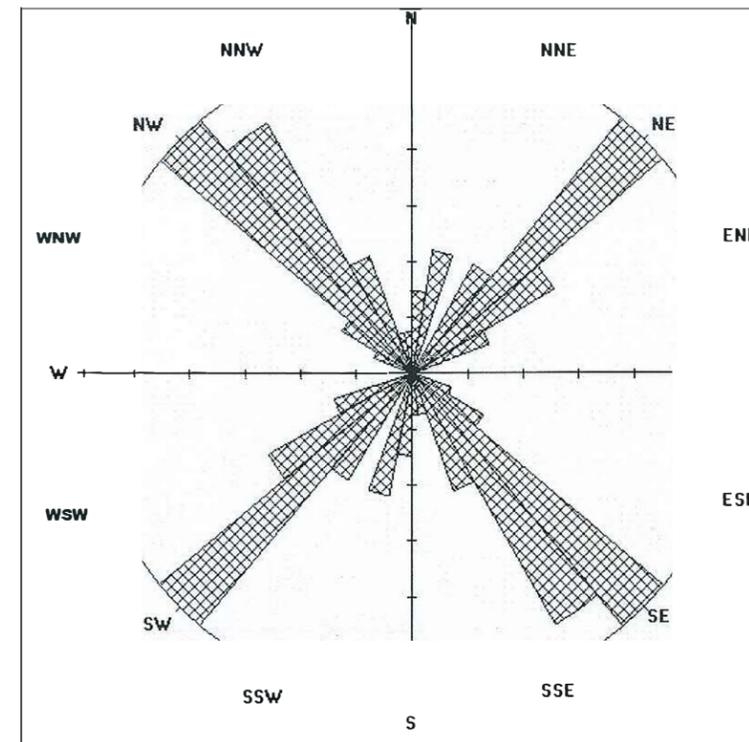


Figura 8. Roseta de lineamientos estructurales

Fuente: Elaboración propia con base en la interpretación de la capa de fallas y fracturas. GeOrient®.

Tabla 2. Fallas y fracturas

NÚMERO	RUMBO	LONGITUD (KM)	UBICACIÓN	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	TIPO
1	SW 18.25129392 NE	2.02	XIUTETELCO-TEZIUTLÁN	674286.2894	2191043.986	FALLA INFERIDA
2	NW 40.86081022 SE	4.15	TEPEYAHUALCO-XIUTETELCO	663919.2519	2173384.729	FALLA INFERIDA
3	SE 3.576341219 NW	2.05	XIUTETELCO	667161.8111	2171567.752	FALLA INFERIDA
4	NE 67.21759013 SW	1.23	XIUTETELCO-CHIGNAUTLA	667610.8466	2181460.359	FALLA INFERIDA
5	SE 49.94348325 NW	0.62	XIUTETELCO	670147.2392	2185973.227	FALLA INFERIDA
6	SE 33.34073875 NW	0.68	XIUTETELCO	670720.233	2185375.036	FALLA INFERIDA
7	SE 10.19152171 NW	0.92	XIUTETELCO	668313.3281	2172634.25	FALLA INFERIDA
8	SE 22.34812607 NW	1.02	XIUTETELCO	668602.2597	2171498.765	FALLA INFERIDA
9	NE 58.65041596 SW	2.87	XIUTETELCO-VERACRUZ	666185.2562	2169333.499	FALLA INFERIDA
10	NE 57.31307079 SW	2.86	XIUTETELCO-VERACRUZ	666237.3635	2169122.082	FALLA INFERIDA
11	SE 30.80144834 NW	0.63	XIUTETELCO	665689.5488	2171621.113	FALLA INFERIDA
12	SE 36.19321737 NW	0.79	XIUTETELCO-VERACRUZ	666161.8562	2170934.949	FALLA INFERIDA
13	NE 57.00229353 SW	1.29	XIUTETELCO	668382.8181	2170743.489	FALLA INFERIDA
14	NE 56.89413175 SW	1.29	XIUTETELCO	668437.9311	2170530.008	FALLA INFERIDA
15	NE 49.95545415 SW	1.06	XIUTETELCO-VERACRUZ	669485.2938	2171272.938	FALLA INFERIDA
16	SW 50.43095089 NE	1.06	XIUTETELCO-VERACRUZ	669431.2648	2171485.02	FALLA INFERIDA
17	NE 40.69553204 SW	1.43	XIUTETELCO	670498.4131	2172489.154	FALLA INFERIDA
18	NE 41.43080782 SW	1.44	XIUTETELCO	670556.9287	2172276.199	FALLA INFERIDA
19	NE 38.40327199 SW	1.15	XIUTETELCO	671598.8131	2173636.889	FALLA INFERIDA
20	NE 37.80989881 SW	1.17	XIUTETELCO-VERACRUZ	671646.5933	2173417.866	FALLA INFERIDA
21	NE 44.19308257 SW	0.92	XIUTETELCO	672321.6326	2174312.74	FALLA INFERIDA
22	NE 40.6012921 SW	0.91	XIUTETELCO	672274.7965	2174527.076	FALLA INFERIDA

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados del Servicio Geológico Mexicano.

(Continuación) Tabla 2. Fallas y fracturas

23	NE 42.27369554 SW	1.70	XIUTETELCO	673352.8436	2175544.83	FALLA INFERIDA
24	NE 45.78481323 SW	1.70	XIUTETELCO	673408.2848	2175336.262	FALLA INFERIDA
25	NE 15.5241172 SW	2.22	XIUTETELCO	674138.5994	2177387.887	FALLA INFERIDA
26	SW 15.19523943 NE	2.24	XIUTETELCO	674081.0396	2177596.423	FALLA INFERIDA
27	NE 6.30858421 SW	1.26	XIUTETELCO	674438.9446	2179187.168	FALLA INFERIDA
28	NE 7.39959753 SW	1.27	XIUTETELCO	674380.4545	2179397.385	FALLA INFERIDA
29	NW 22.81184042 SE	1.38	XIUTETELCO	674310.0896	2180992.726	FALLA INFERIDA
30	SE 22.69835567 NW	1.38	XIUTETELCO	674365.8645	2180780.096	FALLA INFERIDA
31	NW 36.45648109 SE	1.15	XIUTETELCO	673569.2323	2182086.34	FALLA INFERIDA
32	SE 36.4339079 NW	1.15	XIUTETELCO	673511.7322	2182299.344	FALLA INFERIDA
33	SE 42.0749998 NW	0.48	XIUTETELCO	671178.2831	2184817.673	FALLA INFERIDA
34	SE 42.51397867 NW	1.14	XIUTETELCO	671842.6269	2184225.489	FALLA INFERIDA
35	SE 42.80942573 NW	1.33	XIUTETELCO	671831.037	2184085.543	FALLA INFERIDA
36	SE 43.02507028 NW	1.02	XIUTETELCO	672673.4856	2183339.121	FALLA INFERIDA
37	SE 43.03858316 NW	1.02	XIUTETELCO	672730.0166	2183124.815	FALLA INFERIDA
38	SE 39.55967527 NW	0.44	XIUTETELCO	674426.9814	2187228.753	FALLA INFERIDA
39	NW 33.6900751 SE	0.74	XIUTETELCO	673988.6537	2187787.383	FALLA INFERIDA
40	NW 36.86991208 SE	0.55	XIUTETELCO	673477.6219	2188312.283	FALLA INFERIDA
41	SE 56.04093398 NW	0.54	XIUTETELCO	672981.2359	2188778.421	FALLA INFERIDA
42	NW 64.02561985 SE	0.56	TEZIUTLÁN-XIUTETELCO	672407.2515	2189146.44	FALLA INFERIDA
43	NE 39.44004978 SW	1.64	XIUTETELCO	676717.3807	2197847.216	FRACTURA INFERIDA
44	NE 67.44274392 SW	1.29	XIUTETELCO	675565.8392	2190869.924	FRACTURA INFERIDA
45	NW 41.98720718 SE	0.86	XIUTETELCO	667796.1048	2173680.659	FALLA INFERIDA

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados del Servicio Geológico Mexicano.

### 1.4.3.3 Rasgos estructurales

La Geología estructural se encarga de analizar los sistemas de estructuras que se presentan en el planeta Tierra, tanto el medio físico superficial como el interno. Se relaciona con otras disciplinas geológicas (mecánica de rocas y de suelos) para obtener un mayor detalle de la topografía de la región.

Los rasgos estructurales hacen referencia a las mediciones de tiempo y espacio en las que se desarrollaron los sistemas estructurales actuales, dichos rasgos se producen por los eventos tectónicos que afectaron la posición original del material rocoso. Dentro del municipio de Xiutetelco de acuerdo con la información del Servicio Geológico Mexicano se encuentra parte de la caldera Los Humeros y se localiza al Sur del municipio, considerándola como rasgo estructural.

**Caldera.** - Las calderas son estructuras circulares que delimitan una zona hundida con una extensión muy variable, pero que siempre es mucho mayor que las de los cráteres y que va desde unos pocos kilómetros hasta los 60 km o incluso más. Las calderas tienen una forma más o menos circular y suelen estar rodeadas de una elevación anular a su alrededor,

(para más detalle ver en **Anexos Mapa de Geología**).<sup>[21]</sup>

[21] Doncel, J.A. (2014), Calderas Volcánicas. Recuperado en julio del 2018, de <http://jadonceld.blogspot.com/2014/06/calderas-volcanicas.html>

### 1.4.3.4 Minería

La extracción de los yacimientos minerales en México es una actividad de suma importancia, la cual se inició en tiempos de la colonización de América Latina hasta nuestros tiempos. Pero en 1950 se inicia de manera formal la explotación de minerales no metálicos dentro del territorio poblano. Puebla es un lugar con una buena cantidad de minerales no metálicos, por otro lado, los minerales metálicos solo han tenido pequeñas apariciones ya que el volumen que existe en nuestro territorio es muy bajo y poco variable para los explotadores de los minerales, la minería es una de las actividades más antiguas de la humanidad. La exploración, explotación y aprovechamiento de los recursos minerales es una actividad primaria, debido a que se extraen directamente de la tierra. Existe una amplia variedad de minerales en la tierra, los hay sólidos, líquidos, quebradizos y gaseosos. En la naturaleza se presentan en yacimientos, los cuales se encuentran al aire libre o en el subsuelo a diferentes profundidades.

En el municipio de Xiutetelco de acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano se encuentra la siguiente información, 1 Banco de Agregados Pétreos y 4 Bancos de Rocas Dimensionables, el Banco de Agregados pétreos no tienen registrado su nombre y se encuentra en producción, este extrae material de cantera, mientras que los Bancos de Rocas Dimensionables se encuentran en producción de material grava, arena, block y cantera respectivamente, como lo indica la siguiente tabla, (ver en **Anexos Mapa de Geología**).

**Tabla 3. Principales minas del municipio de Xiutetelco**

MUNICIPIO	NOMBRE	TIPO	MATERIAL	ESTATUS
Xiutetelco	S/D	Banco de Agregados Pétreos	Cantera	En Producción
Xiutetelco	Maxtaloy	Banco de Rocas Dimensionables	Grava	En Producción
Xiutetelco	Las Chapas	Banco de Rocas Dimensionables	Block, Arena	En Producción
Xiutetelco	La Cantera	Banco de Rocas Dimensionables	Cantera, Grava	En Producción
Xiutetelco	Alto Lucero	Banco de Rocas Dimensionables	Cantera, Grava	En Producción

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del Servicio Geológico Mexicano (SGM).



## 1.4.4 Edafología

Las condiciones ecológicas contrastantes en el estado han favorecido un mosaico edáfico variado en el que es posible encontrar una diversidad de unidades de suelo. Su formación se debe a la acción combinada de diversos factores; clima, material parental, relieve, organismo y tiempo. El municipio en estudio está constituido principalmente por las siguientes unidades de suelo: Andosol, Arenosol, Luvisol y Regosol presentando las siguientes características: (Figura 9).

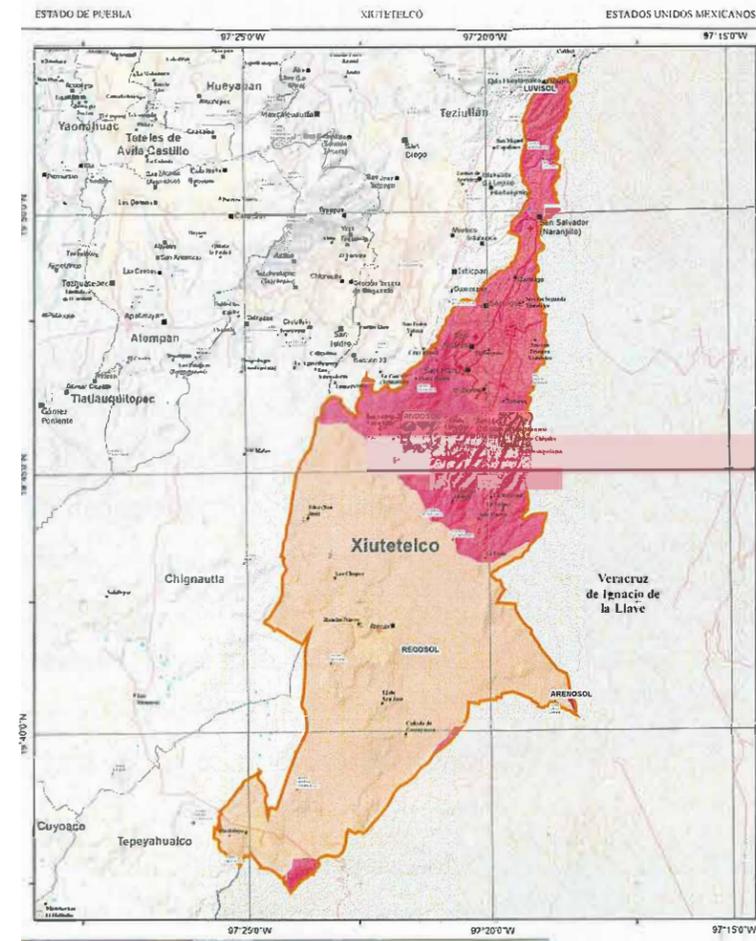
**Andosol (T).** - Suelos de origen volcánico, constituidos principalmente de ceniza, la cual contiene alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo. Se extienden territorialmente en las regiones de Mil Cumbres y la Neovolcánica Tarasca, en el estado de Michoacán, en las Sierras Neovolcánicas Nayaritas, Sierra de los Tuxtlas en Veracruz y en la región de Lagos y Volcanes de Anáhuac, en el centro del país. Son generalmente de colores oscuros y tienen alta capacidad de retención de humedad, en condiciones naturales presentan vegetación de bosque o selva. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas. Sin embargo, con programas adecuados de fertilización, muchas regiones aguacateras de Michoacán consiguen rendimientos muy altos. Tienen también uso pecuario, especialmente ovino; el uso más favorable para su conservación es el forestal. Son muy susceptibles a la erosión eólica, este tipo de suelo se localiza al Norte y Sur del territorio municipal ocupando 35.97 %, con un área de 52.48 km<sup>2</sup>.

**Arenosol (O).** - Suelos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del Sureste de México. La vegetación que presentan es variable. Se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65 % de arena al menos en el primer metro de profundidad. En México son muy escasos, y su presencia se limita principalmente a las llanuras y pantanos tabasqueños y del Norte de Chiapas. Estos suelos tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. La susceptibilidad a la erosión en los Arenosoles va de moderada a alta, este tipo de suelo se localiza al Este del territorio municipal ocupando 0.08 %, equivale a 0.12 km<sup>2</sup>.

**Luvisol (L).** - Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como los altos de Chiapas y el extremo Sur de la Sierra Madre Occidental, en los estados de Durango y Nayarit, aunque en algunas ocasiones también pueden encontrarse en climas más secos como los altos de Jalisco o los Valles Centrales de Oaxaca. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de Luvisoles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles, este tipo de suelo se localiza al Norte del territorio municipal ocupando 0.15 %, teniendo un área de 0.21 km<sup>2</sup>.

**Regosol (RG).** - Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad, este tipo de suelo se localiza al centro y Sur del territorio municipal ocupando 63.80 %, equivalente a un área de 93.08 km<sup>2</sup>. [22]

[22] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2004). Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología, Unidades de Suelos



Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco

Figura 9. Mapa de Edafología

Fuente: Elaboración propia con base en información de datos vectoriales, escala 1:250,000, Edafología, INEGI 2010.

## 1.4.5 Hidrografía

La totalidad del territorio de Puebla se encuentra comprendido dentro de cuatro grandes regiones hidrológicas, de las 37 en que está dividido el territorio mexicano. Estas regiones son, en orden de extensión dentro de la entidad: RH18 Río Balsas; RH27 Ríos Tuxpan- Nautla; RH28 Río Papaloapan y la RH26 Río Pánuco, de estas, las tres primeras abarcan casi la totalidad del estado, mientras que la última ocupa tan solo unas pocas decenas de km<sup>2</sup>. Solamente la región del Balsas pertenece a la vertiente del Pacífico; las restantes descargan sus captaciones hacia el Golfo de México. La representación que guarda el recurso hídrico superficial y subterráneo que se encuentra en el municipio de Xiutetelco, el cual se localiza dentro de las subcuencas de los ríos Bobos, Totolzingo, Joloapan y María de la Torre, afluente de las cuencas de los ríos Nautla, Atoyac y Tecolutla, este a su vez pertenecen a las Regiones Hidrológicas Tuxpan-Nautla y Balsas presentando una corriente de agua perenne como el Río Jalacingo (**Figura 10**).

### **Región Hidrológica (RH-27) Ríos Tuxpan-Nautla**

Se extiende en la Planicie Costera del Golfo Norte y parte de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental; ocupa casi todo el lado Norte del estado de Puebla (24.56% de la superficie de la entidad). Dentro del estado, el límite Sur de la región está constituido por el parteaguas que forman las estribaciones más meridionales de la sierra Norte y que se extiende al Noroeste de los poblados de Libres y Cuyoaco, así como al Sur de Zaragoza y Teziutlán, sobre la vertiente Norte de la caldera de los Humeros. Desde esta zona, la región se extiende hasta los estados de Veracruz e Hidalgo. En la entidad está representada por las cuencas Río Nautla, Río Tecolutla, Río Cazonas y Río Tuxpan. Esta zona es la más lluviosa del estado; se registran precipitaciones de lluvia entre 1,500 a 3,000 mm al año; en el área de Cuetzalan se tienen medias anuales de más de 4,000 mm, pero se han llegado a registrar hasta 6 m. La temperatura media anual, oscila desde 14 °C en las partes más altas de la sierra, hasta 24 °C en los dominios de la planicie costera.

### Región Hidrológica (RH-18) Río Balsas

Esta región es una de las más importantes del país; ocupa las zonas central y Suroccidental del estado, se extiende por el estado de Michoacán y en una pequeña porción del estado de Veracruz, donde está limitada por las elevaciones que circundan la cuenca de Oriental-Perote, entre las que destacan, la caldera de los Humeros, el volcán Pico de Orizaba, el Cofre de Perote y el volcán Atlítzin o Sierra Negra. Hacia el Sur de estas montañas, el parteaguas oriental de la región se prolonga a lo largo de las serranías que constituyen el borde Occidental de la cañada poblana-oaxaqueña. Al Norte y al Sur, la región se encuentra limitada por los parteaguas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, respectivamente. Está subdividida en 10 cuencas, de las cuales, cuatro de ellas, se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano: Río Atoyac, Río Balsas-Mezcala, Río Tlapaneco y Río Grande de Amacuzac. Suman en conjunto, 59.14 % de la superficie estatal, aproximadamente. [23]

[23] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2000). Síntesis Geográfica del Estado de Puebla, México

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Carta de Red Hidrográfica escala 1:50,000 Edición 2.0 del INEGI, 2010.

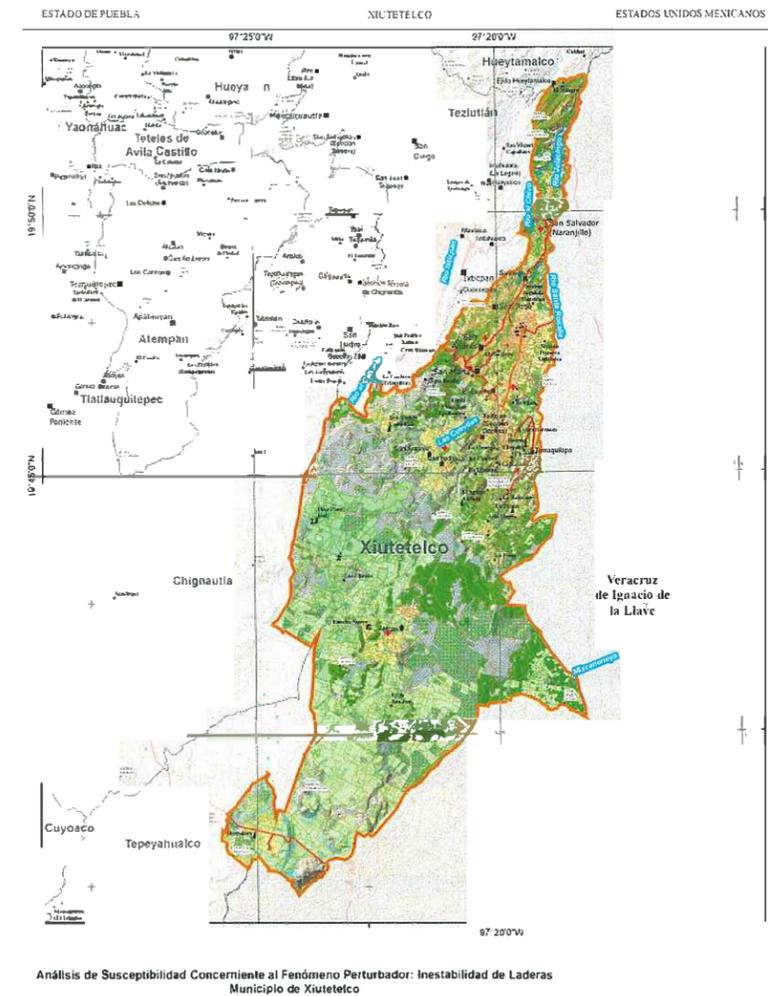


Figura 10. Mapa de Hidrografía

### 1.4.5.1 Aguas subterráneas

Dentro del tema de aguas subterráneas, el municipio de Xiutetelco se asienta sobre los acuíferos Tecolutla (3002) con el 62.32% y Libres-Oriental (2102) abarcando con el 37.68% del territorio municipal. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), como la entidad gubernamental facultada para la gestión y administración de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneas, es también la encargada de elaborar y publicar las estimaciones de aguas subterráneas de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, que establece las especificaciones y la metodología para calcular la disponibilidad media anual del agua de acuerdo a la localización geográfica de los acuíferos asentados en México.

El área cubierta por el acuífero Tecolutla pertenece a la Región Hidrológica 27 Norte de Veracruz (Tuxpan-Nautla), Cuenca del Río Tecolutla, esta región se localiza en la parte central del Golfo de México. Limita al Norte y Oeste con la Región Hidrológica 26 Río Pánuco, al Sur con la Región Hidrológica 28 Papaloapan, al Este al Golfo de México, donde vierte sus aguas. Comprende parte de los estados de Veracruz, Puebla y pequeñas porciones del Norte de Tlaxcala y el Noreste de Hidalgo. La parte alta de la región está dominada por la Sierra Madre Oriental y la planicie por la Llanura Costera del Golfo de México.<sup>[24]</sup>

El acuífero Libres-Oriental se ubica dentro de las regiones hidrológicas No. 18 y 28, denominadas "Balsas" y "Papaloapan", respectivamente. Igualmente, les corresponden las subregiones hidrológicas No. 18-A Alto Balsas-, 28-A ríos Actopan, La Antigua y Jam; y 28-B río Papaloapan. Por su parte, las corrientes principales son el arroyo Xonecuila y el río Barranca La Malinche, que nacen en Tlaxcala y vierten sus escurrimientos, en forma intermitente, al lago de Totolcingo o El Carmen. Así, el escurrimiento superficial es transitorio y escaso, ya que se trata de una cuenca endorreica, sin salidas superficiales.<sup>[25]</sup>

[24] CONAGUA, 2015, Determinación de la Disponibilidad de agua en el acuífero Tecolutla, Recuperado en julio de 2018, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104446/DR\\_3002.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104446/DR_3002.pdf)

[25] CONAGUA, 2015, Determinación de la Disponibilidad de agua en el acuífero Libres-Oriental, Recuperado en julio de 2018, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103300/DR\\_2102.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103300/DR_2102.pdf)

## 1.4.6 Cuencas y subcuencas

### **Cuenca (27 A) Río Nautla**

Esta cuenca ocupa tan sólo una estrecha franja del borde Noreste del estado, aproximadamente 0.8 % de superficie; se encuentra separada de la cuenca adyacente del río Tecolutla por un parteaguas que sigue una línea que forman los poblados de San José Acateno Hueytamalco-Teziutlán-Perote. La conforman en la entidad las subcuencas: Arroyo Soltero; Río María de la Torre y el Río Bobos. Los escasos escurrimientos captados en esta área escapan casi en su totalidad hacia el estado de Veracruz, esta cuenca abarca el 73.50 % del territorio municipal.

### **Cuenca (27 B) Río Tecolutla**

Abarca la mayor parte de la Sierra Norte de Puebla; se extiende desde el límite Sur de la región hidrológica, hasta la altura de las localidades de Zihuateutla, Xicotepéc de Juárez y Huauchinango y ocupa una superficie en el estado, de 17.46 %, aproximadamente. Las corrientes derivadas de esta zona confluyen para formar el caudaloso río Tecolutla en Veracruz. Estas corrientes y sus áreas de captación pluvial constituyen las subcuencas: Río Tecolutla; Río Necaxa, Río Laxaxalpan, Río Tecuantepec, Río Apulco Y Río Joloapan. El rango de escurrimiento es variable, aunque en general se estima de 10 al 20 % dadas las fuertes pendientes que predominan en la zona, aun cuando exista una cubierta de vegetación espesa. En las zonas desforestadas, que desafortunadamente van en aumento, dicho rango llega a ser de más de 30 %. Esta situación provoca efectos negativos inmediatos, como son: la erosión del suelo, un más rápido azolvamiento de los bordos y presas, así como el recrudescimiento de los efectos de las inundaciones durante los

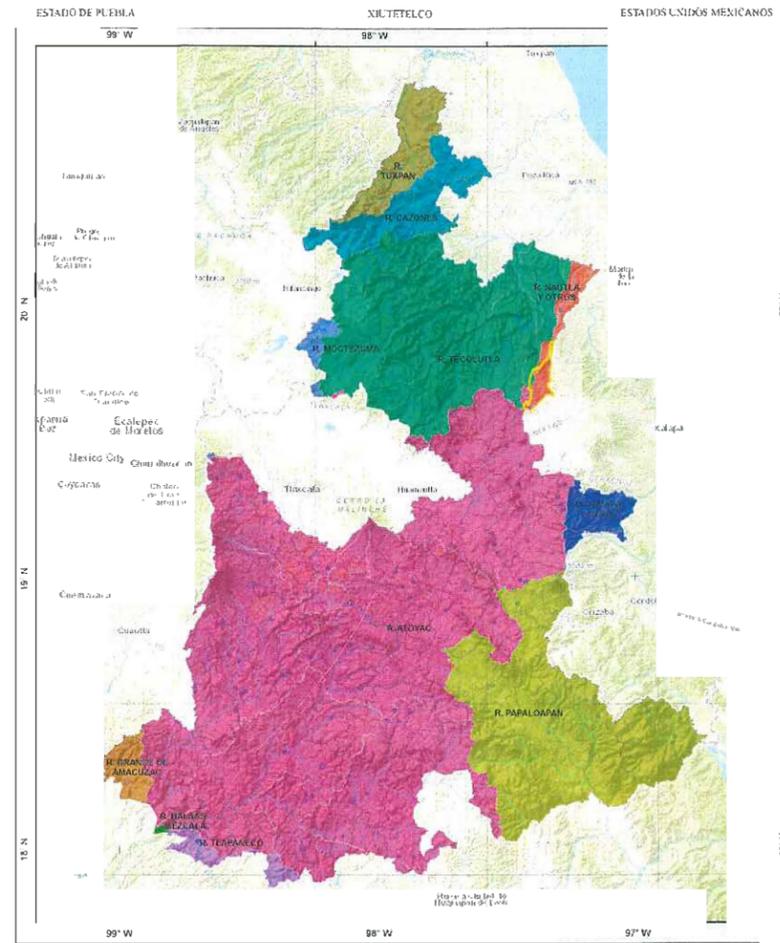
intensos períodos de lluvias, especialmente los relacionados con la presencia de huracanes. Esta zona alberga un buen número de embalses de importancia dentro del estado, dada la presencia de abundantes corrientes permanentes. Entre los de mayor capacidad, figuran los siguientes: Los Reyes (Omiltepec), La Laguna (Tejocotal), Necaxa, Nexapa, Tenango y La Soledad; todas ellas con una capacidad de almacenamiento superior a los 15 mm<sup>3</sup>. El uso al que se destinan estos embalses es la generación de energía eléctrica, esta cuenca cubre el 8.35 % del municipio.

### **Cuenca (18 A) Río Atoyac**

Constituye la porción oriental de la región, incluye a la mayor parte de las zonas centro, Oeste y Suroeste de la entidad, que representan 57.23 % de la superficie del estado. En esta área se genera anualmente un escurrimiento aproximado de 1,291 mm<sup>3</sup>, volumen que, con las aportaciones de los estados limítrofes de Tlaxcala, Morelos y Oaxaca, asciende a 1,451 mm<sup>3</sup>. De éstos, 1,088 millones, salen al estado de Guerrero, a través del río Mezcala. Esta cuenca representa el extremo Nororiental de la región del Balsas, por lo que sus límites dentro de este, son los mismos descritos anteriormente para dicha región. El rasgo hidrográfico más sobresaliente de esta zona es el río Atoyac, que es además la corriente más importante del estado; se forma a partir de la unión de los ríos San Martín o Frío, de Puebla y Zahuapan de Tlaxcala. El primero, baja de la Sierra Nevada, el segundo, de la sierra de Tlaxco. En la ciudad de San Martín Texmelucan, las aguas de dicha corriente y sus afluentes, se aprovechan en las actividades agrícolas, domésticas e industriales.

Esta porción se caracteriza por lo accidentado de su topografía y el grado de pendiente de los cauces de sus corrientes, que sin control pueden causar pérdidas en la agricultura. A lo largo del Atoyac, recibe las aportaciones de las corrientes permanentes de los ríos Nexapa, Mixteco y Tlapaneco. Al ingresar al estado de Guerrero, cambia su nombre al de río Mezcala y posteriormente al de Balsas. El escurrimiento medio anual de los ríos Atoyac y Nexapa se estima en 458 mm<sup>3</sup>. Dentro de Puebla, la cuenca del Atoyac incluye a las subcuencas: Río Atoyac-Tehuizingo, Atoyac-Balcón del Diablo, Presa Miguel Ávila Camacho, Atoyac-San Martín Texmelucan, Río Nexapa, Río Mixteco, Río Acatlán, Laguna de Totolcingo y Alseseca. Estas subcuencas están representadas por corrientes menores como las de los ríos Alseseca, Huehuetlán, Laxamilpa y otros. Esta cuenca cubre el 18.15 % del territorio municipal. <sup>[26]</sup> Las subcuencas en la que se localiza el municipio de Xiutetelco es el Río Bobos con el 71.32 %, el Río Totolzingo el 18.15 %, el Río Joloapan con un 8.35 % y Río María de la Torre con el 2.18 % del total del territorio municipal, (ver en **Anexos Mapa de Cuencas y Mapa de Subcuencas**)

[26] INEGI, 2010, Síntesis geográfica del estado de Puebla, Recuperado en julio de 2018, de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949\\_12.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949_12.pdf)

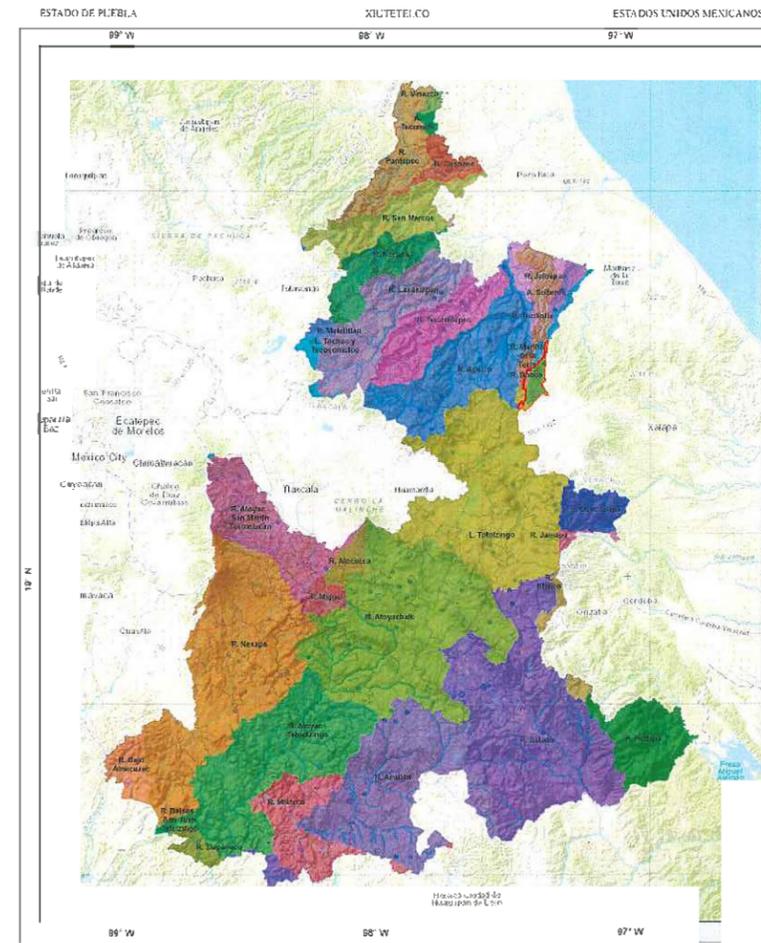


Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco



Fuente: Elaboración propia con base en información de Cartade Red Hidrográfica escala 1:50,000edición 2.0, INEGI, 2010.

Figura 11. Mapa de Cuencas



Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco



Fuente: Elaboración propia con base en información de Cartade Red Hidrográfica escala 1:50,000edición 2.0, INEGI, 2010.

Figura 12. Mapa de Subcuencas

## 1.4.7 Clima

El clima de una región está controlado por una serie de elementos como temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante periodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más.

Con respecto al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en el municipio de Xiutetelco, en general las temperaturas presentes oscilan en un rango de 12 °C – 20 °C, con precipitaciones que van desde 500 a 2,100 mm, en el municipio se presentan 6 tipos de clima: (Figura 13).

- **(A)C(fm) Semicálido húmedo**, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más frío menor de 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C. Precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias entre verano e invierno y porcentaje de lluvia invernal menor al 18 % del total anual. Se encuentra dentro del territorio con 4.60 km<sup>2</sup> (3.16 %).
- **C(fm) Templado húmedo**, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y temperatura del mes más caliente bajo 22 °C. Precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm; lluvias todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18 % del total anual. Se encuentra dentro del territorio con 9.95 km<sup>2</sup> (6.82 %).
- **C(m) Templado húmedo**, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y temperatura del mes más caliente bajo 22 °C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual. Se encuentra dentro del territorio con 42.01 km<sup>2</sup> (28.79 %).

- **C(w0)(w) Templado subhúmedo**, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y temperatura del mes más caliente bajo 22 °C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5 % al 10.2 % del total anual. Se encuentra dentro del territorio con 19.01 km<sup>2</sup> (13.03 %).
- **C(w1)(w) Templado subhúmedo**, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y temperatura del mes más caliente bajo 22 °C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual. Se encuentra dentro del territorio con 36.78 km<sup>2</sup> (25.21 %).
- **C(w2) Templado húmedo**, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y temperatura del mes más caliente bajo 22 °C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual. Se encuentra dentro del territorio con 33.54 km<sup>2</sup> (22.99 %). [27]

[27] García E., (1998), CONABIO, Tipos de Climas "Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)" Escala 1:1, 000,000. México, Recuperado en julio de 2018, de <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/PDFs/ANEXOCLIMA.pdf>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Carta de Unidades Climáticas, escala 1:1, 000, 000 Edición 2008, del INEGI.

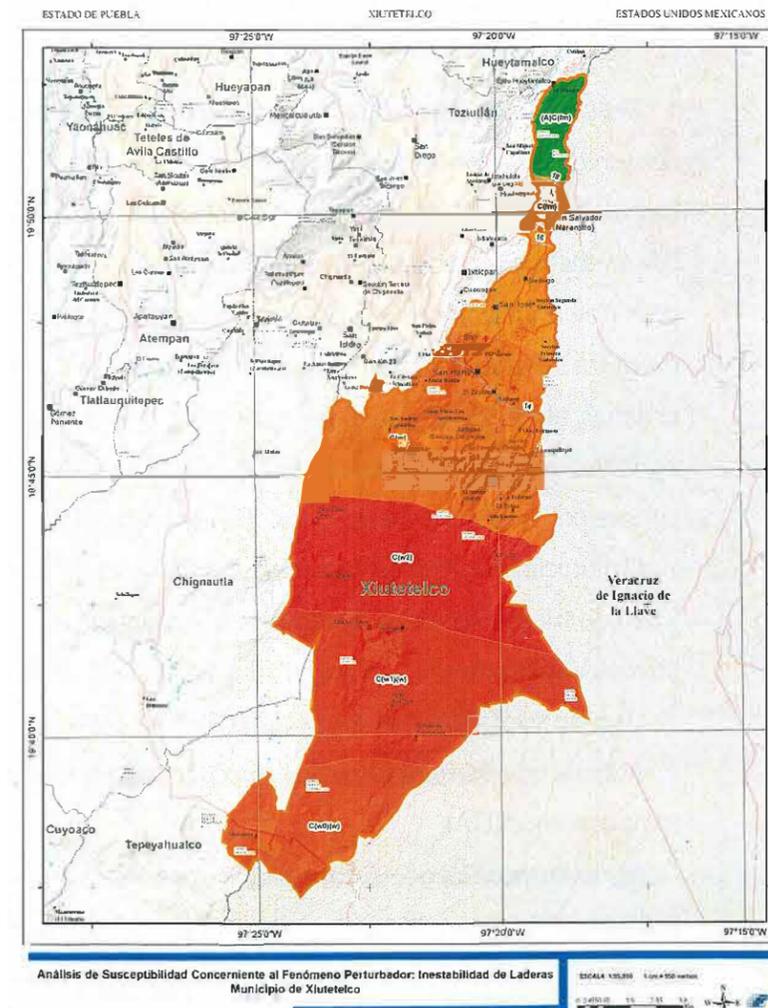


Figura 13. Mapa de Clima

## 1.4.8 Uso de suelo y vegetación

El tipo de vegetación no es sino la unidad en que se reconoce a una comunidad de plantas en particular que comparten un espacio. Los botánicos han definido diferentes sistemas para clasificar la vegetación y con ello, diferentes tipos de vegetación, por lo que es común encontrar varios nombres para una misma comunidad; por otra parte, no olvidemos que el hombre modifica su entorno todo el tiempo, ya sea con nuevas carreteras o áreas urbanas, abriendo terrenos para introducir ganado, cultivando productos agrícolas, etcétera; a la expresión de estas actividades en el ambiente se le conoce como uso del suelo.<sup>[28]</sup>

El municipio de Xiutetelco presenta la siguiente distribución de vegetación y uso de suelo (**Figura 14**, para más detalle ver en **Anexos Mapa de Uso de Suelo y Vegetación**):

- **Uso de suelo para el municipio de Xiutetelco**

Agricultura de riego anual y semipermanente (RAS) y Agricultura de temporal anual (TA)

**Agricultura de riego.** - Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua. Este tipo de agricultura predomina en gran parte del municipio, comprende un 1.71 % (2.49 km<sup>2</sup>) del territorio total municipal.

**Agricultura temporal.** - Se clasifica como tal al tipo de agricultura donde el desarrollo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del

suelo para retener el agua. Se presenta en una parte del municipio cubriendo un 36.70 % lo que equivale a un área de (53.55 km<sup>2</sup>).

- **Vegetación para el municipio de Xiutetelco**

Los diferentes tipos de vegetación que se presentan, su agrupación se basa en afinidades ecológicas, florísticas y fisonómicas, considerando que estas se agrupan en primera instancia por cuestiones climáticas, aunque en ocasiones los aspectos edafológicos, geológicos y topográficos toman una especial relevancia. Algunos tipos de desarrollo de vegetación que presenta el municipio son secundarios; es decir su vegetación es alterada o eliminada por diversos factores humanos o naturales, dando como resultado una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

Estos son los tipos de vegetación dentro del municipio; bosque de galería, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, matorral desértico rosetófilo, pastizal cultivado, pastizal halófilo, pastizal inducido, sin vegetación aparente, vegetación secundaria arbórea de bosque pino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria arbustiva de bosque pino.

**Bosque.** - Extensión de terreno densamente poblado de árboles, arbustos y matorrales. Esta vegetación ocupa el 13.37 % (19.50 km<sup>2</sup>) del municipio.

**Matorral.** - Comunidades vegetales dominadas por arbustos de altura inferior a 4 m. Son propias de climas secos con lluvias escasas y zonas frágiles que favorecen la desertificación.

En realidad, son el grupo más diverso de comunidades vegetales. La composición de especies cambia con la región. Existen variantes de matorrales dependiendo del grupo de especies más abundante. En algunos predominan plantas suculentas y con hojas gruesas, en otros las plantas tienen hojas muy pequeñas o las pierden, o tienen espinas, lo cual les da aspecto diferente, por ejemplo, los matorrales de Tamaulipas tienen aspecto diferente a los de Coahuila y a su vez a los de Baja California y así sucesivamente. Se presenta en una mínima parte del municipio, ocupando el 0.09 % (0.13 km<sup>2</sup>) del municipio.

**Pastizal cultivado.** - Se presenta al Sur del municipio, ocupando el 0.73 % (1.06 km<sup>2</sup>).

**Pastizal halófilo.** - Comunidad de gramíneas y gramínoideas que se desarrolla sobre suelos salinos-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras. Su distribución comprende todo el Altiplano, desde Chihuahua y Coahuila, hasta Jalisco, Michoacán, Valle de México, Puebla y Tlaxcala, así como de algunas porciones de planicies costeras de la parte Norte del país. Se presenta en una mínima parte del municipio, ocupando el 0.01 % (0.01 km<sup>2</sup>) del municipio.

**Pastizal inducido.** - Se desarrolla al eliminarse la vegetación original (bosque, selva, matorral), o en áreas agrícolas abandonadas. Se presenta distribuido por todo el municipio, ocupando el 19.20 % (28.01 km<sup>2</sup>) del territorio municipal.

**Sin vegetación aparente.** - Se presenta al centro y Este del municipio, ocupando el 0.14 % (0.20 km<sup>2</sup>).

**Vegetación secundaria arbórea.** - Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles. Es una fase relativamente madura. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original. Esta vegetación se presenta en gran parte del municipio, representa un 15.28 % lo que equivale a (22.30 km<sup>2</sup>).

**Vegetación secundaria arbustiva.** - Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos con altura menor a 4 metros. Puede ser sustituida o no por una fase Arbórea. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la original, se presenta en la parte Sur y centro del municipio ocupando el 9.97% lo que corresponde a (14.55 km<sup>2</sup>).

• **Información complementaria para el municipio de Xiutetelco**

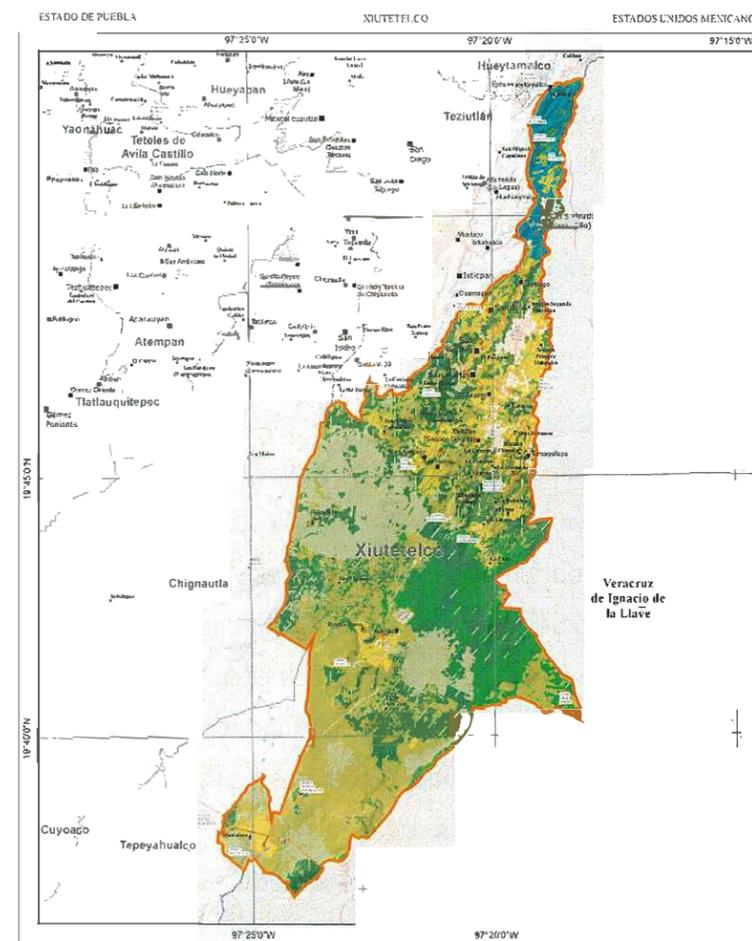
Incluye elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que inciden en su distribución nacional, para el caso de este municipio se incluyen las siguientes:

**Asentamientos humanos.** - Representan 4.01 km<sup>2</sup> de la superficie total del municipio con un 2.75 %. Las zonas urbanas están creciendo sobre rocas ígneas extrusivas del cuaternario, en lomerío de aluvión antiguo con llanuras y sierra volcánica de laderas escarpadas; sobre áreas donde originalmente había suelo denominado Andosol; tienen clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano y templado húmedo con lluvias todo el año, y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y pastizal. [29]

**Vialidad.** - Representan 0.09 km<sup>2</sup> de la superficie total del municipio con un 0.06 %.

[29] Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Compendio de Información Geográfica Municipal 2010 Xiutetelco, Puebla

Fuente: Elaboración propia, detalle de información vectorial a partir de imágenes satelitales, tomando como base datos vectoriales del INEGI, Escala 1:250, 000 Serie VI, 2016.



Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco

Figura 14. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación

# 1.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

## 1.5.1 Dinámica demográfica

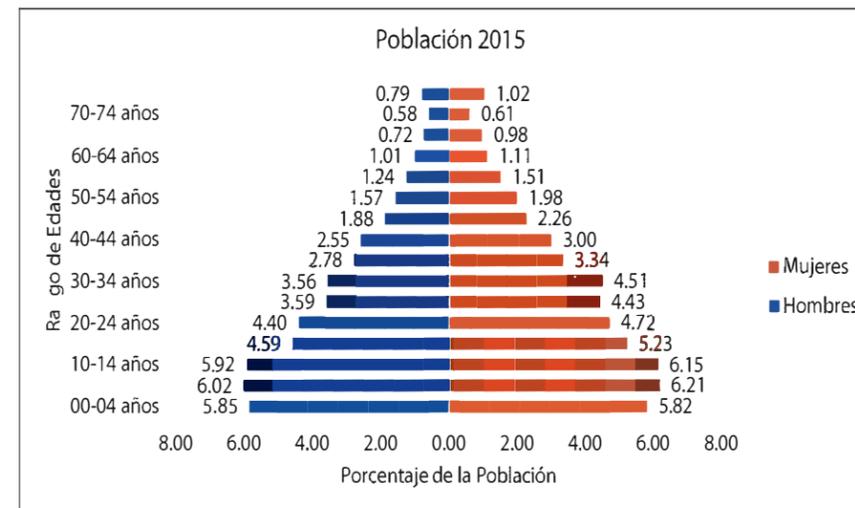
### 1.5.1.1 Análisis poblacional

Con base en la Encuesta Intercensal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para el año 2015 el municipio de Xiutetelco tenía una población total 39, 959 habitantes, ocupando el 0.64 % de la población estatal, aumentando demográficamente 2, 049 habitantes entre los años 2010 a 2015, resaltando así una tasa de crecimiento media anual de 0.93 personas por cada 100 habitantes.<sup>[30]</sup>

La composición por género municipal nos indica que el 47.06 % de la población es masculina (18, 806 hombres) y el 52.94 % de la población es femenina (21, 153 mujeres). Se distribuyen por edades como se muestra en la **Gráfica 1**, donde se aprecia que el rango de edad para el año 2015, los que sobresalen son las personas menores de 14 años, esto conlleva a considerarse al municipio con una población joven mayoritariamente.

<sup>[30]</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016). Metodología de indicadores de la serie histórica censal

Gráfica 1. Pirámide de edad por grupos quinquenales del municipio, 2015



Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2015.

## 1.5.1.2 Proyección de la población al 2010-2030

El Consejo Nacional de Población elaboró una proyección de población con la finalidad de planificar estratégicamente los diferentes sectores dentro de una población, cuyo comportamiento se espera sea lo más similar a la realidad. Así pues, en conjunto con los censos realizados y los indicadores de una población se elaboran planes de acción a futuro según sea el comportamiento previsto en dicha proyección. A continuación, la **Tabla 4** muestra el comportamiento futuro esperado para los años 2010, 2015, 2020 y 2030; los indicadores considerados para esta estimación son: tasa de mortalidad, tasa de natalidad y migración.

La información disponible para el año 2015 de acuerdo con la Encuesta Intercensal (INEGI), confirma que la población total del municipio de Xiutetelco para ese periodo contaba con 39,959 habitantes, mientras que en la proyección realizada por la CONAPO se preveía que, para el mismo año, existiera una población de 40,688 habitantes, así mismo tendría un incremento de población de 8,826 personas en 20 años en el periodo 2010 – 2030.

**Tabla 4.** Proyección de la Población del municipio de Xiutetelco

Grupos de Edad	AMBOS SEXOS				Grupos de Edad	HOMBRES				Grupos de Edad	MUJERES			
	2010	2015	2020	2030		2010	2015	2020	2030		2010	2015	2020	2030
0-14	14 601	13 903	13 226	12 685	0-14	7 388	7 036	6 723	6 497	0-14	7 213	6 867	6 503	6 187
15-29	10 951	11 667	12 410	12 480	15-29	5 210	5 615	6 057	6 168	15-29	5 741	6 052	6 353	6 312
30-44	6 972	8 018	8 795	10 095	30-44	3 278	3 670	3 952	4 614	30-44	3 694	4 348	4 842	5 481
45-64	4 289	5 151	6 284	8 884	45-64	2 017	2 400	2 897	3 950	45-64	2 272	2 751	3 387	4 933
65+	1 714	1 948	2 267	3 210	65+	777	875	1 006	1 396	65+	937	1 073	1 260	1 815
<b>Total</b>	<b>38 528</b>	<b>40 688</b>	<b>42 980</b>	<b>47 354</b>	<b>Total</b>	<b>18 671</b>	<b>19 597</b>	<b>20 635</b>	<b>22 626</b>	<b>Total</b>	<b>19 857</b>	<b>21 091</b>	<b>22 346</b>	<b>24 728</b>

Fuente: Elaboración propia con base en el Consejo Nacional de Población (CONAPO). Proyecciones de la población de los municipios en México, 2010-2030.

### 1.5.1.3 Distribución de la población

La mayoría de la población total municipal de Xiutetelco se encuentra distribuida en la cabecera municipal con 8,251 habitantes que corresponden al 21.76 % del total municipal (Censo de Población y Vivienda 2010). Mientras que la que ocupa el segundo lugar de acuerdo con su población total es la localidad de Xaltipan con 4,911 habitantes, y por último se encuentra la localidad de San Francisco, con un total de 3,054 personas, el resto de las localidades y su porcentaje se muestra en la **Tabla 5**.

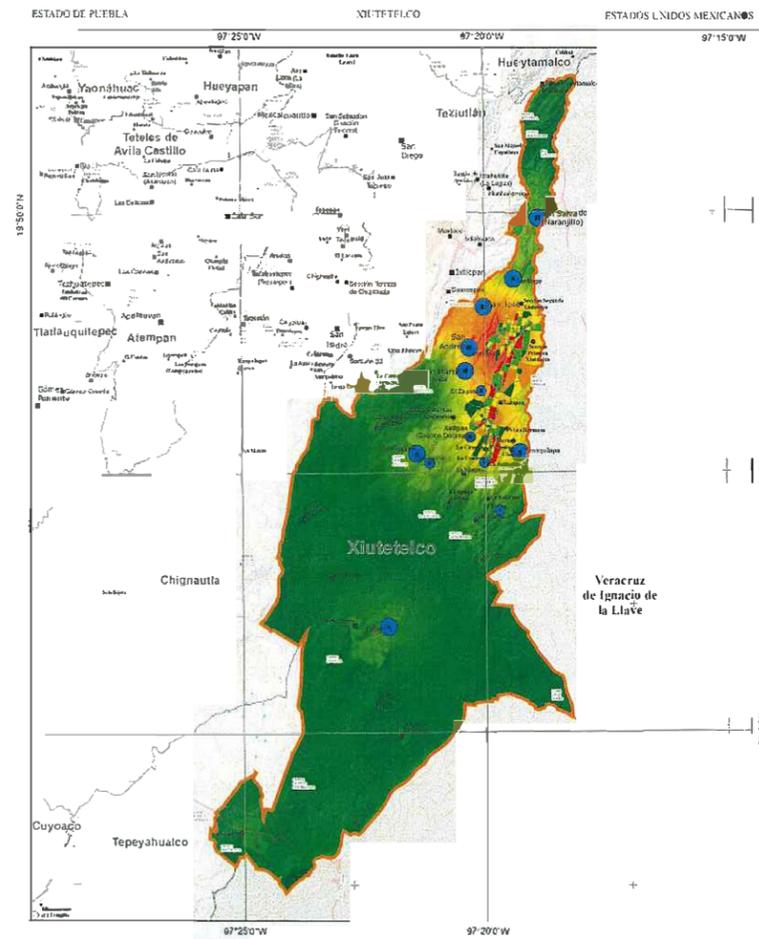
**Tabla 5.** Distribución de la población del municipio de Xiutetelco

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN	PORCENTAJE (%)
0001	San Juan Xiutetelco	8 251	21.76
0002	Alto Lucero	256	0.68
0003	Atecax	1 433	3.78
0004	Las Chapas	285	0.75
0005	Barrio Chiquito	282	0.74
0006	Maxtaloya	244	0.64
0007	San Andrés Coyotitlán	292	0.77
0008	San Andrés	2 299	6.06
0009	San Francisco	3 054	8.06
0010	San Isidro	1 048	2.76
0011	San José	1 969	5.19
0012	San Salvador (Naranjillo)	2 371	6.25
0013	Santiago	1 460	3.85
0014	Tomaquilapa	1 240	3.27
0016	Xaltipan	4 911	12.95
0017	San Antonio	1 490	3.93
0018	El Aguaje Atoluca	328	0.87
0021	Cañada de Cozcuyucan	70	0.18
0023	Loma Bonita	220	0.58
0024	La Palma	456	1.20

(Continuación) **Tabla 5.** Distribución de la población del municipio de Xiutetelco

0025	La Reforma	248	0.65
0026	Ejido San José	49	0.13
0027	San Martín	1 568	4.14
0028	Tilca (San José)	38	0.10
0029	Vista Hermosa	201	0.53
0030	El Zapote	560	1.48
0036	La Ventana	150	0.40
0037	La Cantera	454	1.20
0038	La Posta	281	0.74
0039	El Milagro	196	0.52
0041	Chalma	170	0.45
0042	Linda Vista (Los Apolinarés)	127	0.34
0043	Xaltipan	123	0.32
0046	La Ciénega	135	0.36
0047	Sección Primera Xiutetelco	42	0.11
0048	Sección Segunda Xiutetelco	408	1.08
0049	Rancho Nuevo	149	0.39
0050	El Progreso	190	0.50
0051	Xaltipan (Sección Décima)	739	1.95
0052	La Hacienda	123	0.32
<b>TOTAL</b>		<b>37 910</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.



Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco

Figura 15. Mapa de Distribución de la Población

### 1.5.1.4 Densidad de la población

La densidad de la población es una medida de distribución poblacional equivalente al número de habitantes de una zona dividido entre el área de la misma zona que habitan. Indica, por lo tanto, el número de personas en cada unidad de superficie, y normalmente se expresa en kilómetro cuadrado.

En el municipio de Xiutetelco habitaban 39, 959 personas de acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI), si dividimos el número de habitantes con el área del municipio (145.89 km<sup>2</sup>), tenemos como resultado una densidad poblacional de 273.89 habitantes por kilómetro cuadrado (273.89 hab/km<sup>2</sup>). Para el año 2010, el municipio contaba con 37, 910 habitantes (Censo de Población y Vivienda 2010), si dividimos el total de habitantes de dicho año sobre el área actual municipal (145.89 km<sup>2</sup>), se podría decir que en el año 2010 el municipio contaba con una densidad poblacional de 259.85 habitantes por kilómetro cuadrado (259.85 hab/km<sup>2</sup>), con dichos datos se puede deducir que la densidad poblacional del municipio aumentó 14.04 habitantes por kilómetro cuadrado (14.04 hab/km<sup>2</sup>) en el periodo 2010 a 2015 (ver en **Anexos Mapa de Densidad de la Población por Manzana de la Cabecera Municipal**).

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

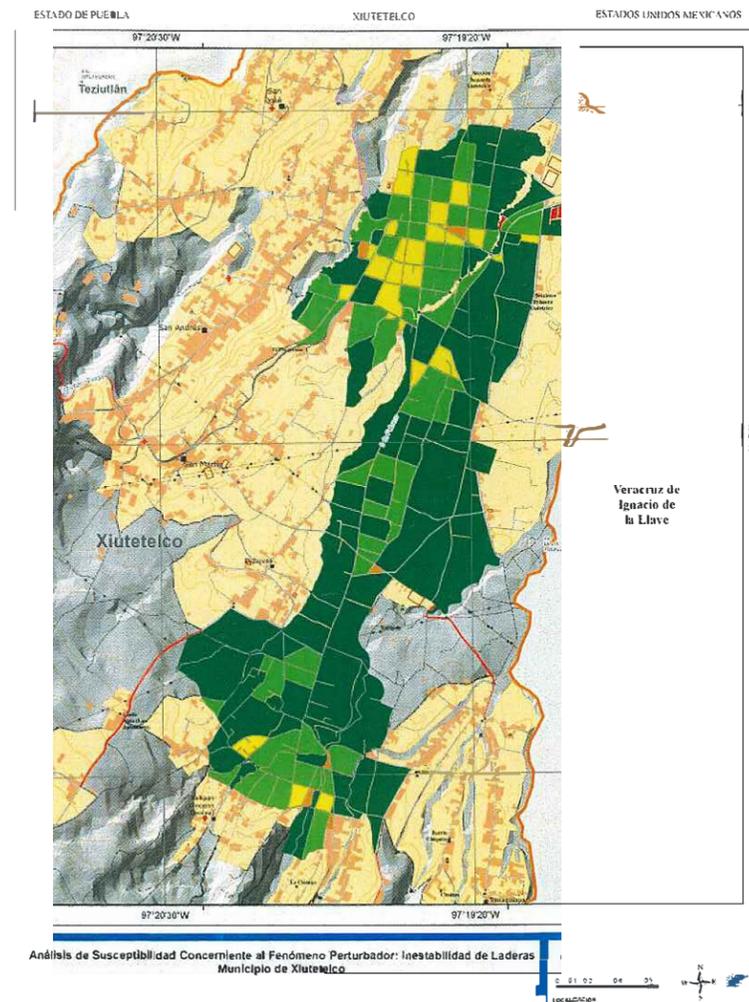


Figura 16. Mapa de Densidad de la Población por Manzana de la Cabecera Municipal

## 1.5.2 Características sociales

### 1.5.2.1 Educación

La educación es un factor de suma importancia para el desarrollo de una población, por lo que, en este apartado se abordan los temas correspondientes en lo que a educación respecta.

El grado de escolaridad promedio alcanzado por personas mayores de 15 años tuvo un aumento, al pasar de 5.5 años a 6.17 años entre 2010 y 2015 respectivamente. Es importante remarcar la diferencia existente entre estos dos periodos de tiempo, en los cuales hubo un incremento para el año 2015 de aproximadamente 0.67 años más que en el año 2010. Con respecto al estado, el municipio se encontró 2.32 años por abajo del promedio que fue de 8.49 años (Encuesta Intercensal 2015).

Aquella parte de la población que no sabe leer ni escribir se puede observar reflejada en múltiples factores educativos y también de pobreza, puesto que son diversas razones que hacen que un individuo no asista a la escuela. Ahora bien, el analfabetismo para el año 2010 en el municipio de Xiutetelco fue de 1,770 individuos, que equivalen al 4.66 % de la población total municipal. Cabe resaltar que la localidad que mayor incidencia tiene sobre este tema es la localidad de Xaltipan concentrando una población total analfabeta de 323 habitantes, seguido de la localidad de la cabecera municipal con 138 habitantes, en la **Tabla 6** se muestra el número de habitantes de cada localidad y las personas analfabetas que existen. Para el año 2015 con base en los tabulados de educación de la Encuesta Intercensal este indicador aumentó su población analfabeta, quedando en 4,032 personas que no saben leer ni escribir.

Tabla 6. Localidades con analfabetismo en el municipio de Xiutetelco

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN	PERSONAS ANALFABETAS
0001	San Juan Xiutetelco	8 251	138
0002	Alto Lucero	256	12
0003	Atecax	1 433	158
0004	Las Chapas	285	32
0005	Barrio Chiquito	282	15
0006	Maxtaloya	244	12
0007	San Andrés Coyotitlán	292	30
0008	San Andrés	2 299	41
0009	San Francisco	3 054	97
0010	San Isidro	1 048	96
0011	San José	1 969	48
0012	San Salvador (Naranjillo)	2 371	93
0013	Santiago	1 460	40
0014	Tomaquilapa	1 240	76
0016	Xaltipan	4 911	323
0017	San Antonio	1 490	102
0018	El Aguaje Atoluca	328	34
0021	Cañada de Cozcuyucan	70	10
0023	Loma Bonita	220	13
0024	La Palma	456	48
0025	La Reforma	248	11
0026	Ejido San José	49	2
0027	San Martín	1 568	47
0028	Tilca (San José)	38	6
0029	Vista Hermosa	201	11
0035	El Zapote	560	33
0036	La Ventana	150	16
0037	La Cantera	454	44
0038	La Posta	281	17
0039	El Milagro	196	7
0041	Chalma	170	19
0042	Linda Vista (Los Apolinales)	127	11
0043	Xaltipan	123	5
0046	La Ciénega	135	11
0047	Sección Primera Xiutetelco	42	0
0048	Sección Segunda Xiutetelco	408	18
0049	Rancho Nuevo	149	9
0050	El Progreso	190	1
0051	Xaltipan (Sección Décima)	739	69
0052	La Hacienda	123	15
<b>Total</b>		<b>37 910</b>	<b>1 770</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

## 1.5.2.2 Asistencia escolar

La asistencia escolar es un indicador que refleja un comportamiento de interés dentro del análisis de la población, puesto que se relaciona directamente con situaciones de marginación, pobreza, analfabetismo, etc.

En el municipio de Xiutetelco solo el 32.33% de la población mayor a 3 años asiste a la escuela en alguno de los niveles educativos siendo así un total de 12,029 personas bajo esta condición, mientras que el 67.53% de la población equivalente a 25,128 individuos no asisten a la escuela, siendo más de la mitad de la población en esta condición.

**Tabla 7.** Población de 3 años y más que asiste a la escuela

GRUPOS DE EDAD	POBLACIÓN			CONDICIÓN DE ASISTENCIA ESCOLAR						
	Total	Hombres	Mujeres	ASISTE			NO ASISTE			NO ESPECIFICADO
				Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	
3 a 14 años	11 654	5 777	5 877	10 034	4 959	5 075	1 598	809	789	22
15 a 17 años	2 338	1 121	1 217	1 252	617	635	1 083	504	579	3
18 a 29 años	8 436	3 904	4 532	676	335	341	7 754	3 569	4 185	6
30 años y más	14 783	6 666	8 117	67	19	48	14 693	6 630	8 063	23

Fuente: Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2010.

### 1.5.2.3 Lengua indígena

A través de los años el idioma español ha sido adoptado como el idioma principal de los Estados Unidos Mexicanos, por lo que las lenguas indígenas que se hablaban en el pasado han perdido casi por completo su frecuencia de uso, siendo preservados únicamente por una parte mínima de la población de México.

Con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 dentro del municipio de Xiutetelco solamente se hablaban 6 lenguas específicas y una no especificada de las 72 lenguas indígenas del país con un total de 389 personas que hablan alguna lengua indígena, siendo el Náhuatl la lengua más hablada por los habitantes, con un total de 318 pobladores, seguido de la no especificada con 50 habitantes, el resto de las lenguas indígenas y su número de pobladores se representan en la **Tabla 8**.<sup>[31]</sup> Para el año 2015, en la Encuesta Intercensal, se muestra una reducción de 47 habitantes, desconociendo las lenguas indígenas que tuvieron esta pérdida, quedando en un total de 342 pobladores. En la **Tabla 9**, se muestra la población total que habla alguna lengua indígena y no habla español, así como cada indicador que se describe con el total de hombres y mujeres durante el año 2010.

[31] Lengua Indígena, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). (2010)

**Tabla 8.** Lenguas indígenas más habladas en Xiutetelco

LENGUA INDÍGENA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Náhuatl	318	159	159
Lengua Indígena No Especificada	50	31	19
Totonaca	6	2	4
Zapoteco	5	3	2
Mixteco	5	3	2
Chinanteco	2	1	1
Chol	1	0	1

Fuente: Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), 2010.

**Tabla 9.** Población de habla indígena

INDICADOR	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Población que habla alguna lengua indígena	389	200	189
Población que habla lengua indígena y habla español	324	163	161
Población que habla lengua indígena y no habla español	0	0	0
Población que no especifica si habla lengua indígena	65	37	28

Fuente: Elaboración propia con base en la información del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

## 1.5.2.4 Salud

El sector salud desempeña un papel de suma importancia en el bienestar de una población, por lo que el presente apartado analiza las características principales del municipio de Xiutetelco en lo que a salud respecta.

Gracias a la Encuesta Intercensal 2015 realizada por el INEGI, se sabe que en el año 2015 el 81.77 % de la población total municipal era derechohabiente de algún tipo de servicio de salud, es decir 32,675 habitantes, por lo que el 17.99 % de la población restante no contaba con afiliación a ninguna institución de servicio de salud. Dentro de la población con derechohabencia de algún servicio de salud, la institución con más derechohabientes fue el Seguro Popular, abarcando el 90.83 % que correspondieron a 29,679 habitantes, seguido del IMSS, con 2,197 derechohabientes, además del ISSSTE o ISSSTE estatal cuya cobertura alcanzó el 1.42 % de la población (463 habitantes), Pemex, Defensa o Marina cuenta con 9 pobladores afiliados al servicio de salud, mientras que 186 pobladores se encuentran afiliados a otra institución diferente a las anteriormente mencionadas y 824 se encuentran afiliados a alguna institución privada, cabe mencionar que 94 habitantes, no especifican su condición de afiliación a servicios.<sup>[32]</sup> Para este mismo periodo se contaba con una tasa de mortalidad del 3.15 personas por cada mil habitantes, no contando la tasa de mortalidad infantil.<sup>[33]</sup>

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, el porcentaje de la población que presentó dificultades para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana fue del 2.95 %, lo que correspondió a 1,119 habitantes. Respecto a la población se tiene que la de mayor limitación es la de caminar o moverse la cual tiene un total de 493 personas, en la **Tabla 10** se muestran las localidades y el total de personas con limitaciones.

[32] Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2015). Tabulados de la Encuesta Intercensal, Salud

[33] Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla [CEIGEP]. Recuperado en julio de 2018, de [http://ceigep.puebla.gob.mx/components/fich\\_mun.php?id=21199](http://ceigep.puebla.gob.mx/components/fich_mun.php?id=21199)

Tabla 10. Limitación en la actividad

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN CON LIMITACIÓN EN LA ACTIVIDAD	POBLACIÓN CON LIMITACIÓN						
				CAMINAR O MOVERSE	VISUAL	VERBAL	AUDITIVA	ATENDER EL CUIDADO PERSONAL	PONER ATENCIÓN O APRENDER	MENTAL
0001	San Juan Xixtla de Madero	8 251	231	105	65	36	25	6	10	24
0002	Alto Lucero	256	6	1	1	2	4	0	0	0
0003	Atecax	1 433	16	12	1	4	3	0	0	0
0004	Las Chapas	285	8	2	1	1	2	1	1	0
0005	Barrio Chiquito	282	16	8	4	0	0	0	5	0
0006	Maxtaloja	244	2	1	1	0	1	0	0	0
0007	San Andrés Coyotitlán	292	19	16	0	2	0	1	1	2
0008	San Andrés	2 299	83	13	15	13	2	3	4	41
0009	San Francisco	3 054	83	39	20	18	13	8	11	11
0010	San Isidro	1 048	27	14	2	3	8	1	2	4
0011	San José	1 969	93	30	13	14	5	14	5	38
0012	San Salvador (Naranjillo)	2 371	40	16	2	7	5	0	6	5
0013	Santiago	1 460	28	8	8	5	3	3	3	3
0014	Tomaquilapa	1 240	75	35	13	9	7	3	9	10
0016	Xaltipan	4 911	156	78	44	21	27	9	8	15
0017	San Antonio	1 490	41	20	8	8	2	0	0	7
0018	El Aguaje Atoluca	328	12	5	3	2	4	0	0	1
0021	Cañada de Cozcuyucan	70	0	0	0	0	0	0	0	0
0023	Loma Bonita	220	9	3	2	2	2	0	0	0
0024	La Palma	456	7	6	1	0	0	0	0	0

(Continuación) Tabla 10. Limitación en la actividad

0025	La Reforma	248	6	1	0	0	2	0	1	2
0026	Ejido San José	49	0	0	0	0	0	0	0	0
0027	San Martín	1 568	25	16	1	4	1	2	4	5
0028	Tilca (San José)	38	0	0	0	0	0	0	0	0
0029	Vista Hermosa	201	11	2	0	6	0	0	0	4
0035	El Zapote	560	22	12	4	4	4	1	6	1
0036	La Ventana	150	6	1	3	1	1	0	0	0
0037	La Cantera	454	7	1	0	1	0	0	1	4
0038	La Posta	281	10	4	3	1	4	0	0	0
0039	El Milagro	196	7	0	1	2	0	0	2	2
0041	Chalma	170	4	4	0	1	0	0	0	0
0042	Linda Vista (Los Apolinarés)	127	1	1	0	0	0	0	0	0
0043	Xaltipan	123	6	5	0	1	1	0	0	0
0046	La Ciénega	135	7	4	1	1	1	1	0	1
0047	Sección Primera Xiutetelco	42	0	0	0	0	0	0	0	0
0048	Sección Segunda Xiutetelco	408	14	7	2	4	1	1	0	1
0049	Rancho Nuevo	149	4	1	1	2	1	0	0	1
0050	El Progreso	190	5	3	0	0	0	0	1	1
0051	Xaltipan (Sección Décima)	739	30	19	6	7	1	2	2	6
0052	La Hacienda	123	2	0	0	1	1	1	0	0
<b>Total</b>		<b>37 910</b>	<b>1119</b>	<b>493</b>	<b>226</b>	<b>183</b>	<b>131</b>	<b>57</b>	<b>82</b>	<b>189</b>

Fuente: Elaboración propia con base en la información del Instituto Nacional para el Federalismo Municipal (INAFED), 2010

## 1.5.2.5 Pobreza

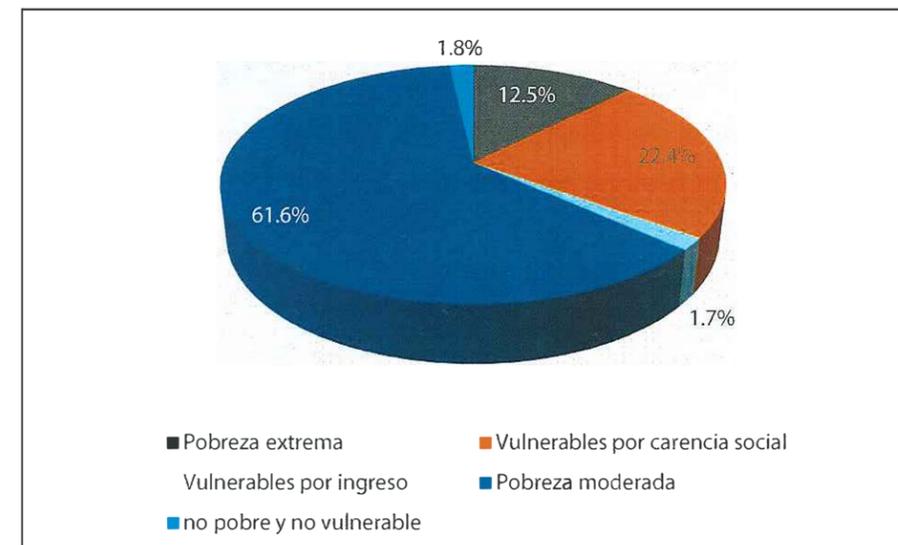
Con base en el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), 2010, se sabe que el porcentaje de población que se encontraba en condiciones de pobreza era del 81.4%, de los cuales el 34.6% presentaban pobreza extrema y el 16.2% se encontraban en pobreza moderada (**Tabla 11**). Para el año 2015 su situación de pobreza municipal disminuyó llegando a 74.1% de personas en situación de pobreza, mostrando algunos indicadores de pobreza y sus respectivos porcentajes para el año 2015 (**Gráfica 2**).

**Tabla 11. Medición de la pobreza municipal**

MEDICIÓN DE LA POBREZA	2010	2015
	PORCENTAJE	PORCENTAJE
Pobreza extrema	34.6	12.5
Pobreza moderada	16.2	22.4
No pobre y no vulnerable	1.4	1.7
Vulnerable por ingreso	46.9	61.6
Vulnerable por carencia social	1.0	1.8

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH y la Encuesta Intercensal 2015.

**Gráfica 2. Pobreza en la población municipal del año 2015**



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a estimaciones del CONEVAL con base en el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH y la Encuesta Intercensal 2015.

## 1.5.2.6 Hacinamiento

El hacinamiento es un indicador que muestra la cantidad de individuos por habitación. Con base en el Censo de Población y Vivienda 2010, el municipio de Xiutetelco presentó un hacinamiento de 1.55, la localidad con el promedio más alto fue la de Ejido San José con un promedio de 2.58 ocupantes en viviendas particulares habitadas mostrándose en la **Tabla 12**, el resto de las localidades y su promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas son menores de 2.5.

**Tabla 12. Hacinamiento**

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	PROMEDIO DE OCUPANTES EN VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	PROMEDIO DE OCUPANTES POR CUARTO EN VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
0001	San Juan Xiutetelco	8 251	1 878	4.40	1.35
0002	Álto Luceró	256	54	4.74	1.34
0003	Atecax	1 433	269	5.33	1.71
0004	Las Chapas	285	50	5.70	2.08
0005	Barrio Chiquito	282	67	4.21	1.24
0006	Maxtaloya	244	52	4.69	1.67
0007	San Andrés Coyotitlán	292	54	5.41	1.86
0008	San Andrés	2 299	490	4.69	1.64
0009	San Francisco	3 054	644	4.74	1.42
0010	San Isidro	1 048	175	5.99	2.14
0011	San José	1 969	421	4.68	1.43
0012	San Salvador (Naranjillo)	2 371	444	5.34	1.81
0013	Santiago	1 460	281	5.20	1.69
0014	Tomaquilapa	1 240	271	4.58	1.43
0016	Xaltipan	4 911	1 037	4.74	1.60
0017	San Antonio	1 490	253	5.89	2.08
0018	El Aguaje Atoluca	328	56	5.86	1.87
0021	Cañada de Cozcuyucan	70	13	5.38	2.06
0023	Loma Bonita	220	42	5.24	1.80
0024	La Palma	456	91	5.01	1.55

(Continuación) **Tabla 12.** Hacinamiento

0025	La Reforma	248	51	4.86	1.75
0026	Ejido San José	49	7	7	2.58
0027	San Martín	1 568	350	4.48	1.53
0028	Tilca (San José)	38	7	5.43	2
0029	Vista Hermosa	201	43	4.67	1.22
0035	El Zapote	560	112	5	1.65
0036	La Ventana	150	33	4.55	1.85
0037	La Cantera	454	98	4.63	1.84
0038	La Posta	281	67	4.19	1.36
0039	El Milagro	196	39	5.03	1.62
0041	Chalma	170	33	5.15	1.81
0042	Linda Vista (Los Apolinales)	127	27	4.70	1.76
0043	Xaltipan	123	33	3.73	1.07
0046	La Ciénega	135	28	4.82	1.65
0047	Sección Primera Xiutetelco	42	12	3.50	0.88
0048	Sección Segunda Xiutetelco	408	92	4.43	1.76
0049	Rancho Nuevo	149	23	6.48	2.40
0050	El Progreso	190	41	4.63	1.34
0051	Xaltipan (Sección Décima)	739	152	4.87	1.68
0052	La Hacienda	123	25	4.92	2.08
<b>TOTAL</b>		<b>37 910</b>	<b>7 915</b>	<b>4.79</b>	<b>1.55</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

El grado de marginación social mide el impacto global de las carencias que presentan los habitantes del municipio como resultado de la falta de acceso a la educación, servicios básicos, viviendas e ingresos. El municipio de Xiutetelco presentó un grado de marginación Alto, <sup>[34]</sup> mostrando a la cabecera municipal con un grado de marginación Medio, mientras que en las demás localidades varía su grado de marginación, teniendo grado de marginación Muy Alto y Alto, en la **Tabla 13** se muestra el grado de marginación de todas las localidades.

[34] Catálogo de Localidades, Resumen municipal, Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), (2010)

**Tabla 13. Marginación en la población por localidad**

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN	GRADO DE MARGINACIÓN
0001	San Juan Xiutetelco	8 251	Medio
0002	Alto Lucero	256	Alto
0003	Atecax	1 433	Muy alto
0004	Las Chapas	285	Muy alto
0005	Barrio Chiquito	282	Alto
0006	Maxtaloya	244	Alto
0007	San Andrés Coyotitlán	292	Alto
0008	San Andrés	2 299	Alto
0009	San Francisco	3 054	Alto
0010	San Isidro	1 048	Alto
0011	San José	1 969	Alto
0012	San Salvador (Naranjillo)	2 371	Alto
0013	Santiago	1 460	Alto
0014	Tomaquilapa	1 240	Alto

0016	Xaltipan	4 911	Alto
0017	San Antonio	1 490	Alto
0018	El Aguaje Atoluca	328	Muy alto
0021	Cañada de Cozcuyucan	70	Muy alto
0023	Loma Bonita	220	Alto
0024	La Palma	456	Alto
0025	La Reforma	248	Alto
0026	Ejido San José	49	Alto
0027	San Martín	1 568	Alto
0028	Tilca (San José)	38	Muy alto
0029	Vista Hermosa	201	Alto
0035	El Zapote	560	Alto
0036	La Ventana	150	Alto
0037	La Cantera	454	Alto
0038	La Posta	281	Alto
0039	El Milagro	196	Alto
0041	Chalma	170	Alto
0042	Linda Vista (Los Apolinales)	127	Alto
0043	Xaltipan	123	Alto
0046	La Ciénega	135	Alto
0047	Sección Primera Xiutetelco	42	Bajo
0048	Sección Segunda Xiutetelco	408	Alto
0049	Rancho Nuevo	149	Muy alto
0050	El Progreso	190	Alto
0051	Xaltipan (Sección Décima)	739	Alto
0052	La Hacienda	123	Alto

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del Catálogo de localidades de la Secretaría de Desarrollo Social, 2010.

## 1.5.3 Características de la vivienda

Las características de una vivienda hablan mucho sobre el grado de necesidad en el que se encuentra una población, ya que evaluando que tipo de materiales son principalmente utilizados en las construcciones y los servicios con los que cuentan, se puede estimar las carencias que sufre la población. Este apartado presenta múltiples características de vivienda tal como tipo de piso con el que cuentan, tipo de techo, tipo de pared, así como también qué tanto cubren los servicios básicos las viviendas de la población.

### 1.5.3.1 Pisos de tierra

Para el año 2010 en el municipio de Xiutetelco se registraron 7,915 viviendas particulares habitadas de las cuales, solo 1,193 contaban con piso de tierra, lo que representó el 15.07 % del total de las viviendas en ese año. El mayor número de viviendas con pisos de tierra corresponden a la cabecera municipal San Juan Xiutetelco, en la **Tabla 14**, se muestra el número de viviendas particulares con piso de tierra de todas las localidades.



**Tabla 14. Viviendas particulares habitadas en el municipio de Xiutetelco con piso de tierra**

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS CON PISO DE TIERRA
0001	San Juan Xiutetelco	8 251	1 878	137
0002	Alto Lucero	256	54	6
0003	Atecax	1 433	269	87
0004	Las Chapas	285	50	15
0005	Barrio Chiquito	282	67	5
0006	Maxtaloya	244	52	11
0007	San Andrés Coyotitlán	292	54	17
0008	San Andrés	2 299	490	86
0009	San Francisco	3 054	644	59
0010	San Isidro	1 048	175	43
0011	San José	1 969	421	75
0012	San Salvador (Naranjillo)	2 371	444	94
0013	Santiago	1 460	281	64
0014	Tomaquilapa	1 240	271	25
0016	Xaltipan	4 911	1 037	118
0017	San Antonio	1 490	253	95
0018	El Aguaje Atoluca	328	56	21
0021	Cañada de Cozcuyucan	70	13	7
0023	Loma Bonita	220	42	13
0024	La Palma	456	91	6
0025	La Reforma	248	51	6
0026	Ejido San José	49	7	1
0027	San Martín	1 568	350	40
0028	Tilca (San José)	38	7	7
0029	Vista Hermosa	201	43	5
0035	El Zapote	560	112	16
0036	La Ventana	150	33	13
0037	La Cantera	454	98	9
0038	La Posta	281	67	14
0039	El Milagro	196	39	4
0041	Chalma	170	33	7
0042	Linda Vista (Los Apolinales)	127	27	4
0043	Xaltipan	123	33	2
0046	La Ciénega	135	28	6
0047	Sección Primera Xiutetelco	42	12	0
0048	Sección Segunda Xiutetelco	408	92	19
0049	Rancho Nuevo	149	23	10
0050	El Progreso	190	41	5
0051	Xaltipan (Sección Décima)	739	152	38
0052	La Hacienda	123	25	3
<b>TOTAL</b>		<b>37 910</b>	<b>7 915</b>	<b>1 193</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos del Censo de población y vivienda. 2010, INEGI.



### 1.5.3.2 Tipología de vivienda

Las características predominantes en cuanto a los materiales de las viviendas que presentó el municipio de Xiutetelco, de acuerdo con información obtenida del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) 2010, se sabe que de 7,915 viviendas particulares habitadas en el municipio, 5,714 viviendas tenían piso de cemento o piso firme, el material predominante en sus techos fue de losa de concreto o viguetas con bovedilla con un total de 3,096 viviendas y los materiales de construcción predominantes en cuanto a sus paredes fueron de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto con un total de 6,092 viviendas. La tipología de las viviendas se puede observar en la siguiente tabla (Tabla 15).

**Tabla 15.** Características de los materiales de construcción de las viviendas particulares habitadas

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN - PISO	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
Piso de tierra	1 193
Piso de cemento o firme	5 714
Piso de madera, mosaico u otro material	970
Piso de material no especificado	31
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN - TECHO	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
Techo de material de desecho o lámina de cartón	2 827
Techo de lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil	1 676
Techo de teja o terrado con vigería	71
Techo de losa de concreto o viguetas con bovedilla	3 096
Techo de material no especificado	4
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN - PARED	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
Pared de material de desecho o lámina de cartón	4
Pared de barro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma	4
Pared de madera o adobe	1 552
Pared de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto	6 092
Pared de material no especificado	23

Fuente: Elaboración propia con base en la información del INAFED, 2010.



### 1.5.3.3 Servicios

La cobertura de servicios en las viviendas particulares habitadas de una población indica en gran parte el grado de carencias que sufre dicha población, por ello, a continuación se expone la cobertura de servicios por localidad dentro del municipio de Xiutetelco, donde, el servicio que más viviendas abarcó en el municipio es el servicio eléctrico, cubriendo el 97.41 % del total de viviendas particulares habitadas, mientras que el servicio de agua entubada cubrió el 90.60 % del total de viviendas en el municipio, así también, el servicio de drenaje registró el 84.57 % del total de viviendas particulares habitadas en el municipio de Xiutetelco. En lo que respecta, el municipio tiene una cobertura buena de servicios, en la **Tabla 16**, se muestra el número de viviendas con los servicios en cada una de las localidades.

**Tabla 16.** Cobertura de servicios básicos en viviendas

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	VIVIENDAS CON SERVICIOS DE ELECTRICIDAD	VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA ENTUBADA	VIVIENDAS CON SERVICIO DE DRENAJE
0001	San Juan Xiutetelco	8 251	1 878	1 853	1 865	1 743
0002	Alto Lucero	256	54	53	51	53
0003	Atecax	1 433	269	252	97	259
0004	Las Chapas	285	50	46	23	0
0005	Barrio Chiquito	282	67	67	63	66
0006	Maxtaloya	244	52	44	43	3
0007	San Andrés Coyotitlán	292	54	53	0	49
0008	San Andrés	2 299	490	478	477	354
0009	San Francisco	3 054	644	632	625	550
0010	San Isidro	1 048	175	172	131	146
0011	San José	1 969	421	401	408	351
0012	San Salvador (Naranjillo)	2 371	444	432	421	295
0013	Santiago	1 460	281	274	269	239
0014	Tomaquilapa	1 240	271	268	258	264
0016	Xaltipan	4 911	1 037	1 014	952	925
0017	San Antonio	1 490	253	240	196	209
0018	El Aguaje Atoluca	328	56	54	34	35
0021	Cañada de Cozcuyucan	70	13	13	0	0
0023	Loma Bonita	220	42	40	23	30
0024	La Palma	456	91	89	81	91

(Continuación) **Tabla 16.** Cobertura de servicios básicos en las viviendas

0025	La Reforma	248	51	50	44	38
0026	Ejido San José	49	7	7	0	0
0027	San Martín	1 568	350	341	344	311
0028	Tilca (San José)	38	7	7	0	3
0029	Vista Hermosa	201	43	43	41	41
0035	El Zapote	560	112	107	106	79
0036	La Ventana	150	33	33	30	8
0037	La Cantera	454	98	98	95	92
0038	La Posta	281	67	65	61	66
0039	El Milagro	196	39	39	13	30
0041	Chalma	170	33	32	32	24
0042	Linda Vista (Los Apolinales)	127	27	23	24	19
0043	Xaltipan	123	33	33	32	32
0046	La Ciénega	135	28	27	28	19
0047	Sección Primera Xiutetelco	42	12	12	12	12
0048	Sección Segunda Xiutetelco	408	92	84	89	72
0049	Rancho Nuevo	149	23	22	4	7
0050	El Progreso	190	41	41	40	36
0051	Xaltipan (Sección Décima)	739	152	147	146	124
0052	La Hacienda	123	25	24	13	19
<b>TOTAL</b>		<b>37 910</b>	<b>7 915</b>	<b>7 710</b>	<b>7 171</b>	<b>6 694</b>

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



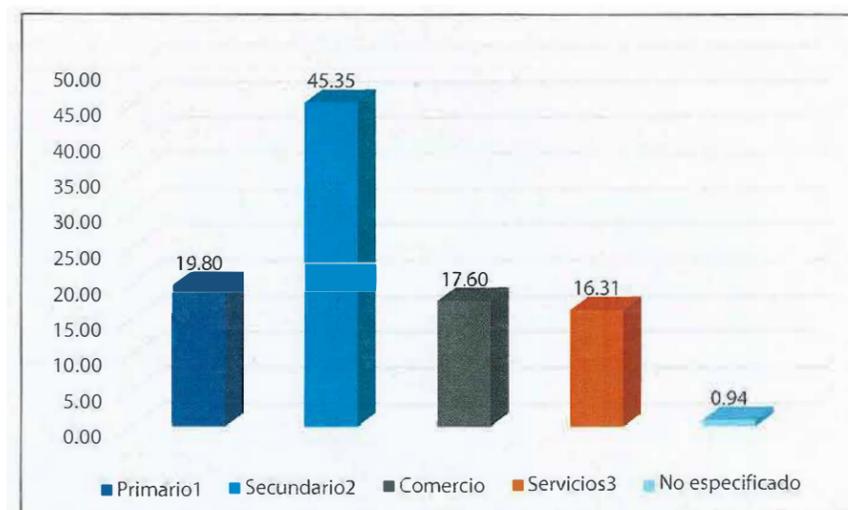
## 1.5.4 Empleo e ingresos

La economía del municipio de Xiutetelco de acuerdo con los datos de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI, en cuanto a la condición de actividades económicas se sustentaba en el sector secundario en el cual el 45.35% de la población se dedicaba a la minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción (**Gráfica 3**).

La población de 12 años y más económicamente activa ocupada en el municipio de Xiutetelco fue de 13,540 individuos para el año 2015. Mientras que la población de 12 años y más económicamente activa desocupada fue del 66.12%. Con base en estos datos se realizó una gráfica que muestra el nivel de recurrencia de los diferentes sectores económicos.

Esto implica que la población económicamente activa disminuyó al pasar de 13,696 personas en el año 2010 a 13,540 personas en el año 2015. De la población municipal, el 66.12% de los habitantes fueron considerados como parte de la población económicamente inactiva, en este sector entraron las personas de 12 años y más, pensionadas y jubiladas, estudiantes, personas dedicadas a los quehaceres del hogar, personas con alguna limitación física o mental permanente que les impidió trabajar.

**Gráfica 3. Sectores económicos**



Fuente: Elaboración propia con base en información de Secretaría de Desarrollo Social, 2010.

## 1.5.5 Equipamiento e infraestructura

Como parte de la estructura urbana, el municipio de Xiutetelco cuenta con obras que hacen posible el funcionamiento de éste, como medios de comunicación (línea de comunicación telefónica en operación), servicios públicos básicos como agua, energía eléctrica y drenaje.

### 1.5.5.1 Equipamiento

En el sector educativo el municipio contó con 4 niveles de educación: inicial, básica, medio y media superior, con base al Censo de Población y Vivienda 2010 y considerando solo la cabecera municipal, De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2017, existen 9 escuelas en la cabecera municipal de Xiutetelco (Tabla 17) (Figura 17).

**Tabla 17.** Centros educativos por nivel del municipio de Xiutetelco

CLAVE	LOCALIDAD	NIVEL	NOMBRE
0001	San Juan Xiutetelco	Preescolar	José María Morelos y Pavón
0001	San Juan Xiutetelco	Preescolar	Yolopili
0001	San Juan Xiutetelco	Preescolar	Xóchitl
0001	San Juan Xiutetelco	Preescolar	Xiutetelco
0001	San Juan Xiutetelco	Primaria	Patria
0001	San Juan Xiutetelco	Primaria	Vicente Lombardo Toledano
0001	San Juan Xiutetelco	Primaria	Xiutetelco
0001	San Juan Xiutetelco	Secundaria	José Gálvez Arrieta
0001	San Juan Xiutetelco	Bachillerato	Cuitláhuac

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2017.



En asistencia social, el DENUE 2017, indicó que la cabecera municipal de Xiutetelco cuenta con el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) a cargo del gobierno estatal y de escuelas para la cultura y desarrollo del municipio, así como para la capacitación para el trabajo, como lo indica la siguiente tabla.

**Tabla 18. Asistencia social**

CLAVE	LOCALIDAD	NOMBRE
0001	San Juan Xiutetelco	DIF Municipal Xiutetelco
0001	San Juan Xiutetelco	Escuela Educación a Distancia
0001	San Juan Xiutetelco	Centro Interamericano Capacitación para el Trabajo
0001	San Juan Xiutetelco	Enseñanza de Cultura y Lengua Náhuatl, Capulli Amexalli
0001	San Juan Xiutetelco	CECADE Centro de Capacitación y Desarrollo

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2017.

Encuanto a la administración pública se refiere, el municipio cuenta con el organismo público (presidencia municipal) donde se agrupan los equipamientos destinados en relación con las actividades de carácter administrativo de gestión del municipio, los destinados a su mantenimiento y los medios necesarios para la satisfacción de los intereses generales de la población, esta se encuentra dentro de la cabecera municipal y el auditorio municipal Niños Héroes de la cabecera municipal.



### 1.5.5.2 Equipamiento

En lo referente a la estructura vial, el municipio de Xiutetelco cuenta con una vialidad estatal como: la carretera estatal Teziutlán- Perote, así como carreteras municipales, que atraviesan el municipio para poder conectarse con los estados y municipios colindantes. Esto de acuerdo con la Red Vial del INEGI, 2015 (ver en Anexos Mapa de Equipamiento e Infraestructura).

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

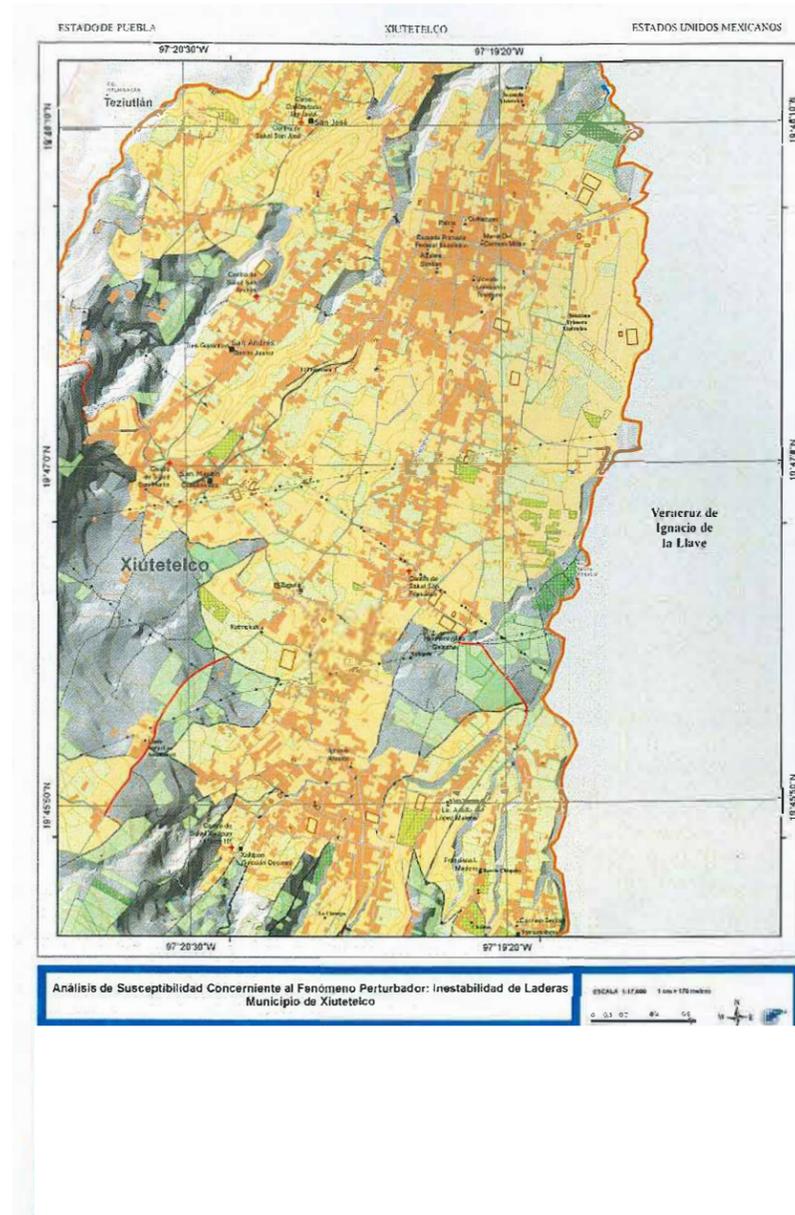
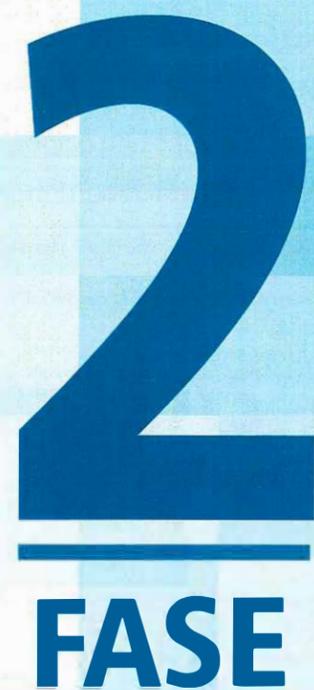


Figura 17. Mapa de Equipamiento e Infraestructura





# 2 FASE

**IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y  
PELIGROS, ANTE FENOMENOS  
PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL**

El presente apartado dará a conocer el análisis que se llevó a cabo de las amenazas de origen natural que fueron identificadas en el municipio de Xiutetelco, englobando las amenazas de tipo hidrometeorológico y geológico presentes, cabe destacar que el análisis se realizó con base en la información obtenida del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y otras fuentes de información en relación al tema; al mismo tiempo, se presentarán las herramientas metodológicas utilizadas para la elaboración de la capa final de susceptibilidad.

## 2.1 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS

Los fenómenos hidrometeorológicos y geológicos son de suma importancia debido a la amenaza que presentan por los daños que estos puedan ocasionar, en México, a través de los años, estos fenómenos han pasado de ser simples a convertirse en desastres naturales, esto se debe por la intensidad con que se presentan o por las condiciones del lugar en donde se manifiestan, siendo estas las adecuadas para potenciar sus características, así mismo es importante identificar el fenómeno que más afecta a una determinada zona; ahora bien, se debe considerar que se tiene mayor eficacia tomando en cuenta las medidas preventivas para mitigar las afectaciones que estos fenómenos puedan provocar.

Para reconocer los fenómenos manifiestos en este municipio se inició partiendo de la información publicada en los Términos de Referencia para la elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016 y en el Atlas Nacional de Riesgos proporcionado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Cada una de las amenazas que se mencionan en dichos Términos de Referencia, fueron analizadas en este apartado, con la finalidad de lograr la identificación de la amenaza que más afecta al municipio y, en consecuencia, se describieron aquellas que presentan un índice de susceptibilidad o peligro alto y muy alto, de igual forma dicha información presenta adjunto un registro de eventos históricos.



Indiferentemente si este es clasificado como un fenómeno perturbador hidrometeorológico o geológico, esto se realiza con el objetivo de conocer, enriquecer y decidir la información con la cual se trabajará para el municipio de Xiutetelco, por consiguiente, el fenómeno de mayor importancia para el municipio fue el de inestabilidad de laderas.

Espor ello que se enlista la clasificación de los fenómenos hidrometeorológicos y geológicos con base en la SEDATU.

**Tabla 19.** Clasificación de los fenómenos perturbadores de origen natural

TIPO	DESCRIPCIÓN	FENÓMENO PERTURBADOR
<b>HIDROMETEOROLÓGICOS</b>	Se genera por actividad dinámica y estática de la atmósfera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ondas cálidas y gélidas</li> <li>▪ Sequías</li> <li>▪ Heladas</li> <li>▪ Tormentas de granizo</li> <li>▪ Tormentas de nieve</li> <li>▪ Ciclones tropicales</li> <li>▪ Tornados</li> <li>▪ Tormentas polvo</li> <li>▪ Tormentas eléctricas</li> <li>▪ Lluvias extremas</li> <li>▪ Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.</li> </ul>
<b>GEOLÓGICOS</b>	Causados por la dinámica interna y superficial de las diferentes capas de la Tierra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulcanismo</li> <li>• Sismos</li> <li>• Tsunamis</li> <li>• Inestabilidad de laderas</li> <li>• Flujos</li> <li>• Caídos o derrumbes</li> <li>• Hundimientos</li> <li>• Subsistencia</li> <li>• Agrietamientos</li> </ul>

Fuente: Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU]. (2016). Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016. Fenómenos perturbadores, pág. 14.



## 2.1.1 Fenómenos hidrometeorológicos

México es escenario de un gran número de fenómenos naturales entre los que destacan los fenómenos hidrometeorológicos, la intensidad con la que ocurre este fenómeno puede ocasionar desastres cuyos efectos representan un peligro para la vida humana, la actividad productiva de las regiones y además se convierten en una prueba para la organización social y los instrumentos gubernamentales en materia de protección contra desastres de origen natural,<sup>[35]</sup> es por ello que un fenómeno hidrometeorológico se define como aquel que se genera por la acción violenta de los fenómenos atmosféricos, siguiendo los procesos de la climatología y del ciclo hidrológico. Estos fenómenos paradójicamente son adversos y benéficos a la vez para la humanidad. En zonas costeras llegan a ser extremadamente destructivos y en otras zonas son benéficos ya que la lluvia favorece la recarga de presas, mantos freáticos, acelerando la actividad agrícola y ganadera, mitigando los incendios de pastizales y forestales.<sup>[36]</sup>

El territorio mexicano se ve afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de gran importancia. Principalmente está expuesto a lluvias, granizadas, nevadas, heladas y sequías. Las fuertes precipitaciones pluviales pueden generar intensas corrientes de agua de ríos, flujos con sedimentos en las laderas de las montañas, movimientos de masa que transportan lodo, rocas, arenas, árboles, y

otros objetos que pueden destruir casas, tirar puentes y romper tramos de carreteras.

El análisis para determinar los principales riesgos que tienen mayor impacto en el municipio de Xiutetelco, se analizaron a partir de la capa de fenómenos hidrometeorológicos, al mismo tiempo se enlista la clasificación que se encuentra en el Atlas Nacional de Riesgos, y además se anexan los niveles de peligro para el municipio, (ver **Tabla 20**).

**Tabla 20.** Fenómenos hidrometeorológicos que afectan en el municipio de Xiutetelco

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS	NIVEL DE PELIGRO	
TORMENTAS ELÉCTRICAS	Peligro	Muy Alto
INUNDACIONES	Peligro	Medio
ONDAS GÉLIDAS	Peligro	Medio
HELADAS	Peligro	Medio
TORMENTAS DE GRANIZO	Peligro	Bajo
ONDAS CÁLIDAS	Peligro	Bajo
SEQUÍAS	Peligro	Bajo
CICLONES TROPICALES	Peligro	Bajo
TORMENTAS DE NIEVE	Peligro	Muy Bajo
TORNADOS	Peligro	Sin Tornado

Fuente: Elaboración propia con base en el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED). Recuperado en julio de 2018, de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>

[35] Rodríguez, J. (2004). Los desastres de origen natural en México el percance del FONDEN. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/417/41751458004.pdf>

[36] Guerrero, V. (2011). Fenómenos Hidrometeorológicos. Recuperado en julio de 2018, de <http://hidrometeorocad.blogspot.com/p/introduccion.html>



• **Tormentas eléctricas**

Una tormenta eléctrica es una descarga violenta de electricidad atmosférica, que se manifiesta con rayos o chispas, emiten un resplandor breve o relámpago (luz) y un trueno (sonido), pueden estar acompañados por una tormenta severa con lluvias intensas, vientos fuertes, probabilidad de granizo, rayos, inundaciones repentinas e incluso tornados.<sup>[37]</sup> Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente, en grupos o en líneas,<sup>[38]</sup> en la siguiente tabla se enlistan los diferentes tipos de rayos.

**Tabla 21. Tipos y características de los rayos**

TIPO DE RAYO	CARACTERÍSTICAS
Nube-aire	La electricidad se desplaza desde la nube hacia una masa de aire de carga opuesta.
Nube-nube	El rayo puede producirse dentro de una nube con zonas cargadas de signo contrario.
Nube-suelo	Las cargas negativas de las nubes son atraídas por las cargas positivas del suelo.

Fuente: Elaboración propia con base en información del Fascículo de Tormentas Severas del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

El municipio presenta un índice de peligro por tormentas eléctricas clasificado como alto y presenta un número de ocurrencia a 30 días (ver en **Tabla 22**), se recomienda visualizar en el **Mapa de Amenazas – Tormentas Eléctricas**.

**Tabla 22. Indicadores por tormentas eléctricas en el municipio de Xiutetelco**

FENÓMENO	Tormentas Eléctricas
ÍNDICE DE PELIGRO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS	Alto
ÍNDICE DE PELIGRO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS A NIVEL MUNICIPAL	0.50001 - 0.75000
NÚMERO DE DÍAS CON TORMENTAS ELÉCTRICAS	20 a 29

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

[37] Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2018). Tormentas Eléctricas ¡protégete de los rayos!

[38] Álvarez Catillo, Jesús (2008). Tesis Maestría en Ciencias: Efecto de las Tormentas Eléctricas en los Rayos Cósmicos Detectados en la Superficie Terrestre. México, pp. 47– 57

### Declaratoria

- Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvia severa del 12 al 16 de septiembre de 2013, en 31 municipios del Estado de Puebla.

El 16 de septiembre de 2013, de acuerdo con el cumplimiento del artículo 7 de las Reglas Generales, el Gobernador del Estado de Puebla, Rafael Moreno Valle Rosas, solicitó a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la corroboración del fenómeno natural perturbador que acaeció en esa Entidad Federativa, descrito como Huracán Ingrid, del 12 al 16 de septiembre de 2013, en los municipios de Acateno, Acatlán, Acatzingo, Ahuacatlán, Ahuazotepec, Ajalpan, Albino Zertuche, Tlapacoya, **Xiutetelco**, entre otros.<sup>[39]</sup>

- Declaratoria de Emergencia por la presencia de lluvias severas ocurridas el día 9 de agosto de 2017, en 66 municipios del Estado de Puebla.

El 11 de agosto de 2017 en la Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC), y suscrito por el Secretario General de Gobierno del Estado de Puebla, Diódoro H. Carrasco Altamirano, se solicitó a la Secretaría de Gobernación (SEGOB) a través de la CNPC, la emisión de la Declaratoria de Emergencia para 66 municipios del estado de Puebla entre ellos **Xiutetelco**.<sup>[40]</sup>

[39] Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2013). DECLARATORIA de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvia severa del 12 al 16 de septiembre de 2013, en 31 municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5315264&fecha=25/09/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5315264&fecha=25/09/2013)

[40] Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2017). DECLARATORIA de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias severas ocurridas el día 9 de agosto de 2017, en 66 municipios del Estado de Puebla

Fuente: Elaboración propia con base en fenómenos perturbadores CENAPRED. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

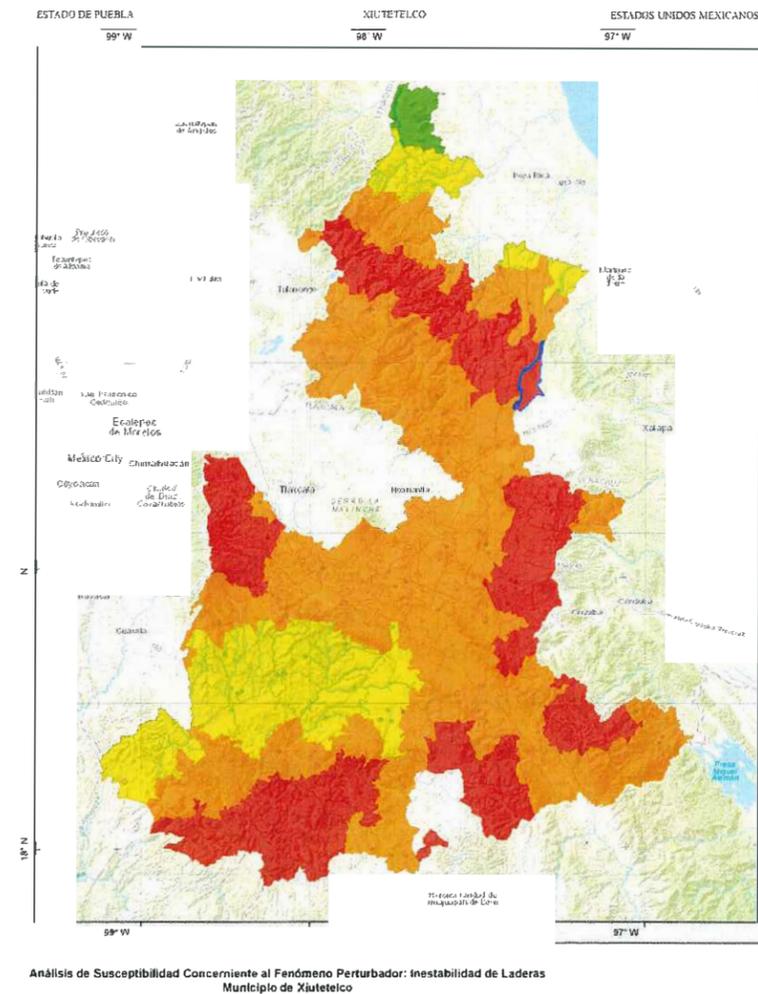


Figura 18. Mapa de Amenazas–Tormentas Eléctricas



• **Inundaciones**

Se entiende por inundación aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración del agua en sitios donde usualmente no la hay, y generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura. Se pueden originar en la temporada de lluvias a partir de mayo y terminan en noviembre, o en la época de invierno diciembre a marzo.<sup>[41]</sup>

Las inundaciones pueden presentar dos clasificaciones, una de ellas obedece al origen que ésta tiene y el segundo tipo hace referencia al tiempo que tardan en presentarse sus efectos. La clasificación de las inundaciones de acuerdo con su origen trata de identificar la causa de la inundación, en la siguiente tabla se muestran algunos tipos de inundaciones que se concentran en esta clasificación (Tabla 23).<sup>[42]</sup>

En el caso particular del municipio de Xiutetelco, el fenómeno de inundaciones presenta el nivel de peligro medio y tiene un índice de vulnerabilidad media, como se muestra en la Tabla 24.

[41] Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2012). Inundaciones. ¿Que es inundación? Recuperado en julio de 2018, de <http://www.seducoahuila.gob.mx/proteccioncivilescolar/assets/folleto-inundaciones-pdf.pdf>

[42] Jiménez Espinosa, Martín. Salas Salinas, Marco Antonio. (2004). Serie Fascículos. Inundaciones. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF>

**Tabla 23. Causas de las inundaciones de acuerdo a su origen**

INUNDACIONES SEGÚN SU ORIGEN	CAUSAS
Inundaciones pluviales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclones tropicales</li> <li>• Lluvias orográficas</li> <li>• Lluvias invernales (frentes fríos)</li> <li>• Lluvias convectivas</li> </ul>
Inundaciones fluviales	Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos.
Inundaciones costeras	Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno.
Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica	Si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura será mayor que si no existieran obras.

Fuente: Elaboración propia con base en información del Fascículo de Inundaciones del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

**Tabla 24. Indicadores del fenómeno de inundaciones para el municipio de Xiutetelco**

FENÓMENO HIDROMETEOROLÓGICO	NIVEL DE PELIGRO	NIVEL DE VULNERABILIDAD
Inundaciones	Medio	Media

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

Es posible encontrar información en el diario oficial y noticias en periódicos oficiales, mismas que se muestran a continuación:

### **Declaratoria**

- Declaratoria de Desastre Natural, con motivo de las lluvias extremas e inundaciones ocasionadas por la ocurrencia del ciclón tropical Stan y la onda tropical No. 40 los días del 3 al 7 de octubre de 2005, en diversos municipios del Estado de Puebla.

El 10 de octubre de 2005, el Gobierno del Estado de Puebla solicitó a dicha instancia emitiera su opinión técnica respecto a 113 municipios que fueron afectados por las fuertes lluvias e inundaciones provocadas por los efectos de la Tormenta Tropical Stan y la Onda Tropical No. 40, ocurridas los días 3, 4, 5, 6 y 7 de octubre de 2005. Acateno, Ahuacatlán, Ahuazotepec, Ajalpan, Aljojuca, Altepexi, Amixtlán, Aquixtla, Atempan, Atexcal, Atzitzintla, Ayotoxco de Guerrero, Caltepec, Camocuautla, Caxhuacan, Coatepec, Coxcatlán, Coyomeapan, Cuautempan, **Xiutetelco**, entre otros.<sup>[43]</sup>

### **Noticia**

- Barry causa estragos a su paso por Puebla.

En junio de 2013, derrumbes e inundaciones dejó la depresión tropical Barry en Puebla, no se reportaron lesionados, los municipios que se vieron afectados en aquel momento fueron Chignautla, **Xiutetelco**, Teziutlán, Zacatlán y Huachinango.<sup>[44]</sup>

[43] Diario Oficial de la Federación. (2005). DECLARATORIA de Desastre Natural, con motivo de las lluvias extremas e inundaciones ocasionadas por la ocurrencia del ciclón tropical Stan y la onda tropical No. 40 los días del 3 al 7 de octubre de 2005, en diversos municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2096792&fecha=31/10/2005](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2096792&fecha=31/10/2005)

[44] Agencias. (2013). Barry causa estragos a su paso por Puebla. SIPSE. Recuperado en julio de 2018, de <https://sipse.com/mexico/barry-causa-estragos-a-su-paso-por-puebla-37706.html>



- **Ondas gélidas**

Se definen como un fuerte enfriamiento del aire (helada de irradiación) o una invasión de aire muy frío (helada de advección) que se extiende sobre un amplio territorio. Su desarrollo es breve de 0 a 6 días. Las olas de frío no solo son bajas temperaturas, sino que se acompañan de agua nieve y nevadas.<sup>[45]</sup>

Para el municipio de Xiutetelco, las ondas gélidas presentan un índice de peligro medio y en cuanto a la distribución de peligro de la temperatura mínima se presenta de -6 a -12, (Tabla 25).

**Tabla 25.** Indicadores de ondas gélidas en el municipio de Xiutetelco

FENÓMENO	Ondas Gélidas
GRADO DE PELIGRO POR BAJAS TEMPERATURAS CONSTRUIDO CON LOS ÍNDICES DE TEMPERATURA MÍNIMA Y DÍAS CON HELADAS	Bajo
DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÍNIMA EXTREMA POR MUNICIPIO	0 a -6

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado julio del 2018, de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>

En el caso particular del municipio, a pesar de contar con un índice de peligro medio fue posible encontrar en el Diario Oficial de la Federación una declaratoria y noticias sobre información relevante del fenómeno, como muestran a continuación:

**Declaratoria**

- Declaratoria de Emergencia por las lluvias muy fuertes y sus efectos en diversos municipios del Estado de Puebla.

[45] Coordinación nacional de Protección Civil. (2016). Descripción de los fenómenos hidrometeorológicos. Recuperado en junio de 2018, de [http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/fenomenos\\_2016.pdf](http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/fenomenos_2016.pdf)



El CENAPRED, mediante oficio número HOO-D.G./831/2005, de fecha 8 de octubre de 2005, envió a esta Coordinación General la Notificación Técnica número 05-49 que sirve de sustento para emitir la declaratoria de emergencia, en la cual informó que: con base en información del Servicio Meteorológico Nacional y el Centro Nacional de Comunicaciones de la Secretaría de Gobernación, se habían detectado lluvias muy fuertes en los estados de Veracruz y de Puebla debido al Frente Frío No. 2 y a la Onda Tropical No. 40, lo cual había provocado escurrimientos importantes hacia zonas bajas y valles de los estados de Veracruz y Puebla, así como deslaves en la zona serrana de ambos estados. El pronóstico meteorológico indicó la presencia del Frente Frío No. 2, por lo cual se esperaban nuevamente lluvias muy fuertes en esa región. Por lo que se recomendaba emitir una declaratoria de emergencia para los municipios solicitados por el gobierno del Estado de Puebla, incluyendo el municipio de **Xiutetelco**.<sup>[46]</sup>

#### Noticia

- Suspenden clases por frente frío en Teziutlán, **Xiutetelco** y Chignautla. Tras la entrada del frente frío número 7 y las fuertes lluvias ocurridas en octubre de 2015, fueron suspendidas las clases en escuelas de Teziutlán, **Xiutetelco** y Chignautla, esto de acuerdo a un anuncio que realizó la Secretaría de Educación Pública (SEP) estatal.<sup>[47]</sup>



Figura 19. Suspende clases por frente frío y fuertes lluvias  
Fuente: Angulo 7.

[46] Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2005). Declaratoria de emergencia por lluvias muy fuertes y sus efectos en diversos municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2095866&fecha=21/10/2005](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2095866&fecha=21/10/2005)

[47] Redacción. (2015). Suspenden clases por frente frío en Teziutlán, Xiutetelco y Chignautla. Angulo 7. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.angulo7.com.mx/2015/10/19/suspenden-clases-por-frente-frío-en-teziutlan-xiutetelco-y-chignautla/>



• **Heladas**

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0 °C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el Sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella.

Las heladas pueden provocar pérdidas a la agricultura y afectar a la población de las zonas rurales y ciudades; sus inclemencias la sufren, sobre todo, las personas que habitan en casas frágiles o que son indigentes. En la República Mexicana, las heladas ocurren principalmente durante el invierno.<sup>[48]</sup>

Xiutetelco presenta un índice de peligro medio, así como un número de días con heladas de 61 – 120 (ver **Tabla 26**).

**Tabla 26.** Indicadores de heladas en el municipio de Xiutetelco

FENÓMENO	Heladas
NÚMERO DE DÍAS CON HELADAS POR MUNICIPIO	61 - 120
ÍNDICE DE PELIGRO	Medio

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>

[48] Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2001). Serie Fascículos. Heladas. Recuperado en julio de 2018 de <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/heladas.pdf>



**Noticia**

- Advierten sobre nueva onda gélida.

La presencia del frente frío 22 y la entrada de humedad del Océano Pacífico, en enero de 2018, generaron un nuevo descenso en la temperatura; en Puebla, al menos fueron 25 municipios que registraron bajas temperaturas de entre 0 y -3 grados, Protección Civil del Estado en aquel momento informó que había probabilidad de heladas en las partes más altas del estado como en el Izta – Popo, Malinche y el Pico de Orizaba, dentro de los municipios que se podían ver afectados estaban el municipio de **Xiutetelco**.<sup>[49]</sup>

- Frente frío número 28 provocará heladas en Puebla el 14 de febrero.

Protección Civil Estatal, informó que debido al frente frío número 28, en febrero de 2018, se registraron heladas algunos municipios de Puebla con temperaturas de hasta -1° los municipios que registraron las temperaturas más bajas fueron: Teziutlán, Chignautla, **Xiutetelco** y sus alrededores.<sup>[50]</sup>



Figura 20. Frente frío genera nuevo descenso de temperatura  
Fuente: Reforma.

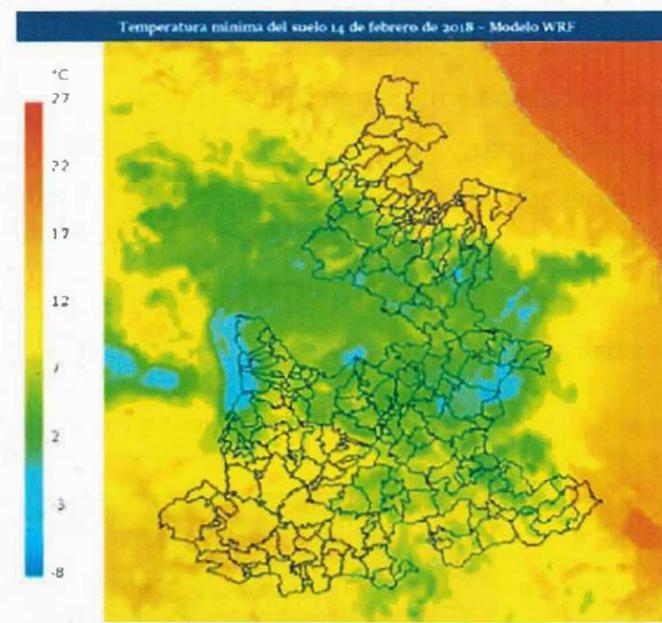


Figura 21. Frente frío número 28 provocará heladas  
Fuente: Periódico Central.

[49] STAFF. (2018). Advierten sobre nueva onda gélida. Reforma. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.pressreader.com/mexico/reforma/20180110/281934543345526>

[50] Central. (2018). Frente frío número 28 provocará heladas en Puebla el 14 de febrero. Periódico Central. Recuperado en julio de 2018, de <http://periodicocentral.mx/2018/municipio/item/3409-frente-frio-numero-28-provocara-heladas-en-puebla-el-14-de-febrero>

• **Tormentas de granizo**

Es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus, son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. Las piedras de granizo se forman dentro de una nube cumulonimbus a alturas superiores al nivel de congelación y crecen por las colisiones sucesivas de las partículas de hielo con gotas de agua sobre enfriada, esto es, el agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido y queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo.

En México, los daños más importantes por granizadas se presentan principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, causando, en ocasiones, la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas y vías de transporte y áreas verdes cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas.<sup>[51]</sup>

El fenómeno hidrometeorológico de tormentas de granizo en el municipio presenta un índice bajo y un número de días con granizo al año de 0 a 1 (ver **Tabla 27**).

[51] Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2010). Serie Fascículos. Tormentas Severas. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/189-FASCCULOTORMENTASSEVERAS.PDF>

**Tabla 27.** Indicadores por tormentas de granizo en el municipio de Xiutetelco

FENÓMENO	Tormentas de Granizo
ÍNDICE DE PELIGRO POR TORMENTAS DE GRANIZO	Bajo
NÚMERO DE DÍAS CON GRANIZO, AL AÑO EN LA REPÚBLICA MEXICANA	0 - 1

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

• **Ondas cálidas**

Una onda de calor es un periodo prolongado, excesivamente cálido, que puede ser también excesivamente húmedo. El término depende de la temperatura considerada normal en la “zona”, así que una misma temperatura que en un clima cálido se considera normal puede considerarse una ola de calor en una zona con clima más atemperado.<sup>[52]</sup> Entre sus repercusiones están la pérdida de cosechas, el aumento de incendios forestales y fallecimientos por deshidratación y golpe de calor (condición en la que el cuerpo no puede disipar el calor mediante el sudor ni a través de la piel y su temperatura aumenta hasta 40 °C o más).<sup>[53]</sup>

Las ondas cálidas para el municipio de Xiutetelco, presentan un nivel de peligro bajo (ver **Tabla 28**).

**Tabla 28.** Indicadores del fenómeno perturbador ondas cálidas

FENÓMENO	Ondas Cálidas
GRADO DE PELIGRO POR ONDAS CÁLIDAS	Bajo

Fuente: Elaboración propia con base al Atlas Nacional de Riesgos. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>

[52] Magaña, V. (2011). Ondas de calor y cambio climático. Recuperado en julio de 2018, de <https://docplayer.es/55559765-Ondas-de-calor-y-cambio-climatico.html>

[53] Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial Urbano (SEDATU). (2013). Atlas de riesgos del municipio de Tuxpan, Nayarit. Recuperado en julio de 2018, de [http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2013/18018\\_AR\\_TUXPAN.pdf](http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2013/18018_AR_TUXPAN.pdf)



• **Sequías**

La sequía es un fenómeno temporal que resulta de la escasez o mala distribución prolongada de la precipitación. Las anomalías de precipitación están generalmente asociadas con alteraciones en el comportamiento de los sistemas meteorológicos, que controlan el clima en los niveles de macro escala, o local. En consecuencia, algunas sequías son de naturaleza localizada y solo duran periodos cortos, mientras que otras están extendidas por zonas muy grandes y persisten durante largos lapsos de tiempo (INETER, 2003).

Es importante mencionar que los periodos de sequía tienen importantes consecuencias para el medio ambiente, la agricultura, la economía, la salud y la sociedad, ya que la ausencia de lluvias durante periodos prolongados de tiempo conlleva la irremediable muerte de seres vivos por no disponer del agua necesaria para mantener sus funciones vitales.<sup>[54]</sup>

El municipio de Xiutetelco presenta un porcentaje de déficit promedio de lluvia respecto a la media anual entre 10% y 20%, además, en promedio sus sequías suelen durar de 1 a 2 días por año (ver **Tabla 29**) y se cataloga al municipio con peligro bajo.

[54] GREENPEACE. (2017). Sequía Algo Más Que Falta De Lluvia. Impactos e imágenes. Recuperado en julio de 2018, de [https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2017/11/Sequia-Falta-de-Agua\\_WEB-1.pdf](https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2017/11/Sequia-Falta-de-Agua_WEB-1.pdf)

**Tabla 29.** Indicadores de sequía en el municipio de Xiutetelco

<b>FENÓMENO</b>	<b>Ondas Cálidas</b>
<b>GRADO DE PELIGRO POR ONDAS CÁLIDAS</b>	Medio

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>



Es posible encontrar información en diversas fuentes de información como periódicos digitales, misma que se muestra continuación:

#### **Noticia**

- **Maíz, frijol, entre los cultivos en riesgo por sequía.**

Por contingencias climatológicas se vieron afectas en agosto de 2015 miles de siembras en el campo poblano. La Secretaría de Desarrollo Rural (SDR) en aquel momento informó que se habían reportado daños en 400 hectáreas de maíz y frijol principalmente, a causa de la irregular temporada de lluvias, mientras que la Secretaría de Agricultura (SAGARPA), dio a conocer que eran 32 mil 445 hectáreas de 20 municipios las que habían sufrido afectaciones, por causa de diferentes eventos tales como granizadas, sequías, etc., uno de los más afectados fue el municipio de Xiutetelco con 462 hectáreas afectadas por sequía.<sup>[55]</sup>

- **Sierra Norte, la más seca en 2015.**

En 2015 fueron 85 municipios los que se vieron azotados por sequías en diferentes grados, sin embargo, destacó que la mayoría de las comunidades se concentraron en la Sierra Norte; de los municipios que presentaron más sequías, fue el municipio de Xiutetelco con 9 sequías durante todo año.<sup>[56]</sup>



**Figura 22.** Xiutetelco de los municipios que presentaron más sequías en 2015  
Fuente: Tierra Baldía

[55] Inforural. (2009). Maíz y frijol, entre los cultivos en riesgo por sequía. Inforural. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.inforural.com.mx/maiz-y-frijol-entre-los-cultivos-en-riesgo-por-sequia/>

[56] David, S. (2015). Sierra Norte, la más seca en 2015. Tierra Baldía. Recuperado en julio de 2018, de <http://tierrabaldia.com.mx/noticia/852/sierra-norte-la-rnas-seca-en-2015/>

• **Ciclones tropicales**

Los ciclones tropicales son uno de los fenómenos naturales que provocan mayores pérdidas económicas cada año, debido al incremento de los asentamientos humanos en zonas de riesgo y a la degradación ambiental producida por el hombre. Sin embargo, las lluvias que generan los ciclones poseen grandes beneficios ya que se recargan los mantos acuíferos y las presas retienen una cantidad de agua, que es utilizada en las zonas áridas y semiáridas de México, así como para el consumo humano, la agricultura y la generación de energía. [57]

El municipio de Xiutetelco presenta un índice de peligro bajo (ver **Tabla X**).

**Tabla 30. Índice de peligro por ciclones tropicales en el municipio de Xiutetelco**

FENÓMENO	Ciclones tropicales
ÍNDICE DE PELIGRO	Bajo

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>

En el caso particular de Xiutetelco a pesar de presentar un índice de peligro bajo fue posible encontrar información en la siguiente declaratoria y noticia.

- Declaratoria de Emergencia por la ocurrencia del huracán Katia en 27 municipios del Estado de Puebla los días 8, 9 y 10 de septiembre de 2017.

El 8 de septiembre de 2017 en la Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC), y suscrito por el Secretario General de Gobierno del Estado de Puebla, Diódoro H. Carrasco Altamirano, se solicitó a la Secretaría de Gobernación (SEGOB) a través de la CNPC, la emisión de la Declaratoria

de Emergencia para los municipios de Acateno, Ahuacatlán, Ahuazotepac, Ajalpan, Altepexi, Amixtlán, Aquixtla, Atempan, Atlequizayan, Atzitzintla, Ayotoxco de Guerrero, Caltepec, Camocuautla, Caxhuacan, Coyomeapan, Coyotepec, **Xiutetelco**, entre otros. [58]

**Noticia**

- Declaran emergencia en 27 municipios de Puebla por Katia. Tras el paso de la depresión tropical en septiembre de 2017, la Secretaría de Gobernación (SEGOB) emitió la declaratoria de emergencia en 27 municipios del estado de Puebla, lo que llevó a que se le autorizara acceso al Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), uno de los municipios que competen a la misma es el municipio de **Xiutetelco**, (Figura X). [59]



**Figura 23.** Emergencia en 27 municipios de Puebla, tras el paso del huracán Katia  
Fuente: Excélsior.

[57] Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2007). Ciclones tropicales. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/129-FOLLETOCICLONESTROPICALES.PDF>

[58] Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2017). DECLARATORIA de emergencia por la ocurrencia del huracán Katia en 27 municipios del estado de Puebla los días 8, 9 y 10 de septiembre del 2017. Recuperado en julio de 2018, de [diariooficial.gob.mx/nota\\_to\\_pdf.php?fecha=18/09/2017&edicion=MAT](http://diariooficial.gob.mx/nota_to_pdf.php?fecha=18/09/2017&edicion=MAT)

[59] Perez, F. (2017). Declaran emergencia en 27 municipios de Puebla por Katia. Excélsior. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/09/10/1187495#view-1>

## 2.1.2 Fenómenos geológicos

Es el causado por acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre, a estas categorías pertenecen sismos, vulcanismo, tsunamis o maremotos, inestabilidad de laderas, flujos, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos.<sup>[60]</sup>

La determinación del tipo de susceptibilidad y/o peligro que tiene un mayor impacto en la zona de estudio, se realizó mediante un análisis con base en la misma clasificación del apartado de “fenómenos hidrometeorológicos”. A continuación, se explican los fenómenos geológicos que presenta el municipio de Xiutetelco (ver **Tabla 31**), y al mismo tiempo en caso de existir, se adjuntará un registro de eventos históricos para cada fenómeno perturbador geológico con el objetivo de dar un seguimiento al análisis.

[60] Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2014). Manual de Protección Civil, Fenómenos Perturbadores. Fenómeno geológico. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/293-MANUALDEPROTECCINCIVIL.PDF>

**Tabla 31.** Fenómenos geológicos que afectan el municipio de Xiutetelco

FENÓMENO GEOLÓGICOS	NIVEL DE ANÁLISIS		CARACTERÍSTICAS
INESTABILIDAD DE LADERAS	Susceptibilidad	Alto Medio Bajo Muy bajo	El territorio del municipio se localiza en la región potencial de deslizamiento del Golfo de México que predomina en todo el municipio (ANR, CENAPRED).
SISMOS	Peligro	Medio	Regionalización sísmica (CFE, 2015) indica que el municipio se encuentra en la zona B de Peligro Sísmico medio en todo el territorio municipal y se ubica en un indicador Global de intensidad V, VI y VII con base en CENAPRED.
ERUPCIONES VOLCÁNICAS	Peligro	Nulo	De acuerdo con el CENAPRED, el municipio Xiutetelco no presenta fenómenos volcánicos.

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>

- **Inestabilidad de laderas**

La inestabilidad de laderas se define como los deslizamientos de terreno, o de la tierra, que implica movimiento de rocas y/o suelo por la acción de la gravedad; los deslizamientos de tierra sucedidos en el pasado son responsables de las características topográficas del paisaje natural.

El grado de estabilidad de una ladera depende de diversas variables (factores condicionantes) tales como la geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos (factores externos).<sup>[61]</sup>

Cabe destacar que el municipio de Xiutetelco tiene una susceptibilidad por laderas que va de muy bajo a alto, como se observa en la **Tabla 32**, (consultar en **Anexos de Mapa de Amenazas – Inestabilidad de Laderas**).

**Tabla 32.** Fenómeno de inestabilidad de laderas para el municipio de Xiutetelco

FENÓMENO GEOLÓGICO	NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD / PELIGRO	
INESTABILIDAD DE LADERAS	Susceptibilidad	Muy bajo – Alto

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado en julio del 2018, de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>

### Declaratoria

- Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias extremas el día 22 de agosto de 2007, en 92 municipios del Estado de Puebla.

El 28 de agosto de 2007, el Gobierno del Estado de Puebla, solicitó a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) su opinión técnica respecto de los fuertes vientos, lluvias, inundaciones, deslaves y derrumbes provocados por los efectos del huracán Dean los días 21 y 22 de agosto de 2007, en los municipios de Acajete, Acateno, Acatlán, Acatzingo, Ahuacatlán, Ahuatlán, Ahuazotepec, Ajalpan, **Xiutetelco**, entre otros.<sup>[62]</sup>

[61] Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2001). Serie Fascículos. Inestabilidad de Laderas. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/293-MANUALDEPROTECCINCIVIL.PDF>

[62] Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2007). Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias extremas el día 22 de agosto de 2007, en 92 municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5002878&fecha=05/10/2007](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5002878&fecha=05/10/2007)



### Noticia

El 11 de septiembre de 2017, El Sol de Puebla, informó sobre un derrumbe en la carretera Teziutlán – Perote a la altura de san Andrés bloqueando la carretera por varias horas, esto a consecuencia de las intensas lluvias registradas en el municipio de Xiutetelco.



Figura 24. Deslaves en carretera Teziutlán - Perote  
Fuente: El Sol de Puebla.

Hernández, F. (2017). Deja Katia daños materiales en cinco municipios de Puebla. El Sol de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/estado/deja-katia-danos-materiales-en-cinco-municipios-de-puebla-847155.html>

Fuente: Elaboración propia con base en fenómenos perturbadores CENAPRED. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

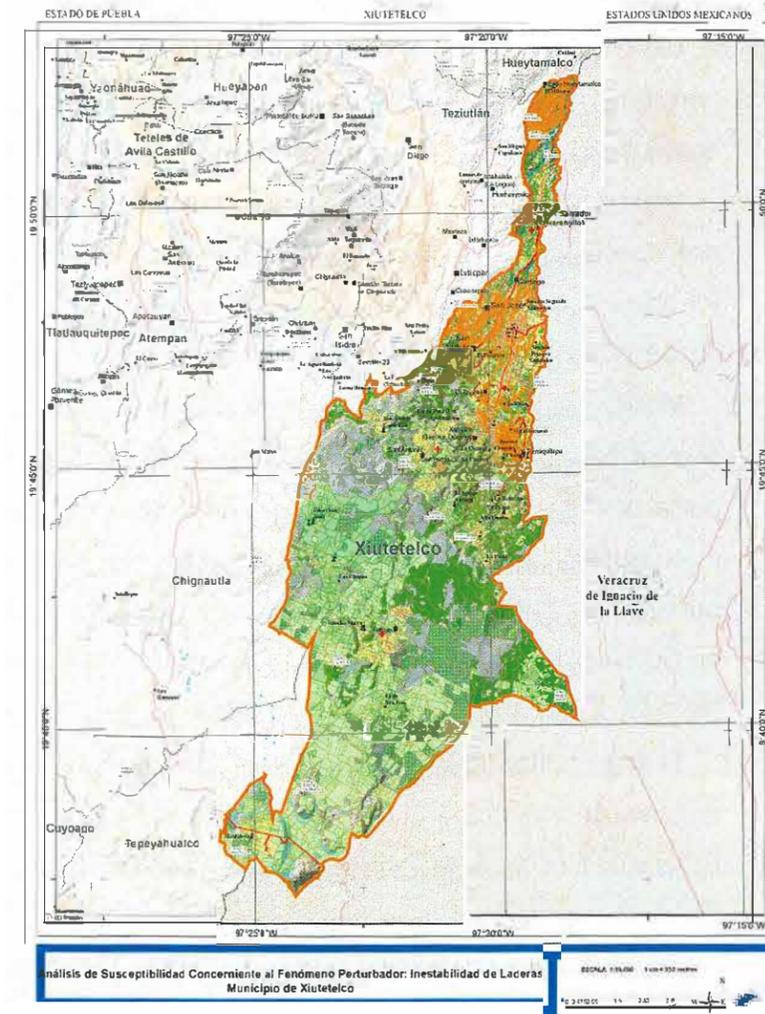


Figura 25. Mapa de Amenazas – Inestabilidad de Laderas

• **Sismos**

Los sismos son fenómenos causados por movimientos de la corteza terrestre y como resultado de esto, se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que la población percibe como sacudidas o balanceos.

Se produce un sismo cuando los esfuerzos que afectan a cierto volumen de roca sobrepasan la resistencia de ésta, provocando una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada. Esta energía se propaga en forma de ondas sísmicas en todas direcciones.<sup>[64]</sup>

México se ubica dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, que es la zona sísmica más activa del mundo. Dicha actividad es causada principalmente por la movilidad de cuatro placas tectónicas: Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico, ahí se concentra el 80 % de la actividad volcánica y tectónica, por ello, frecuentemente se registran sismos en las costas del Océano Pacífico, en Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Colima, Jalisco y Chiapas, y en menor medida, en el Estado de México, Puebla, Veracruz y el Distrito Federal.<sup>[65]</sup>

Es importante saber que dentro del territorio nacional se han clasificado regiones de acuerdo con registros históricos de sismicidad. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) realizó en 2015 una regionalización sísmica, donde se clasifican las siguientes zonas:

- La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a 10 % de la aceleración de la gravedad.
- Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos poco frecuentes o zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo.

- La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.

En la totalidad del municipio de Xiutetelco se presenta el fenómeno geológico de sismos, con un indicador de peligro por Regionalización Sísmica medio, al mismo tiempo que presenta un indicador global de intensidades que va de V, VI y VII CFE 2015 ver en la **Tabla 33**.

**Tabla 33.** Fenómeno de sismos para el municipio de Xiutetelco

FENÓMENO GEOLÓGICO	INDICADOR GLOBAL DE INTENSIDADES	REGIONALIZACIÓN SISMICA
SISMOS	V, VI y VII	Medio (zona B)

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado en julio de 2018 de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>

**Noticia**

- Sismo en Teziutlán de 4.6 grados en la escala de Richter.

Un sismo de 4.6 grados con epicentro a 7 kilómetros de Teziutlán se registró en febrero de 2016, en ese momento no hubo reportes de algún daño ocasionado por el sismo, el epicentro se registró entre los límites de **Xiutetelco** y Teziutlán, cabe mencionar que algunas instituciones públicas como el hospital ISSSTE y el hospital Público Regional, llevaron a cabo en ese momento el protocolo de sismo.<sup>[66]</sup>

[64] Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. (2018). Medidas de emergencia. Sismos. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/sismos>

[65] Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2014). Manual de Protección Civil, Fenómenos Perturbadores. Fenómeno geológico. Sismos. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/293-MANUALDEPROTECCINCIVIL.PDF>

[66] Vergara, S. (2016). Sismo en Teziutlán de 4.6 en la escala de Richter. Puntual. Recuperado en julio de 2018, de <http://ediciones.diariopuntual.com/sierranororiental/2016/02/08/13064>



• **Erupciones volcánicas**

Un volcán es una abertura de la tierra por donde sale el magma, que es roca fundida formada en su interior. Los volcanes toman generalmente forma de cerro o montaña, por la acumulación de capas de lava y cenizas alrededor de la abertura. La ceniza emitida por los volcanes está formada por fragmentos de roca del tamaño de la arena y la gravilla, que se pulverizan durante las explosiones volcánicas. Los volcanes se llaman inactivos cuando han estado miles de años sin actividad o han hecho erupción una única vez; y activos cuando tienen etapas de actividad interrumpidas por lapsos de reposo variables.<sup>[67]</sup>

Los volcanes que se forman por la acumulación de materiales emitidos por varias erupciones a lo largo del tiempo geológico se llaman polis genéticos o volcanes centrales. Existe otro tipo de volcanes que nacen, desarrollan una erupción que puede durar algunos años y se extinguen sin volver a tener actividad. En lugar de ocurrir otra erupción en ese volcán, puede nacer otro volcán similar en la misma región. A este tipo de volcán se le denomina monogenético y es muy abundante en México. Los volcanes Xitle, Jorullo y Parícutín son de este tipo, y se encuentran en regiones donde abundan conos monogenéticos similares. Generalmente, los volcanes de este tipo son mucho más pequeños que los volcanes centrales y en su proceso de nacimiento y formación producen erupciones menos intensas.<sup>[68]</sup>

Se observó que para el municipio de Xiutetelco se presenta un peligro nulo para el fenómeno de vulcanismo, (Tabla 34).

Tabla 34. Fenómeno de volcanes para el municipio de Xiutetelco

FENÓMENO GEOLÓGICO	NIVEL DE PELIGRO
Vulcanismo (caída de ceniza)	Nulo
Caída de material volcánico	Nulo

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

[67] Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. (2018). Medidas de emergencia, Erupción Volcánica. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/erupcion-volcanica>

[68] Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2001). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieEspecial/diagnostico.pdf>

## 2.2 NIVEL DE ANÁLISIS

Los problemas de inestabilidad de laderas se cuentan entre los peligros naturales más destructivos de nuestro planeta, lo cual representa una de las mayores amenazas para la vida y bienes materiales de la población. Derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos complejos ocurren día con día alrededor del mundo. Cada año estos desastres ocasionan numerosas víctimas, heridos y damnificados, así como cuantiosas pérdidas económicas. El impacto que este tipo de peligros provoca es de mayor magnitud en países de escasos recursos debido a su alto grado de vulnerabilidad. Para prevenir futuros desastres asociados a inestabilidad de laderas, es de suma importancia que todos los miembros de la población conozcan este fenómeno y se mantengan atentos a las manifestaciones que lo preceden y los factores que lo generan <sup>[69]</sup>

La identificación del nivel de análisis se llevó a cabo a partir de la clasificación realizada por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano que propone en sus Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016, donde se observó que el municipio de Xiutetelco es atacado por el fenómeno de Inestabilidad de Ladera (Tabla 35).

**Tabla 35. Nivel de análisis de la amenaza identificada**

<b>Origen del Fenómeno</b>	Geológico
<b>Fenómeno</b>	Inestabilidad de Laderas
<b>Nivel de Análisis</b>	Susceptibilidad

Fuente: Elaboración propia con base en los Términos de Referencia de la SEDATU.

Con la finalidad de comprender el fenómeno a desarrollar, se parte con la definición de los siguientes conceptos clave empleados en el estudio:

**Amenaza.** El Departamento de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas, en su glosario multilingüe de términos relativos a la gestión de desastres (1992). Define la amenaza como “Un evento amenazante, o la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un área y periodo de tiempo dado”.

[69] Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED], Secretaría de Gobernación [SEGOB], (2001). Inestabilidad de Laderas. Serie Fascículos

En otras palabras, los procesos naturales pueden ser catalogados como “amenazantes” solamente cuando ellos presentan un serio peligro contra la vida, la salud o los intereses económicos de forma directa o indirecta.<sup>[70]</sup>

**Susceptibilidad.** La susceptibilidad, generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste para que pueda ocurrir deslizamientos.<sup>[71]</sup>

Con base en información recolectada de diferentes fuentes de noticias en línea, así como de documentos y tesis relacionados con procesos de remoción en masa, se observó que el municipio de Xiutetelco presenta varios antecedentes históricos por el fenómeno de inestabilidad de laderas (**Figura 26**) esto es debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas, etc., que tiene el municipio. Por esta razón, la importancia de realizar un análisis del fenómeno con la finalidad de tener monitoreadas las zonas más susceptibles.

20 de junio de 2013. La información emitida por Sipse, hace mención que a consecuencias de las lluvias registradas por la tormenta tropical Barry se presentó un derrumbe sobre la carretera Teziutlán – Perote a la altura del km 6 ocasionando el bloqueo de ambos carriles por unas horas.

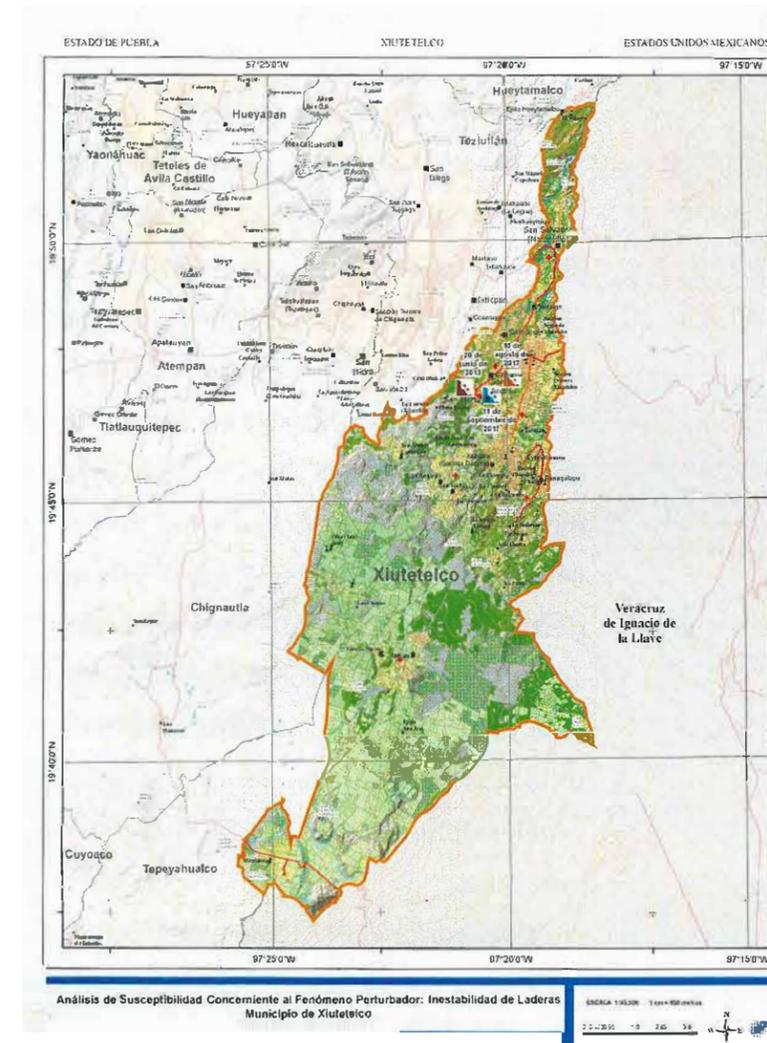
10 de agosto de 2017. Las intensas lluvias propiciaron un deslave el día 10 de agosto de 2017 sobre la carretera Teziutlán – Perote a la altura de la localidad de Xiutetelco bloqueando la vía de acceso al túnel con dirección al Perote, información recabada en el Diario en línea El Popular.

11 de septiembre de 2017. El Sol de Puebla, informó sobre un derrumbe en la carretera Teziutlán – Perote a la altura de san Andrés bloqueando la carretera por varias horas, esto a consecuencia de las intensas lluvias registradas en el municipio de Xiutetelco.

[70] Corporación SUNA HISCA, (s.f.).  
Componente Biofísico; Amenazas  
Departamento Técnico Administrativo  
del Medio Ambiente (DTAMA)

[71] Oliva A., & González J. (2015).  
Evaluación del riesgo por inestabilidad  
de laderas. Casos de estudio. Grupo  
Euroamericano ITEICO

Es por ello que se ha considerado que la realización de un análisis de susceptibilidad para el fenómeno de inestabilidad de laderas correspondiente al municipio de Xiutetelco, no solo contribuirá al entendimiento de las condiciones actuales de la zona, sino que será una herramienta fundamental para establecer estrategias y programas de largo alcance enfocados a prevenir y reducir sus efectos, y no solo focalizar recursos para la atención de las emergencias y la reconstrucción, bajo el enfoque de la Agenda Nacional de Protección Civil.



Fuente: Elaboración base en fuentes de información en línea.

Figura 26. Mapa de Históricos – Inestabilidad de Laderas

## 2.2.1 Inestabilidad de laderas

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el deslizamiento de una ladera es un término general que se emplea para designar a los movimientos talud debajo de materiales térreos, que resultan de un desplazamiento hacia abajo y hacia afuera de suelos, rocas y vegetación, bajo la influencia de la gravedad. Estas inestabilidades se caracterizan porque los materiales que componen la masa fallada se pueden mover por derrumbe, caída, deslizamiento, flujo o por desplazamiento lateral.

### 2.2.1.1 Tipos de materiales

La naturaleza de los materiales térreos involucrados en el deslizamiento de laderas, dependen directamente de la distinción entre materiales cohesivos (tierra) y no cohesivos (derrubios).

**Derrubios.** En esta categoría se encuentran los materiales compuestos por fragmentos de granulometría gruesa o, en otras palabras, gravas y bloques. Se puede considerar como derrubio al suelo que contenga entre el 20 y el 80% de partículas de diámetro mayor a 2 mm.

**Tierra.** Material constituido por fragmentos de granulometría fina (arenas, limos y arcillas), los cuales contienen el 80% o más de partículas de diámetro menor a 2 mm. Cuando el contenido de limo y arcilla prevalece sobre la arena, a este material se le considera Barro.

El que una ladera se mantenga estable o inestable dependerá de múltiples factores que en conjunto pueden representar una amenaza inminente a las comunidades y/o poblaciones cercanas a éstas. Los factores para tener una estabilidad en laderas pueden ser:

- **Características del terreno.** Aquellas regiones de laderas que presenten una pendiente pronunciada tienden a presentar mayor cantidad de deslizamientos, a pesar de ello, aquellas con pendiente de menor grado también puede presentar inestabilidad y

deslizamiento dependiendo de la compactación del terreno y la humedad que éste presente.

- *Condiciones climáticas.* Las precipitaciones extraordinarias son uno de los factores más importantes en cuanto a inestabilidad de laderas se refiere, puesto que los materiales al estar alterados por la meteorización y el nivel freático alto tienden a provocar deslizamientos.
- *Fallas y fracturas.* Estas tienen especial importancia en el desprendimiento de rocas, ya que gracias a la presencia de fallas y fracturas se produce la erosión en la base de las laderas, y esto en conjunto con otros factores como la precipitación provocan que se produzcan los desprendimientos.
- *Erosión.* Los ríos con un caudal considerado de importancia tienen la fuerza suficiente para erosionar la base de las laderas, efecto que comúnmente produce deslizamiento de laderas. Se han hallado casos donde este fenómeno con el paso del tiempo ha llegado a generar el retroceso de acantilados.
- *Expansividad de arcillas.* La arcilla tiene la capacidad de aumentar su volumen cuando se encuentra saturada de agua, por lo que, en zonas de alternancia de clima seco-húmedo, se suele atenuar el proceso de alteración

de las rocas, presentándose un cambio en taludes, rocas y carreteras; Ocurriendo así deslizamientos y desprendimientos.

- *Acciones antrópicas.* Los movimientos del terreno y excavaciones requeridas para la construcción de obras civiles alteran directamente el equilibrio de laderas y facilitan deslizamientos y desprendimientos. En múltiples casos los materiales base de laderas, cuyo papel es fundamental en la estabilidad de éstas, son fijadas y reforzadas por el hombre como una alternativa ante la ruptura de equilibrio de las laderas por la actividad humana.
- *Sismos.* Un sismo representa un movimiento del terreno, que, en mayor o menor grado afecta la estabilidad de laderas. La presencia de este fenómeno suele ser de menor importancia a comparación de la de los fenómenos anteriormente mencionados, pero al ser no un fenómeno constante y al ser impredecible, puede presentarse con una magnitud muy pequeña y no representar un peligro para la estabilidad de laderas, o puede presentarse con una gran magnitud, favoreciendo así un posible deslizamiento en una ladera inestable.



## 2.2.1.2 Mecanismos principales en los movimientos de ladera

Estos mecanismos se basan fundamentalmente en las características cinemáticas de los movimientos, es decir, en los mecanismos de propagación. Para ello, es necesario realizar observaciones geomorfológicas, geométricas y un análisis de desplazamientos tanto en superficie como en profundidad. El CENAPRED sugiere que existen tres tipos de movimientos de ladera (ver Figura N), los cuales se mencionan a continuación:

- **Caídos o derrumbes**

Movimientos abruptos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes muy fuertes y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando; estos movimientos incluyen:

**Desprendimientos.** Caída de suelos producto de la erosión o de bloques rocosos, atendiendo a discontinuidades estructurales (grietas, planos de estratificación o fracturamiento) proclives a la inestabilidad.

**Vuelcos.** Consiste en la rotación hacia adelante y hacia el exterior de la ladera de una masa de material rocoso. El empuje ejercido por el material anterior al sustrato volcado, así como también la gravedad, es la fuerza desestabilizadora que provoca el vuelco. Dentro de este mecanismo pueden distinguirse dos procesos:

**A. Vuelco por flexión.** Este proceso consiste en un sistema de discontinuidades cuya disposición forma una especie de columnas semi-continuas, las cuales, al doblarse hacia enfrente sufren una ruptura por flexión, el cual se da mayormente en rocas metamórficas y en rocas sedimentarias.

**B. Desplome.** Este tipo de proceso suele presentarse en los bordes de las laderas, las cuales generalmente están compuestas de materiales compactados, tal como materiales areno-arcillosos. Si este sistema está empinado, las rupturas pueden transformarse en caídas.

- **Deslizamientos**

Consiste en un desplazamiento de material debajo de suelo o roca el cual tiene lugar sobre una o varias superficies de rotura.

En lo que a estabilidad refiere, los deslizamientos rotacionales y traslacionales es importante en el análisis, por lo que a continuación se describe cada uno de estos.

**Deslizamientos rotacionales.** En este tipo de deslizamientos la rotura se produce en una superficie curvada, por lo cual el terreno experimenta un giro en torno al eje que se encuentre situado sobre el centro de gravedad de la masa deslizada. Provocando que el material superior sufra una inclinación contra ladera.

**Deslizamientos traslacionales.** Ocurre cuando la superficie de rotura es plana u ondulada, donde la masa deslizada puede continuar por la ladera. Los componentes de la masa desplazada siguen trayectorias paralelas debido a que ambas llevan la misma velocidad.

Cuando los deslizamientos de material ocurren sin apenas fragmentarse se le conoce como resbalamientos o deslizamientos planos, mientras que aquellos que ocurren sobre una superficie de rotura formada por dos planos que obliguen a la masa a desplazarse según la línea de intersección, se les conoce como deslizamientos en cuña.

- **Flujos**

Movimientos de suelos y/o fragmentos de roca cuesta abajo de una ladera, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser de muy lentos a muy rápidos, así como secos o húmedos; y pueden distinguirse en:

**Flujos de lodo.** Masa constituida por partes de suelo y agua que fluyen pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de arena y limo; siendo el resto partículas arcillosas.

**Flujos de tierra osuelos.** Masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de grava, arena y limo.

**Flujos o avalancha de detritos.** Movimiento rápido de una mezcla compuesta por una combinación de suelos sueltos, fragmentos de rocas, y vegetación con aire y agua atrapados; de manera que se acaba formando una masa viscosa o francamente fluida que corre pendiente abajo, en la que no se define con precisión la superficie de falla.

**Lahar.** Flujo de suelos o detritos que se origina en las laderas de un volcán, generalmente, es disparado por lluvias intensas que erosionan los depósitos volcánicos, también se pueden formar por el deshielo repentino por actividad volcánica, etc.

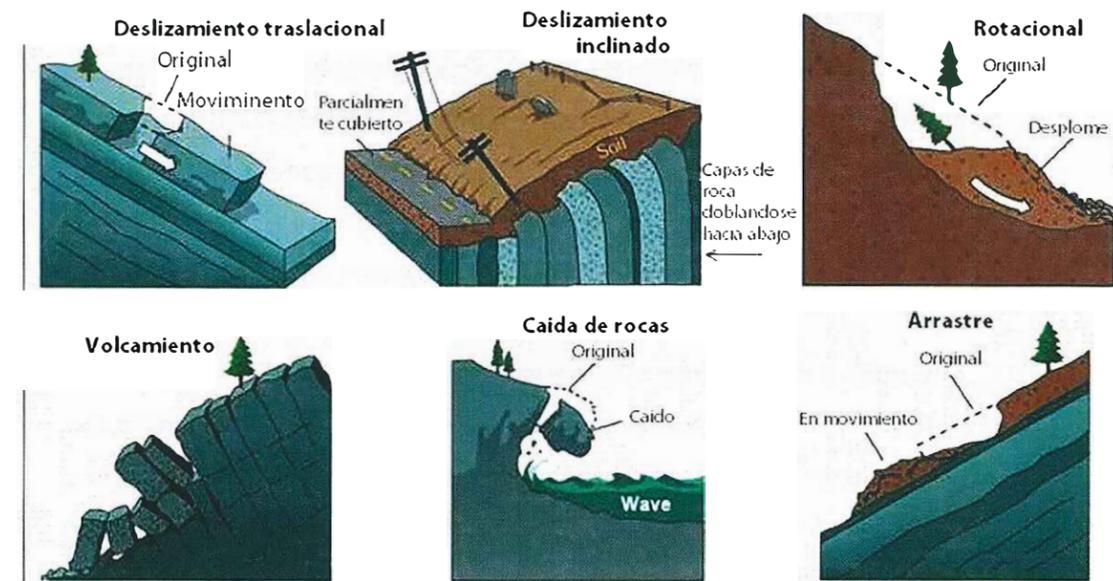


Figura 27. Imagen explicativa de los tipos de deslizamientos de laderas

Fuente: <https://ingenieriareal.com/impresionantes-deslizamientos-laderas>.

## 2.2.1.3 Velocidad del movimiento en laderas y su impacto potencial

La velocidad del deslizamiento de una ladera depende de factores como:

1. Tipo de movimiento de tierra.
2. Inclinación del terreno, mientras mayor sea esta, mayor será la velocidad que alcance el deslizamiento.
3. Cantidad de agua que baje por la pendiente.

La importancia de conocer la velocidad a la que se somete una ladera radica en la importancia de este factor en la estimación del impacto que ésta tendrá en las poblaciones y comunidades que pueden ser afectadas (ver **Tabla 36**).

**Tabla 36.** Escala de velocidades de los movimientos de ladera (WPWLI, 1995)

Velocidad	Descripción de la velocidad	Naturaleza del impacto
3 m/s - 5 m/s	7. Extremadamente rápido	Catástrofe de gran violencia
0.3 m/mín. - 3 m/mín.	6. Muy rápido	Pérdida de algunas vidas, gran destrucción
1.5 m/día - 13 m/mes	5. Rápido	Posible escape y evacuación, estructuras posesiones y equipos destruidos por la masa desplazada
1.5 m/año - 1.6 m/año	4. Moderado	Las estructuras localizadas a una distancia corta del pie de la masa desplazada son insensibles a daños, sin embargo, las localizadas cerca son ampliamente dañadas
1.5 m/año - 1.5 m/año	3. Lento	Si el movimiento no dura demasiado, los caminos y estructuras con constante mantenimiento pueden mantenerse
0.06 m/año - 0.016 m/año	2. Muy Lento	Algunas estructuras son dañadas y sufren agrietamientos por el movimiento que pueden ser reparadas
	1. Extremadamente lento	No hay daño a las estructuras

Fuente: Inestabilidad de laderas, Centro Nacional de Prevención de Desastres, (CENAPRED), 2001.

## 2.2.1.4 Influencia de la actividad humana en la inestabilidad de laderas

En la actualidad, la actividad del hombre ha desencadenado un sinnúmero de cambios en los procesos naturales de nuestro planeta, siendo la inestabilidad de laderas parte de la lista de procesos naturales con cambios por actividad humana, en este caso, se ha visto afectada por acciones como:

- Actividades de construcción que involucran cambios en la pendiente natural del terreno, alterando así el régimen natural de escurrimiento del agua superficial y subterránea.
- Cambios en la pendiente natural del terreno resultantes de la construcción de terrazas de uso agrícola.
- Deforestación.
- Actividad minera.

Estas actividades suelen realizarse sin prever un riesgo inminente en la estabilidad de laderas, pudiendo así incrementar el ángulo de inclinación de las laderas, disminuyendo el apoyo lateral al pie de las mismas, o sobrecargar la parte alta de un talud potencialmente inestable.



## 2.2.1.5 Casos de ocurrencia de deslizamiento en algunas regiones de México

Históricamente, México ha sido afectado por ciclones tropicales que generan lluvias torrenciales en la mayor parte de su territorio. En este apartado, se presentan algunos de los casos documentados que menciona el CENAPRED en la investigación *“Análisis de umbrales de lluvia que detonan deslizamientos y sus posibles aplicaciones en un sistema de alerta temprana por inestabilidad de laderas”* por deslizamientos ocurridos en los años 1999 a 2008 donde el principal factor detonante fue la lluvia.

**Caso Teziutlán:** El deslizamiento y flujo de suelos y rocas ocurrido el 5 de octubre de 1999 en la colonia “La Aurora” de la ciudad de Teziutlán, Puebla es uno de los pocos casos documentados en México, para el que se cuenta con registro pluviométrico diario y el conocimiento de las características geotécnicas de los materiales (Mendoza y Noriega, 2000). Se trata en general de rocas volcánicas blandas muy intemperizadas, principalmente tobas y brechas con cementación media, que han dado origen a pequeñas capas inestables de suelos residuales no consolidados, los cuales se reblandecen en contacto con agua. El deslizamiento ocurrió en una ladera de apenas 23° de inclinación y coincidió precisamente con el máximo de la precipitación acumulada para ese temporal. Se generó

una superficie de falla poco profunda, generándose un flujo de suelos de aproximadamente 7,500 m<sup>3</sup>, arrasando las viviendas asentadas en la colina y provocando la muerte de 110 personas, por lo que fue reconocido como el desastre del decenio.

Con información proporcionada por la CNA, se conoció que los registros de precipitación diaria en Teziutlán fueron los que se indican en la **Figura 28a**. Las lluvias que cayeron los días 4 y 5 de octubre de 1999 alcanzaron columnas de agua equivalentes a 300 y 360 mm, respectivamente, contrastando con la media mensual para el mes de octubre en esta región que es de 183 mm. Dos días consecutivos de la semana anterior, se tuvieron precipitaciones diarias de más de 100 mm. Se tiene así, como se muestra en la **Figura 28b**, que la precipitación acumulada en el lapso de diez días alcanzó poco más de un metro. Esta columna acumulada de agua en diez días casi representó lo que llueve en esta región en un año, ya que la media anual es de 1,229 mm. Sin duda, debe considerarse que estas precipitaciones extraordinarias se ubican entre las más altas de este siglo, aunque los lugareños reseñan que ya habían sucedido lluvias muy intensas en 1995, al igual que hace algunos decenios, con ocurrencia de pequeños deslizamientos de tierras.

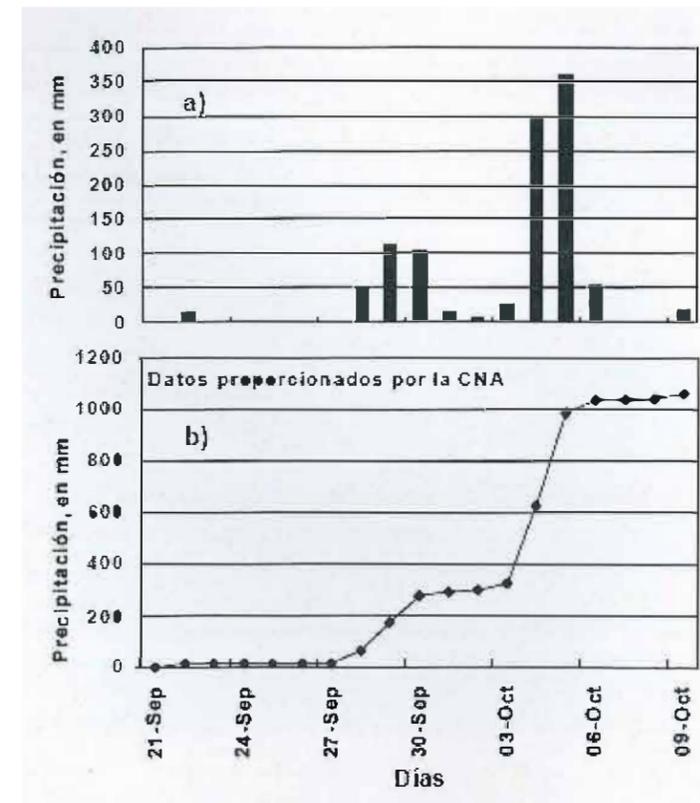


Figura 28. Precipitación a) diaria y b) acumulada en Teziutlán, Pue., septiembre-octubre 1999

**Caso Guerrero (Colonia Buena Vista, Municipio de Tlapa de Comonfort):** El deslizamiento inició en agosto de 2003 con la aparición de un escarpe de falla, un año después (agosto de 2004), el deslizamiento se reactivó con un movimiento paulatino. El deslizamiento pudo catalogarse como un deslizamiento retrógrado profundo con superficie de falla irregular. Se caracteriza porque la masa fallada se encuentra contenida sobre la superficie de falla en un estado de equilibrio aparente. Las causas principales que activaron el deslizamiento están relacionadas con el tipo de materiales de la zona, la infiltración de agua por lluvias o fugas en el sistema de agua potable y la actividad humana. Se trata de una ladera con una pendiente media de 18.6°, la cual fue determinada a partir de las cotas 1,150 a la 1,310 msnm (que dan 160 m de desnivel) y una longitud de 476 m en un plano horizontal. Sin embargo, existen tramos del terreno en los que su inclinación medida y determinada en el sitio alcanza los 25°, sin contar las pendientes de los cortes para los caminos de acceso que oscilan entre los 70 y 80° de inclinación.

**Caso Oaxaca (Barrio El calvario, Municipio Santa María Tlahuitoltepec, 2010):** El deslizamiento ocurrió el 28 de septiembre en el barrio El Calvario, del municipio de Santa María Tlahuitoltepec, Oaxaca, fue un evento detonado por las lluvias intensas y prolongadas que azotaron al Sureste mexicano desde mediados de agosto y que se intensificaron debido al paso y a los remanentes de la depresión tropical Matthew, el evento fue favorecido por las condiciones geológicas, geotécnicas, geomorfológicas, climáticas y por las alteraciones y modificaciones que los mismos pobladores han realizado en las laderas para la construcción de sus viviendas y caminos, así como por las actividades de agricultura y deforestación que se practican muy frecuentemente en esas regiones. Se trata de un deslizamiento de suelos y rocas intemperadas, de dimensiones reducidas en comparación con las cifras que se manejaron en las primeras horas del fenómeno. La ladera tiene una pendiente media de 36 grados de inclinación y el área del deslizamiento es de aproximadamente 46 m de ancho por 50 m de largo, con una profundidad de aproximadamente 7.0 m; lo que determina un volumen deslizado del orden de 16,000 metros cúbicos de material removido.<sup>[72]</sup>

[72] Sistema Nacional de Protección Civil, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2016). Análisis de Umbrales de lluvia que Detonan deslizamientos y sus posibles aplicaciones en un sistema de alerta temprana por inestabilidad de laderas, pp. 11, 13. Recuperado de [http://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION\\_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION\\_XLI\\_A/23.pdf](http://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION_XLI_A/23.pdf)



## 2.3 METODOLOGÍA

La elaboración del análisis concerniente al fenómeno perturbador por inestabilidad de laderas para el municipio de Xiutetelco tiene como primer paso la labor de investigación, indagación, recopilación de evidencias, elaboración de la cartografía, observación en campo, comprobación de datos, así como la conformación de la base de datos y el análisis de cada uno de los temas que se abordan en el presente documento con instituciones como SEDATU y CENAPRED.

Cada etapa en el proceso de integración de este documento se ha realizado con base en los lineamientos y criterios para la identificación de las zonas susceptibles y jerarquización de los métodos de estudio. Así, el método de estudio se aborda a partir de la clasificación en orden de complejidad, las evidencias de campo, documentales.

Siguiendo las bases publicadas por la SEDATU, los niveles de análisis que se abordan son el 1 (**Tabla 37**) y 2 (**Tabla 38**). En los siguientes cuadros, se muestra los métodos empleados y se describen las evidencias para cada punto.

**Tabla 37. Nivel de análisis 1**

NIVEL 1. MÉTODO	MAPA DE AMENAZA EVIDENCIAS
<p>Compilación de información de estudios realizados en el territorio objeto de análisis.</p> <p>1. Análisis cartográfico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Características naturales del territorio (Edafológico, Litológico, Geomorfológico, Uso actual de suelo y vegetación, Fallas y Fracturas, Intensidad de la Cobertura Vegetal, Pendientes)</li> </ul>	<p>Se buscó información sobre deslizamientos, además de históricos dentro del municipio y declaratorias.</p> <p>Se analizaron cada uno de los factores condicionantes, la capa de litología, fallas y fracturas, uso de suelo y vegetación e intensidad de cobertura de vegetación fueron detalladas a partir de imágenes de satélite. Las capas como edafología y geomorfología se tomaron a partir de información pública de INEGI y finalmente, la capa de pendientes se generó a partir de curvas de nivel con cartografía escala 1:5,000.</p>
<p>2. Recorrido de campo para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El recorrido de campo se fortalece con el análisis de factores externos tales como la deforestación, acción antrópica (camino, túneles, terraza, cortes, rellenos, etcétera).</li> </ul>	<p>Se generó un mapa de inventario de deslizamientos y su ficha técnica de caracterización (tipo, longitud, profundidad, etc.).</p> <p>Se tomaron fotografías que mostraron: Laderas inestables, fracturas, árboles inclinados, laderas desestabilizadas, etc.</p>

Fuente: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

**Tabla 38.** Nivel de análisis 2

NIVEL 2. MÉTODO	MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD EVIDENCIAS
<p><b>1.</b> Elaboración de cartografía especializada (morfometría del relieve):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendientes</li> </ul> <p><b>2.</b> Trabajo de campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición de pendientes en una ladera en específico</li> <li>- Levantamiento de información geológica - geomorfológica</li> <li>- Clasificación de laderas como indicador de estabilidad o inestabilidad del terreno</li> <li>- Caracterización los sitios con susceptibilidad a deslizamientos.</li> </ul> <p><b>3.</b> Análisis multicriterio con base en cartografía temática. Cartografía geológica, geomorfológica, edafológica, morfométrica, uso del suelo, vegetación.</p> <p><b>4.</b> Verificación por medio de trabajo de campo. Validación de la cartografía generada por análisis multicriterio.</p>	<p>La capa de pendientes se generó a partir de curvas de nivel con equidistancias verticales a cada 5 m. provenientes de la cartografía a escala 1:5,000 del año 2017 y 2018.</p> <p>El trabajo de campo se realizó basándose en el Formato de Captura de Datos para el Inventario Nacional de Deslizamientos CENAPRED.</p> <p>Para realizar el análisis de susceptibilidad se utilizaron las capas de los siguientes factores condicionantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Litología</li> <li>✓ Edafología</li> <li>✓ Fallas y Fracturas</li> <li>✓ Geomorfología</li> <li>✓ Pendientes</li> <li>✓ Uso de Suelo y Vegetación</li> <li>✓ Intensidad de Cobertura de Vegetación</li> </ul> <p>El mapa de susceptibilidad se creó en función de los factores condicionantes (arriba mencionados) y criterios contemplados en el análisis multicriterio.</p> <p>Se realizó el trabajo campo a nivel regional, de primera instancia se verificaron los puntos donde se tuvo algún histórico (en caso de que existir) y con ayuda de Protección Civil y Autoridades Municipales se visitaron algunos lugares de interés, esto permitió corroborar la información generada en gabinete y complementar la información.</p> <p>El mapa final de susceptibilidad se clasificó de acuerdo con la siguiente escala de cuantificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Susceptibilidad muy alta</li> <li>Susceptibilidad alta</li> <li>Susceptibilidad media</li> <li>Susceptibilidad baja</li> <li>Susceptibilidad muy baja</li> </ul>

Fuente: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

## 2.4 MEMORIA DE CÁLCULO

Los procesos empleados se utilizaron con el objetivo de elaborar el mapa de susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas para el municipio de Xiutetelco. Los datos que fueron utilizados provinieron de las capas que fueron detalladas a partir de imágenes satelitales con una resolución de  $\pm 10$  m. a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tomando como base información consultada del Servicio Geológico Mexicano (SGM) escalas 1:50,000 y 1:250,000, así como de la información actualizada que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con escalas 1:250,000 y 1:1,000,000.

Igualmente se tomaron como referencia base las metodologías que marca el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y los Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016 (SEDATU). Asimismo, se realizó la revisión de otras propuestas existentes en la literatura en las que se relaciona a las características constructivas del sistema expuesto y el grado de susceptibilidad según la magnitud e intensidad del fenómeno por inestabilidad de laderas.

Para construir la susceptibilidad se trabajó a través de la Evaluación Multicriterio, este modelo permite integrar factores condicionantes de la inestabilidad de laderas, así como técnicas de evaluación multicriterio basadas en jerarquías analíticas y sumas lineales ponderadas de pesos de factores y clases a través de la matriz de jerarquización analítica de Saaty, para finalmente con el uso de los SIG (Sistemas de Información Geográfica), elaborar el mapa de susceptibilidad.

## 2.4.1 Selección de factores condicionantes

Para la elaboración del mapa de susceptibilidad, es importante conocer los factores condicionantes que desatarán el fenómeno de deslizamiento de laderas. Para este proceso, fue necesario conocer las características físicas del medio natural de la zona de estudio y analizar su importancia en la causa de fenómenos de deslizamientos. Para el caso del municipio se seleccionaron los siguientes factores:

- Litología
- Uso de Suelo
- Edafología
- Intensidad de Vegetación
- Geomorfología
- Fallas y Fracturas
- Pendientes

## 2.4.2 Elaboración de matriz de jerarquización

Se basó en el Método de Jerarquización Analítica de Saaty para la elaboración de la matriz, el cual es un método de comparación por pares de criterios. Este parte de una matriz cuadrada en el cual el número de filas y columnas se define por el número de criterios a ponderar, estableciendo una matriz de comparación de importancia de cada uno de los criterios con los demás, con el fin de determinar el eigenvector principal, como se muestra en la **Figura 29**.

1. Se determinó la importancia relativa del criterio de cada fila en relación con el criterio de su columna correspondiente, así, fue preciso completar toda la matriz



introduciendo el triángulo superior derecho, siendo los valores del triángulo inferior izquierdo los valores inversos a los de las celdas correspondientes.

2. Se sumó cada columna para obtener un marginal de columna, y a continuación se generó una nueva matriz mediante la división de cada celda entre el marginal de su columna.
3. Finalmente, se calculó la media de los pesos para cada línea.

Factores	Matriz de comparación por pares				Eingenvector principal
	A	B	C	D	
A	$X_{AA}$	$X_{AB}$	$X_{AC}$	$X_{AD}$	$W_A$
B	$X_{BA}$	$X_{BB}$	$X_{BC}$	$X_{BD}$	$W_B$
C	$X_{CA}$	$X_{CB}$	$X_{CC}$	$X_{CD}$	$W_C$
D	$X_{DA}$	$X_{DB}$	$X_{DC}$	$X_{DD}$	$W_D$

Figura 29. Esquema del método de jerarquías analíticas para asignación de pesos

Para comparar y asignar valores a los diferentes parámetros involucrados, se realizó con base a una escala preestablecida. En la Figura 30 se proporciona la escala de medida empleada por el método para estimar el coeficiente  $X_{ij}$ .

Nivel de importancia	Definición	Descripción del criterio i, al compararse con j:
	Igual preferencia	Los dos criterios (i, j) contribuyen de igual manera al proceso de deslizamiento
2	Moderada preferencia	Pasadas experiencias favorecen ligeramente al criterio (i) sobre el otro (j)
3	Fuerte preferencia	Prácticamente la dominancia del criterio (i) sobre el otro (j) está demostrada
4	Absoluta preferencia	Existe evidencia que determina la supremacía del criterio (i)

Figura 30. Escala de Saaty para determinar el valor de  $X_{ij}$ .

Fuente: Escala diseñada por el Dr. en matemáticas Thomas Saaty



## 2.4.3 Obtención de pesos relativos

El empleo de los mapas normalizados aunado a un cruce de variables por pares y un riguroso análisis, permitió emitir un criterio y definir el orden de importancia de los factores ante un posible evento.

## 2.4.4 Cálculo de atributo relativo valor normalizado

Para este punto se utilizó como apoyo el formato para la estimación de susceptibilidad elaborado por el CENAPRED, y se calculó el atributo relativo de cada clase que conforman los siete factores condicionantes (**Tabla 39**).

**Tabla 39.** Formato para la estimación de susceptibilidad

FACTORES TOPOGRÁFICOS E HISTÓRICOS				
Factor	Intervalos o categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación
Inclinación de los taludes	Más de 45°	2	Estimar el valor medio. Úsense clinómetro.	
	35 a 45°	1.8		
	25 a 35°	1.4		
	15 a 25°	1		
	Menos de 15°	0.5		
Altura	Menos de 50 m	0.6	Desnivel entre la corona y el valle o fondo de cañada. Úsense nivelaciones, planos o cartas topográficas. Niveles dudosos con GPS.	
	50 a 100 m	1.2		
	100 a 200 m	1.6		
	Más de 200 m	2		
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región.	No se sabe	0.3	Reseñas verosímiles de lugareños.	
	Algunos somero	0.4		
	Si, incluso con fechas.	0.6		

Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

**Tabla 39 (continuación).** Formato para la estimación de susceptibilidad

FACTORES GEOTÉCNICOS					
Factores	Intervalos o categorías	Subcategorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación
Tipo de suelos o rocas	Suelos granulares medianamente compactos a sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción de agua. Formaciones poco consolidadas.		1.5 a 2.5	Vulnerables a la erosión; o suelos de consistencia blanda.	
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas.		1.2 a 2		
	Suelos arcillosos consistentes o arenolimosos compactos.		0.5 a 1	Multiplicar por 1.3 si está agrietado.	
	Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc.).		0.3 a 0.6	Multiplicar por 1.2 a 1.5, según el grado de meteorización.	
Aspectos estructurales en formaciones rocosas.	Espesor de la capa de suelo.	Menos de 5 m	0.5	Revisense cortes o cañadas; o bien, recúrrase a exploración manual.	
		4 a 10 m	1		
		9 a 15 m	1.4		
		14 a 20 m	1.8		
Aspectos estructurales en formaciones rocosas.	Echado de la discontinuidad	Menos de 15°	0.3	Ángulo diferencial positivo si el echado es mayor que la inclinación del talud.	
		24 a 35°	0.6		
		Más de 45°	0.9		
	Ángulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud.	Más de 10°	0.3	Considerar la dirección de las discontinuidades más representativas.	
		0° a 10°	0.5		
		0°	0.7		
		0° a -10°	0.8		
		Más de -10°	1		

Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

**Tabla 39 (continuación).** Formato para la estimación de susceptibilidad

FACTORES GEOMORFOLÓGICOS Y AMBIENTALES			
Factor	Intervalo o categoría	Atributo relativo	Observaciones
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas	Inexistentes	0	Formas de conchas o de embudo (flujos).
	Volúmenes moderados	0.5	
	Grandes volúmenes faltantes	1	
Vegetación y uso de tierra	Zona urbana	2	Considérese, no solo la ladera, sino también la plataforma en la cima,
	Cultivos anuales	1.5	
	Vegetación intensa	0	
	Vegetación moderada	0.8	
Régimen del agua en la ladera.	Área deforestada	2	Descartar posibles emanaciones de agua en el talud.
	Nivel freático superficial	1	
	Nivel freático inexistente	0	
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o plataforma	1	

Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Una vez calculados los valores del atributo relativo de cada subclase se procedió a calcular el valor normalizado a través del método del valor máximo.



## 2.4.5 Cálculo del índice de susceptibilidad

Una vez obtenidos los pesos de los factores, se realizó la suma lineal ponderada de pesos de factores y clases empleando la **Ecuación 1**,<sup>[73]</sup> se obtuvo el índice de susceptibilidad para cada clase.

$$I = \sum_{j=1}^n W_j * X_{ij} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

I= Índice de susceptibilidad

$W_j$  = Peso del factor j

$X_{ij}$  = Peso de la clase i del factor j (Valores normalizados de cada mapa)

n= Número de factores

[73] Abril, A. (2011). Estudio e Implementación de un Modelo para la Zonificación de Áreas Susceptibles a Deslizamiento Mediante el Uso de Sistemas de Información Geográfica: Caso de Estudio Sector Quimsacocha (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador

## 2.4.6 Elaboración del mapa de susceptibilidad

Finalmente, para generar el mapa de susceptibilidad se hizo uso de los Sistemas de Información Geográfica donde se utilizó el software ArcGIS® de Esri con el programa ArcMap versión 10.5, donde se realizó el cálculo de la susceptibilidad utilizando la fórmula mostrada en la Ecuación 1. Una vez obtenido el mapa final, se procedió a cuantificar los datos con la escala que marca el CENAPRED de Susceptibilidad (Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto).



### 2.4.6.1 Generación del mapa de susceptibilidad

- Se cargaron las 7 capas que corresponden a cada uno de los factores condicionantes (mencionados en el punto 2.4.1) de cada capa con su respectivo cálculo del peso del factor por el peso de la clase del factor.
- Se realizó la intersección de los mapas de factores condicionantes para obtener el mapa de susceptibilidad previa a deslizamientos.
- Se sumaron los resultados, donde se combinaron los factores seleccionados y se eliminaron los registros innecesarios.
- Finalmente se generó el mapa de susceptibilidad.

## 2.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS

### 2.5.1 Factores condicionantes del municipio de Xiutetelco

El término deslizamiento ha sido definido por Cruden (1991) como el movimiento de una masa de roca, escombros o tierra a lo largo de una ladera. En tanto, Scheidegger (1998) interpreta los deslizamientos como modificaciones del terreno dentro del ciclo geomorfológico continuo, y que corresponden a la respuesta normal del sistema debido a complejos parámetros exogénicos (meteóricos) y endogénicos (tectónicos).

Los procesos de inestabilidad de laderas son el producto de la geomorfología local, hidrología y condiciones geológicas. La modificación de estas condiciones por procesos geodinámicos, vegetación, usos de suelo y actividades humanas activan movimientos lentos, generalmente imperceptibles debido a que las propiedades mecánicas del material decrecen gradualmente.<sup>[74]</sup>

Los agentes que condicionan la estabilidad para el municipio de Xiutetelco se mencionan a continuación:

[74] Aristizábal, E.; Yokota, S., (2005). Geomorfología aplicada a la ocurrencia de deslizamientos en el Valle de Aburra. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia



Figura 31. Factores Condicionantes para el municipio de Xiutetelco

### 2.5.1.1 Pendientes

La influencia de las pendientes en la inestabilidad de laderas es el factor más sencillo de entender.

La geometría de las laderas y por ende su pendiente son factores determinantes en la estabilidad general de las mismas ya que su inclinación está asociada a la efectividad de la fuerza de la gravedad lo que hace que generalmente las pendientes más inclinadas tengan más probabilidad de deslizamiento, sin embargo, esto no incluye la posibilidad de que pudieran generarse deslizamientos en zonas de pendientes suaves. <sup>[75]</sup>

Un mapa topográfico es la base para la elaboración de un mapa de pendientes debido a esto, el mapa de pendientes de la zona fue construido a partir de los valores obtenidos en el Modelo Digital de Elevación (DEM). Como parte del análisis se generó cartografía escala 1:5,000 con curvas de nivel cada 5 metros, del cual se confeccionó el mapa de pendientes por grados, se reclasificaron en cuatro categorías de acuerdo con el criterio del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) para el estudio de susceptibilidad por inestabilidad de laderas (**Figura 32**).

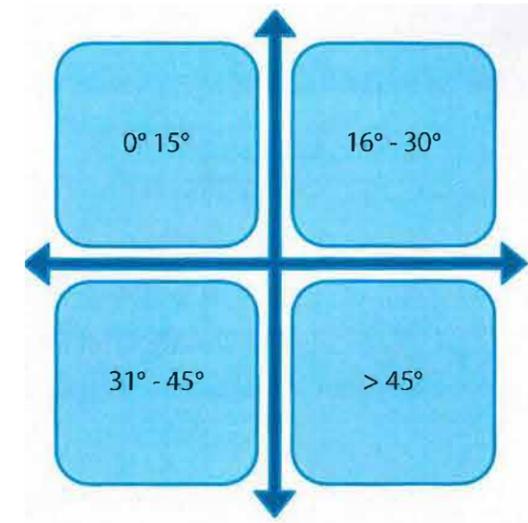


Figura 32. Clasificación de pendientes

Abril A., A. L. (2011). Estudio e Implementación de un Modelo para la Zonificación de Áreas Susceptibles a Deslizamiento Mediante el Uso de Sistemas de Información Geográfica: Caso de Estudio Sector Quimsacocha. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cuenca, Ecuador

Con base en lo establecido anteriormente, dentro del municipio se logra observar que el intervalo de pendientes de  $0^{\circ}$  a  $15^{\circ}$  presenta la mayor porción que cubre la superficie con el 89.63 % equivalente a un área de  $130.75 \text{ km}^2$  (Figura 33). Con menor presencia en el territorio se muestran inclinaciones de  $16^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  con el 8.61 %, su distribución es en el Norte, centro y Sur ocupando un área de  $12.56 \text{ km}^2$ . Las pendientes de  $31^{\circ}$  a  $45^{\circ}$  se ubican al Norte, centro y Sur abarcando el 1.43 %, esto es equivalente a un área de  $2.08 \text{ km}^2$ . Y finalmente las pendientes mayores a  $45^{\circ}$  se visualizan al Norte y centro dentro de un área de  $0.47 \text{ km}^2$ , es decir, su presencia representa el 0.32 % (ver en Anexos Mapa de Factores Condicionantes Pendientes).

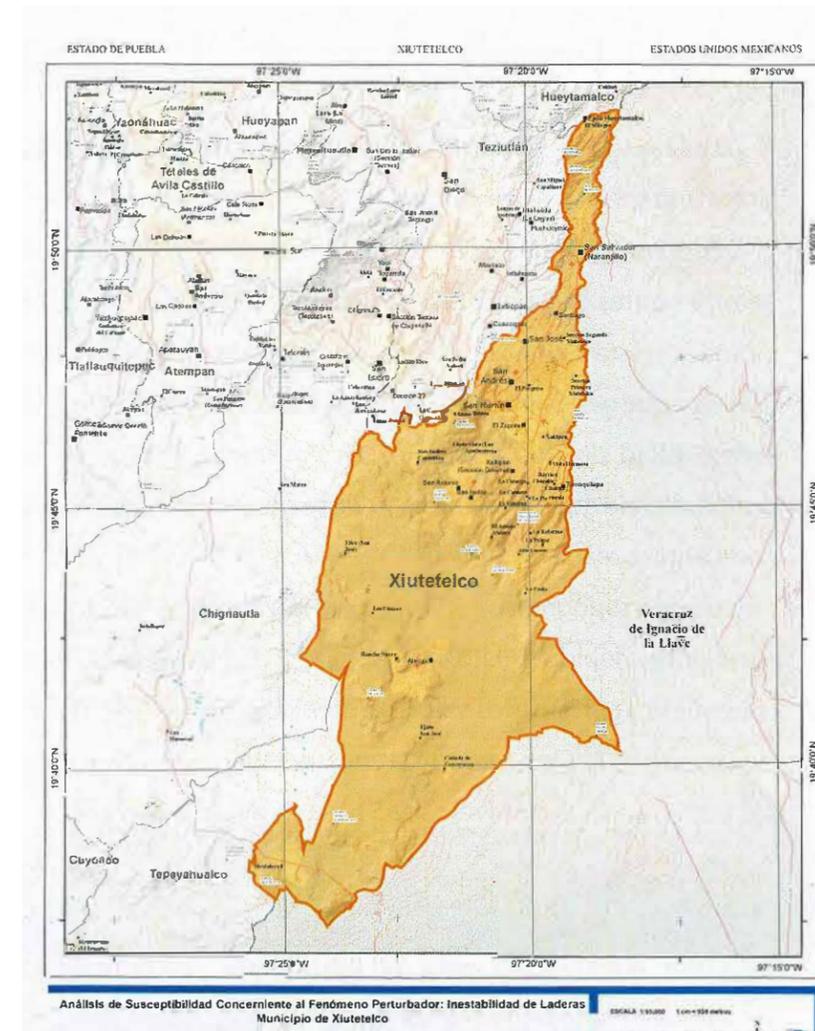


Figura 33. Mapa de Factores Condicionantes Pendientes

## 2.5.1.2 Litología

La geología y la geotecnia influyen en mayor o menor grado en la generación de diversos eventos de remoción en masa. Entre los factores de esta categoría se cuentan el tipo de depósito y el material que lo compone, su densidad, plasticidad, humedad, permeabilidad; la litología de las rocas, su estructura, alteración y meteorización.

La composición y granulometría del material adquiere relevancia al ser determinante de las propiedades de resistencia del depósito y su estabilidad en laderas. La plasticidad y humedad de un suelo influirá directamente en su grado de cohesión.

Para el caso de rocas o caracterización de partículas mayores en un suelo, la litología es un factor que influirá en la resistencia a la meteorización y alteración de la roca. [76]

La litología se divide en siete diferentes tipos de rocas (**Figura 34**). La roca de origen ígneo de tipo basalto es la que mayor presencia tiene con el 65.56 % su ubicación es sobre toda la superficie cubriendo un área de 95.64 km<sup>2</sup>. Seguido por roca de origen ígneo de tipo toba riolítica cubriendo el 20.59%, se observa de forma dispersa en todo el municipio, sin embargo, es al Sur donde su concentración es mayor y se encuentra dentro de un área de 30.18 km<sup>2</sup>. Al Este se muestra roca de tipo ignimbrita sobre el 9.68 % equivalente a un área de 14.12 km<sup>2</sup>. Con menor cantidad se presenta roca de origen ígneo de tipo pumicita cubriendo el 2.72 %, distribuida al Noroeste y Este dentro de un área de 3.97 km<sup>2</sup>. Las rocas faltantes tienen menos del 1 % como se puede visualizar en **Anexos Mapa de Factores Condicionantes Litología**.

[76] Lara, M.; Sepúlveda, S., (2008). Remoción en masa. Departamento de Geología. Universidad de Chile

Fuente: Elaboración propia, detalle en información vectorial a partir de imágenes satelitales, tomando como base datos vectoriales del SGM, escala 1:250, 000 y 1:50, 000.

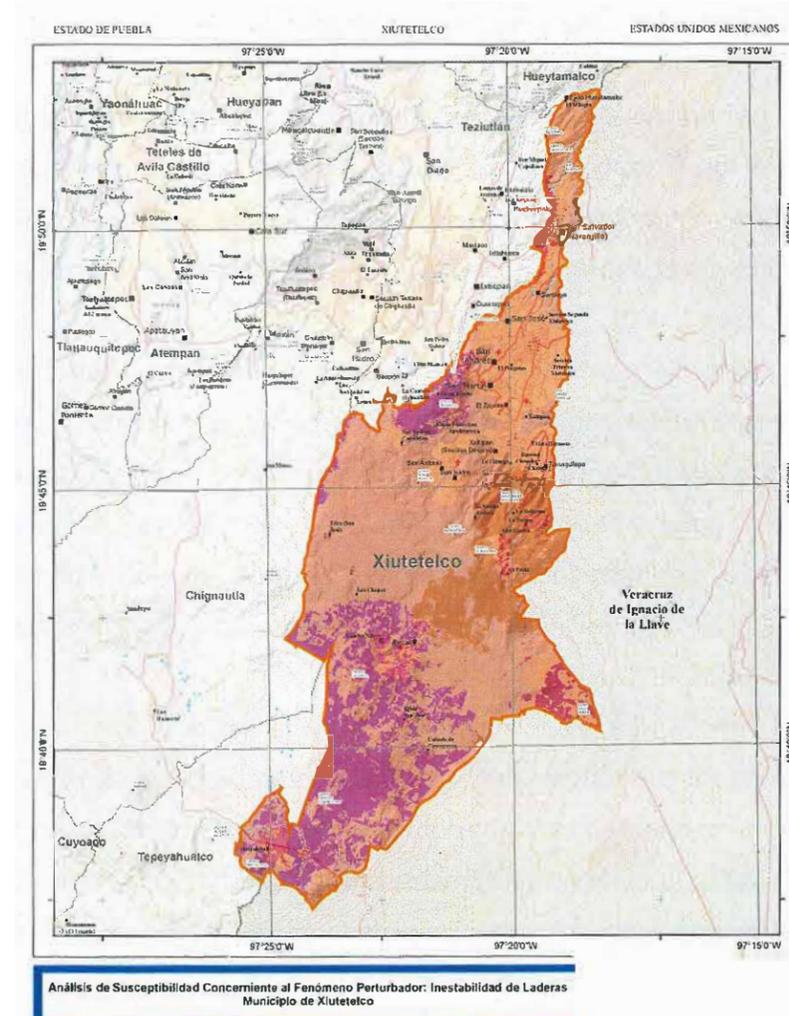


Figura 34. Mapa de Factores Condicionantes Litología

### 2.5.1.3 Geomorfología

Los principales rasgos geomorfológicos condicionantes de remociones en masa son la topografía, la altura de las laderas, su extensión y pendiente, incluyendo cambios fuertes en ella. Cualquier variación en estas características puede volver una ladera estable en inestable y generar remociones en masa (Popescu, 2002). También puede considerarse un factor condicionante importante la orientación de la ladera con respecto al Norte, aspecto geográfico que puede influir, por ejemplo, en el tiempo de exposición al sol y por lo tanto, en el grado de humedad, presencia de vegetación y meteorización en la ladera.

Una topografía escarpada y ángulos altos pueden influir en la generación de flujos, deslizamientos y derrumbes. Cuanto mayor sea la pendiente tanto de laderas como de cauces, entregan una alta capacidad de transporte y energía a los flujos. [77]

La geomorfología del municipio se divide en dos topoformas; lomerío de aluvión antiguo con llanuras y sierra volcánica de laderas escarpadas (Figura 35). El lomerío de aluvión antiguo con llanuras en el que mayor presencia tiene con el 91.89% cubriendo prácticamente toda la superficie del terreno en un área de 134.06 km<sup>2</sup>. Y la sierra volcánica de laderas escarpadas solo cubre el 8.10%, ubicándose al Norte abarcando un área de 11.82 km<sup>2</sup> (para una mejor visualización ver en Anexos Mapa de Factores Condicionantes Geomorfología).

[77] Campos, M. (2014). Evaluación de la susceptibilidad de remociones en masa en la Quebrada de los Chanchos, Región Metropolitana, Chile. Memoria para optar al título de Geología. Departamento de Geología. Universidad de Chile

Fuente: Elaboración propia.  
Datos vectoriales INEGI

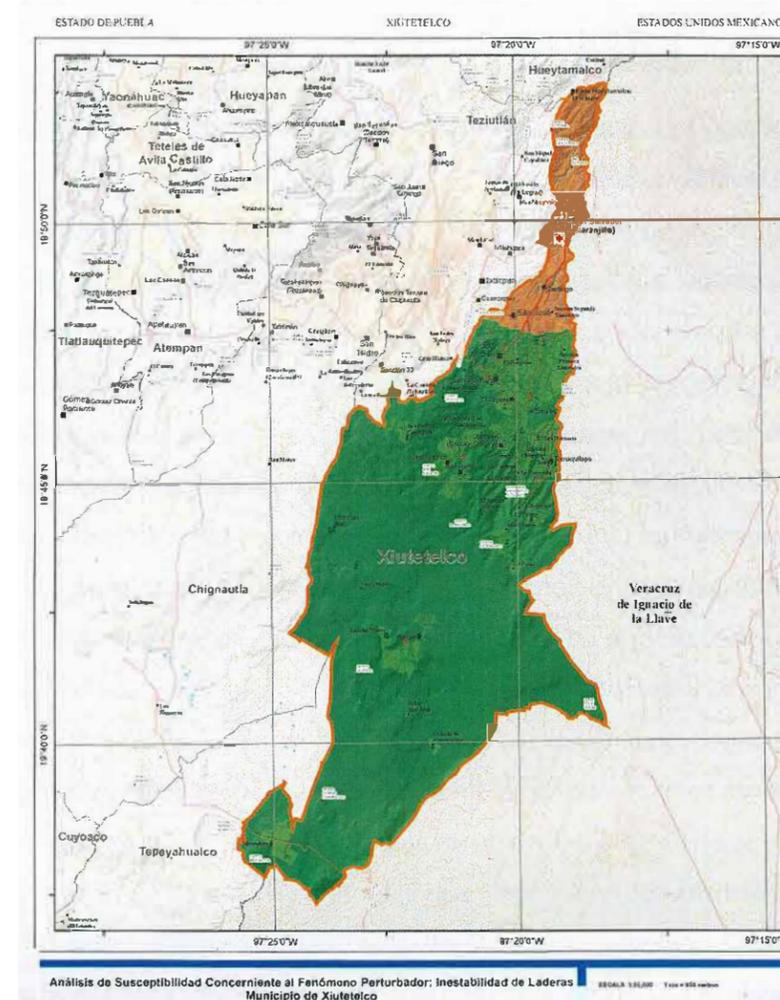


Figura 35. Mapa de Factores Condicionantes Geomorfología

## 2.5.1.4 Edafología

El suelo, es la capa más superficial de la corteza terrestre, que resulta de la interacción de los factores y procesos formadores de suelos.

Al igual que las coberturas de la tierra son la entrada y el regulador inicial de la precipitación fluvial en el ecosistema. El movimiento del agua (escurrimiento o flujo superficial, infiltración, capilaridad, percolación entre otros), tiende a modificar el estado de la materia y la energía del suelo, afectando sus propiedades y esfuerzos, pero sin alterar su naturaleza.

La determinación de las variables físicas de suelos, muestran el comportamiento a lo largo del perfil de suelos; donde, cada uno de ellos presenta diferentes características y cualidades que lo hacen complejo, en la determinación del comportamiento de la estabilidad. [78]

Dentro del municipio se pueden observar cuatro diferentes tipos de suelo; andosol, arenosol, luvisol y regosol (ver en **Anexos Mapa de Factores Condicionantes Edafología**). Suelo de tipo regosol es el que mayor presencia tiene sobre la superficie con el 63.79 % ubicado del centro hacia el Sur cubriendo un área de 96.07 km<sup>2</sup>. Seguido por suelo de tipo andosol cubriendo el 35.97 % localizado del centro hacia el Norte dentro de un área de 52.48 km<sup>2</sup>. Al Norte se logra observar suelo de tipo luvisol abarcando el 0.14%, equivalente a un área de 0.21 km<sup>2</sup>. Y por último se muestra suelo de tipo arenosol sobre el Este ocupando el 0.085, es decir, cubre un área de 0.12 km<sup>2</sup> (Figura 36).

[78] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), (2012). Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa. Bogotá, Colombia

Fuente: Elaboración propia con base en información de datos vectoriales. Escala 1:250, 000, INEGI 2010.

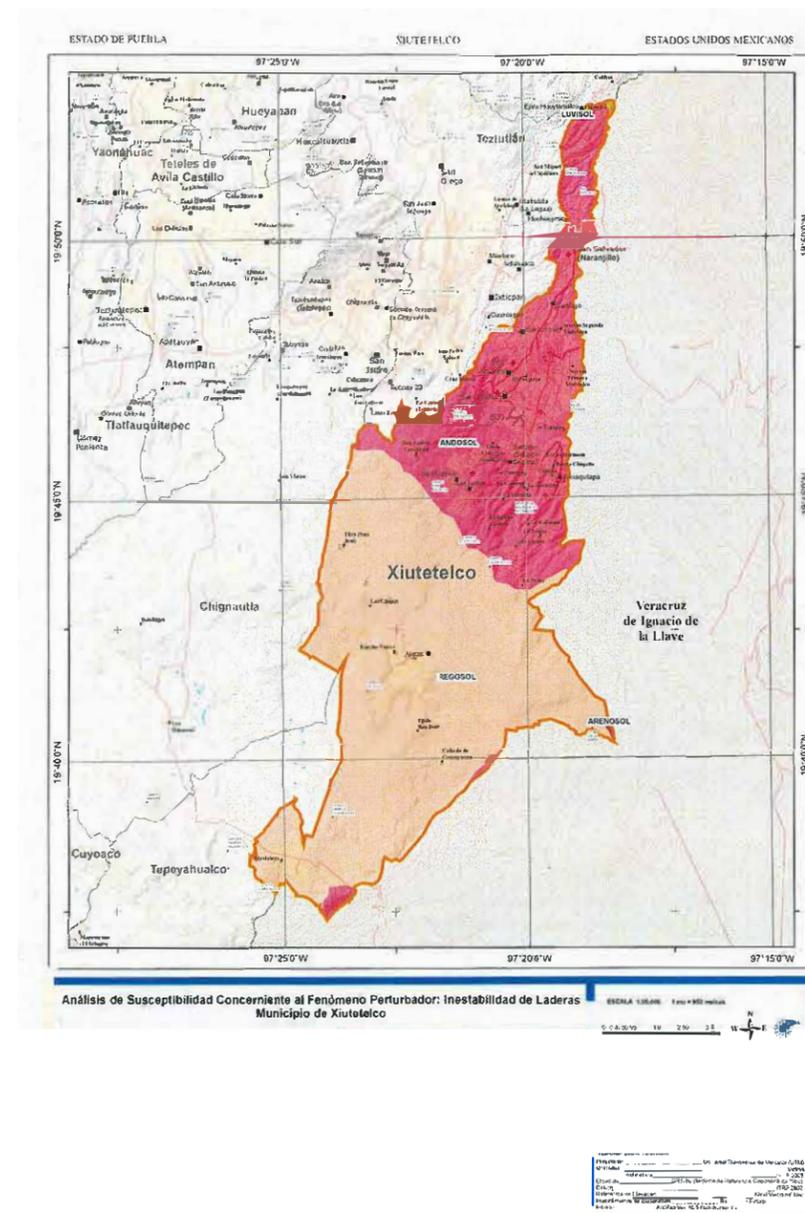


Figura 36. Mapa de Factores Condicionantes Edafología

## 2.5.1.5 Clasificación de vegetación y uso de suelo

El efecto de refuerzo mecánico impartido por las raíces se relaciona con la resistencia del suelo a esfuerzos de cortante tangencial, ya que se mejora ampliamente el valor de la cohesión. Asimismo, las raíces proporcionan un anclaje que refuerza y contrarresta la gravedad de las pendientes, y el peso de la vegetación ejerce sobre el suelo una componente vertical que aumenta la carga normal y por consiguiente la resistencia al deslizamiento. <sup>[79]</sup>

Mientras la utilización de un área para determinado uso ya sea agrícola, de reserva forestal, ganadería, industrial extractivo o urbano, modifica o conserva las condiciones naturales de estabilidad, influye en la aceleración de los procesos erosivos y amplía el radio de acción de los fenómenos de remoción en masa. <sup>[80]</sup>

Dentro del municipio se observan 17 tipos diferentes de vegetación y uso de suelo; 12 corresponden a distintos tipos de vegetación y 5 a usos de suelo (ver en **Anexos Mapa de Factores Condicionantes Uso de Suelo**). La cobertura vegetal de tipo pastizal inducido es la que mayor presencia tiene con el 19.20 % distribuido en bloques al Oeste, Sur y Sureste dentro de un área de 28.01 km<sup>2</sup>. Mientras que la cobertura de tipo pastizal halófilo es la que menor proporción tiene sobre la superficie con solo el 0.004 % ubicado al Sur cubriendo un área de 0.006 km<sup>2</sup>. En lo que respecta al uso de suelo, la agricultura de temporal anual es la que predomina con el 36.70 %, su distribución se observa sobre toda la superficie dentro de un área de 53.54 km<sup>2</sup>. Y las vialidades son las que menor presencia tienen con solo el 0.005 %, ubicándose al Sur abarcando un área de 0.08 km<sup>2</sup>. Para un mejor entendimiento ver la **Tabla 40** y en la **Figura 37**.

<sup>[79]</sup> Mujica S., Pacheco H., (2013). Metodología para la generación de un modelo de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa, en la cuenca del Río Camurí Grande, estado Vargas, Venezuela

<sup>[80]</sup> Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DTAMA), (s.f). Componente Biofísico; Amenazas. Recuperado en junio de 2018, de file:///C:/Users/usuario/Downloads/componente\_biofisico\_amenazas\_parque\_ecologico\_distrital\_montana\_entrenubes.pdf



Tabla 40. Clasificación de vegetación y uso de suelo en Xiutetelco

Clase	Porcentaje (%)	Área (km <sup>2</sup> )
Agricultura de temporal anual	36.70	53.54
Agricultura de temporal anual y permanente	1.70	2.49
Asentamientos humanos	0.57	0.83
Bosque de Galería	0.02	0.03
Bosque de Pino	4.17	6.09
Bosque de Pino - Encino	5.57	8.13
Bosque mesófilo de montaña	3.58	5.23
Matorral desértico rosetófilo	0.08	0.12
Pastizal cultivado	0.72	1.05
Pastizal halófilo	0.00	0.01
Pastizal inducido	19.20	28.01
Sin vegetación aparente	0.13	0.20
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	15.19	22.16
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	0.09	0.13
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino	9.97	14.55
Vialidad	0.05	0.08
Zona urbana	2.17	3.17

Fuente: Elaboración propia, detalle de información a partir de imágenes satelitales, tomando como base datos vectoriales de INEGI, Serie VI, 2016.

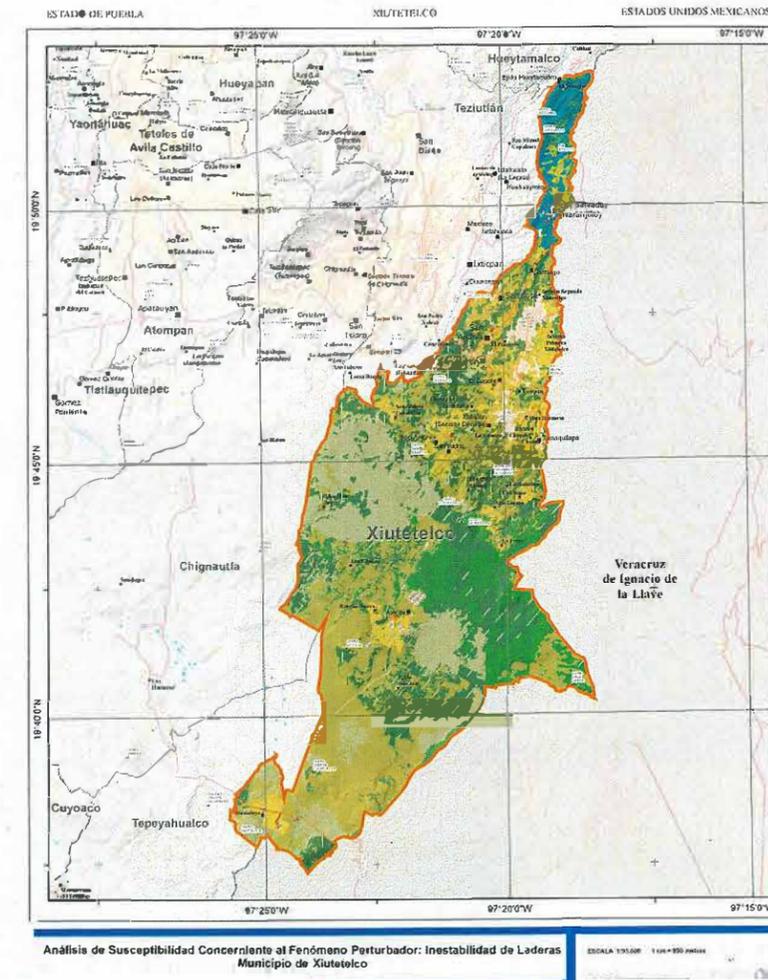


Figura 37. Mapa de Factores Condicionantes Uso de Suelo.

## 2.5.1.6 Intensidad de cobertura de vegetación

El efecto de la vegetación en la inestabilidad es complejo y depende del espesor del suelo, de su inclinación y del tipo de vegetación (Varnes, 1984). La cobertura vegetal en algunos casos favorece claramente la estabilidad, pero en otros no. <sup>[81]</sup>

[81] Remondo, J., (2001). Elaboración y validación de mapas de susceptibilidad de deslizamientos mediante técnicas de análisis espacial. Tesis Doctoral. Departamento de Geología. Universidad de Oviedo

La influencia de la vegetación en la estabilidad de las laderas ha sido estudiada por muchos autores y sus efectos quedan resumidos en la **Tabla 41**.

**Tabla 41.** Efectos de la vegetación en la estabilidad de laderas

Factores Hidrológicos	Influencia sobre la estabilidad
Intercepción de la lluvia por el follaje. Se reduce la lluvia útil para la infiltración por absorción y evaporación de las hojas y ramas.	Beneficiosa
Las raíces y troncos incrementan la rugosidad del suelo y la permeabilidad, favoreciendo la capacidad de infiltración.	Adversa
Las raíces extraen la humedad del suelo que transmite a la atmósfera vía transpiración, haciendo que disminuya la presión de poros.	Beneficiosa
La disminución de la humedad del suelo puede acentuar el agrietamiento del mismo, aumentándose la capacidad de infiltración.	Adversa
Factores Mecánicos	
Las raíces refuerzan el suelo, incrementando la resistencia de cizalla	Beneficiosa
Las raíces de los árboles pueden sujetarse en substratos firmes, proporcionando sujeción al manto de suelo.	Beneficiosa
El peso de los árboles sobrecarga la ladera, incrementando las componentes de fuerza normal y hacia abajo.	Adversa/Beneficiosa
La vegetación expuesta al viento transmite la fuerza dinámica a la ladera.	Adversa
Las raíces unen las partículas del suelo en la superficie, reduciendo su susceptibilidad a la erosión.	Beneficiosa

Fuente: Greenway, 1987.

Para un mejor entendimiento de la cobertura vegetal, esta se divide en cuatro intervalos; vegetación nula, vegetación escasa, vegetación moderada y vegetación intensa (Figura 38). La vegetación intensa es la que predomina en la superficie cubriendo el 57.80 % sobre prácticamente todo el municipio dentro de un área de 84.33 km<sup>2</sup>. Con el 40.60 % se encuentra vegetación moderada sobre gran extensión del territorio, sin embargo, es al Sur donde se muestra mayor concentración cubriendo un área de 84.33 km<sup>2</sup>. Con una menor área (2.09 km<sup>2</sup>) se encuentra una vegetación escasa sobre el Sur y Norte del terreno abarcando solo el 1.43 %. Y por último con solo el 0.15 % se observa una nula cobertura vegetal siendo el Sur su principal área observable cubriendo un área de 0.22 km<sup>2</sup> (ver en **Anexos Mapa de Factores Condicionantes Intensidad de Vegetación**).

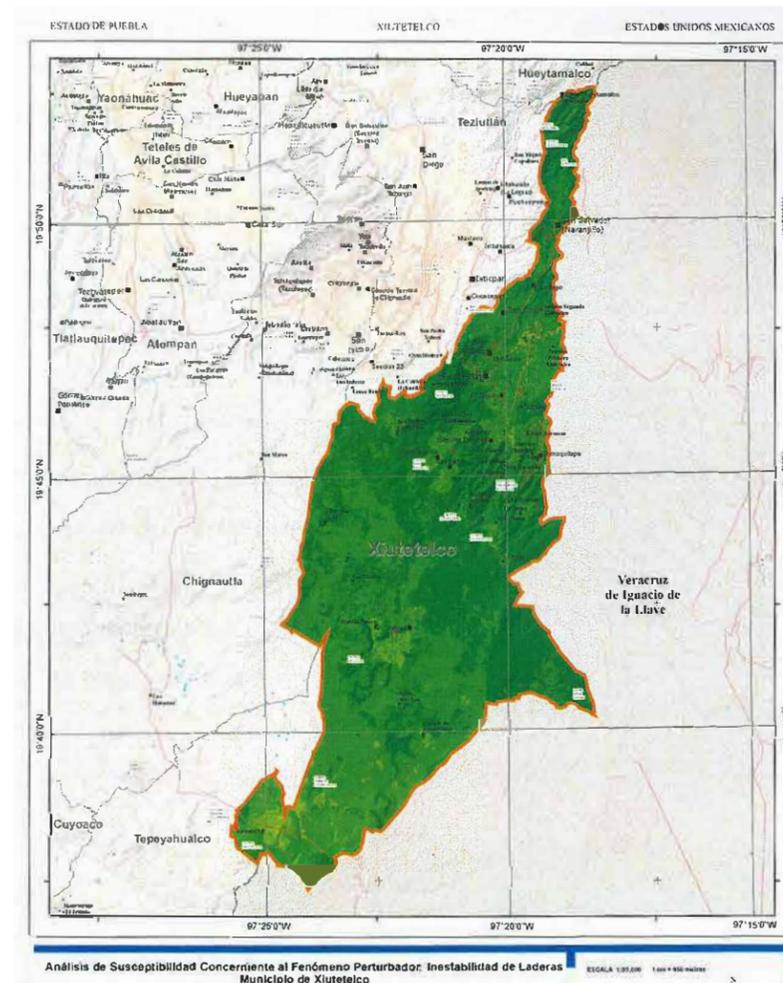


Figura 38. Mapa de Factores Condicionantes Intensidad de Vegetación

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de satélite.

## 2.5.1.7 Fallas y fracturas

La condición y estado de fracturamiento de las rocas se asocia particularmente, a las zonas de mayor deformación tectónica, que corresponde a las fallas geológicas y plegamientos de las rocas sedimentarias. En el caso de las fallas geológicas es de esperar que la deformación y fracturamiento se intensifique con tasas de desplazamiento de las fallas, mientras que en el caso de los pliegues el mayor fracturamiento se concentra en las crestas donde predominen las rocas frágiles.

El grado de fracturación y plegamiento para los materiales de la corteza terrestre para que sobre ellos se desarrollen los procesos, dentro de los cuales están los movimientos en masa y por tratarse de un análisis de susceptibilidad se considera que tiene importancia especialmente en el orógeno mexicano. <sup>[82]</sup>

Para la evaluación de las condiciones estructurales de la zona de estudio a la alta frecuencia de fallas y fracturas, así como de gran extensión, se generaron zonas de afectación mediante las distancias a partir de ellos. Lo anterior, se obtuvo de SEDESOL – COREMI (2004). Los intervalos de distancias fueron de 100, 500 y 1,000 m (ver en **Anexos Mapa de Factores Condicionantes Fallas y Fracturas**). A mayor distancia a las discontinuidades la susceptibilidad a deslizamientos por fallas y fracturas serán cercanas a la nulidad.

Para la evaluación de las condiciones estructurales de la zona de estudio a la alta frecuencia de fallas y fracturas, así como de gran extensión, se generaron zonas de afectación mediante las distancias a partir de ellos. Lo anterior, se obtuvo de SEDESOL – COREMI (2004). Los intervalos de distancias fueron de 100, 500 y 1,000 m (ver en **Anexos Mapa de Factores Condicionantes Fallas y Fracturas**). A mayor distancia a las discontinuidades la susceptibilidad a deslizamientos por fallas y fracturas serán cercanas a la nulidad.

[82] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), (2012). Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa. Bogotá, Colombia

Los lineamientos tectónicos existentes corresponden a 43 fallas inferidas y 2 fracturas inferidas. Las fallas presentan una longitud máxima de 4.15 km ubicada al Sur, mientras la longitud mínima es de 0.44 km ubicada al centro del municipio. En lo que respecta a las fracturas, su longitud máxima es de 1.63 km y la longitud mínima es de 1.29 km ambas fracturas se localizan al Norte del territorio. Las fallas y fracturas tienen una orientación preferencial de SE – NW. Las zona de afectación por fallas y fracturas se localizan al centro, Norte y Sur (Figura 39).

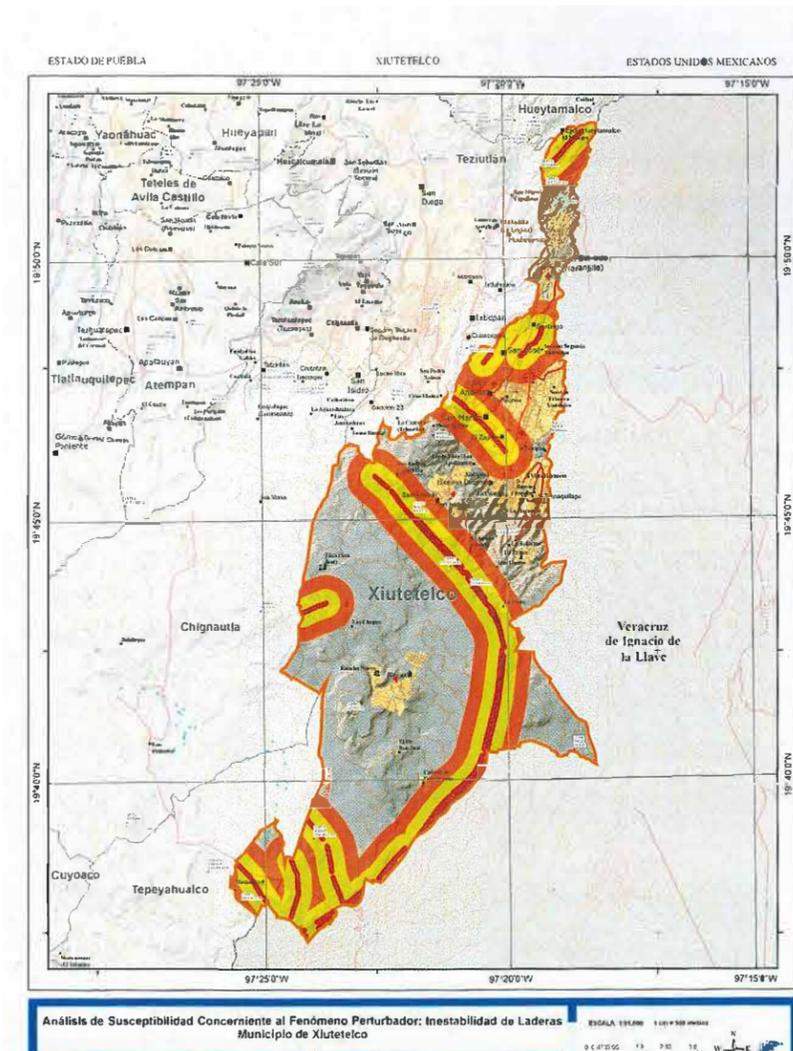


Figura 39. Mapa de Factores Condicionantes Fallas y Facturas

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de satélite.



## 2.5.2 Evaluación de susceptibilidad para el municipio de Xiutetelco

Para la evaluación de la susceptibilidad se trabajó en dos etapas, la primera de ellas consistió en el trabajo en gabinete para procesar los datos, y la segunda en campo con levantamiento a nivel región en puntos estratégicos para obtener un estudio más completo y robusto. De manera conjunta se implementó como herramienta un Sistema de Información Geográfica (SIG), el cual permitió el análisis de la susceptibilidad a la rotura por deslizamiento, así como, la elaboración de mapas de susceptibilidad de manera sistemática, rápida y eficiente. Ello ha ampliado considerablemente la posibilidad de tratar con grandes bases de datos y realizar cálculos para la estimación de la susceptibilidad.

Existen diversas formas de analizar la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos de laderas conforme a diferentes métodos de trabajo (DDRMA, 1993):

1. Datos históricos en el área de estudio o en áreas de características similares.
2. Análisis empíricos basados en la estabilidad de taludes.
3. Uso de la geomorfología junto con los datos históricos o basadas en criterios profesionales.
4. Relación con la frecuencia e intensidad de los eventos detonantes, por ejemplo, lluvias o sismos.

5. Valoración directa basada en el criterio de un experto.
6. Modelación de variables primarias contra eventos desencadenantes, junto con conocimientos de las características físicas.
7. Aplicación de métodos formales probabilísticos.

La metodología que se aplicó en este estudio fue de *Análisis Multicriterio según Saaty*. A continuación, se menciona alguno de los varios autores que han utilizados esta metodología.

Borja et al. (2010) en su artículo "Susceptibility to Mass Movement Processes in the Municipality of Tlatlauquitepec, Sierra Norte de Puebla" muestra de manera específica la influencia de diversos parámetros que inciden en la estabilidad de las laderas así como la validación de los resultados por medio del índice de recurrencia en el cual se generó el mapa de susceptibilidad.<sup>[83]</sup>

**Tabla 42. Factores condicionantes de la Sierra Norte de Puebla**

Factor	Peso
Pendiente	33.7
Regiones morfogénicas	34.98
Cobertura vegetal	9.61
Distancia a carreteras	5.49
Densidad de disección	16.22

Fuente: SIGSA, Estudio por Inestabilidad de Laderas, 2015.

## 2.5.2.1 Construcción de jerarquías

Una vez establecidos los factores que condicionan un fenómeno de inestabilidad de laderas, se estructuró una matriz en la cual se sintetizó cada juicio de acuerdo a la importancia relativa de los elementos de cada nivel de la jerarquía (Tabla 43).

Como primer paso, se asignó el valor de 1 en cada esquina de la tabla, y de manera diagonal en la estructura, según el planteamiento metodológico de Saaty. Con escala preestablecida del mismo método, se realizó una comparación entre cada factor, iniciando el análisis y valoración a partir de la sección superior a la línea roja como se muestra en la Tabla 44 y finalizando con la inversión de los valores según el factor.

**Tabla 43.** Escala de Saaty para determinar el valor de pesos relativos

Nivel de importancia	Definición	Descripción del criterio i, al compararse con j
1	Igual preferencia	Los dos criterios (i,j) contribuyen de igual manera al proceso de deslizamiento
2	Moderada preferencia	Pasadas experiencias favorecen ligeramente al criterio (i) sobre el otro (j)
3	Fuerte preferencia	Prácticamente la dominancia del criterio (i) sobre el otro (j) está demostrada
4	Absoluta preferencia	Existe evidencia que determina la supremacía del criterio (i)

i = Criterio en la Fila

j = Criterio en la Columna.

**Tabla 44.** Ejemplo de construcción jerarquías para determinar el valor de pesos relativos

	Litología	Pendientes	Fallas y Fracturas	Geomorfología	Intensidad de Cobertura de Vegetación	Edafología	Clasificación Vegetación y de Uso de Suelo
Litología	1.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00
Pendientes	1/3	1.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Fallas y Fracturas	1/2	1/3	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Geomorfología	1/3	1/2	1/2	1.00	1.00	2.00	1.00
Intensidad de Cobertura de Vegetación	1/2	1/2	1/2	1.00	1.00	1.00	2.00
Edafología	1/2	1/2	1/2	1/2	1.00	1.00	2.00
Clasificación Vegetación y de Uso de Suelo	1.00	1/2	1/2	1.00	1/2	1/2	1.00



## 2.5.2.2 Relación de factores condicionantes

La relación de cada factor condicionante en la matriz de jerarquización para el municipio de Xiutetelco se describe a continuación:

### 1. *Relación pendientes con.*

- *Litología.* A la interacción entre ambos factores condicionantes se le proporcionó una fuerte preferencia a la pendiente del relieve sobre la litología, este resultado es dado que en las pendientes pronunciadas se localizan rocas con propiedades que varían en su dureza (frágil y dúctil), en este caso las pendientes tienen un papel importante en la estabilidad del terreno.
- *Geomorfología.* La geomorfología es de dos tipos de topofórmulas (sierra volcánica de laderas escarpadas y lomerío de aluvión antiguo con llanuras) con pendientes que van desde suaves a pronunciadas por lo que la inestabilidad de una ladera en el municipio depende más de la inclinación del terreno que la topofórmula, es por ello que a esta relación se le dio una fuerte preferencia a la pendiente sobre la geomorfología.
- *Edafología.* La relación entre ambos factores condicionantes mostró una fuerte preferencia a las pendientes sobre la edafología, este resultado fue condicionado por el tipo de suelo que se muestra en el municipio, resaltando que un mismo suelo se observa en inclinaciones suaves como elevadas, es decir, la pendiente condiciona la inestabilidad de una ladera que el tipo de suelo.
- *Clasificación de vegetación y uso de suelo.* A pesar de tener una cobertura de raíz profunda en pendientes altas, en inclinaciones

suaves se muestra una vegetación de raíces poco profundas y zonas de agriculturas haciendo que el suelo sufra erosión y la ladera en ese tipo de inclinaciones tenga mayor factibilidad para suscitar un movimiento en masa. Debido a ello se le otorgó una fuerte preferencia a la pendiente sobre la clasificación de vegetación y uso de suelo.

- *Intensidad de cobertura de vegetación.* A esta relación se le brindó una fuerte preferencia a la pendiente sobre la intensidad de cobertura de vegetación. Ello es debido que la cobertura vegetal es mayormente moderada y en laderas con pendientes pronunciadas tiene una alta posibilidad de tener inestabilidad del terreno.
- *Fallas y fracturas.* La presencia de lineamientos tectónicos tiene una importante consideración en la estabilidad del terreno, pero al estar presente en pendientes elevadas su importancia incrementa, es por ello que a esta relación se le brindó una absoluta preferencia a la pendiente del relieve sobre las fallas y fracturas.

### 2. *Relación litología con.*

- *Geomorfología.* Al tener dos tipos de topofórmulas del terreno y con diversos tipos de rocas, la inestabilidad de una ladera dependerá más del sustrato rocoso que del relieve del territorio, es por ello que a esta relación se le otorgó una moderada preferencia a la litología sobre la geomorfología.
- *Edafología.* A esta interacción entre ambos factores condicionantes dio como resultado una moderada preferencia a la litología sobre la edafología, esto es debido a que los tipos de suelos son el producto

de la erosión que ha sufrido la roca y después siendo depositados por efectos del viento o agua, conservando las propiedades de la roca.

- *Clasificación de vegetación y uso de suelo.* Las raíces de la vegetación de tipo de bosque ayudan a mantener firme al suelo con el macizo rocoso, sin embargo, existe una gran presencia de agricultura y vegetación de raíz poco profundas, esto propicia una fácil presencia de la erosión, intemperismo de la roca favoreciendo la pérdida de estabilidad de terreno, ante ello se le dio una fuerte preferencia a la litología sobre la clasificación de vegetación y uso de suelo.
- *Intensidad de cobertura de vegetación.* La cobertura de vegetación intensa ayuda a amortiguar el suelo con el sustrato rocoso en pendientes elevadas, sin embargo, en gran parte del territorio se observa una moderada vegetación, esto propicia la fácil presencia del proceso de erosión, meteorización e intemperismo sobre la roca haciendo factible la inestabilidad del terreno. Es por esta razón que se le decidió dar una fuerte preferencia a la litología sobre la cobertura vegetal.
- *Fallas y fracturas.* La fragilidad que puedan tener las rocas es el primer factor a considerar para tener fallas y fracturas, debido a esta razón se le decidió dar una absoluta preferencia a la litología sobre los lineamientos tectónicos.

### **3. Relación geomorfología con.**

- *Edafología.* Los tipos de suelos que se muestran en el terreno tienen propiedades favorables para la inestabilidad de laderas y conjugado con la topoforma de sierra esta favorabilidad aumenta, es por ello que a esta relación se le dio una moderada preferencia a la geomorfología sobre la edafología.

- *Clasificación de vegetación y uso de suelo.* A esta relación se le otorgó una moderada preferencia a la geomorfología sobre la clasificación de vegetación y uso de suelo, este resultado es por la presencia de árboles de raíz profunda que ayudan a amortiguar al terreno, sin embargo, también se observa vegetación de raíz poco profunda que no ayuda a amortiguar el terreno.
- *Intensidad de cobertura de vegetación.* La cobertura vegetal es de intensa a moderada ayudando a mantener firme al suelo, y las zonas donde existe una escasa o nula vegetación se muestra en topoforma de sierra volviéndola susceptible a perder propiedades estabilizadoras, es por ello que a esta relación se le dio una moderada preferencia a la geomorfología sobre la cobertura de vegetación.
- *Fallas y fracturas.* A la interacción entre ambos factores condicionantes se le otorgó una fuerte preferencia a la geomorfología sobre las fallas y fracturas, este resultado es dado porque la poca profundidad de los suelos aumenta la posibilidad de tener lineamientos tectónicos.

### **4. Relación edafología con.**

- *Clasificación de vegetación y uso de suelo.* Las raíces de los árboles ayudan al suelo a estar firme con el sustrato rocoso, es por ello que a esta relación se le otorgó una moderada preferencia a la edafología sobre la clasificación de vegetación y uso de suelo.
- *Intensidad de cobertura de vegetación.* Tanto la variedad de los suelos como la cobertura vegetal son características importantes para mantener una ladera estable, sin embargo, en las zonas de vegetación escasa o nula se muestra factible para tener inestabilidad del suelo,

esto da como resultado una moderada preferencia a la edafología sobre la intensidad de vegetación.

- *Fallas y fracturas.* La posible existencia de fallas y fracturas ante el movimiento tectónico sobre el terreno es debido a la propiedades de la edafología, es por ello que a esta relación se le decidió dar una fuerte preferencia a la edafología sobre los lineamientos tectónicos.

**5. Relación clasificación de vegetación y uso de suelo.**

- *Intensidad de cobertura de vegetación.* A esta relación se le dio una moderada preferencia para el factor uso de suelo sobre la intensidad vegetal, esto es debido a la moderada cobertura vegetal y el tipo de vegetación que se observa en el municipio ayudando a mantener estable al terreno.
- *Fallas y fracturas.* La presencia de fallas y fracturas en el municipio tiene zonas de afectación por inestabilidad de laderas, estas zonas son estabilizadas por las raíces de la cobertura vegetal que muestra en el municipio, es por ello que a esta relación se le dio una absoluta preferencia a la clasificación de vegetación y uso de suelo sobre los lineamientos tectónicos.

**6. Relación intensidad de cobertura de vegetación con.**

- *Fallas y fracturas.* Las zonas de afectación por fallas y fracturas se encuentran cubiertas por una intensa vegetación ayudando a mantener estable al suelo con el sustrato rocoso, ante ello se le decidió dar una absoluta preferencia a la intensidad vegetal sobre los lineamientos tectónicos.

### 2.5.2.3 Determinación de factor para pesos relativos

Una vez ordenada la matriz de jerarquización y con los intervalos asignados para cada factor condicionante, se realizó la sumatoria horizontal y vertical (Tabla 45). Para la estimación de los pesos relativos, se realizó la división del total de los factores condicionantes entre el resultado obtenido. El proceso de manipulación del software determinó los valores de normalización por cada factor condicionante, esto con base en el análisis y criterio de un experto para analizar cada subelemento en referencia a la importancia de cada uno de ellos.

El valor de cada factor condicionante (pendiente, litología, edafología, geomorfología, clasificación de vegetación y uso de suelo, intensidad de cobertura de vegetación, fallas y fracturas) se derivó de la investigación de diversas fuentes, de nivel público como de instancias privadas, así también del procesamiento de imágenes de satélite mediante diversas técnicas de percepción remota. Para asignar un valor normalizado se consideró un intervalo de 0 a 1, dividiéndose entre el número de cada factor (Tabla 46).

Tabla 45. Asignación de factor para determinar el valor de pesos relativos

CONSTRUCCIÓN DE JERARQUÍAS PARA DETERMINAR VALOR DE PESOS RELATIVOS	Pendientes	Litología	Geomorfología	Edafología	Clasificación de vegetación y uso de suelo	Intensidad de cobertura de vegetación	Fallas y fracturas	Suma horizontal
<b>Pendientes</b>	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	20.00
<b>Litología</b>	1/3	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	15.33
<b>Geomorfología</b>	1/3	1/2	1.00	2.00	2.00	2.00	4.00	11.83
<b>Edafología</b>	1/3	1/2	1/2	1.00	2.00	2.00	4.00	10.33
<b>Clasificación de vegetación y uso de suelo</b>	1/3	1/3	1/2	1/2	1.00	2.00	4.00	8.67
<b>Intensidad de cobertura de vegetación</b>	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1.00	4.00	7.17
<b>Fallas y fracturas</b>	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1.00	2.50
<b>Suma vertical</b>	2.92	5.92	7.75	9.25	11.75	13.25	25.00	75.83

Tabla 46. Determinación de pesos relativos para el municipio de Xiutetelco

CONSTRUCCIÓN DE JERARQUÍAS PARA DETERMINAR VALOR DE PESOS RELATIVOS	Pendientes	Litología	Geomorfología	Edafología	Clasificación de vegetación y uso de suelo	Intensidad de cobertura de vegetación	Fallas y fracturas	$\sum x_{ij}$	$\sum x_{ij}/n$	Peso Relativo
<b>Pendientes</b>	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	20.00	2.86	0.2637
<b>Litología</b>	1/3	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	15.33	2.19	0.2022
<b>Geomorfología</b>	1/3	1/2	1.00	2.00	2.00	2.00	4.00	11.83	1.69	0.1560
<b>Edafología</b>	1/3	1/2	1/2	1.00	2.00	2.00	4.00	10.33	1.48	0.1363
<b>Clasificación de vegetación y uso de suelo</b>	1/3	1/3	1/2	1/2	1.00	2.00	4.00	8.67	1.24	0.1143
<b>Intensidad de cobertura de vegetación</b>	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1.00	4.00	7.17	1.02	0.0945
<b>Fallas y fracturas</b>	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1.00	2.50	0.36	0.0330
								75.83	10.83	1.00

La división del número total entre el rango considerado se debió principalmente a la posibilidad de contar con una distribución equidistante entre los valores y obtener un mejor resultado. A continuación, se muestran las tablas de los factores condicionantes con su respectivo valor normalizado:



**Tabla 47.** Valor normalizado de pendientes

Clase	Valor Normalizado
0°-15°	0.00
16°-30°	0.75
31°-45°	0.85
>45°	1.00

**Tabla 48.** Valor normalizado de litología

Clase	Valor Normalizado
Andesita	0.50
Basalto	1.00
Dacita	0.75
Ignimbrita	0.25
Pumicita	0.70
Riolita	0.50
Toba Riolítica	0.40

**Tabla 49.** Valor normalizado de geomorfología

Clase	Valor Normalizado
Lomerío de aluvión antiguo con llanuras	0.35
Sierra volcánica de laderas escarpadas	0.95

**Tabla 50.** Valor normalizado de edafología

Clase	Valor Normalizado
Andosol	0.44
Arenosol	0.50
Luvisol	1.00
Regosol	0.35

**Tabla 51.** Valor normalizado de uso de suelo

Clase	Valor Normalizado
Agricultura de temporal anual	0.25
Agricultura de temporal anual y permanente	0.25
Asentamientos humanos	1.00
Bosque de Galería	0.50
Bosque de Pino	0.50
Bosque de Pino - Encino	0.50
Bosque mesófilo de montaña	0.50
Matorral desértico rosetófilo	0.75
Pastizal cultivado	0.50
Pastizal halófilo	0.50
Pastizal inducido	0.25
Sin vegetación aparente	1.00
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	0.25
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	0.25
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino	0.25
Vialidad	0.50
Zona urbana	1.00

**Tabla 52.** Valor normalizado de intensidad de vegetación

Clase	Valor Normalizado
Escasa	0.50
Intensa	0.10
Moderada	0.40
Nula	1.00

**Tabla 53.** Valor normalizado de fallas y fracturas

Clase	Valor Normalizado
100 m	1.00
500 m	0.25
1,000 m	0.00

## 2.6 MAPA RESULTANTE

La susceptibilidad de remociones en masa se refiere a la posibilidad que tiene una zona de verse afectada por un determinado fenómeno de estas características y puede ser expresada en términos cuantitativos.<sup>[84]</sup>

### 2.6.1 Análisis del mapa de susceptibilidad

Según la definición de zonificación dada por Varnes en 1984, y según lo citado por Cornelius Westen en su libro "Application of geographic information system to landslides Hazard zonation", para la elaboración de un mapa zonificado de susceptibilidad, amenazas o riesgos de deslizamientos es necesario "dividir" el área de estudio en zonas homogéneas para lo cual se requiere un conocimiento detallado de el o los procesos activos en un área así como de los factores que conducen a un fenómeno de daño potencial.

La zonificación dentro de este proceso es una división de la superficie terrestre en áreas que representan diferentes grados de susceptibilidad potencial o actual hacia la ocurrencia de deslizamientos, para ello deberán ser consideradas las escalas para cada nivel de estudio y los factores que han de requerirse en cada una de las metodologías.

La elaboración de un mapa zonificado de susceptibilidad de deslizamiento generalmente implica el desarrollo de un inventario histórico de deslizamiento conjuntamente con una evaluación de las áreas potenciales en las que se podrían experimentar movimientos de tierra en el futuro, pero ni la evaluación de la frecuencia (probabilidad anual) del acontecimiento.<sup>[85]</sup>

Para el municipio de Xiutetelco, se contempló el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la elaboración del mapa zonificado de susceptibilidad con un método que aglomera características y parámetros físicos del área de trabajo. Además, a partir de una escala cromática de colores, se representó gráficamente su clasificación, la cual se menciona a continuación.



[84] Campos, M. (2014). Evaluación de la susceptibilidad de remociones en masa en la Quebrada de los Chanchos, Región Metropolitana, Chile. Memoria para optar al título de Geología. Departamento de Geología. Universidad de Chile

[85] Abril A., A. L. (2011). Estudio e Implementación de un Modelo para la Zonificación de Áreas Susceptibles a Deslizamiento Mediante el Uso de Sistemas de Información Geográfica: Caso de Estudio Sector Quimsacocho. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cuenca, Ecuador

**Muy Baja susceptibilidad.** Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos. Las condiciones del terreno del municipio de Xiutetelco, da como resultado una poca presencia de una muy baja susceptibilidad ubicándose en el Este del municipio ocupando un área de 0.30 km<sup>2</sup>, es decir, representa el 0.21 % de extensión territorial.

**Tabla 54.** Muy baja susceptibilidad

Susceptibilidad	Código	Porcentaje	Área
Muy baja		0.21%	0.30 km <sup>2</sup>

**Baja susceptibilidad.** Laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados, no saturados, con discontinuidades favorables, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos. El rango de susceptibilidad baja ocupa un área de 114.92 km<sup>2</sup>, lo que se ve reflejada en la distribución a lo largo del municipio, y del total territorial ocupa el 78.77 %.

**Tabla 55.** Baja susceptibilidad

Susceptibilidad	Código	Porcentaje	Área
Baja		78.77 %	114.92 km <sup>2</sup>

**Moderada susceptibilidad.** Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados, donde no han ocurrido deslizamientos, pero no existe completa seguridad de que no ocurran. El porcentaje que le corresponde a la moderada susceptibilidad en el municipio es del 17.35 %, por lo que se puede visualizar en las zonas Norte, centro y Sur del territorio dentro de un área de 25.31 km<sup>2</sup>. Debido a la complejidad del municipio este rango de susceptibilidad se encuentra presente en las siguientes localidades; San Juan Xiutetelco (cabecera municipal), Atecox, Xaltipan, San Francisco, San Andrés, La Cantera, San Martín y El Aguaje Atoluca.



**Tabla 56. Moderada susceptibilidad**

Susceptibilidad	Código	Porcentaje	Área
Moderada		17.35 %	25.31 %

**Alta susceptibilidad.** Laderas que tienen zonas de fallas, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran. Las zonas donde se localiza este rango de susceptibilidad se encuentran en el Norte municipio ocupando un área de 3.67 km<sup>2</sup>, lo que representa el 5.36 % de extensión territorial. Dada a las condiciones del municipio las localidades que presentan una alta susceptibilidad ante inestabilidad de laderas son San José, San Salvador (Naranjillo) y Santiago.

**Tabla 57. Alta susceptibilidad**

Susceptibilidad	Código	Porcentaje	Área
Alta		3.67 %	5.36 km <sup>2</sup>

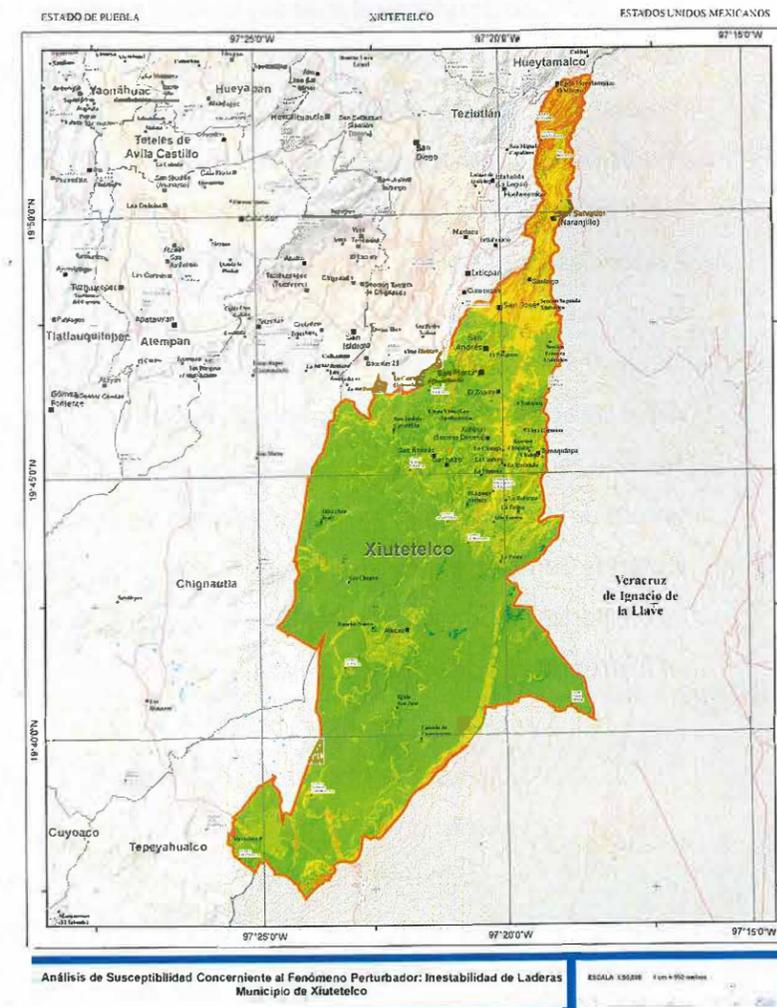
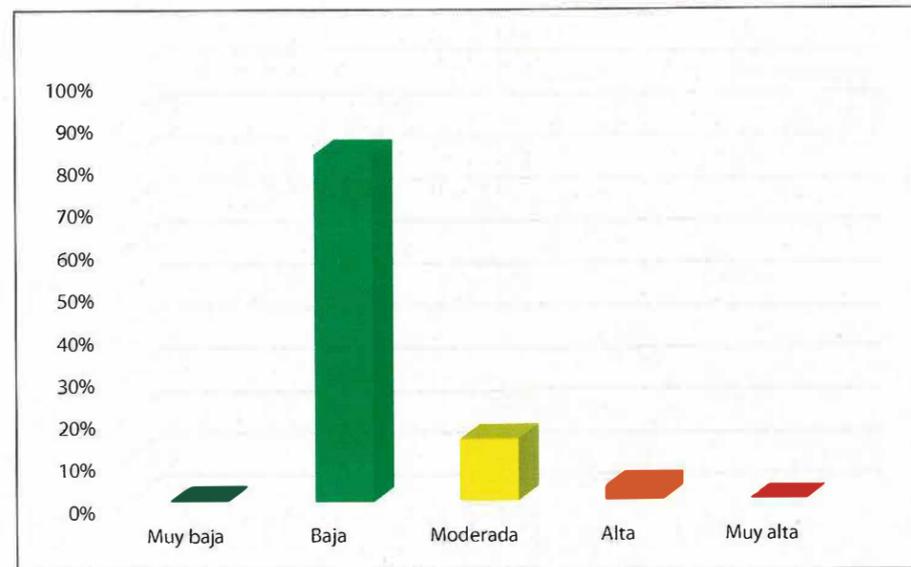
**Muy alta susceptibilidad.** Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas y discontinuidades desfavorables donde ha ocurrido deslizamientos o existe una alta posibilidad de que ocurran. Este rango de susceptibilidad se observa presente en el Norte del municipio, ocupando un área de 0.009 km<sup>2</sup>, es decir, que se encuentra en un 0.006 % del total municipal. Debido al relieve del municipio la susceptibilidad muy alta se localiza en zonas de alta pendiente y una topoforma de sierra por lo que no se encuentran localidades cerca.

**Tabla 58. Muy alta susceptibilidad**

Susceptibilidad	Código	Porcentaje	Área
Muy alta		0.006 %	0.009 km <sup>2</sup>



Gráfica 4. Susceptibilidad en el municipio de Xiutetelco

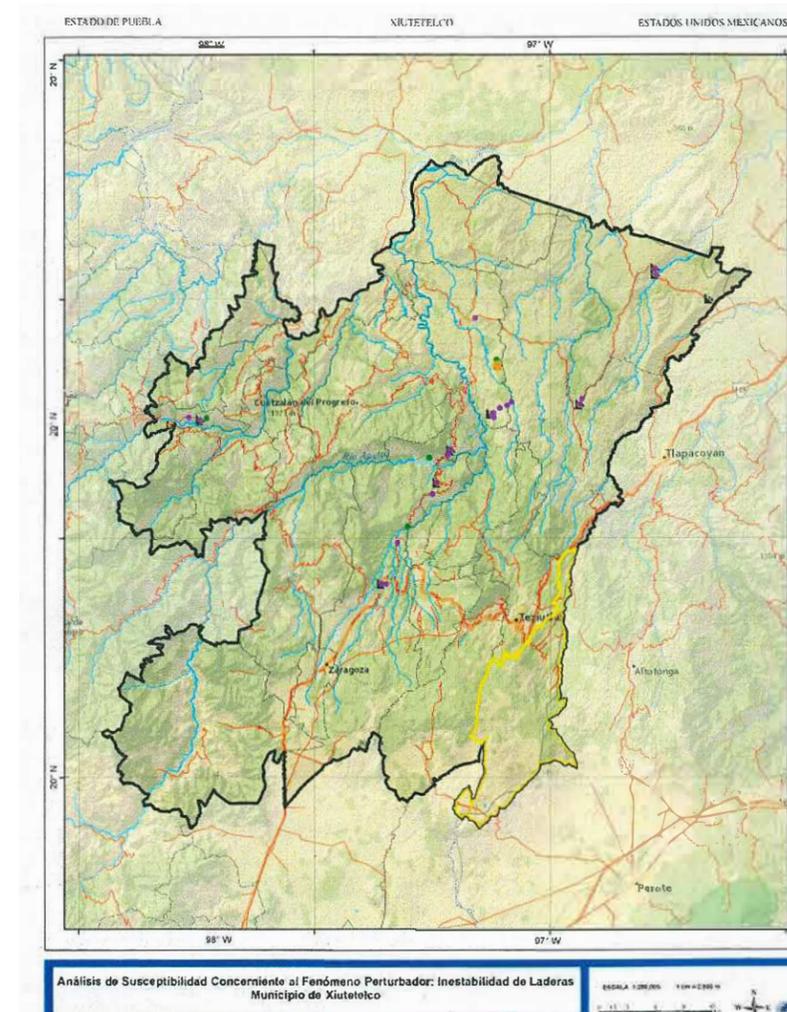


Fuente: Elaboración propia a partir de los siete factores condicionantes.

Figura 40. Mapa de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas

## 2.7 LEVANTAMIENTO EN CAMPO

Con la finalidad de reforzar el análisis y resultados obtenidos en el estudio, se realizó una visita de campo en la Región Nororiental, donde gracias a la participación de los municipios y con apoyo del personal de Protección Civil y autoridades correspondientes, se obtuvieron distintas evidencias de los fenómenos perturbadores que afectan a la región. Producto de esta colaboración, fue posible realizar los ajustes necesarios para calibrar los diferentes modelos y datos de acuerdo con el fenómeno perturbador que más afecta a cada municipio. A continuación, se muestra una síntesis de las actividades que se realizaron en los municipios visitados. Como resultado, se anexa un mapa con los puntos recolectados en campo (Figura 41). Para más detalles véase en Anexos Mapa de Levantamiento en Campo.



Fuente: Elaboración propia con apoyo de  
Protección Civil y Autoridades Municipales

Figura 41. Mapa de Levantamiento en Campo

## Inestabilidad de laderas

Los problemas de inestabilidad de laderas se cuentan entre los peligros naturales más destructivos de nuestro planeta, lo cual representa una de las mayores amenazas para la vida y bienes materiales de la población. Muchas de las laderas se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos se pueden iniciar con facilidad, esto es debido a diferentes factores, por un lado, los materiales térricos formadores pueden ser poco resistentes o estar caracterizados por la presencia de sistemas de debilidad como diaclasas, fracturas, fallas, etc., lo cual implica una inestabilidad latente. Las laderas pueden estar expuestas a factores externos, tales como la erosión, que juegan un papel importante en su desequilibrio. La presencia de lluvias excesivas y temblores intensos son los principales mecanismos detonadores de inestabilidad en el contexto de los desastres naturales (CENAPRED, 2001).

Históricamente, México ha sido afectado por el embate de ciclones tropicales que generan lluvias torrenciales en la mayor parte de su territorio. Esta condición y su topografía accidentada hacen que sea altamente susceptible al fenómeno de inestabilidad de laderas, siendo las lluvias el principal factor detonante. Durante el recorrido que se realizó en campo, se observó que la región es afectada principalmente por fenómenos de tipo geológico, puesto que se identificaron zonas con una alta y muy alta susceptibilidad. Cabe mencionar que el impacto más latente se registró en el año de 1999, en donde numerosos municipios que conforman la región se vieron afectados generando impactos negativos en el ámbito socio-económico y ambiental, además de pérdidas humanas, daños a la cubierta vegetal, afectaciones a la vivienda e infraestructura.

El trabajo de campo se realizó con la finalidad de corroborar las zonas susceptibles a deslizamientos y a partir de estas, validar la capa de susceptibilidad generada en gabinete mediante análisis multivariable, a través de la recopilación de históricos y el análisis del fenómeno por inestabilidad de laderas. La información recabada en campo fue de 11 puntos.

Los puntos que fueron tomados en campo se describen a continuación:

## Acateno

### Tramo carretero que comunica Lomas de Mirador – Roberto Esperón

El punto se levantó sobre la carretera que conecta la cabecera municipal de Acateno con la localidad Roberto Esperón a la altura de la colonia Lomas de Mirador, perteneciente a la Región II Sierra Nororiental. En el trayecto del tramo carretero se observaron fenómenos asociados a la inestabilidad de laderas, esto debido a la saturación de agua producto de las temporadas de lluvias. Se observaron suelos poco compactos (arenas) y litología de origen sedimentario como areniscas. Debido a la densidad de vegetación y al difícil acceso en la zona, no se logró identificar el macizo rocoso.

El factor detonante en el municipio son las frecuentes lluvias, lo que genera una saturación en el subsuelo, provocando que el material menos compacto se remueva. Como consecuencia de este suceso, se presentan subsidencias de forma intermitente a lo largo de 300 metros de la carretera, específicamente en el punto levantado se tiene un desnivel de 91 cm del asfalto al material de relleno que se ha deslavado.



Fotografía 1. Evidencia de daño en carretera



Fotografía 2. Material de relleno





Fotografía 3. Litología de la zona

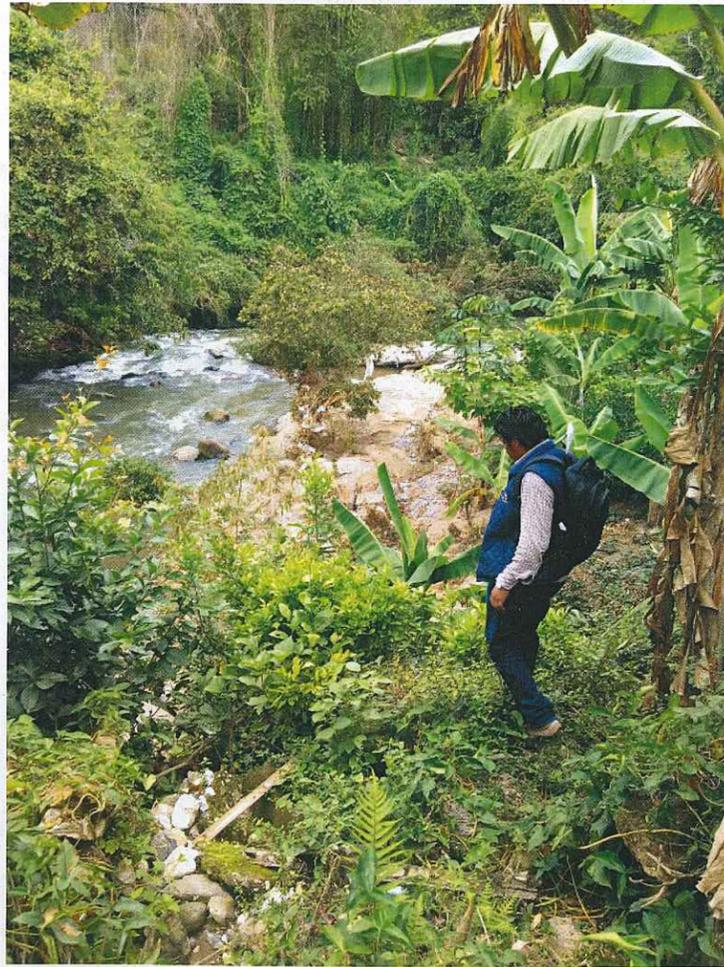
## Puente Solteros

Punto tomado a la altura del puente Solteros sobre el talud, en el tramo las Margaritas – Acateno; debido a las fuertes lluvias ocasionadas por el huracán Katia el 9 de septiembre del 2017, se suscitó un deslave de gran magnitud que ocasionó que la carretera se partiera en dos, aunque se rehabilitó después de este evento, las lluvias constantes y otros detonantes como el sismo del 19 de septiembre han provocado nuevos deslaves (Fotografía 4).

Las características del punto levantado son: rumbo de 80° NW, inclinación de 44°, ambos tomados de manera inferida, y una altitud de 103 metros sobre el nivel mar; la geología observada es de rocas ígneas extrusivas de basamento (basaltos) y suelos sedimentarios (arenas), no se observaron discontinuidades que favorecieran al fenómeno de inestabilidad de laderas.



Fotografía 4. Evidencia en puente Solteros



Fotografía 5. Zona de deslave



Fotografía 6. Material de relleno



Fotografía 7. Costales de contención temporales



Fotografía 8. Litología de la zona



## Tramo carretero Las Margaritas –Tlapacoyan

Debido a que la zona era de difícil acceso y con intensa vegetación, no se pudo observar la roca madre ni encontrar un echado favorable, por lo que los datos de rumbo e inclinación se tomaron de manera inferida obteniendo los siguientes resultados: rumbo NE 6°, inclinación de 17°, deslave de 61 cm, topografía de lomerío; se observó que un tramo de la carretera ha sido desprendido producto de una remoción de masa, provocando subsidencias y afectando la carretera de forma intermitente a lo largo de 200 metros aproximadamente (Fotografías 9 – 11).



Fotografía 9. Dimensión de la separación de la carretera con la cuneta



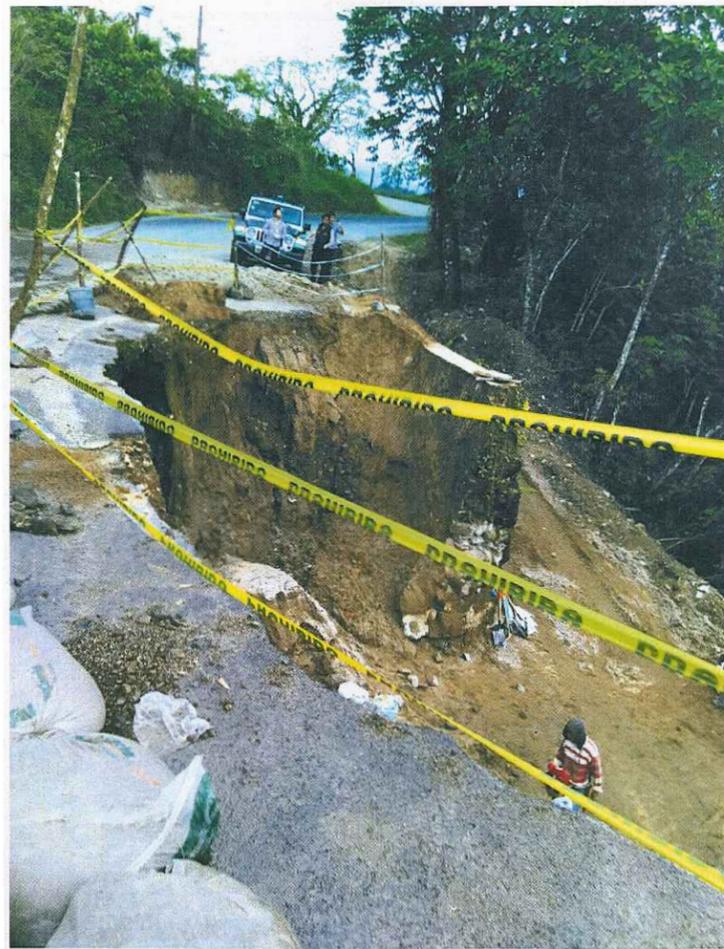
Fotografía 10. Separación de la carretera



Fotografía 11. Tramo carretero afectado



## Deslave en los límites de Acateno y Hueytamalco



Fotografía 12. Deslave en los límites de Acateno y Hueytamalco

El punto se tomó sobre la carretera Zanzontla La Escondida, a la altura de los límites municipales de Acateno y Hueytamalco, que actualmente se encuentra en reparación por daños ocasionados debido a un deslave producto de las lluvias en la región. La litología observada en el lugar es característica de la zona, rocas sedimentarias como areniscas, suelos poco compactos y porosos.



Fotografía 13. Carretera en reparación



Fotografía 14. Carretera en reparación



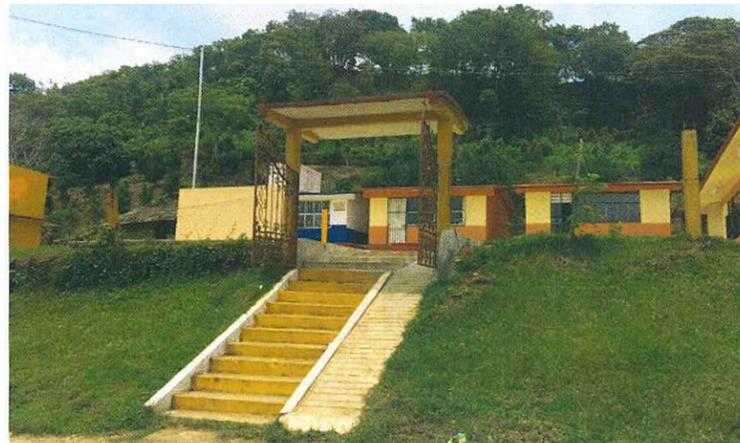
Fotografía 15. Litología del lugar (arenas)



# Ayotoxco de Guerrero

## Localidad El Metzonapa

En esta localidad, personal de Protección Civil indicó que algunas casas que se encontraban en peligro fueron reubicadas por el deslizamiento ocurrido en el año de 1999 debido a las intensas lluvias a fin de mitigar pérdidas humanas, a pesar de estas acciones, el punto fue tomado en la Telesecundaria Leopoldo Zea la cual se encuentra en las faldas de un cerro. Las características que presenta la pendiente son: rumbo de 39° NW, con una inclinación de 14°, mientras que a 20 metros al NW la inclinación cambia entre 60 y 70 grados; la litología del lugar consiste en intercalaciones de lutita con margas; los suelos son sueltos con coloración café oscuro; la vegetación presente se considera de tipo moderada predominando árboles cítricos.



Fotografía 16. Fachada de la Telesecundaria Leopoldo Zea, en las faldas del cerro



Fotografía 17. Parte posterior de la Telesecundaria



Fotografía 18. Parte posterior de la Telesecundaria

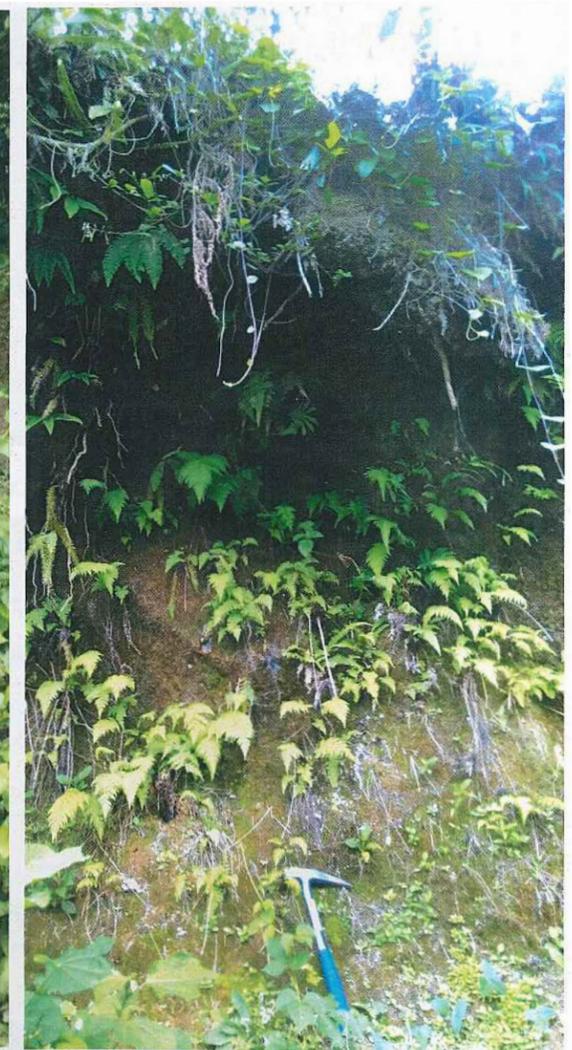
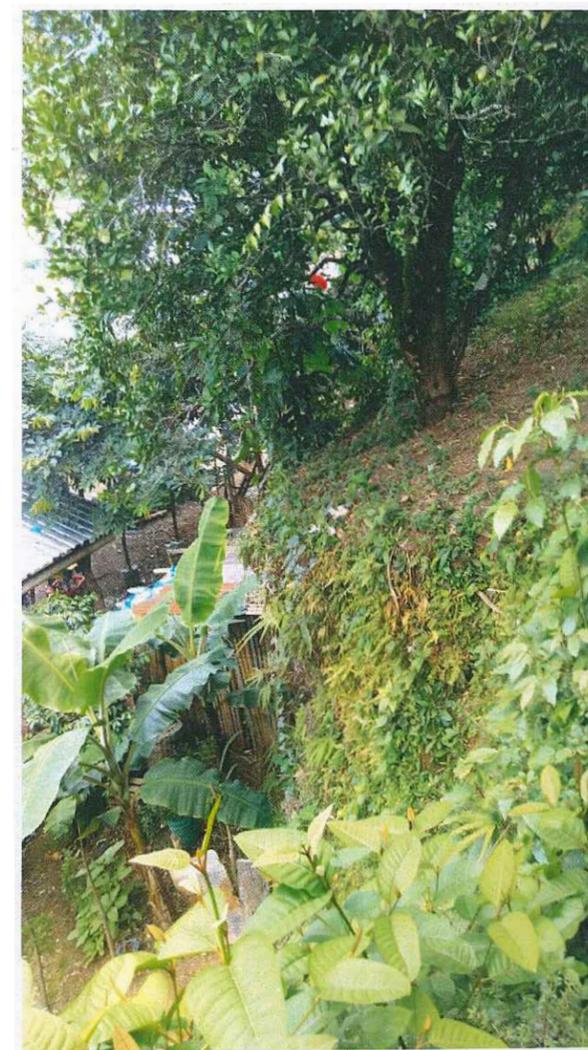
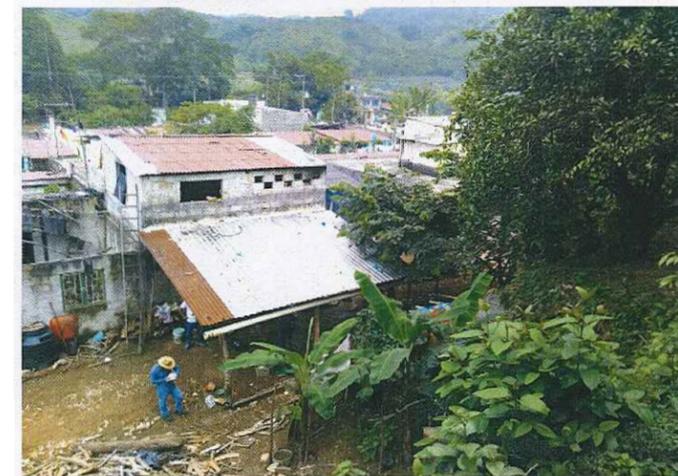


Fotografía 19. Perspectiva de los cambios de pendientes



## Localidad El Roble

Al igual que en la localidad de El Metzónapa, las fuertes lluvias ocurridas en el año de 1999 provocaron deslizamientos en el antiguo lugar de la localidad El Roble, por lo que las autoridades decidieron reubicar a toda la población, sin embargo, parte de la nueva ubicación se asienta en las faldas del cerro conocido como El Naranjal, donde se registraron pendientes de 28° y una dirección de 49° NW. La litología presente consiste en material ígneo extrusivo, con suelos pocos consolidados de coloración café; mientras que la vegetación se considera de tipo moderada predominando hierbas y árboles cítricos.



Fotografía 20. Parte posterior de las viviendas que fueron reubicadas próximas al cerro El Naranjal

Fotografía 21 y 22. Parte posterior de las viviendas que fueron reubicadas próximas al cerro El Naranjal

Fotografía 23 y 24. Tipo de vegetación y suelo del cerro

## Tlatlauquitepec

El levantamiento en campo para el municipio de Tlatlauquitepec consistió en la verificación de 3 puntos; 2 de ellos sobre el tramo carretero Tlatlauquitepec –Mazatepec y uno en el interior de la cabecera municipal.

### Tlatlauquitepec (Cabecera Municipal)

Este punto se localiza al Oeste de la localidad Tlatlauquitepec (cabecera municipal), sobre la ladera cercana al río Balastrea. De acuerdo con información proporcionada por el departamento de Desarrollo Urbano, las lluvias extremas de 1999 fueron el factor detonante para que en este punto se produjera un deslizamiento, el cual tuvo como consecuencia la pérdida de construcciones habitables y daños a las vías de tránsito.

La ladera presenta suelos medianamente compactos, una litología constituida por un basamento ígneo y sobreyaciendo se encuentra la presencia de material arcilloso. Se observó que la ladera tiene un rumbo de 20° dirección NW –SE, su altura es de 26 a 50 m con una inclinación de 36° a 45°, presentando echados favorables. Las características del deslizamiento fueron inferidas a partir de las evidencias observadas en lugar. El fenómeno ocurrió a una altitud de 1,858 m.s.n.m. con un largo de 70 m, un ancho de 20 m y una profundidad de 10 m. El área afectada en total fue de 1,400 m<sup>2</sup>. El desplazamiento tuvo una dirección E –W.



Fotografía 25. Deslizamiento en Tlatlauquitepec por las lluvias de 1999



## Carretera Tlatlauquitepec – Mazatepec 1

El punto se levantó sobre la carretera kilómetros antes de la desviación hacia la presa La Soledad. La ladera se localiza a una altitud de 929 m.s.n.m. y tiene una altura de 51 a 100 m, con una inclinación de 36° a 45°. La litología observada en la zona se constituye principalmente de rocas ígneas de tipo riolita con suelos medianamente compactos. Las rocas presentan discontinuidades en su mayoría fracturas, sin embargo, se observó una estructura inferida de fallamiento de tipo lateral.

El tipo de fenómeno que presenta son caídos de grandes dimensiones que aún se encuentran sobre la ladera, sostenidos con material orgánico como troncos de árboles que han sido arrancados y desplazados. La dirección de derrumbe es E – W, presentando echados favorables. El área afectada fue aproximadamente de 1,500 m<sup>2</sup>.



Fotografía 26. Caídos en la carretera Tlatlauquitepec – Mazatepec

## Carretera Tlatlauquitepec – Mazatepec 2

El punto se tomó en la zona conocida como Banco Negro, el cual presenta desprendimientos de roca sobre la carretera debido a la presencia de discontinuidades de tipo falla lateral. El área afectada fue de 2,500 m<sup>2</sup>, presentó caídos con dimensiones de 1.43 m de alto por 3.54 m de ancho. La litología consta de rocas ígneas de tipo riolita con suelos medianamente compactos. La roca se encuentra intemperizada por la humedad y fracturada por la zona de molienda. La inclinación del deslizamiento es mayor a 45° y presenta una altura de más de 200 m.



Fotografía 27. Caídos en Banco Negro, carretera Tlatlauquitepec - Mazatepec

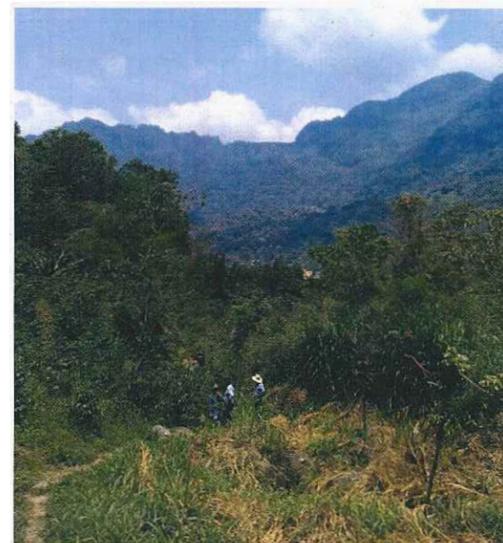
## Zapotitlán de Méndez

### Zapotitlán de Méndez (Cabecera Municipal)

Punto levantado en las inmediaciones del deslave ocurrido en el año de 1999 debido a las intensas lluvias registradas, que según autoridades de Protección Civil afectó parte de la población de la cabecera municipal. Aún se observan bloques del material desplazado, la inclinación de las laderas registrada fue de  $30^\circ$  con dirección de  $72^\circ$  NW y su altura inferida es superior a los 50 metros. La litología consiste en intercalaciones de lutita con caliza. Los suelos son medianamente compactos y presentan una coloración café-rojiza. Actualmente existe una vegetación intensa y el área ha sido aprovechada para el cultivo de café.



Fotografía 28. Tipo de vegetación



Fotografía 29. Tipo de vegetación



Fotografía 30. Vestigios del deslizamiento

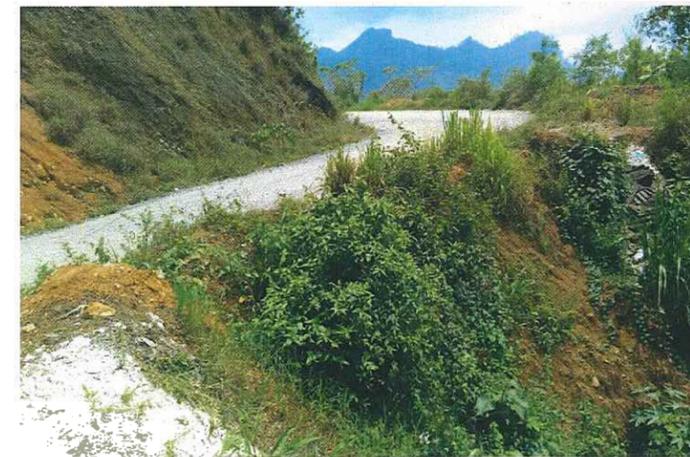


Fotografía 31 y 32. Litología y edafología del lugar



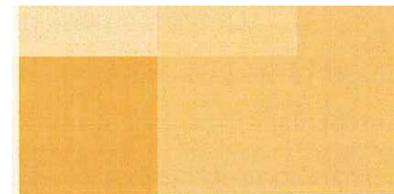
## Localidad de Nanacatlán

La zona donde se presentan mayores afectaciones por el fenómeno de deslizamientos según Protección Civil corresponde a la carretera interserrana Zacatlán-Ixtepec, la cual es frecuentemente dañada desde el 2008 debido a las lluvias, provocando el cierre parcial de esta vía de comunicación. La altura de la ladera es superior a los 25 metros, corta la carretera con una dirección de 22° NW, con una extensión de 40 metros y un ancho de 50 metros, la pendiente de la ladera es de 35°. La litología de la zona presenta tobas de coloración rojiza, sin pseudoestratificación con suelos arenosos poco consolidados. La vegetación es moderada y está constituida principalmente por pastizales.



Fotografía 33,34 y 35. Perspectiva del deslizamiento

# ANEXOS





## 3.1 METADATOS

Los metadatos son datos altamente estructurados que describen el contenido, la calidad, la condición y otras características de las capas de información. El llenado de los metadatos provee información necesaria para interpretar y procesar datos transferidos por otra organización.

Los metadatos están estructurados por un mínimo de elementos, definidos por algún estándar, donde los usuarios que los deseen compartir están de acuerdo con un significado preciso de cada elemento. La información más importante que deben incluir los metadatos es:

- Identificación: título, área incluida, descripción, temas, actualidad, restricciones, etc.
- Calidad de los datos: precisión, a qué nivel están completos los datos, linaje.
- Organización de los datos espaciales: vector, ráster, punto.
- Referencia espacial: proyección, datum, sistemas de coordenadas.
- Entidad y atributos: información acerca de entidades, atributos, dominio de valores de los atributos, entre otros.
- Distribución: distribuidor, formatos, medios, estatus, precio.
- Referencia de los metadatos: nivel de actualización, institución o persona responsable.

El formato para el llenado de metadatos se estableció en la Norma Técnica para la elaboración de Metadatos Geográficos del INEGI.

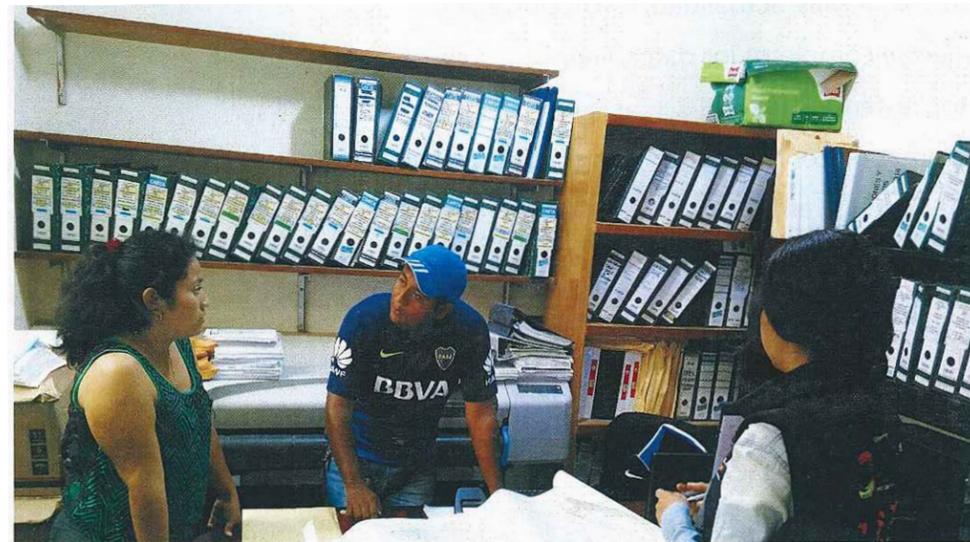
<sup>86]</sup> Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/135433/TR\\_AR\\_231016\\_Publico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/135433/TR_AR_231016_Publico.pdf)

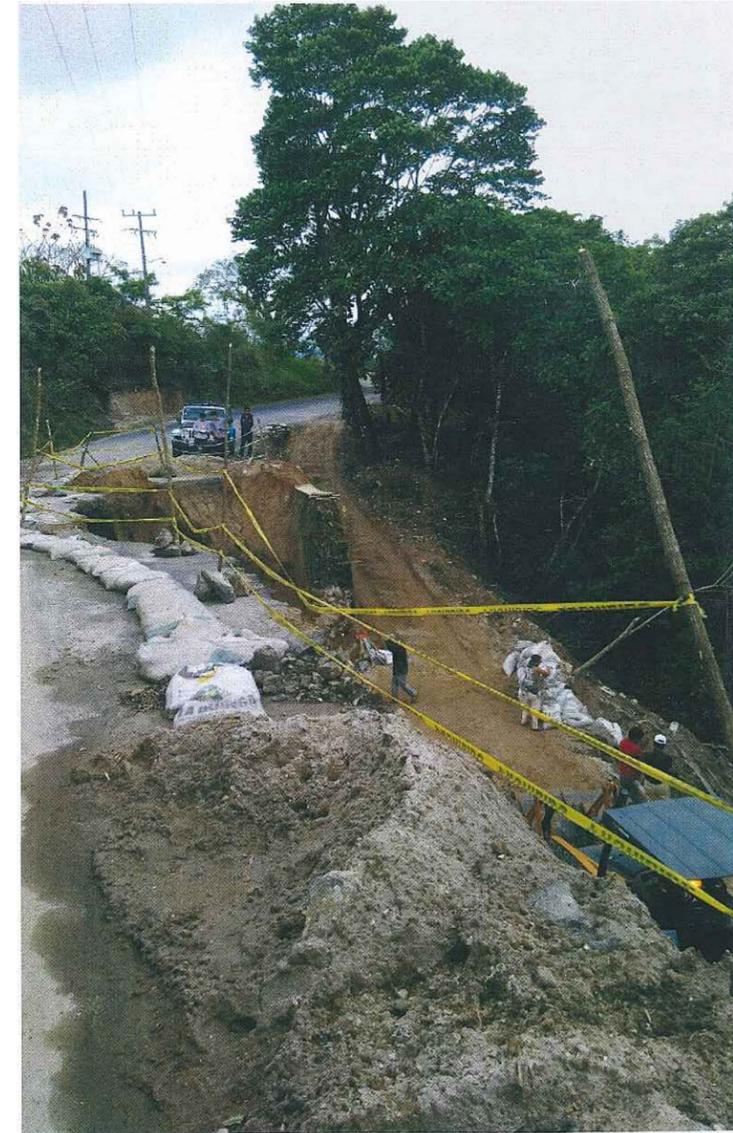


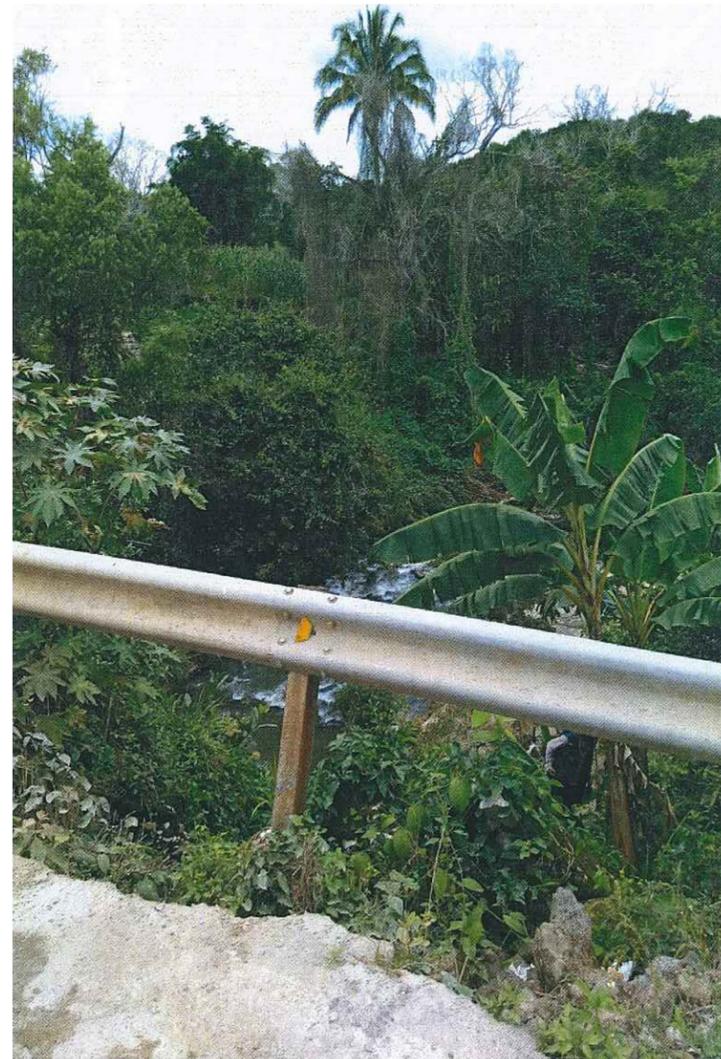
## 3.2 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

A continuación, se presentan las fotografías que se tomaron durante el levantamiento en campo que conforman la Región Nororiental. Cada una de estas fotografías describen la evidencia informativa, contextual, cognitiva, técnica, etc.

### Acateno



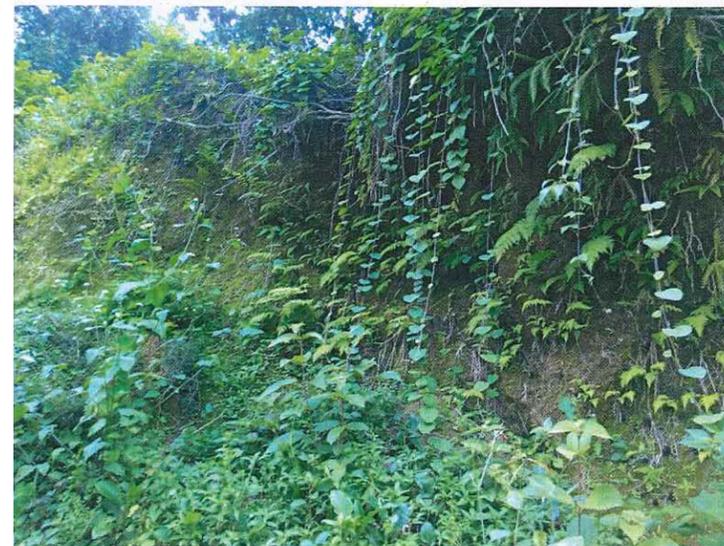
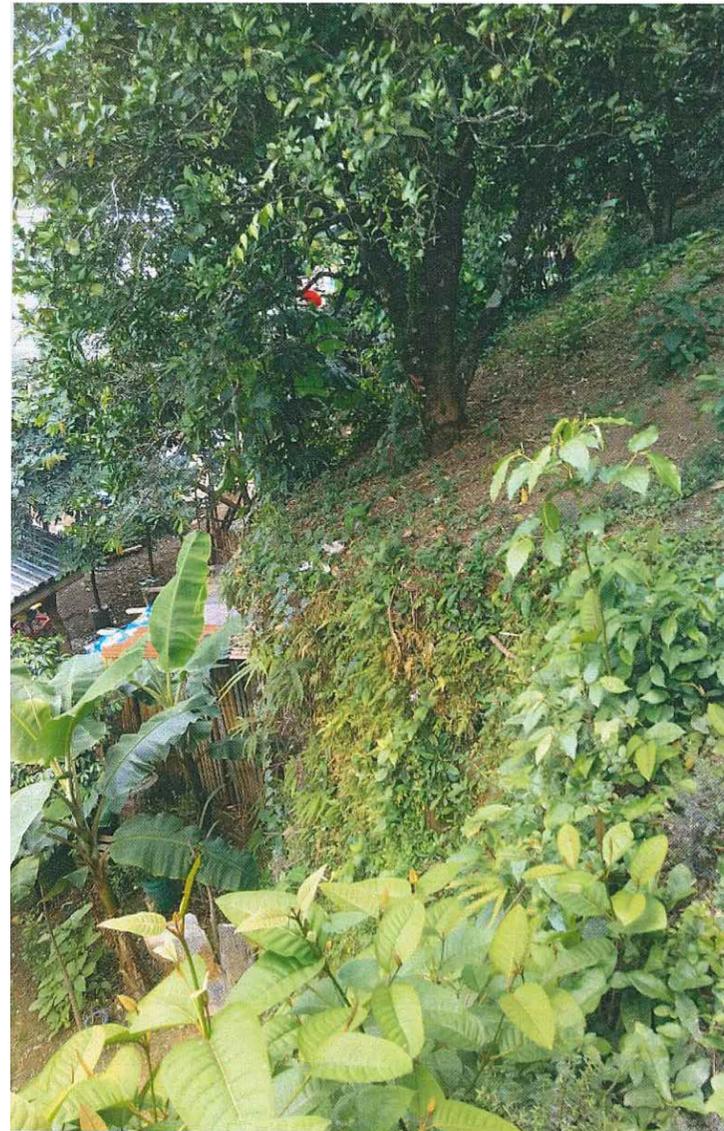




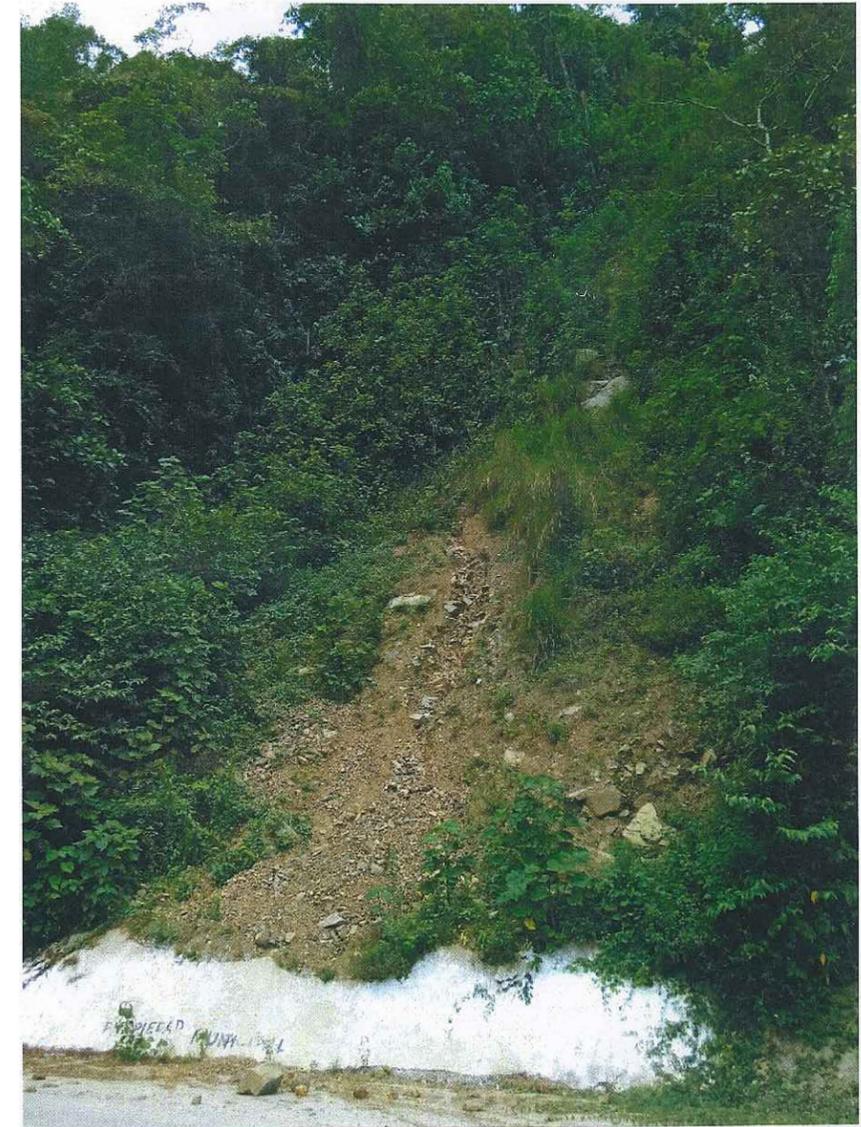
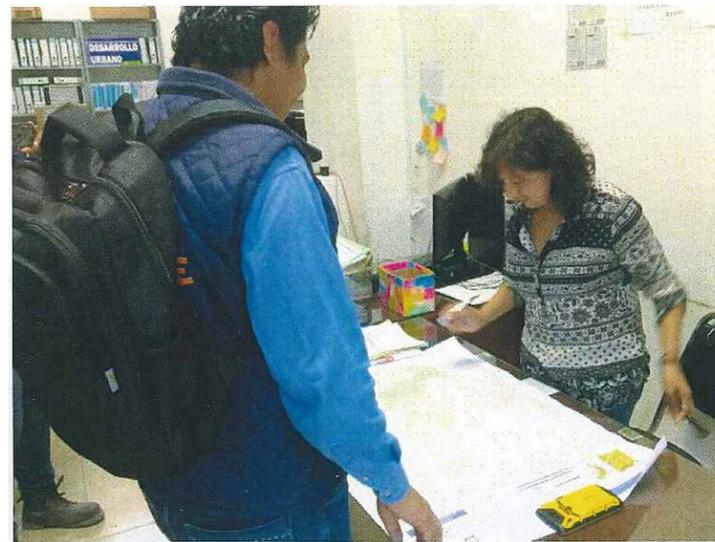


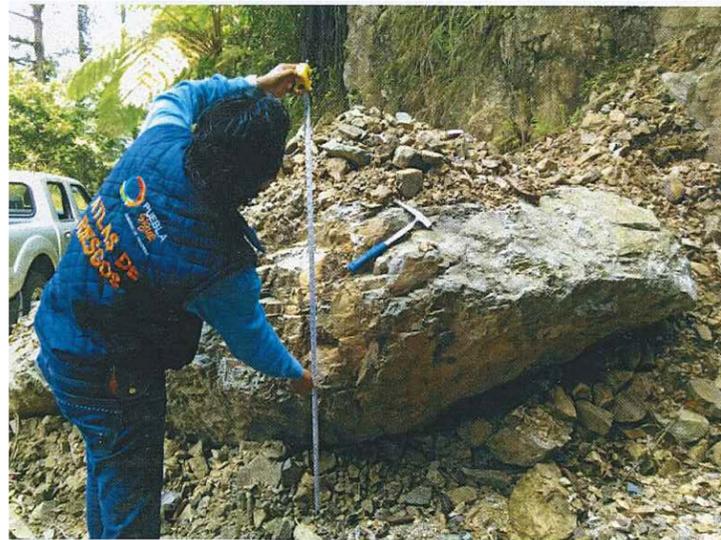
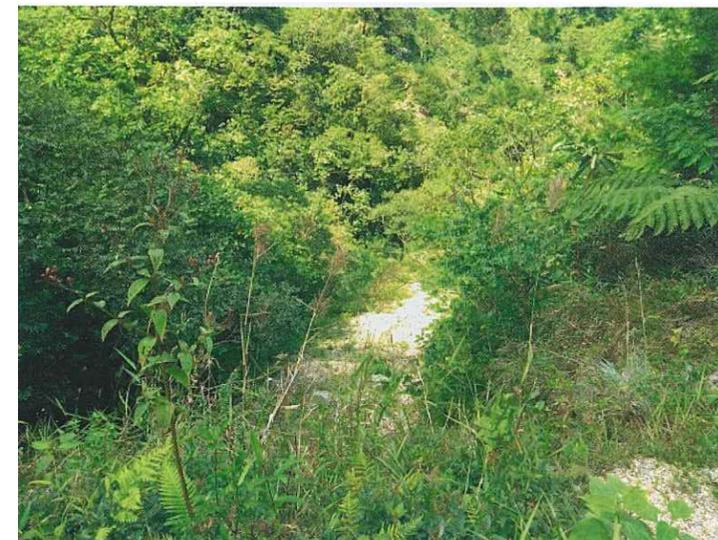
## Ayotoxco de Guerrero

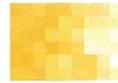




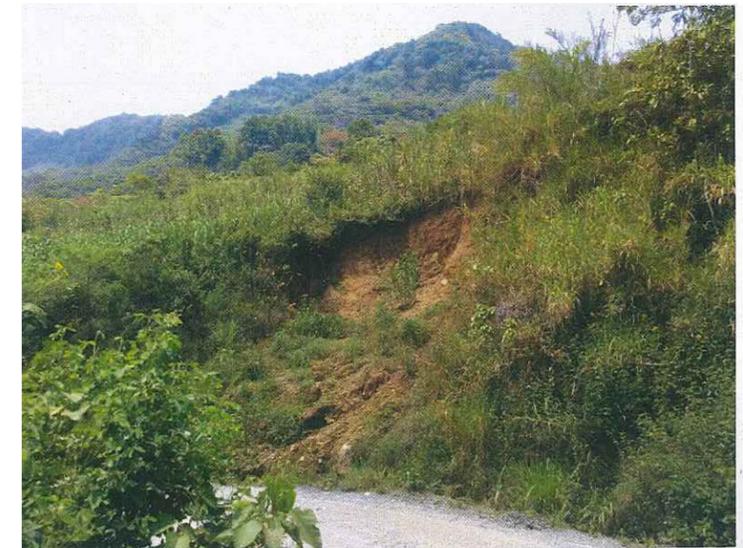
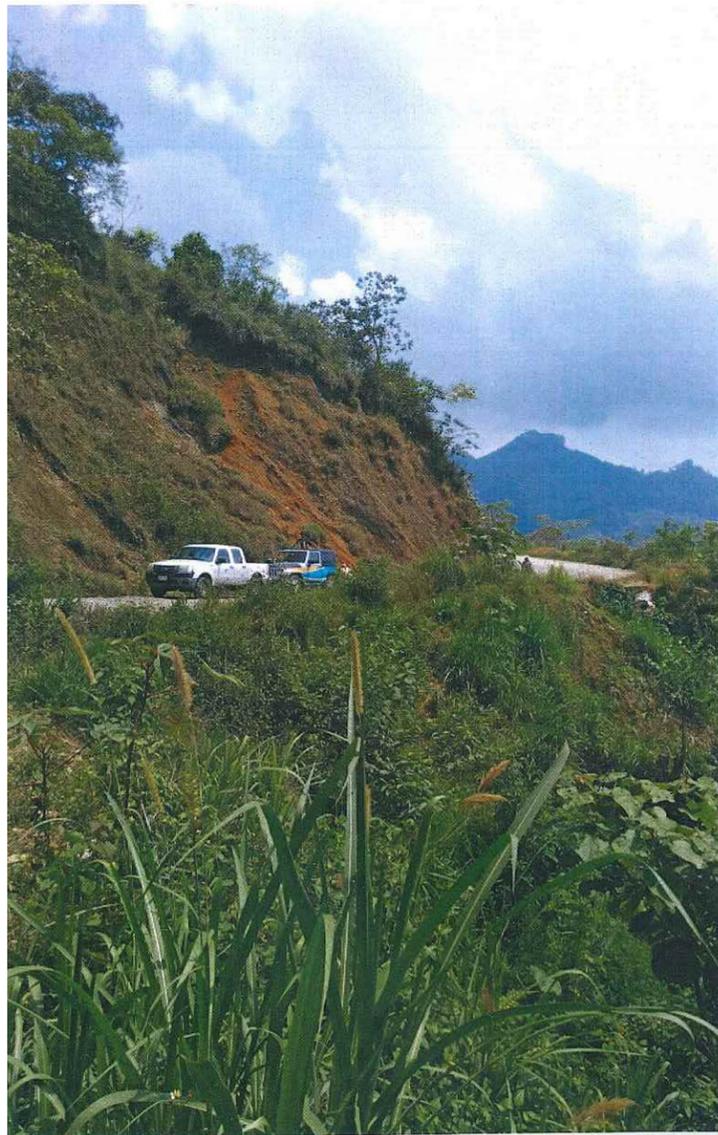
## Tlatlauquitepec







## Zapotitlán de Méndez





## 3.3 BIBLIOGRAFÍA

- Abril A., A. L. (2011). Estudio e Implementación de un Modelo para la Zonificación de Áreas Susceptibles a Deslizamiento Mediante el Uso de Sistemas de Información Geográfica: Caso de Estudio Sector Quimsacocha. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Agencias. (2013). Barry causa estragos a su paso por Puebla. Puebla, Sipse. Recuperado en julio de 2018, de <https://sipse.com/mexico/barry-causa-estragos-a-su-paso-por-puebla-37706.html>.
- Álvarez, J. (2008). Efecto de las Tormentas Eléctricas en los Rayos Cósmicos Detectados en la Superficie Terrestre. Tesis Maestría en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 47– 57. Recuperado en julio de 2018, de [https://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria22/feria144\\_01\\_una\\_luz\\_que\\_mata.pdf](https://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria22/feria144_01_una_luz_que_mata.pdf).
- Aristizábal, E. & Yokota, S. (2005). Geomorfología aplicada a la ocurrencia de deslizamientos en el Valle de Aburra. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Campos, M, (2014). Evaluación de la susceptibilidad de remociones en masa en la Quebrada de los Chanchos, Región Metropolitana, Chile. Memoria para optar al título de Geología. Departamento de Geología. Universidad de Chile.
- Central. (2018). Frente frío número 28 provocara heladas en Puebla el 14 de febrero. Periódico Central. Recuperado en julio de 2018, de <http://periodicocentral.mx/2018/municipio/item/3409-frente-frio-numero-28-provocara-heladas-en-puebla-el-14-de-febrero>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2001). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieEspecial/diagnostico.pdf>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2001). Serie Fascículos. Heladas. Recuperado en julio de 2018 de <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/heladas.pdf>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2001). Serie Fascículos. Inestabilidad de Laderas. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/293-MANUALDEPROTECCINCIVIL.PDF>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2004). Serie Fascículos. Inundaciones. Recuperado en julio de

2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF>.

- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2007). Ciclonés tropicales. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/129-FOLLETOCICLONESTROPICALES.PDF>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2010). Serie Fascículos. Tormentas Severas. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/189-FASCCULOTORMENTASSEVERAS.PDF>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2012). Inundaciones. ¿Qué es inundación? Recuperado en julio de 2018, de <http://www.seducoahuila.gob.mx/proteccioncivilescolar/assets/folleto-inundaciones-pdf.pdf>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2014). Manual de Protección Civil, Fenómenos Perturbadores. Fenómeno geológico. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/293-MANUALDEPROTECCINCIVIL.PDF>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2014). Manual de Protección Civil, Fenómenos Perturbadores. Fenómeno geológico. Sismos. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/293-MANUALDEPROTECCINCIVIL.PDF>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2016). Análisis de umbrales de lluvia que detonan deslizamientos y sus posibles aplicaciones en un Sistema De Alerta Temprana Por Inestabilidad De Laderas. Recuperado en julio de 2018, de [http://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION\\_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION\\_XLI\\_A/23.pdf](http://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION_XLI_A/23.pdf).
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2018). Tormentas Eléctricas ¡protégete de los rayos!. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/302-INFOGRAFATORMENTASELECTRICAS.PDF>.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2015). Determinación de la Disponibilidad de agua en el acuífero Tecolutla. Recuperado en julio de 2018, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104446/DR\\_3002.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104446/DR_3002.pdf).
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2015). Determinación de la Disponibilidad de agua en el acuífero Libres-Oriental. Recuperado en julio de 2018, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103300/DR\\_2102.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103300/DR_2102.pdf).

- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla [CEIGEP]. Recuperado en julio de 2018, de [http://ceigep.puebla.gob.mx/components/fich\\_mun.php?id=21026](http://ceigep.puebla.gob.mx/components/fich_mun.php?id=21026).
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. Diseño de Evaluación del Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria.
- Consejo Nacional de Población [CONAPO]. Proyecciones de la población de los municipios en México, 2010-2030.
- Coordinación Nacional de Protección Civil [CNPC]. (2016). Descripción de los fenómenos hidrometeorológicos. Recuperado en julio de 2018, de [http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/fenomenos\\_2016.pdf](http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/fenomenos_2016.pdf).
- David, S. (2015). Sierra Norte, la más seca en 2015. Tierra Baldía. Recuperado en julio de 2018, de <http://tierrabaldia.com.mx/noticia/852/sierra-norte-la-mas-seca-en-2015/>.
- Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente [DAMA]. Corporación Suna Hisca. (2003). Componente Biofísico, Amenazas, Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes. Tomo I.
- Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente [DTAMA]. (s.f.). Componente Biofísico; Amenazas. Recuperado en junio de 2018, de [http://oab2.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/componente\\_biofisico\\_amenazas\\_parque\\_ecologico\\_distrital\\_montana\\_entrenubes.pdf](http://oab2.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/componente_biofisico_amenazas_parque_ecologico_distrital_montana_entrenubes.pdf).
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2005). Declaratoria de Desastre Natural, con motivo de las lluvias extremas e inundaciones ocasionadas por la ocurrencia del ciclón tropical Stan y la onda tropical No. 40 los días del 3 al 7 de octubre de 2005, en diversos municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2096792&fecha=31/10/2005](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2096792&fecha=31/10/2005).
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2005). Declaratoria de emergencia por lluvias muy fuertes y sus efectos en diversos municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2095866&fecha=21/10/2005](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2095866&fecha=21/10/2005).
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2007). Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias extremas el día 22 de agosto de 2007, en 92 municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://dof.gob.mx/nota\\_](http://dof.gob.mx/nota_)



detalle.php?codigo=5002878&fecha=05/10/2007.

- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2007). Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias extremas el día 22 de agosto de 2007, en 92 municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5002878&fecha=05/10/2007](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5002878&fecha=05/10/2007).
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2013). Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvia severa del 12 al 16 de septiembre de 2013, en 31 municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5315264&fecha=25/09/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5315264&fecha=25/09/2013).
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2017). Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias severas ocurridas el día 9 de agosto de 2017, en 66 municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5494536&fecha=22/08/2017](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5494536&fecha=22/08/2017).
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2017). Declaratoria de emergencia por la ocurrencia del huracán Katia en 27 municipios del estado de Puebla los días 8, 9 y 10 de septiembre del 2017. Recuperado en julio de 2018, de [diariooficial.gob.mx/nota\\_to\\_pdf.php?fecha=18/09/2017&edicion=MAT](http://diariooficial.gob.mx/nota_to_pdf.php?fecha=18/09/2017&edicion=MAT).
- Doncel, J.A. (2014). Calderas Volcánicas. Recuperado en julio de 2018, de <http://jadonceld.blogspot.com/2014/06/calderas-volcanicas.html>.
- García, E. (1998). CONABIO. "Climas (Clasificación de Köeppen, modificado por García)" Escala 1:1, 000, 000. México, Recuperado en julio de 2018, de <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/PDFs/ANEXOCLIMA.pdf>.
- García, M. (2012). Geología Estructural. Esfuerzos y deformaciones de las rocas. Deformación dúctil: los pliegues y sus tipos. Mecanismos de plegamiento. Deformaciones frágiles: diaclasas y fallas. Características y tipos. Asociaciones de pliegues y fallas. Recuperado en julio de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/263925700\\_Geologia\\_estructural\\_Esfuerzos\\_y\\_deformaciones\\_de\\_las\\_rocas\\_Deformacion\\_ductil\\_los\\_pliegues\\_y\\_sus\\_tipos\\_Mecanismos\\_de\\_plegamiento\\_Deformaciones\\_fragiles\\_diaclasas\\_y\\_fallas\\_Caracteristicas\\_y\\_tipos\\_Asoc](https://www.researchgate.net/publication/263925700_Geologia_estructural_Esfuerzos_y_deformaciones_de_las_rocas_Deformacion_ductil_los_pliegues_y_sus_tipos_Mecanismos_de_plegamiento_Deformaciones_fragiles_diaclasas_y_fallas_Caracteristicas_y_tipos_Asoc).
- GREENPEACE. (2017). Sequía Algo Más Que Falta De Lluvia. Impactos e imágenes. Recuperado en julio de 2018, de



[https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2017/11/Sequia-Falta-de-Agua\\_WEB-1.pdf](https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2017/11/Sequia-Falta-de-Agua_WEB-1.pdf).

- Guerrero, V. (2011). Fenómenos Hidrometeorológicos. Recuperado en julio de 2018, de <http://hidrometeorocad.blogspot.com/p/introduccion.html>.
- Hernández, F. (2017). Deja Katia daños materiales en cinco municipios de Puebla. Puebla, El Sol de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/estado/deja-katia-danos-materiales-en-cinco-municipios-de-puebla-847155.html>.
- Hernández, F. (2017). Deja Katia daños materiales en cinco municipios de Puebla. El Sol de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/estado/deja-katia-danos-materiales-en-cinco-municipios-de-puebla-847155.html>.
- Inforural. (2009). Maíz y frijol, entre los cultivos en riesgo por sequía. Inforural. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.inforural.com.mx/maiz-y-frijol-entre-los-cultivos-en-riesgo-por-sequia/>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2012). Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2000). Síntesis Geográfica del Estado de Puebla, Fisiografía. Recuperado en julio de 2018, de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949\\_5.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949_5.pdf).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2000). Síntesis Geográfica del Estado de Puebla, Hidrología. Recuperado en julio de 2018, de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949\\_12.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949_12.pdf).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2004). Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología, Unidades de Suelos.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Censo de Población y Vivienda.



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Censo de Población y Vivienda: Educación.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Xiutetelco, Puebla, clave geostadística 21119, México, 10 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2015). Tabulados de la Encuesta Intercensal: Población.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2015). Tabulados de la Encuesta Intercensal: Educación.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2015). Tabulados de la Encuesta Intercensal: Salud.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2015). Guía para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación. Escala 1: 250, 000 Serie V. Recuperado en julio de 2018, de [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/ usosuelo/doc/guia\\_interusosuelov.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/ usosuelo/doc/guia_interusosuelov.pdf).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016). Metodología de indicadores de la serie histórica censal.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [INAFED]. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [INAFED]. Lengua indígena.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [INAFED]. Salud.
- Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla [IRCEP]. (2017). Límites catastrales.
- Lara, M. & Sepúlveda, S. (2008). Remoción en masa. Departamento de Geología. Universidad de Chile.
- Magaña, V. (2011). Ondas de calor y cambio climático. Recuperado en julio de 2018, de <https://docplayer.es/55559765-Ondas-de-calor-y-cambio-climatico.html>.
- Mendoza, J. F.; Marcos, A. O.; Maboyed, N. J. & Orantes, H. (2017). El Clima y las Carreteras en México. Instituto Mexicano del Transporte, SCT. Recuperado en julio de 2018, de <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt498.pdf>.
- Mujica, S. & Pacheco, H. (2013). Metodología para la generación de un modelo de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa, en la cuenca del Río Camurí Grande, estado Vargas, Venezuela. Revista de Investigación N° 80 Vol. 37.
- Oliva A., & González J. (2015). Evaluación del riesgo por inestabilidad de laderas. Casos de estudio. Grupo Euroamericano ITEICO.

- Pérez, F. (2017). Declaran emergencia en 27 municipios de Puebla por Katia. Excelsior. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/09/10/1187495#view-1>.
- Redacción. (2015). Suspenden clases por frente frío en Teziutlán, Xiutetelco y Chignautla. Ángulo 7. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.angulo7.com.mx/2015/10/19/suspenden-clases-por-frente-frio-en-teziutlan-xiutetelco-y-chignautla/>.
- Redacción. (Franklin deja bloqueos carreteros, inundaciones y deslaves en Puebla. Puebla, El Popular. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.elpopular.mx/2017/08/10/municipios/franklin-deja-bloqueos-carreteros-inundaciones-y-deslaves-en-puebla-167466>.
- Remondo, J. (2001). Elaboración y validación de mapas de susceptibilidad de deslizamientos mediante técnicas de análisis espacial. Tesis Doctoral. Departamento de Geología. Universidad de Oviedo.
- Rodríguez, J. (2004). Los desastres de origen natural en México el percance del FONDEN. Recuperado en julio de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/417/41751458004.pdf>.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU]. (2013). Atlas de riesgos del municipio de Tuxpan, Nayarit. Recuperado en julio de 2018, de [http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2013/18018\\_AR\\_TUXPAN.pdf](http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2013/18018_AR_TUXPAN.pdf).
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU]. (2016). Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos. Fenómenos perturbadores, pág. 14.
- Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL]. (2010). Catálogo de microrregiones.
- Servicio Geológico Mexicano [SGM]. (s.f.). Geología. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf>.
- Sistemas de Información Geográfica S. A. [SIGSA]. (2015). Estudio por Inestabilidad de Laderas. Gobierno del estado de Zacatecas.
- STAFF. (2018). Advierten sobre nueva onda gélida. Reforma. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.pressreader.com/mexico/reforma/20180110/281934543345526>.
- Tarbuck E. J., Lutgens F. K. y Tasa, D. (2005). Ciencias de la Tierra, Una Introducción a la Geología Física (8va ed.).

Universidad Autónoma de Madrid, Pearson Education. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.osop.com.pa/wp-content/uploads/2014/04/TARBUCK-y-LUTGENS-Ciencias-de-la-Tierra-8va-ed.-1.pdf>.

- Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. (2018). Medidas de emergencia, Sismos. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/sismos>.
- Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. (2018). Medidas de emergencia, Erupción Volcánica. Recuperado en julio de 2018, de <https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/erupcion-volcanica>.
- Vergara, S. (2016). Sismo en Teziutlán de 4.6 en la escala de Richter. Puntual. Recuperado en julio de 2018, de <http://ediciones.diariopuntual.com/sierra-nororiental/2016/02/08/13064>.



## 3.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Abrupto:** Que tiene pendientes muy pronunciadas o fuertes desniveles.

**Acaecer:** Suceder o producirse un hecho.

**Acimut:** Ángulo existente entre la proyección vertical de una línea de interés sobre una superficie horizontal y el norte magnético. Medido en un plano horizontal desde el norte en sentido horario.

**Acuífero:** Conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación.

**Afluente:** Arroyo o río secundario que desemboca o desagua en otro principal.

**Alófano:** Mineral de origen hidrotermal de alteración, distribuido a lo largo de las grietas de rocas sedimentarias presentes en los yacimientos de carbón y en la zona de oxidación de yacimientos metalíferos.

**Amenaza:** Una amenaza es un gesto, una expresión o una acción que anticipa la intención de dañar a alguien en caso de que la persona amenazada no cumpla con ciertas exigencias. El concepto también puede emplearse con referencia al inminente desarrollo de algo negativo.

**Analfabetismo:** Falta de instrucción en un país, referida

especialmente al número de sus ciudadanos que no saben leer ni escribir.

**Antrópico:** Debido a la acción directa o indirecta del hombre y de la sociedad humana.

**Atenuar:** Disminuir la intensidad, la fuerza o el valor de un hecho o de un suceso.

**Antropogénico:** De origen humano o derivado de la actividad del hombre.

**Aunar:** Poner cosas distintas de acuerdo o armonizadas con algún fin.

**Atlas:** Colección de mapas, principalmente geográficos, que se presentan en forma de libro o de cuaderno.

**Azolvamiento:** Cegar o interrumpir con alguna cosa un conducto.

**Bajareque:** Material utilizado en la construcción de viviendas compuesto de cañas o palos entretrejidos y unidos con una mezcla de tierra húmeda y paja.

**Carencia:** Falta de alguna cosa.

**Cañada:** Paso estrecho entre dos montes pequeños.

**Caracterización:** Determinar los atributos peculiares de algo para distinguirlo de lo demás.

**Cartografía:** Ciencia que estudia los mapas y cartas geográficas y cómo realizarlos.

**Catástrofe:** Suceso que produce una gran destrucción o daño.

**Climatología:** Ciencia que estudia el clima, sus variedades y sus cambios.

**Ciclo hidrológico:** Proceso por el cual las masas de agua cambian de estado y posición relativa en el planeta.

**Ciclón:** Región de la atmósfera donde la presión es mucho más baja que en las áreas circundantes; produce fuertes vientos y abundantes precipitaciones.

**Cinturón de fuego:** Larga zona que rodea el Océano Pacífico que registra una alta actividad sísmica y volcánica.

**Cizalla:** Esfuerzo en el cual las fuerzas actúan en paralelo, pero con direcciones opuestas, dando como resultado una deformación por desplazamiento.

**Coadyuvar:** Contribuir o ayudar a la consecución de una cosa.

**Colisión:** Cuando dos cuerpos chocan entre sí.

**Colada lávica:** Emisión y derramamiento de lava volcánica de poca continuidad lateral y considerable extensión longitudinal.

**Contingencia:** Hecho o problema que se plantea de forma imprevista frente a la posibilidad o riesgo de un suceso.

**Concerniente:** Que atañe, afecta o interesa a algo o alguien.

**Corriente intermitente:** Lleva agua la mayor parte del tiempo, pero principalmente en épocas de lluvia, su aporte cesa cuando

el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.

**Corriente perenne:** Contiene agua todo el tiempo, ya que el nivel freático permanece por arriba del fondo del cauce.

**Cuenca:** Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar.

**Cuenca endorreica:** Son áreas de terreno en las que el agua cae o corre por el mismo, y no tiene salida hacia otra cuenca fluvial, ni hacia el mar y tampoco por infiltración de capas de aguas subterráneas.

**Cumulonimbus:** Tipo de nube con gran desarrollo vertical que genera tormentas eléctricas y de granizo.

**Decenio:** Periodo de diez años.

**Déficit:** Falta o escasez de algo que se considera necesario.

**Demografía:** Estudio estadístico de las poblaciones humanas según su estado y distribución en un momento determinado o según su evolución histórica.

**Drenaje detrítico:** Semejanza de la red de drenaje con las ramas de un árbol, las cuales representan la formación de sus tributarios o afluentes.

**Depresión:** Son áreas o zonas que se caracterizan por poseer una altura menor que las regiones a su alrededor, en algunos casos pueden encontrarse por debajo del nivel del mar.

**Desastre:** Suceso lamentable.

**Desarrollo Sustentable:** Idea básica de satisfacer las necesidades de la sociedad actual sin comprometer la estabilidad del futuro, a fin de desarrollar estrategias en pro del bienestar del planeta.

**Diaclasas:** Fracturas que muestran pequeños desplazamientos normales en su superficie o muy pequeño paralelo a su superficie, por lo que su apertura es limitada y no contienen cemento cristalino.

**Distribución territorial:** División del territorio entre varias regiones.

**Edafología:** Ciencia que trata de la naturaleza y condiciones de suelo.

**Eje Neovolcánico:** Es una cadena de volcanes ubicada en México. Atraviesa el país cerca del paralelo 19° N, desde las islas Revillagigedo en el Océano Pacífico hasta el Golfo de México.

**Emana:** Venir o derivar de una cosa.

**Escala:** Es la relación matemática que existe entre las dimensiones reales y las del dibujo que presenta la realidad sobre un plano o un mapa. Es la relación de porción que existe entre las medidas de un mapa con las originales.

**Estratificación:** Disposición en los estratos de los sedimentos, rocas sedimentarias y algunas rocas metamórficas.

**Estructura hidráulica:** Obras de ingeniería necesarias para

el aprovechamiento de los recursos hídricos y controlar su acción destructiva.

**Equidistancias:** Igualdad de distancia entre varios puntos.

**Equipamiento:** Conjunto de todos los servicios necesarios.

**Erosión:** Desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos.

**Estrago:** Destrozo material, daño físico o moral producido por catástrofes naturales o por el hombre.

**Estribación:** conjunto de montañas laterales que derivan de una cordillera.

**Falla:** Fractura de la corteza terrestre acompañada de deslizamiento de los bloques.

**Fenómeno geológico:** Eventos causados por acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre. Ejemplos de éstos son sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, deslizamientos de laderas, etc.

**Fenómeno hidrometeorológico:** Manifestación atmosférica como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, inundaciones fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad, heladas, sequías, ondas cálidas y gélidas, y tornados.

**Fenómeno natural:** Manifestación regular de nuestro

entorno ambiental.

**Fenómeno perturbador:** Fenómeno de carácter geológico, hidrometeorológico que podría producir una amenaza para la sociedad.

**Fisiografía:** Ciencia que tiene por objeto la descripción de la Tierra y de los fenómenos localizados en ella.

**Fluvial:** Se refiere a todo aquello vinculado con las corrientes de aguas naturales.

**Fotogrametría:** Técnica para obtener mapas y planos de grandes extensiones de terreno por medio de la fotografía aérea.

**Fotointerpretación:** Es una ciencia o técnica que tiene como objetivo estudiar o analizar la información extraída mediante la descripción de un diseño con aplicaciones visuales y digitales de percepción remota para observar en una fotografía aérea todos los elementos que se encuentre presente como, la vegetación, drenaje, topografía, subsistema construido entre otros.

**Fractura:** Es la separación bajo presión en dos o más piezas de un cuerpo sólido. La palabra se suele aplicar tanto a los cristales o materiales cristalinos como las gemas y el metal, como a la superficie tectónica de un terreno.

**Frente frío:** Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y la otra caliente con la

particularidad de que la masa de aire frío es la que se desplaza a mayor velocidad que la caliente.

**Geología:** Ciencia que estudia el origen, formación y evolución de la Tierra, los materiales que la componen y su estructura.

**Geomorfología:** Estudio de las formas propias de la corteza terrestre.

**Hacinamiento:** Se refiere a todo proceso donde la gente vive amontonada, y no le permite desarrollarse adecuadamente.

**Heterogéneo:** Grupo o mezcla compuesto por varios elementos diferentes y distinguibles a simple vista.

**Hidrografía:** Parte de la geografía física que estudia y describe los mares, los ríos, los lagos y otras corrientes de agua.

**Homogénea:** Que está formado por elementos con características comunes referidas a su clase o naturaleza, lo que permite establecer entre ellos una relación de semejanza y uniformidad.

**Ígnea:** Roca volcánica que procede de la masa en fusión existente en el interior de la tierra.

**Incidencia:** Influencia de determinada cosa en un asunto o efecto que causa en él.

**Inhibir:** Impedir o reprimir el ejercicio de facultades o hábitos.

**Intemperismo:** Es la desintegración o alteración de la roca en su estado natural o posición natural a través de procesos físicos,

químicos o biológicos.

**Jerarquía:** Organización de personas o cosas en una escala ordenada según un criterio de mayor o menor relevancia.

**Lacustre:** Son aquellos espacios, fenómenos, o elementos relacionados con los lagos, tanto pueden suceder dentro y fuera del espacio.

**Litología:** Rama de la geología que trata de las características de las rocas como el tamaño del grano, sus partículas y características físicas y químicas.

**Llano:** Terreno que no tiene desniveles o irregularidades.

**Lomerío:** Conjunto de montañas en un determinado espacio geográfico.

**Manto freático:** Nivel por el que discurre el agua en el subsuelo.

**Marginación:** Acción y efecto de dejar del lado o separar a una persona o a un conjunto de personas de un medio social.

**Masa de aire:** Volumen extenso de la atmósfera cuyas propiedades físicas (temperatura y humedad) en un plano horizontal muestran solo diferencias pequeñas y graduales.

**Mesa:** Terreno elevado y llano, de gran extensión.

**Meseta:** Llanura elevada, ubicada a más de 500 m sobre el nivel del mar y que debido a su pronunciado relieve, recibe el nombre de altiplanicie.

**Meteorización:** Conjunto de procesos externos que provocan la alteración y disgregación de las rocas en contacto con la atmósfera.

**Mitigación de desastres:** Disminución de sucesos lamentables.

**Nivel freático:** Nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general.

**Oleaje:** Sucesión continuada de olas.

**Orografía:** Parte de la geografía física que se encarga del estudio, descripción y representación del relieve terrestre.

**Paradoja:** Es una figura retórica que consiste en la utilización de expresiones que envuelven una contradicción.

**Parteaguas:** Línea divisoria en el agua.

**Peligro:** Situación en la que existe la posibilidad, amenazada u ocasión de que ocurra una desgracia o un contratiempo.

**Periodo de retorno (Tr):** Lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Se considera como el inverso de la probabilidad.

**Petrificar:** Convertir una cosa en piedra o endurecer algo de manera que lo parezca.

**Placas tectónicas:** Son aquellas porciones de litosfera que se ubican debajo de la superficie o de la corteza terrestre del planeta. Son de material rígido y se ubican sobre la astenosfera, una porción del manto terrestre mucho más profundo y complejo.

**Plataforma digital:** Entorno informático determinado que utiliza sistemas entre sí.

**Precipitación:** Es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no virga, neblina ni rocío, que son formas de condensación.

**Presa:** Especie de muro construido en una corriente para retener el agua o desviarla para su aprovechamiento.

**Proclive:** Que tiene inclinación o disposición natural hacia una cosa.

**Provincia:** División administrativa territorial en que se organizan algunos estados.

**Proyección poblacional:** Ejercicio con base en censos poblacionales realizado con datos de nacimientos, defunciones y migración. Se realiza por separado para ambos sexos y rangos de edades definidos. Su función política fundamental es la planificación.

**Quinquenales:** Lapso equivalente a un lustro (5 años).

**Recabar:** Solicitar o pedir una cosa por considerar que se tiene derecho a ella.

**Relieve:** Configuración de una superficie con distintos niveles o partes que sobresalen más o menos.

**Respecto:** Palabra que se utiliza en la locución al respecto, que

significa “en relación con lo que se trata”.

**Región fisiográfica:** Porción territorial determinada por sus características geográficas y físicas.

**Relieve topográfico:** Conjunto de formas complejas y particulares que presenta un terreno en su configuración superficial.

**Riesgo:** Posibilidad de que se produzca un contratiempo o una desgracia, de que alguien o algo sufra perjuicio o daño.

**Roca metamórfica:** Resultante de la transformación de rocas existentes, con ajustes estructurales y mineralógicos bajo condiciones físicas o químicas, o una combinación de ambas.

**Roseta de lineamientos estructurales:** Representación gráfica de la dirección preferencial de rasgos geológicos estructurales.

**Sierra:** Conjunto de montañas.

**Sedimento:** Conjunto de partículas de materiales procedentes de la erosión de las rocas, de la precipitación de los elementos disueltos en las aguas o de la acumulación de materia orgánica en medios continentales o marinos que, transportados por el viento, el hielo, el mar o una corriente de agua, se acumulan en el terreno o en los fondos marinos o fluviales.

**Solidificación:** Conversión de un líquido o un gas en un sólido.

**Somero:** Que es un poco profundo o que está muy cerca de la superficie.

**Subcuenca:** La superficie de terreno cuya esorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un determinado punto de un curso de agua (generalmente un lago o una confluencia de ríos).

**Subducción:** Proceso por el que una placa litosférica oceánica se hunde bajo otra placa, ya sea oceánica o continental.

**Subprovincia:** Subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas.

**Subsidencia:** Describe el progreso de un hundimiento de una superficie.

**Susceptible:** adj. Capaz de recibir el efecto o acción que se indica.

**Sistemas de información geográfica:** Integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión.

**Tectónica:** Parte de la geología que estudia los plegamientos, deformaciones y fallas de la corteza terrestre y las fuerzas internas que los originan.

**Telúrico:** Del planeta Tierra o relacionado con él.

**Terrado:** Parte superior plana y descubierta de una casa u otro

edificio, dispuesta para poder andar sobre ella.

**Tejamanil:** Tabla delgada y cortada en listones que se colocan como tejas en los techos generalmente inclinados de las casas.

**Topoforma:** Es una geoforma geoméricamente reducible a un número pequeño de elementos topográficos.

**Topografía:** Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

**Untuoso:** Que es graso o pegajoso, o tiene otra cualidad, como la consistencia, propia del unto.

**Vialidad:** Conjunto de servicios pertenecientes a las vías públicas.

**Volcán monogenético:** Es aquel que hace erupción una sola vez en un volcán donde no hay un solo lugar.

**Volcán poligenético:** Son Edificios volcánicos construidos por la múltiple sobreposición de materiales expulsados por el volcán a lo largo de su evolución.

**Vulnerabilidad:** Es la cualidad de vulnerable (que es susceptible de ser lastimado o herido ya sea física o normalmente). El concepto puede aplicarse a una persona o a un grupo social según su capacidad de prevenir, resistir y sobreponerse de un impacto.

**Yacimiento:** Lugar en el que se encuentran de forma natural minerales, rocas o fósiles, especialmente cuando puede ser objeto de explotación.

## 3.5 LISTADO DE GRÁFICAS

- GRÁFICA 1. PIRÁMIDE DE EDAD POR GRUPOS QUINQUENALES DEL MUNICIPIO, 2015
- GRÁFICA 2. POBREZA EN LA POBLACIÓN MUNICIPAL DEL AÑO 2015
- GRÁFICA 3. SECTORES ECONÓMICOS
- GRÁFICA 4. SUSCEPTIBILIDAD EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO

## 3.6 LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. ELEMENTOS OROGRÁFICOS DEL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 2. FALLAS Y FRACTURAS
TABLA 3. PRINCIPALES MINAS DEL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 4. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 5. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 6. LOCALIDADES CON ANalfabetismo EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 7. POBLACIÓN DE 3 AÑOS Y MÁS QUE ASISTE A LA ESCUELA
TABLA 8. LENGUAS INDÍGENAS MÁS HABLADAS EN XIUTETELCO
TABLA 9. POBLACIÓN DE HABLA INDÍGENA
TABLA 10. LIMITACIÓN EN LA ACTIVIDAD
TABLA 11. MEDICIÓN DE LA POBREZA MUNICIPAL
TABLA 12. HACINAMIENTO
TABLA 13. MARGINACIÓN EN LA POBLACIÓN POR LOCALIDAD
TABLA 14. VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO CON PISO DE TIERRA
TABLA 15. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
TABLA 16. COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS EN VIVIENDAS
TABLA 17. CENTROS EDUCATIVOS POR NIVEL DEL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 18. ASISTENCIA SOCIAL
TABLA 19. CLASIFICACIÓN DE LOS FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL
TABLA 20. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS QUE AFECTAN EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 21. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RAYOS
TABLA 22. INDICADORES POR TORMENTAS ELÉCTRICAS EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 23. CAUSAS DE LAS INUNDACIONES DE ACUERDO A SU ORIGEN
TABLA 24. INDICADORES DEL FENÓMENO DE INUNDACIONES PARA EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 25. INDICADORES DE ONDAS GÉLIDAS EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 26. INDICADORES DE HELADAS EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 27. INDICADORES POR TORMENTAS DE GRANIZO EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 28. INDICADORES DEL FENÓMENO PERTURBADOR ONDAS CÁLIDAS
TABLA 29. INDICADORES DE SEQUÍA EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 30. ÍNDICE DE PELIGRO POR CICLONES TROPICALES EN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 31. FENÓMENOS GEOLÓGICOS QUE AFECTAN EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 32. FENÓMENO DE INESTABILIDAD DE LADERAS PARA EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 33. FENÓMENO DE SISMOS PARA EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 34. FENÓMENO DE VOLCANES PARA EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 35. NIVEL DE ANÁLISIS DE LA AMENAZA IDENTIFICADA
TABLA 36. ESCALA DE VELOCIDADES DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA (WPWL, 1995)
TABLA 37. NIVEL DE ANÁLISIS 1
TABLA 38. NIVEL DE ANÁLISIS 2
TABLA 39. FORMATO PARA LA ESTIMACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD
TABLA 40. CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO EN XIUTETELCO
TABLA 41. EFECTOS DE LA VEGETACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE LADERAS
TABLA 42. FACTORES CONDICIONANTES DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA
TABLA 43. ESCALA DE SAATY PARA DETERMINAR EL VALOR DE PESOS RELATIVOS
TABLA 44. EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN DE JERARQUÍAS PARA DETERMINAR EL VALOR DE PESOS RELATIVOS
TABLA 45. ASIGNACIÓN DE FACTOR PARA DETERMINAR EL VALOR DE PESOS RELATIVOS
TABLA 46. DETERMINACIÓN DE PESOS RELATIVOS PARA EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
TABLA 47. VALOR NORMALIZADO DE PENDIENTES
TABLA 48. VALOR NORMALIZADO DE LITOLOGÍA
TABLA 49. VALOR NORMALIZADO DE GEOFORMOLOGÍA
TABLA 50. VALOR NORMALIZADO DE EDIFOLOGÍA
TABLA 51. VALOR NORMALIZADO DE USO DE SUELO
TABLA 52. VALOR NORMALIZADO DE INTENSIDAD DE VEGETACIÓN
TABLA 53. VALOR NORMALIZADO DE FALLAS Y FRACTURAS
TABLA 54. MUY BAJA SUSCEPTIBILIDAD
TABLA 55. BAJA SUSCEPTIBILIDAD
TABLA 56. MODERADA SUSCEPTIBILIDAD
TABLA 57. ALTA SUSCEPTIBILIDAD
TABLA 58. MUY ALTA SUSCEPTIBILIDAD

## 3.7 LISTADO DE FIGURAS

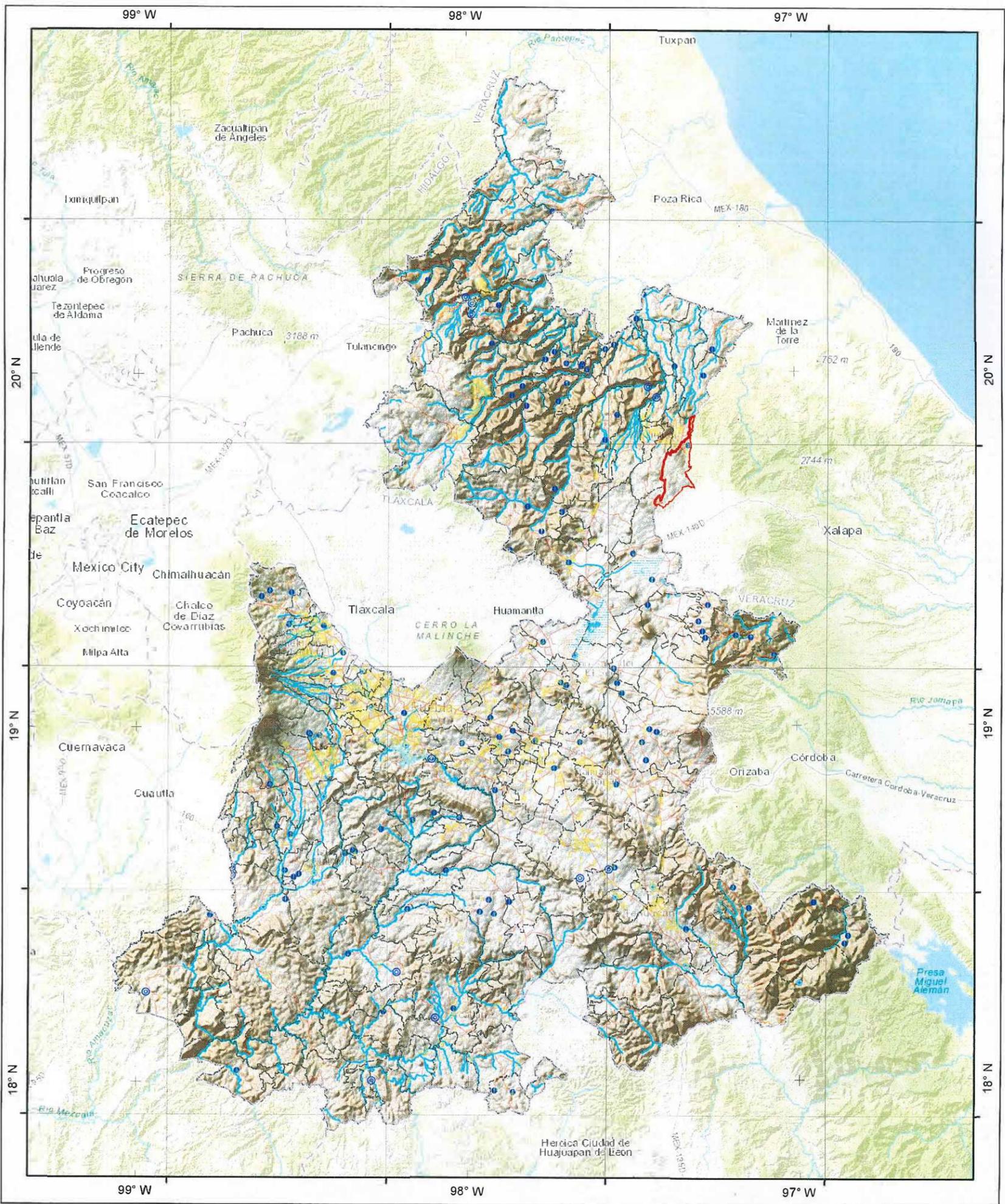
FIGURA 1. MAPA BASE TOPOGRÁFICO ESTATAL
FIGURA 2. MAPA BASE TOPOGRÁFICO MUNICIPAL
FIGURA 3. MAPA BASE TOPOGRÁFICO DE LA CABECERA MUNICIPAL
FIGURA 4. MAPA DE FISIOGRAFÍA - PROVINCIAS
FIGURA 5. MAPA DE FISIOGRAFÍA - SUBPROVINCIAS
FIGURA 6. MAPA DE GEOMORFOLOGÍA
FIGURA 7. MAPA DE GEOLOGÍA
FIGURA 8. ROSETA DE LINEAMIENTOS ESTRUCTURALES
FIGURA 9. MAPA DE EDAFOLOGÍA
FIGURA 10. MAPA DE HIDROGRAFÍA
FIGURA 11. MAPA DE CUENCAS
FIGURA 12. MAPA DE SUBCUENCAS
FIGURA 13. MAPA DE CLIMA
FIGURA 14. MAPA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
FIGURA 15. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN
FIGURA 16. MAPA DE DENSIDAD DE LA POBLACIÓN POR MANZANA DE LA CABECERA MUNICIPAL
FIGURA 17. MAPA DE EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA
FIGURA 18. MAPA DE AMENAZAS - TORMENTAS ELÉCTRICAS
FIGURA 19. SUSPENDE CLASES POR FRENTE FRÍO Y FUERTES LLUVIAS
FIGURA 20. FRENTE FRÍO GENERA NUEVO DESCENSO DE TEMPERATURA

FIGURA 21. FRENTE FRÍO NÚMERO 28 PROVOCARÁ HELADAS
FIGURA 22. XIUTETELCO DE LOS MUNICIPIOS QUE PRESENTARÓN MÁS SEQUÍAS EN 2015
FIGURA 23. EMERGENCIA EN 27 MUNICIPIOS DE PUEBLA, TRAS EL PASO DEL HURACÁN KATIA
FIGURA 24. DESLAVES EN CARRETERA TEZIUTLÁN - PEROTE
FIGURA 25. MAPA DE AMENAZAS - INESTABILIDAD DE LADERAS
FIGURA 26. MAPA DE HISTÓRICOS POR INESTABILIDAD DE LADERAS
FIGURA 27. IMAGEN EXPLICATIVA DE LOS TIPOS DE DESLIZAMIENTO DE LADERAS
FIGURA 28. PRECIPITACIÓN A) DIARIA Y B) ACUMULADA EN TEZIUTLÁN, PUE., SEPTIEMBRE - OCTUBRE 1999
FIGURA 29. ESQUEMA DEL MÉTODO DE JERARQUÍAS ANALÍTICAS PARA ASIGNACIÓN DE PESOS
FIGURA 30. ESCALA DE SAATY PARA DETERMINAR EL VALOR DE Xij
FIGURA 31. FACTORES CONDICIONANTES PARA EL MUNICIPIO DE XIUTETELCO
FIGURA 32. CLASIFICACIÓN DE PENDIENTES
FIGURA 33. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES PENDIENTES
FIGURA 34. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES LITOLOGÍA
FIGURA 35. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES GEOMORFOLOGÍA
FIGURA 36. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES EDAFOLOGÍA
FIGURA 37. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES USO DE SUELO
FIGURA 38. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES INTENSIDAD DE VEGETACIÓN
FIGURA 39. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES FALLAS Y FRACTURAS
FIGURA 40. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR INESTABILIDAD DE LADERAS
FIGURA 41. MAPA DE LEVANTAMIENTO EN CAMPO

## 3.8 LISTADO DE MAPAS

MAPA 1. MAPA BASE TOPOGRÁFICO ESTATAL
MAPA 2. MAPA BASE TOPOGRÁFICO MUNICIPAL
MAPA 3. MAPA BASE TOPOGRÁFICO DE LA CABECERA MUNICIPAL
MAPA 4. MAPA DE FISIOGRAFÍA – PROVINCIAS
MAPA 5. MAPA DE FISIOGRAFÍA – SUBPROVINCIAS
MAPA 6. MAPA DE GEOMORFOLOGÍA
MAPA 7. MAPA DE GEOLOGÍA
MAPA 8. MAPA DE EDAFOLOGÍA
MAPA 9. MAPA DE HIDROGRAFÍA
MAPA 10. MAPA DE CUENCAS
MAPA 11. MAPA DE SUBCUENCAS
MAPA 12. MAPA DE CLIMA
MAPA 13. MAPA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
MAPA 14. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN
MAPA 15. MAPA DE DENSIDAD DE LA POBLACIÓN POR MANZANA DE LA CABECERA MUNICIPAL
MAPA 16. MAPA DE EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA
MAPA 17. MAPA DE AMENAZAS – TORMENTAS ELÉCTRICAS
MAPA 18. MAPA DE AMENAZAS - INESTABILIDAD DE LADERAS
MAPA 19. MAPA DE HISTÓRICOS POR INESTABILIDAD DE LADERAS
MAPA 20. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES PENDIENTES
MAPA 21. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES LITOLÓGIA
MAPA 22. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES GEOMORFOLOGÍA
MAPA 23. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES EDAFOLOGÍA
MAPA 24. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES USO DE SUELO
MAPA 25. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES INTENSIDAD DE VEGETACIÓN
MAPA 26. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES FALLAS Y FRACTURAS
MAPA 27. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR INESTABILIDAD DE LADERAS
MAPA 28. MAPA DE LEVANTAMIENTO EN CAMPO

## **3.9 ANEXO DE MAPAS**



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

ESCALA 1:1,100,000 1 cm = 11 km



**LOCALIZACIÓN**



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades Metros  
 Sistema de Referencia ITRF 2008  
 Elipsoide GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum ITRF 2008  
 Referencia de Elevación Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración Resolución Fotogramétrica Digital  
 Edición ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI

**1. MAPA BASE TOPOGRÁFICO ESTATAL**

C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR

PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024



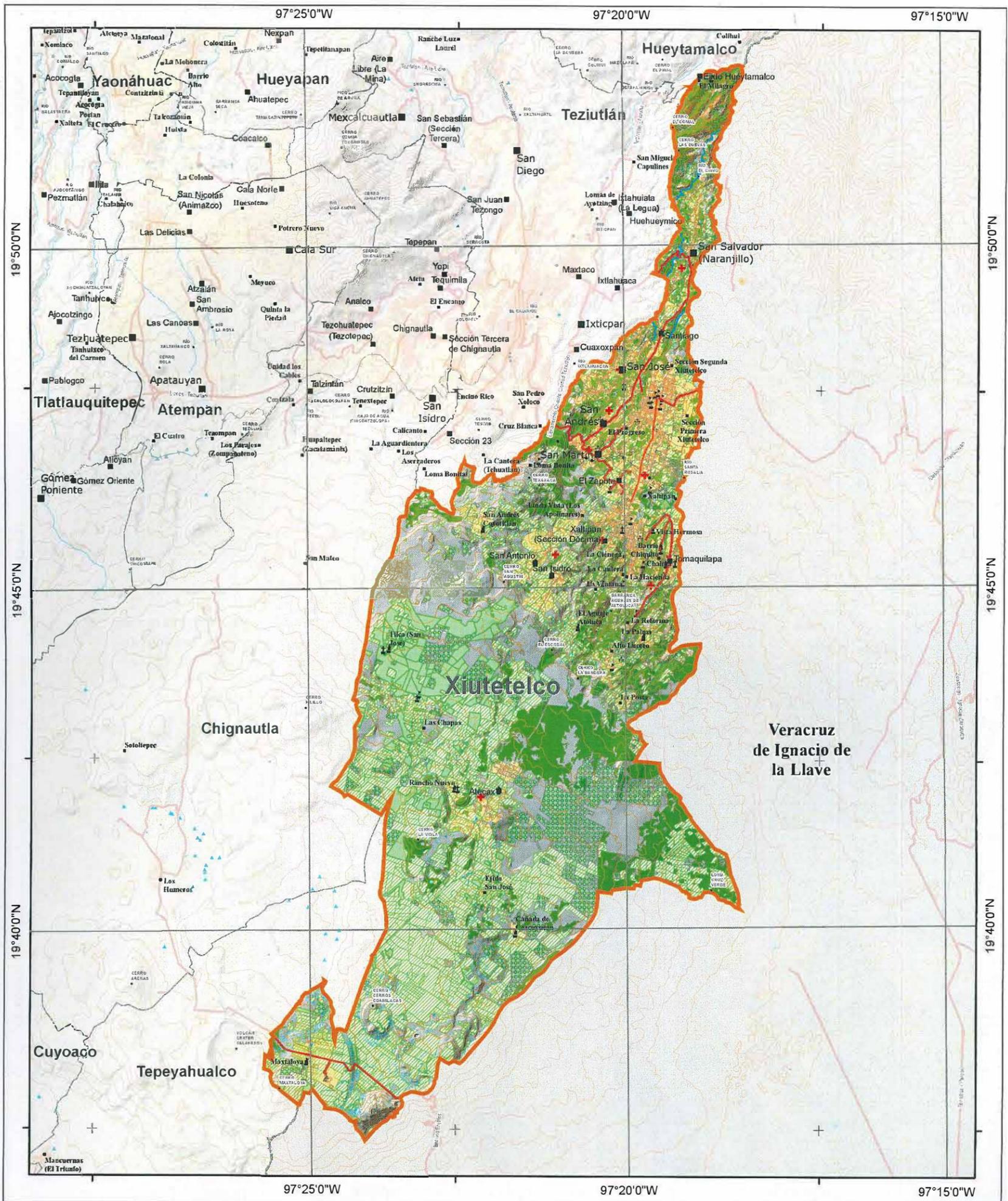
LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA

HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024



**SIMBOLOGÍA**

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| <b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>               | <b>ALTIMETRÍA</b>        |
| Estados Colindantes                    | Curva de Nivel           |
| Límite Estatal                         | Maestra                  |
| Municipios                             | <b>HIDROLOGÍA</b>        |
| Municipio de Estudio                   | Río                      |
| <b>INFRAESTRUCTURA</b>                 | Escorrentamiento         |
| Presas                                 | Cuerpo de Agua           |
| Red de Monitoreo de la Calidad de Agua | Zona Sujeta a inundación |
| Planta de Tratamiento                  | <b>VIALIDADES</b>        |
| Planta Potabilizadora                  | Carretera                |
| Traza Urbana                           | Parítenico               |
|  | Bulevard                 |
|  | Viaducto                 |



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**2. MAPA BASE TOPOGRÁFICO MUNICIPAL**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA HUERTA**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Fresa
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesia
Municipio	1501 - 2770	Antena
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuela
Curva de Nivel	Carretera	Cementerio
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard	Clinicas y Hospitales
Rio	Viaducto	Planta Potabilizadora
Canal	Ferrocarril	Planta de Tratamiento
Escorrentamiento	<b>USO DE SUELO</b>	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Rio	Cultivo	Linea Eléctrica
Estanque	Huerto	Manzanas
Zona Sujeta a Inundación	Parcela	Construcciones
	Vegetación	

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros



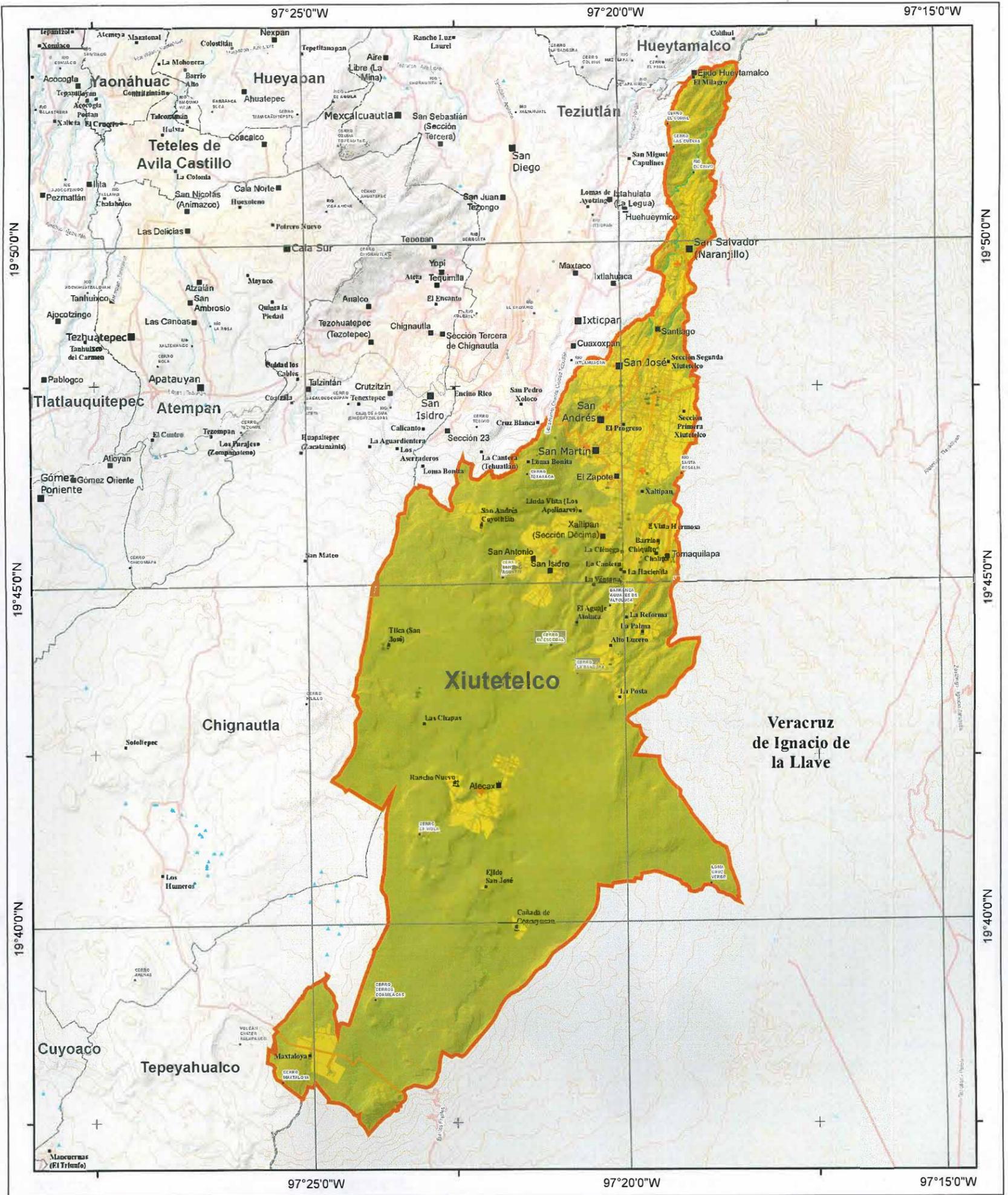
LOCALIZACIÓN



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI





**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas**  
**Municipio de Xiutetelco**

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros



**4. MAPA DE FIOGRAFÍA - PROVINCIAS**



C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 2021-2024



LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA  
 HUERTA  
 GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
 2019-2024

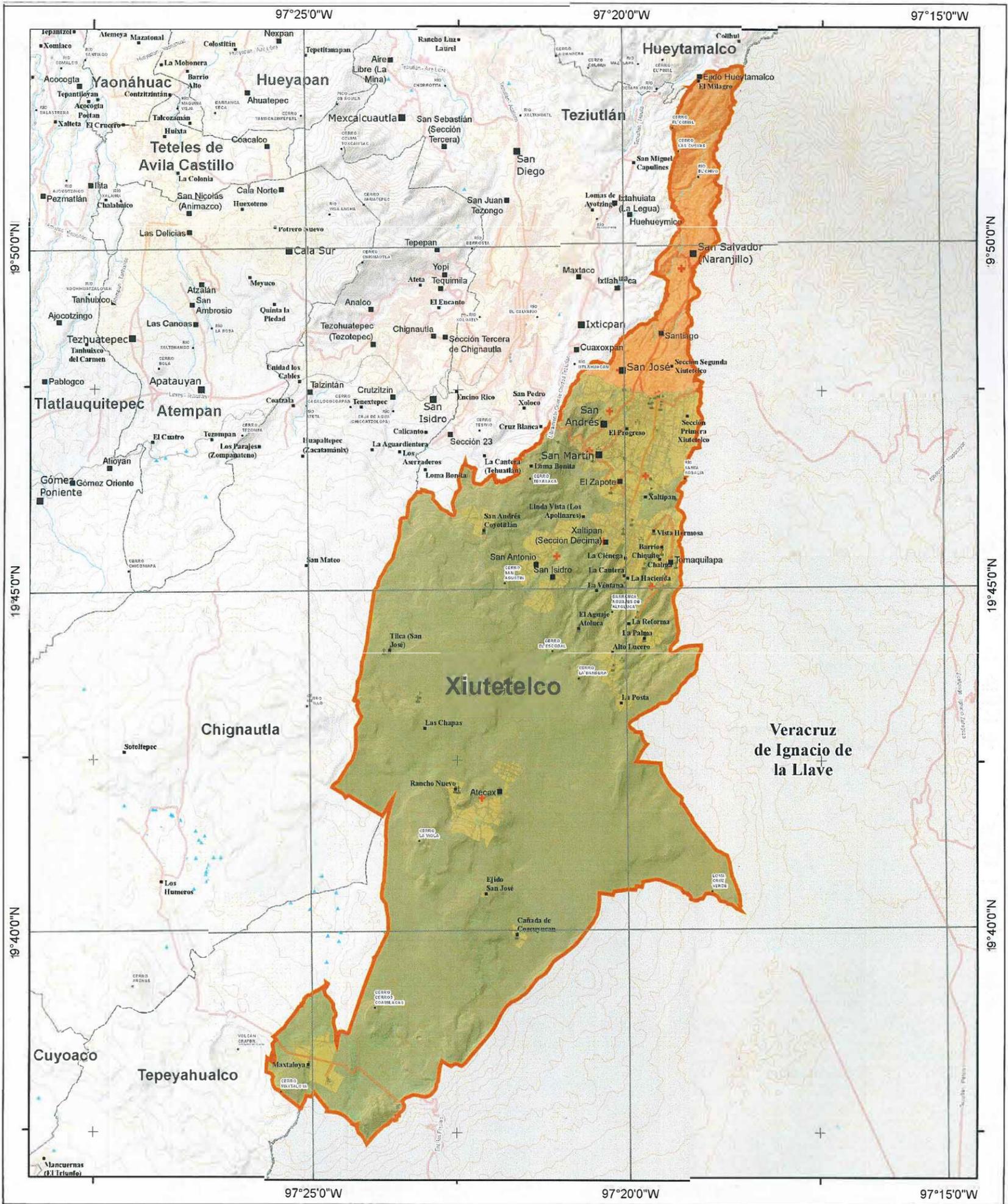
SIMBOLOGÍA	
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>
Estados Colindantes	1 - 500
Limite Estatal	501 - 1500
Municipio	1501 - 2770
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>
Curva de Nivel	Garreteta
Maestra	Periférico
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard
Río	Viaducto
Canal	Ferrocarril
Escorrentamiento	
Rio	
Estanque	
Zona Sujeta a Inundación	
	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
	Presas
	Iglesias
	Antenas
	Escuelas
	Cementerios
	Torre de Alta Tensión
	Clinicas y Hospitales
	Planta Potabilizadora
	Planta de Tratamiento
	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
	Línea Eléctrica
	Manzanas
	Construcciones
	<b>PROVINCIAS - FIOGRÁFICAS</b>
	Eje Neovolcánico

**LOCALIZACIÓN**



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver: 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros



**5. MAPA DE FISIOGRAFÍA - SUBPROVINCIAS**

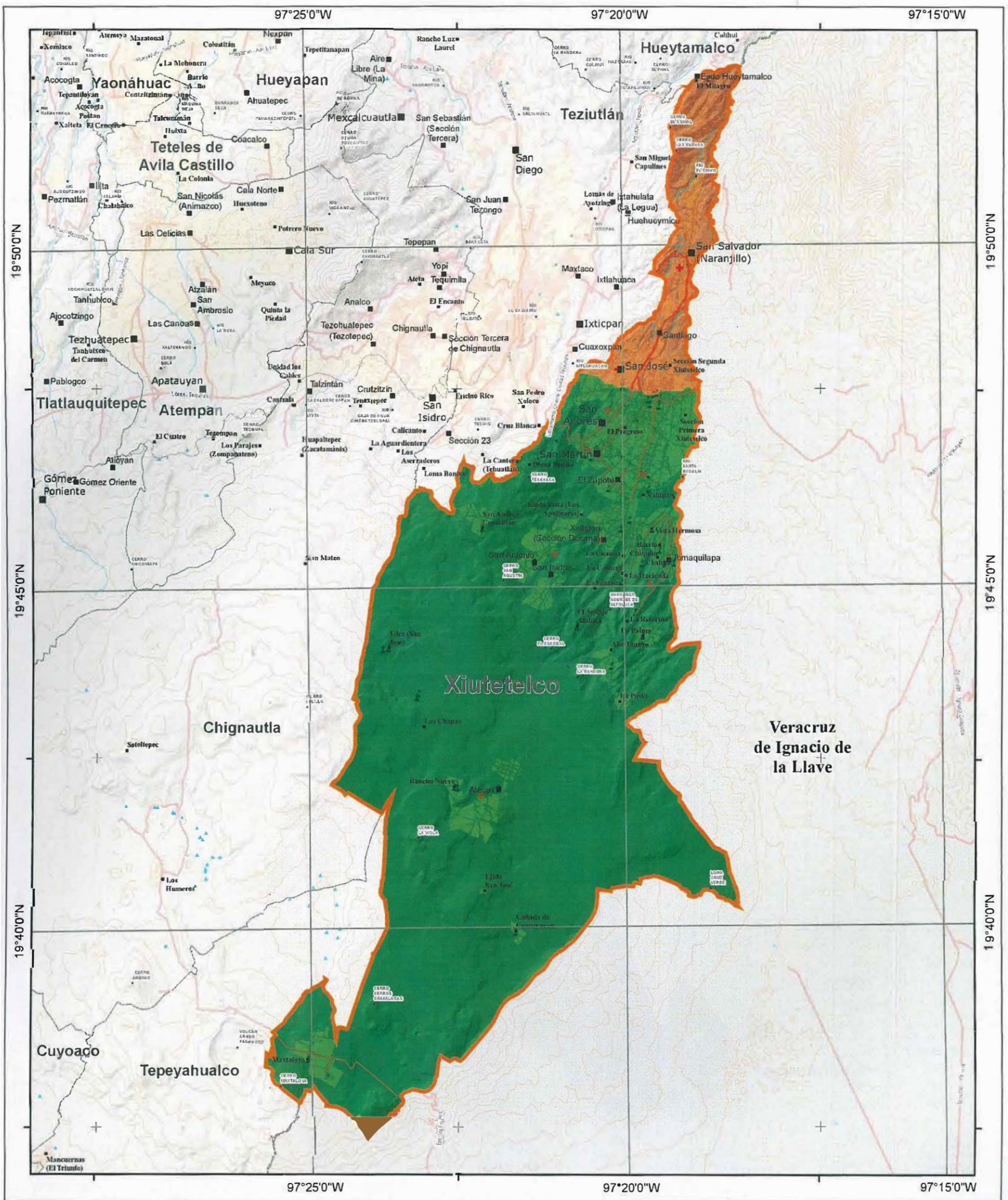
SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presas
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesias
Municipio	1501 - 2770	Antenas
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuelas
Curva de Nivel	Carretera	Cementerios
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard	Clinicas y Hospitales
Río	Viaducto	Planta Potabilizadora
Canal	Ferrocarril	Planta de Tratamiento
Escurrimiento		Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Río		Linea Eléctrica
Estanque		Manzanas
Zona Sujeta a Inundación		Construcciones
		<b>SUBPROVINCIAS - FISIOGRAFICAS</b>
		Chiconquiaco
		Lagos y Volcanes de Anahuac

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: Nivel Medio del Mar  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver 10.5 Distribución Exclusiva en Mexico de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas**  
Municipio de Xiutetelco

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros

0 0.4750 95 1.9 2.85 3.8 Km



LOCALIZACIÓN



**6. MAPA DE GEOMORFOLOGÍA**



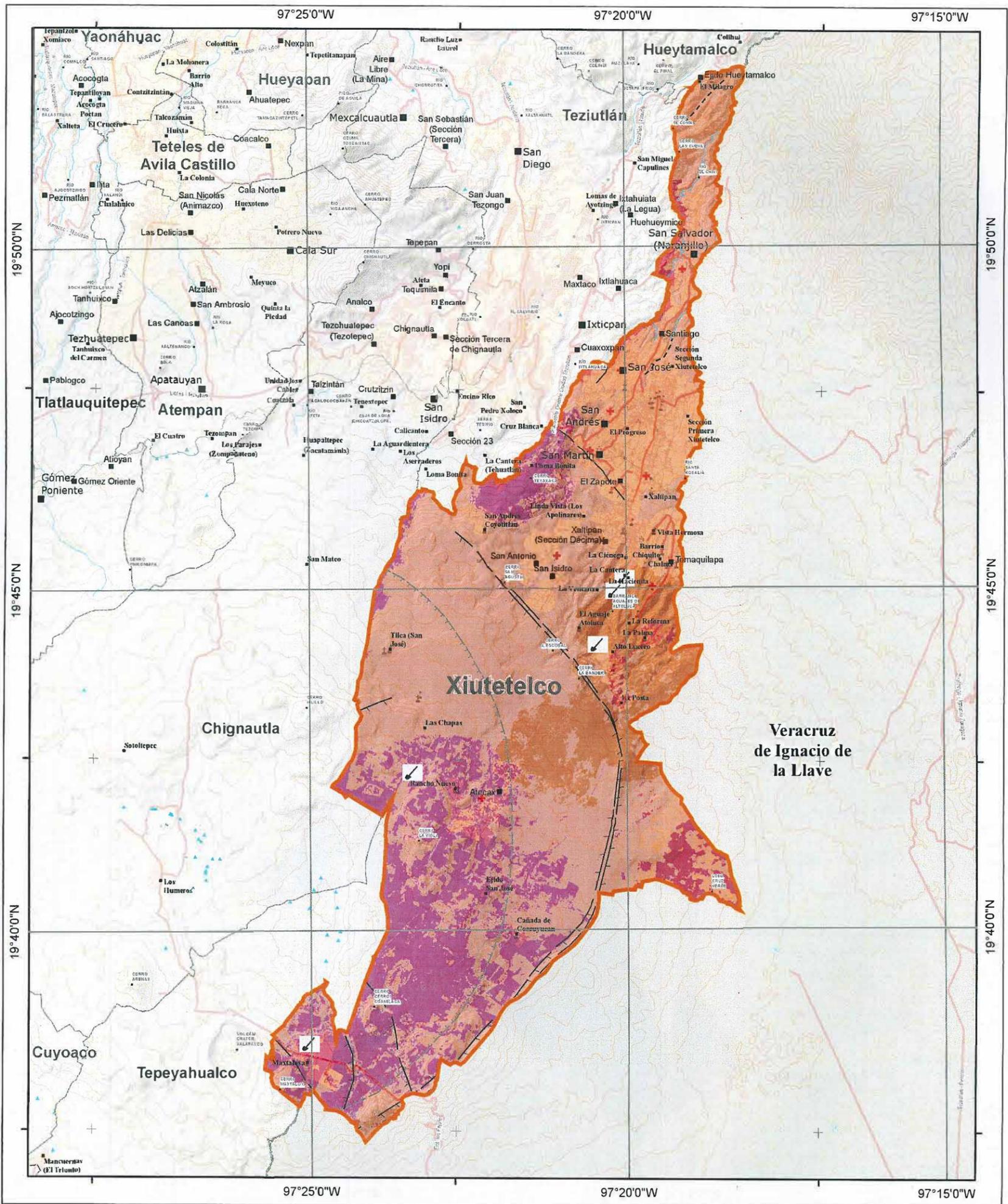
C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024



LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presas
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesia
Municipio	1501 - 2770	Antena
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuela
Curva de Nivel	Carretera	Cementerio
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard	Clinicas y Hospitales
Río	Viaducto	Planta Polibridadora
Canal	Ferrocarril	Planta de Tratamiento
Escurrimiento		Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Río		Línea Eléctrica
Estanque		Manzanas
Zona Sujeta a Inundación		Construcciones
		<b>GEOMORFOLOGÍA</b>
		Lomito de Aluvión Antiguo con LLanuras
		Sierra Volcánica de Laderas Escarpadas

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**  
Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
Unidades: Metros  
Sistema de Referencia: ITRF 2008  
Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
Datum: ITRF 2008  
Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESR



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

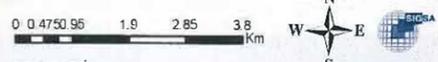
**7. MAPA DE GEOLOGÍA**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presas
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesia
Municipio	1501 - 2770	Antena
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuela
Curva de Nivel	Carretera	Cementerio
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard	Clinicas y Hospitales
Río	Viaducto	Planta Potabilizadora
Canal	Ferrocarril	Planta de Tratamiento
Escurrimiento	<b>MINAS</b>	Red de Monitoreo de la
Río	En Producción	Calidad de Agua
Estanque	<b>ESTRUCTURA</b>	Línea Eléctrica
Zona Sujeta a Inundación	Caldera	Manzanas
	<b>FALLAS Y FRACTURAS</b>	Construcciones
	Falla Inferida	
	Fractura Inferida	

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros

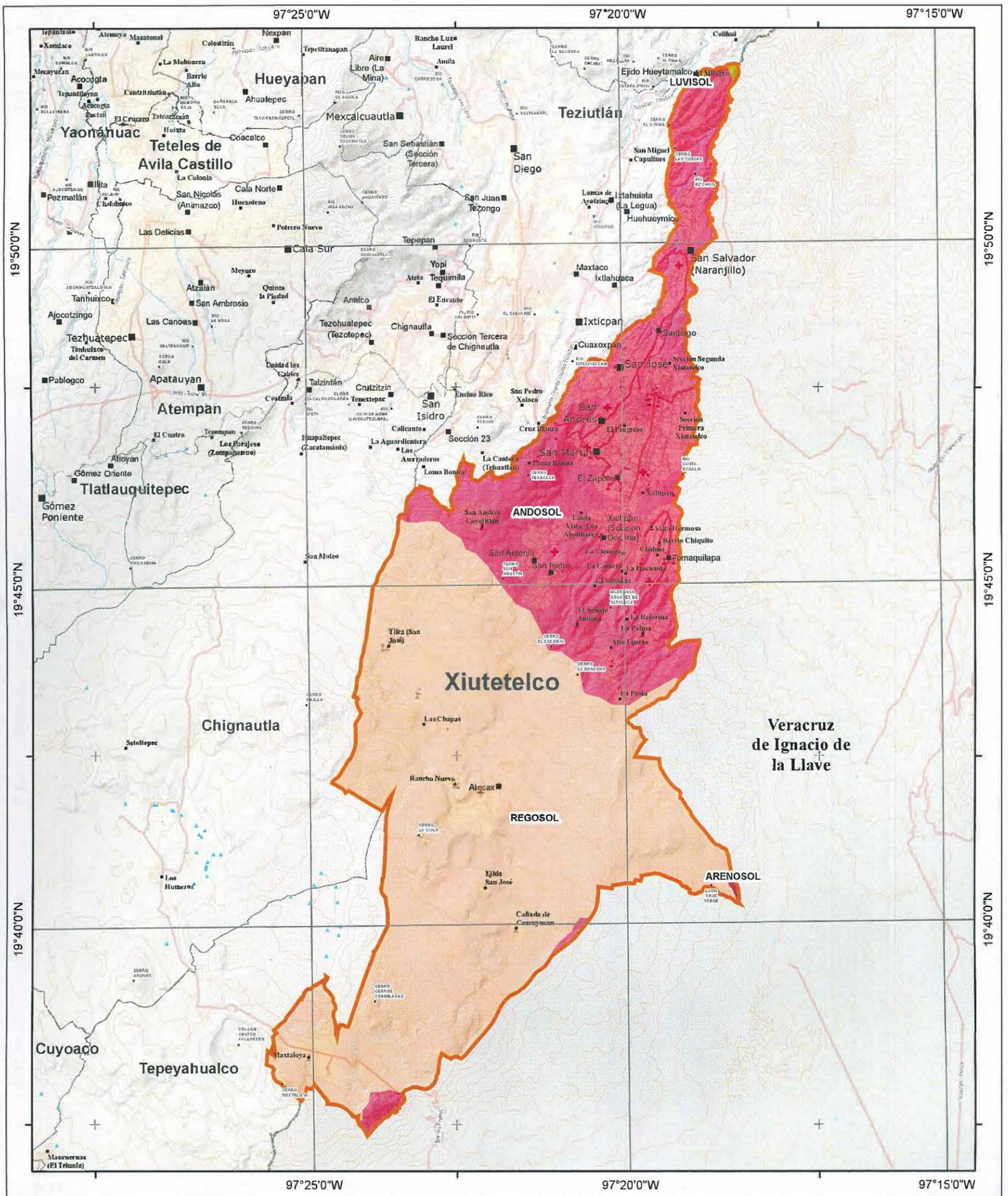


LOCALIZACIÓN



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros



LOCALIZACIÓN



**8. MAPA DE EDAFOLOGÍA**

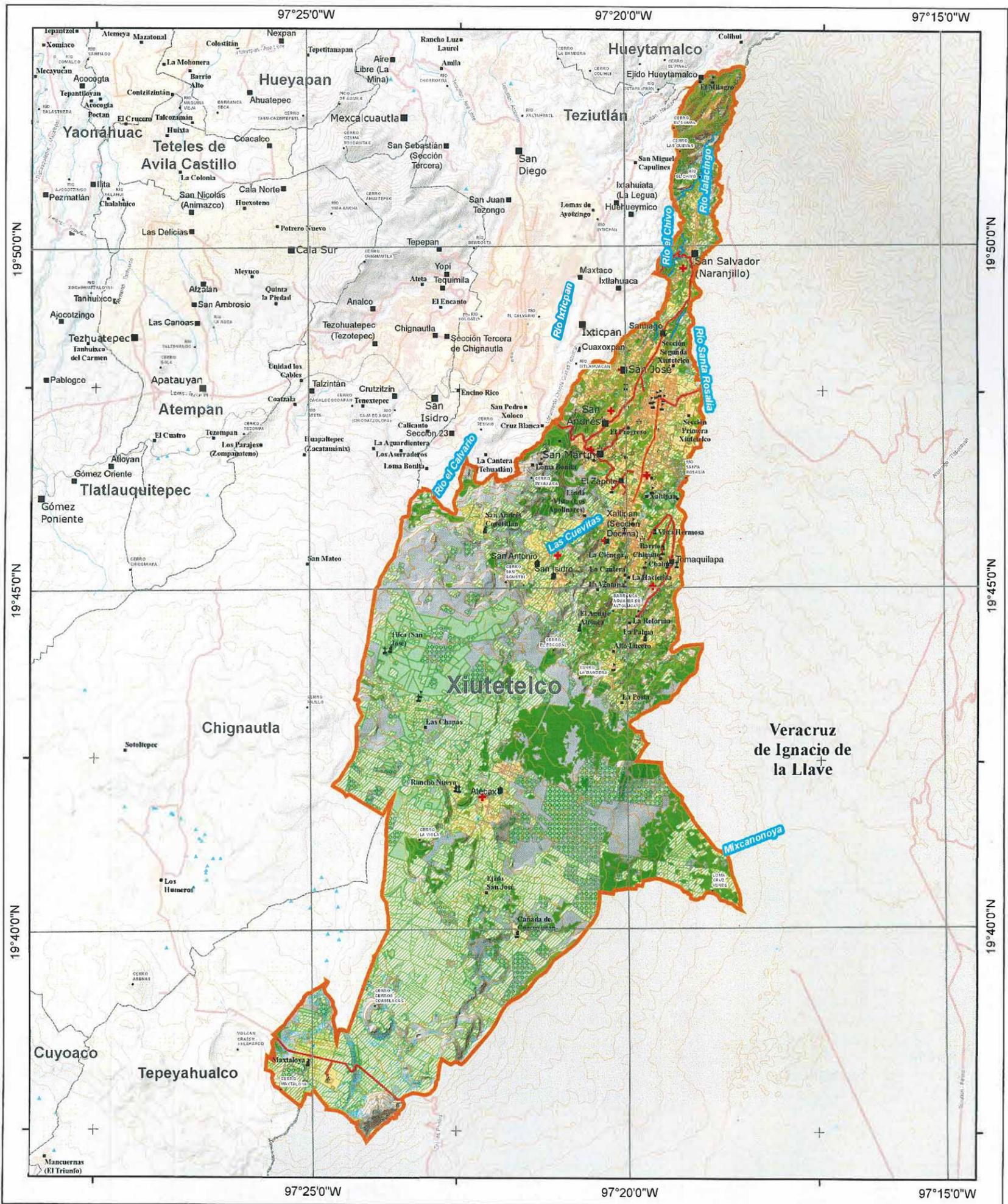
**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presidencia
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesia
Municipio	1501 - 2770	Antena
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuela
Curva de Nivel	Carretera	Cementerio
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Bulevard	Plantas Potabilizadoras
Río	Viaducto	Plantas de Tratamiento
Canal	Ferrocarril	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Escorrentamiento	<b>EDAFOLOGÍA</b>	Línea Eléctrica
Río	Andosol	Manzanas
Estanque	Arenosol	Construcciones
Zona Sujeta a Inundación	Luvisol	
	Regosol	

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Resolución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**9. MAPA DE HIDROGRAFÍA**



C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024



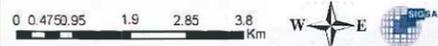
LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA  
HUERTA

GOBIERNO DE PUEBLA GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

**SIMBOLOGÍA**

<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presas
Limita Estatal	501 - 1500	Iglesias
Municipio	1501 - 2770	Antenas
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuelas
Curva de Nivel	Carretera	Cementerios
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Viaducto	Clinicas y Hospitales
Río	Ferrocarril	Planta Potabilizadora
Canal	<b>USO DE SUELO</b>	Planta de Tratamiento
Escurrimiento	Cultivo	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Río	Huerto	Línea Eléctrica
Estanque	Parcela	Manzanas
Zona Sujeta a Inundación	Vegetación	Construcciones

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros

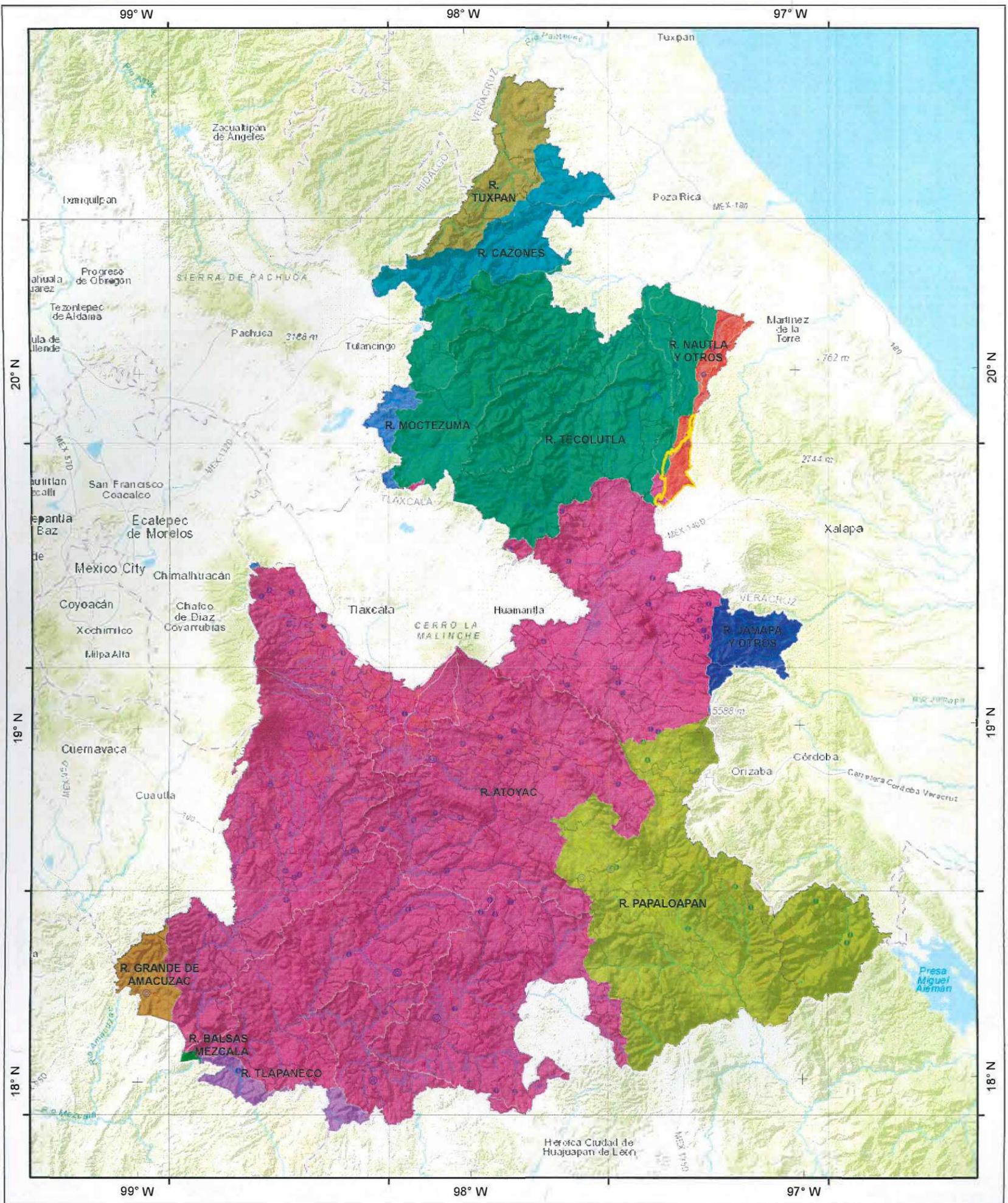


**LOCALIZACIÓN**



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: JTRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**10. MAPA DE CUENCAS**



**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024



**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA HUERTA**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

**DIVISIÓN POLÍTICA**

- Estados Colindantes
- Limite Estatal
- Municipios
- Municipio de Estudio

**INFRAESTRUCTURA**

- Presa
- Planta Potabilizadora
- Planta de Tratamiento
- Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
- Traza Urbana

**SIMBOLOGÍA**

**ALTIMETRÍA**

- Curva de Nivel
- Maestra

**HIDROLOGÍA**

- Río
- Escurrimiento
- Cuerpo de Agua
- Zona Sujeta a Inundación

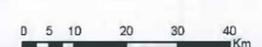
**VIALIDADES**

- Carretera
- Periférico
- Boulevard
- Viaducto

**CUENCAS**

- R. Atoyac
- R. Balsas - Mezcala
- R. Cazonas
- R. Grande de Amacuzac
- R. Jamapa y Otros
- R. Moctezuma
- R. Nautla y Otros
- R. Papaloapan
- R. Tecolutla
- R. Tlapaneco
- R. Tuxpan

ESCALA 1:1,100,000 1 cm = 11 km



**LOCALIZACIÓN**



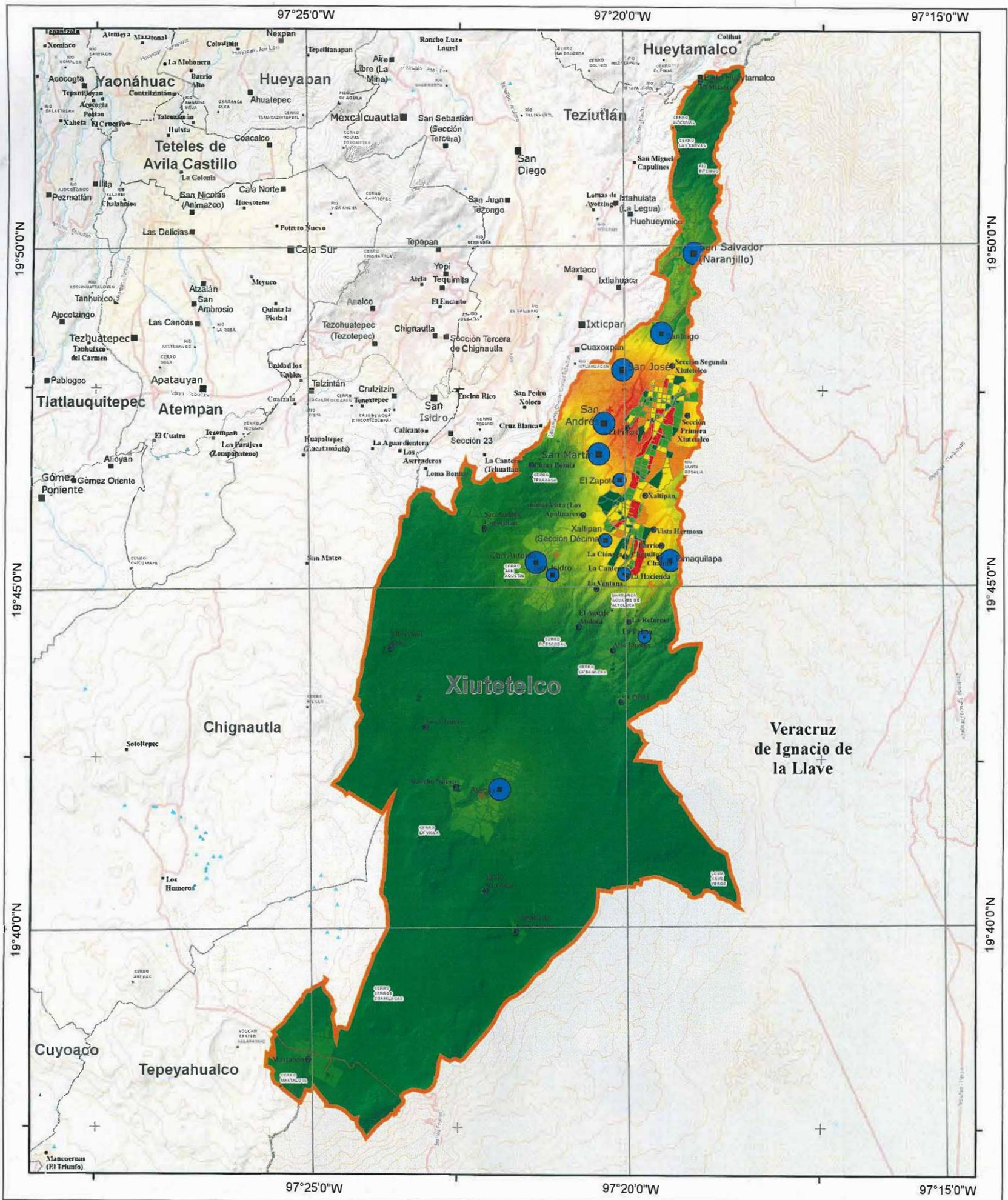
**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITR 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI









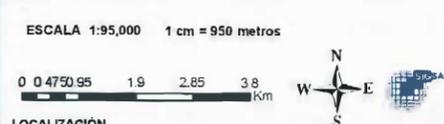
**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**14. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

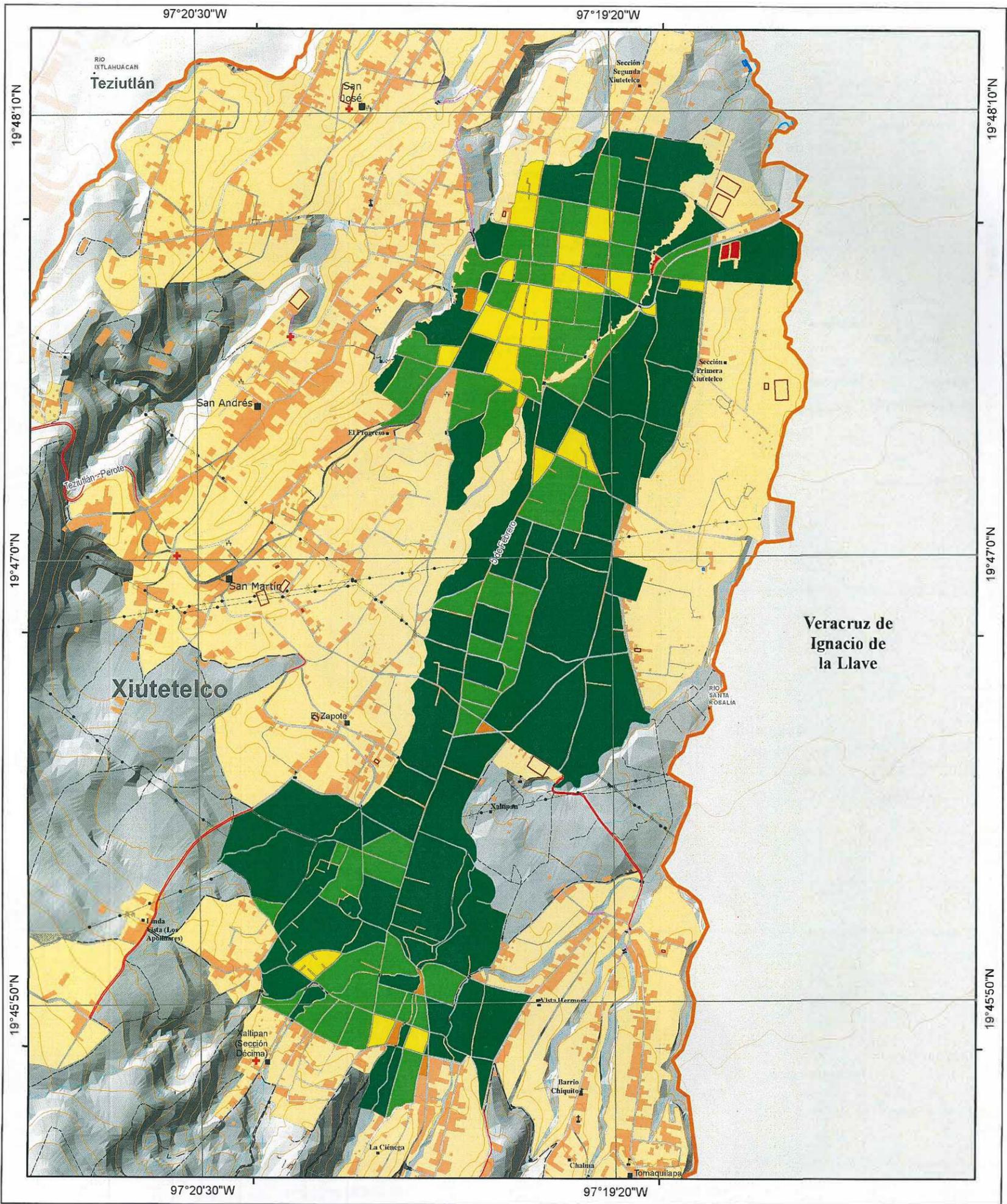
**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA HUERTA**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

DIVISIÓN POLÍTICA	INFRAESTRUCTURA	DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN
Estados Colindantes	Presas	Población Rural
Limite Estatal	Iglesias	38 - 408
Municipio	Antenas	409 - 1048
	Escuelas	1049 - 2371
	Cementerios	Población Urbana
	Torre de Alta Tensión	0 - 47
	Clinicas y Hospitales	48 - 92
	Plantas Potabilizadoras	93 - 137
	Plantas de Tratamiento	138 - 182
	Red de Monitoreo de la Caidad de Agua	183 - 227
	Linea Eléctrica	228 - 272
	Manzanas	273 - 317
	Construcciones	Distribución de la Población
	Carreteras	1928 - 1997.47
	Paríteres	1998 - 2067.94
	Boulevards	2068 - 2137.41
	Viaductos	2138 - 2206.88
	Ferrocarril	2207 - 2276.35
		2277 - 2345.82
		2346 - 2415.29
		2416 - 2484.76
		2485 - 2554.23
		2555 - 2623.70
		2624 - 2693.17
		2694 - 2762.64
		2763 - 2832.11
		2833 - 2901.58
		2902 - 2971.05
		2972 - 3040.52
		3041 - 3110.00
		3111 - 3179.47
		3180 - 3248.94
		3249 - 3318.41
		3319 - 3387.88
		3388 - 3457.35
		3458 - 3526.82
		3527 - 3596.29
		3597 - 3665.76
		3666 - 3735.23
		3736 - 3804.70
		3805 - 3874.17
		3875 - 3943.64
		3944 - 4013.11
		4014 - 4083.58
		4084 - 4153.05
		4154 - 4222.52
		4223 - 4291.99
		4292 - 4361.46
		4362 - 4430.93
		4431 - 4500.40
		4501 - 4569.87
		4570 - 4639.34
		4640 - 4708.81
		4709 - 4778.28
		4779 - 4847.75
		4848 - 4917.22
		4918 - 4986.69
		4987 - 5056.16
		5057 - 5125.63
		5126 - 5195.10
		5196 - 5264.57
		5265 - 5334.04
		5335 - 5403.51
		5404 - 5472.98
		5473 - 5542.45
		5543 - 5611.92
		5612 - 5681.39
		5682 - 5750.86
		5751 - 5820.33
		5821 - 5889.80
		5890 - 5959.27
		5960 - 6028.74
		6029 - 6098.21
		6099 - 6167.68
		6168 - 6237.15
		6238 - 6306.62
		6307 - 6376.09
		6377 - 6445.56
		6446 - 6515.03
		6516 - 6584.50
		6585 - 6653.97
		6654 - 6723.44
		6724 - 6792.91
		6793 - 6862.38
		6863 - 6931.85
		6932 - 7001.32
		7002 - 7070.79
		7071 - 7140.26
		7141 - 7209.73
		7210 - 7279.20
		7280 - 7348.67
		7349 - 7418.14
		7419 - 7487.61
		7488 - 7557.08
		7558 - 7626.55
		7627 - 7696.02
		7697 - 7765.49
		7766 - 7834.96
		7835 - 7904.43
		7905 - 7973.90
		7974 - 8043.37
		8044 - 8112.84
		8113 - 8182.31
		8183 - 8251.78
		8252 - 8321.25
		8322 - 8390.72
		8391 - 8460.19
		8461 - 8529.66
		8530 - 8600.13
		8601 - 8670.60
		8671 - 8740.07
		8741 - 8809.54
		8810 - 8879.01
		8880 - 8948.48
		8949 - 9017.95
		9018 - 9087.42
		9088 - 9156.89
		9157 - 9226.36
		9227 - 9295.83
		9296 - 9365.30
		9366 - 9434.77
		9435 - 9504.24
		9505 - 9573.71
		9574 - 9643.18
		9644 - 9712.65
		9713 - 9782.12
		9783 - 9851.59
		9852 - 9921.06
		9922 - 9991.53
		10000



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**15. MAPA DE DENSIDAD DE LA POBLACIÓN POR MANZANA DE LA CABECERA MUNICIPAL**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

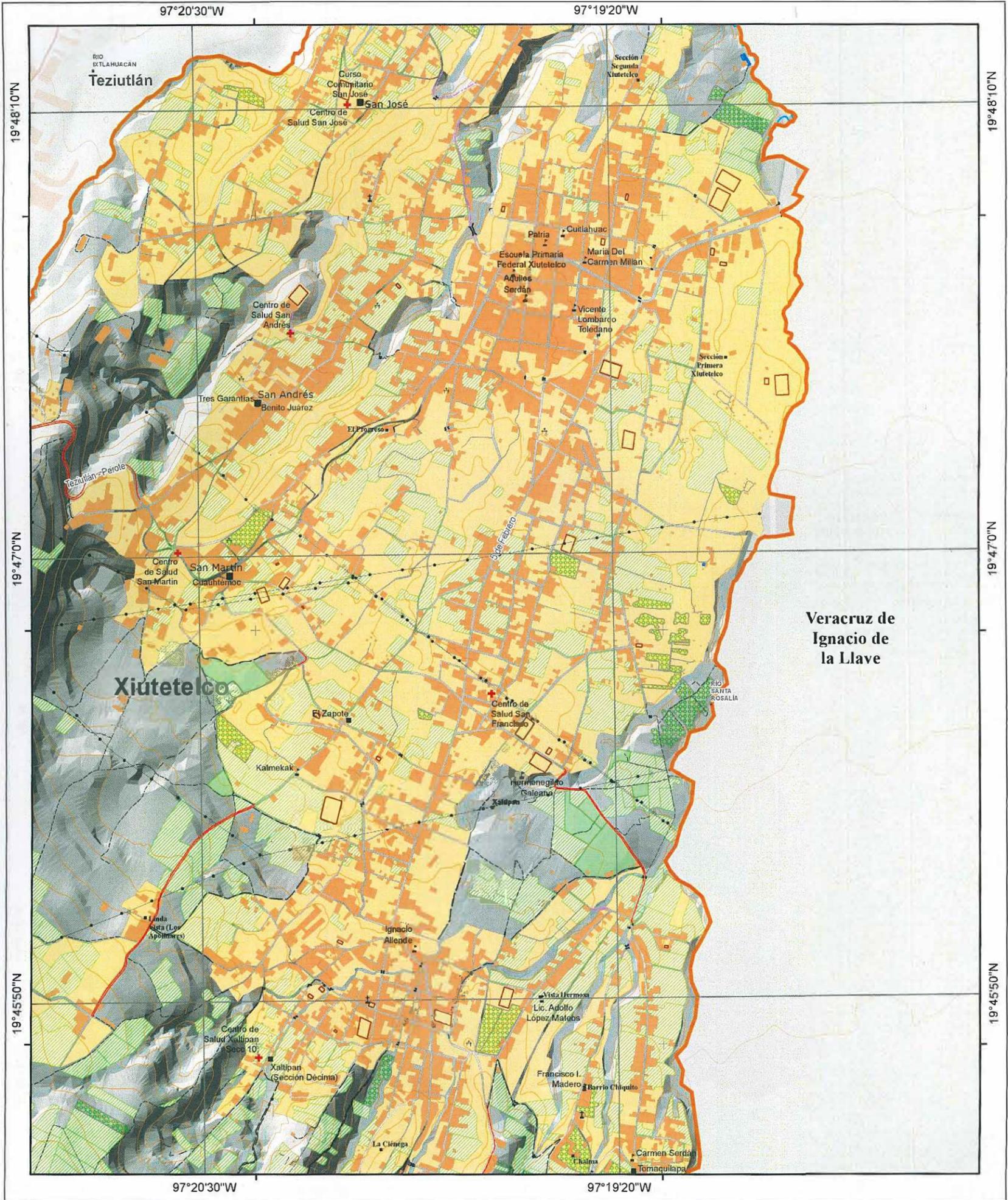
SIMBOLOGÍA	
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>VIALIDADES</b>
Estados Colindantes	Carretera
Limite Estatal	Periférico
Municipio	Boulevard
	Viaducto
<b>ALTIMETRÍA</b>	Ferrocarril
Curva de Nivel	Vereda
Maestra	Brecha
	Terracería
<b>HIDROLOGÍA</b>	<b>DENSIDAD POBLACION (Pob/m2)</b>
Rio	0.000000 - 0.003679
Canal	0.003680 - 0.007715
Escorrentamiento	0.007716 - 0.014736
Rio	0.014737 - 0.034056
Estanque	0.034057 - 0.053053
Zona Sujeta a Inundación	
<b>POBLACION</b>	
1 - 500	
501 - 1500	
1501 - 2770	
	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
	Presas
	Iglesias
	Antenas
	Escuelas
	Cementerio
	Torre de Alta Tension
	Clinicas y Hospitales
	Planta Potabilizadora
	Planta de Tratamiento
	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
	Puentes
	Gradas
	Alberca
	Tuberia
	Andador
	Banqueta
	Linea Eléctrica
	Vias de Acceso
	Tanque Nivel Piso
	Cancha Deportiva
	Manzanas
	Construcciones

ESCALA 1:17,000 1 cm = 170 metros

LOCALIZACIÓN

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoid: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: IT RF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**16. MAPA DE EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA HUERTA**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

DIVISION POLÍTICA	POBLACIÓN	INFRAESTRUCTURA
Estados Colindantes	1 - 500	Presa
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesia
Municipio	1501 - 2770	Antena
		Escuela
		Cementerio
		Torre de Alta Tensión
		Clinicas y Hospitales
		Planta Potabilizadora
		Planta de Tratamiento
		Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
		Puente
		Gradas
		Alberca
		Tubería
		Andador
		Banqueta
		Línea Eléctrica
		Vías de Acceso
		Tanque Nivel Piso
		Cancha Deportiva
		Manzanas
		Construcciones

ESCALA 1:17,000 1 cm = 170 metros

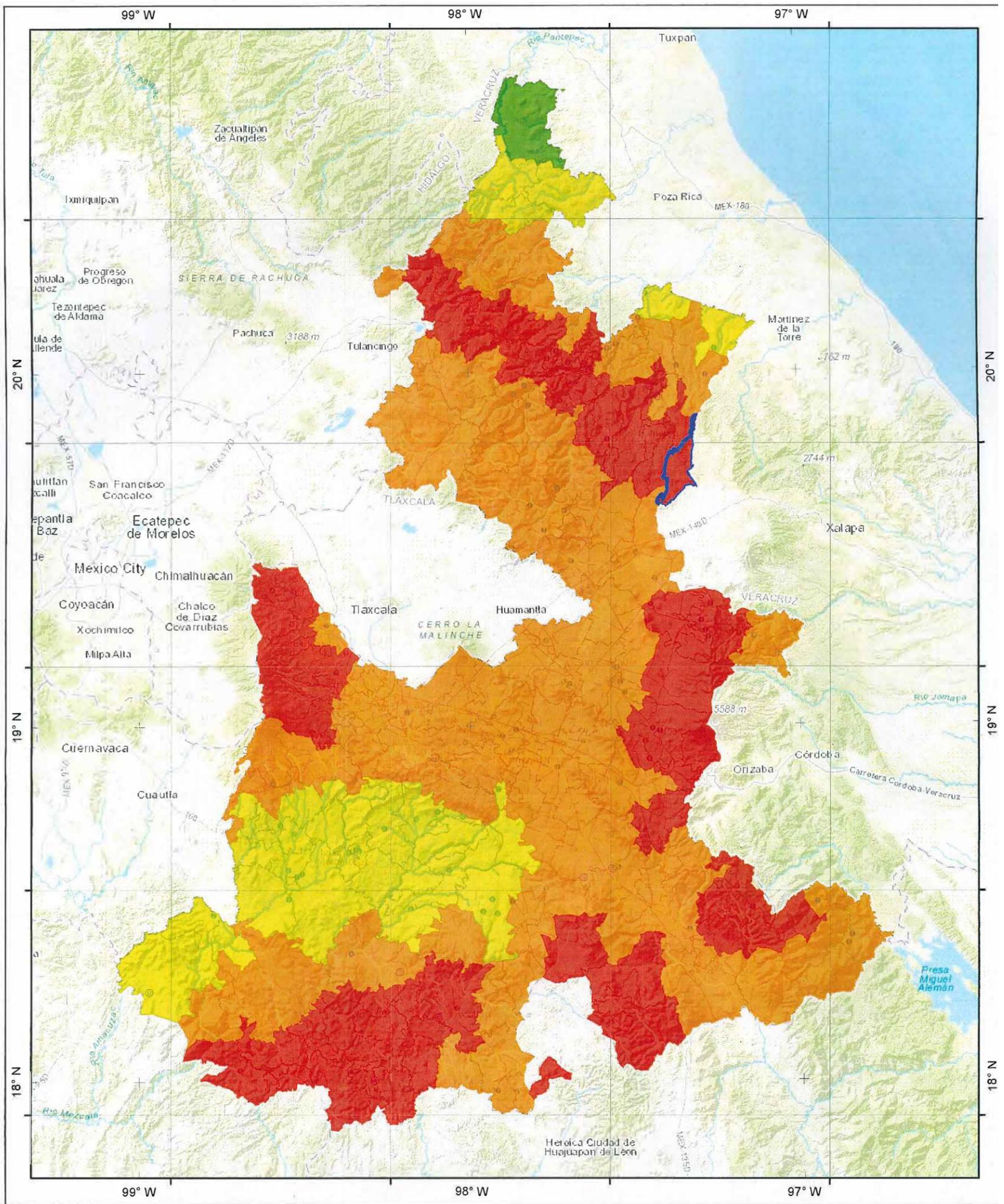


LOCALIZACIÓN



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades Metros  
 Sistema de Referencia ITRF 2008  
 Elipsoide GRS 80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum ITRF 2008  
 Referencia de Elevación Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**17. MAPA DE AMENAZAS -  
TORMENTAS ELÉCTRICAS**

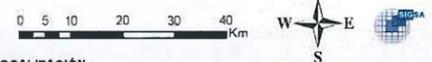
C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

**SIMBOLOGÍA**

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>DIVISIÓN POLÍTICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Estados Colindantes</li> <li> Limite Estatal</li> <li> Municipios</li> <li> Municipio de Estudio</li> </ul> <p><b>INFRAESTRUCTURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Presa</li> <li> Planta Potabilizadora</li> <li> Planta de Tratamiento</li> <li> Red de Monitoreo de la Calidad de Agua</li> <li> Traza Urbana</li> </ul> | <p><b>ALTIMETRÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Curva de Nivel</li> <li> Maestra</li> </ul> <p><b>HIDROLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Río</li> <li> Escurrimiento</li> <li> Cuerpo de Agua</li> <li> Zona Sujeta a Inundación</li> </ul> <p><b>VIALIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Carretera</li> <li> Periférico</li> <li> Boulevard</li> <li> Viaducto</li> </ul> | <p><b>ÍNDICE DE PELIGRO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Muy alto</li> <li> Alto</li> <li> Medio</li> <li> Bajo</li> </ul> |
|--|--|--|

ESCALA 1:1.100.000 1 cm = 11 km

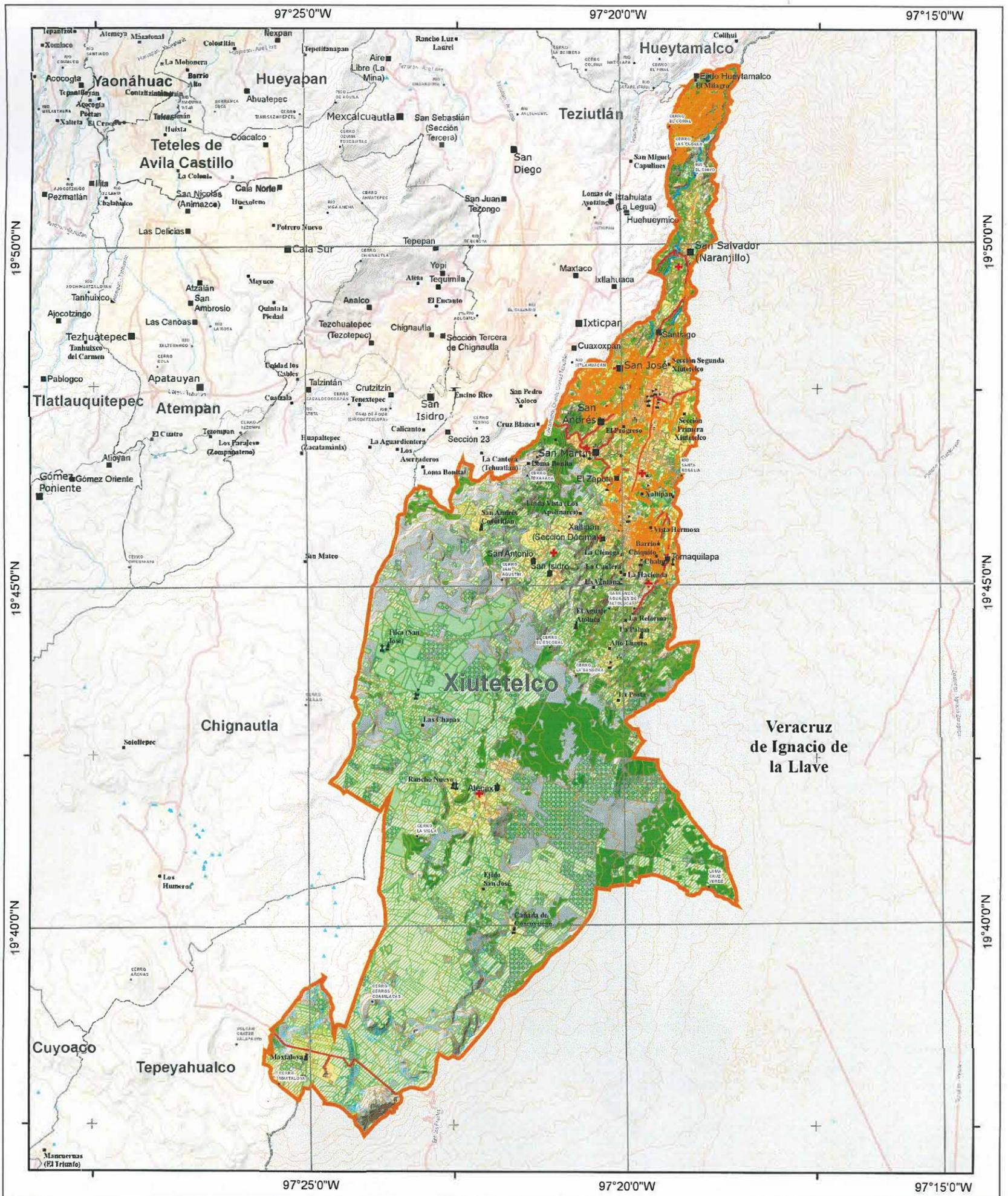


**LOCALIZACIÓN**



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades Metros  
 Sistema de Referencia ITRF 2008  
 Elipsoide GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum ITRF 2008  
 Referencia de Elevación Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**18. MAPA DE AMENAZAS -  
INESTABILIDAD DE LADERAS**



C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024



LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA	
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>
Estados Colindantes	1 - 500
Limite Estatal	501 - 950
Municipio	1501 - 2777
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>
Curva de Nivel	Carretera
Maestra	Periférico
<b>HIDROLOGÍA</b>	Bulevard
Río	Viaducto
Canal	Ferrocarril
Escurrimiento	<b>USO DE SUELO</b>
Estanque	Cultivo
Zona Sujeta a Inundación	Huerto
	Parcela
	Vegetación
	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
	Presas
	Iglesias
	Antenas
	Escuelas
	Camenerio
	Torre de Alta Tensión
	Clinicas y Hospitales
	Planta Potabilizadora
	Planta de Tratamiento
	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
	Línea Eléctrica
	Manzanas
	Construcciones
	<b>AMENAZA POR INESTABILIDAD DE LADERAS</b>
	Alto

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros

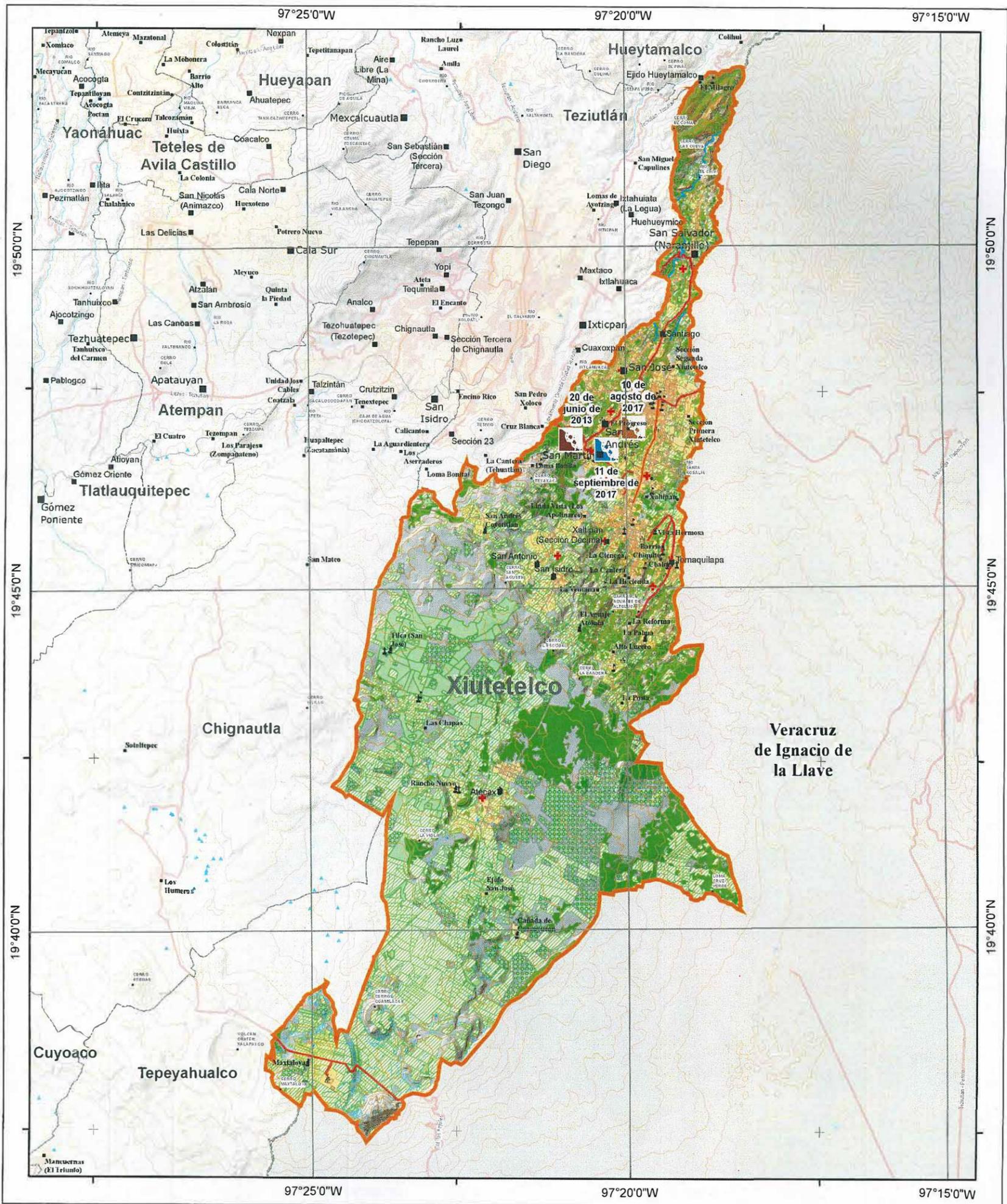


LOCALIZACIÓN



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**19. MAPA DE HISTÓRICOS POR  
INESTABILIDAD DE LADERAS**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

**SIMBOLOGÍA**

<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presas
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesias
Municipio	1501 - 2770	Antenas
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuelas
Curva de Nivel	Carretera	Cementerio
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard	Clinicas y Hospitales
Río	Viaducto	Planta Potabilizadora
Canal	Ferrocarril	Planta de Tratamiento
Escorrentamiento	<b>USO DE SUELO</b>	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Río	Cultivo	Linea Eléctrica
Estanque	Huerto	Manzanas
Zona Sujeta a Inundación	Parcela	Construcciones
	Vegetación	<b>HISTÓRICOS DE LADERAS</b>
		10 de agosto de 2017
		11 de septiembre de 2017
		20 de junio de 2013

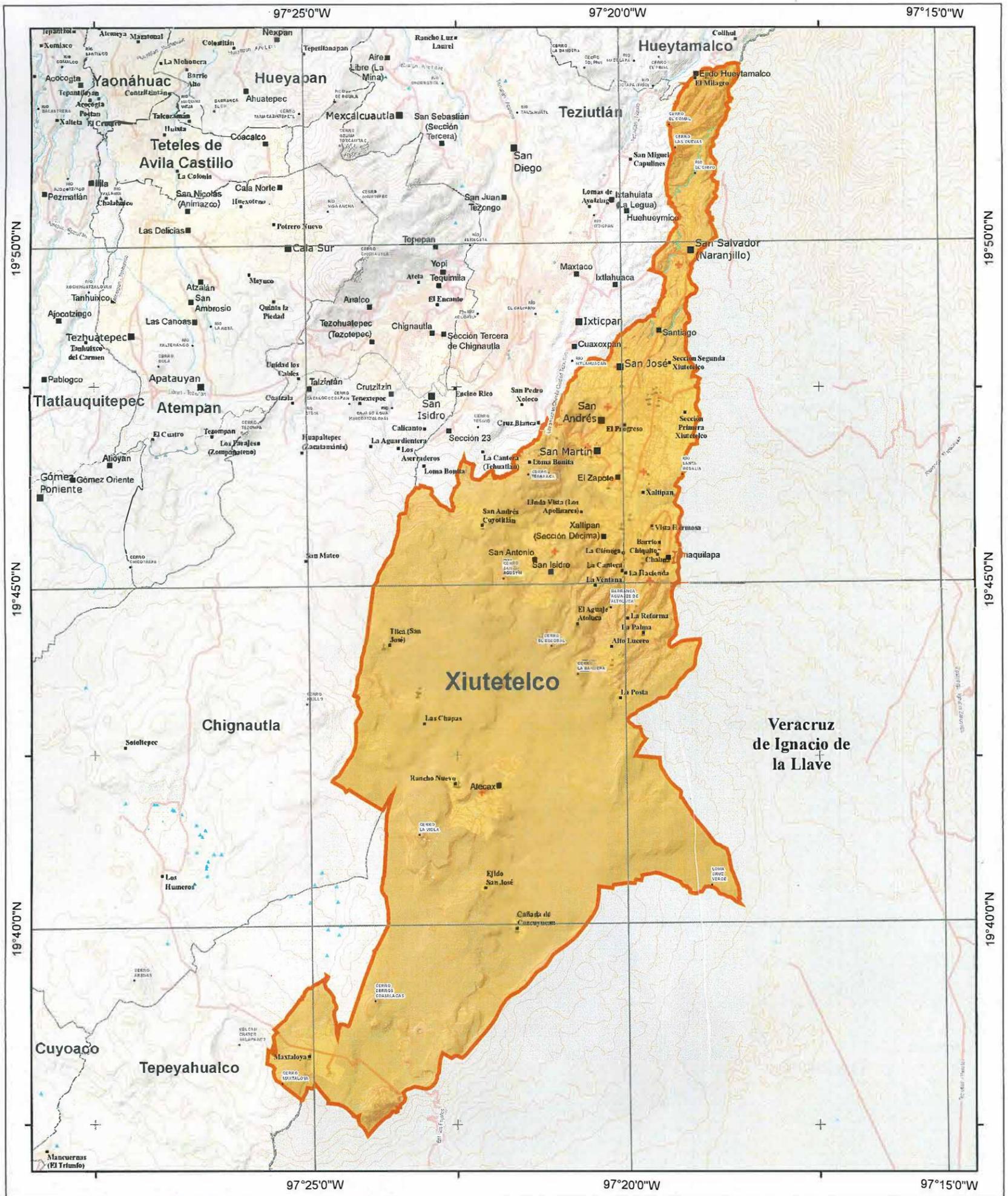
ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros

0 0.4750 95 1.9 2.85 3.8 Km

**LOCALIZACIÓN**

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Resitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



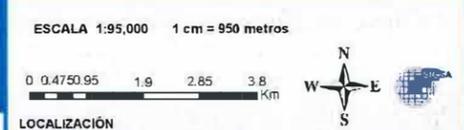
**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**20. FACTORES CONDICIONANTES  
PENDIENTES**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

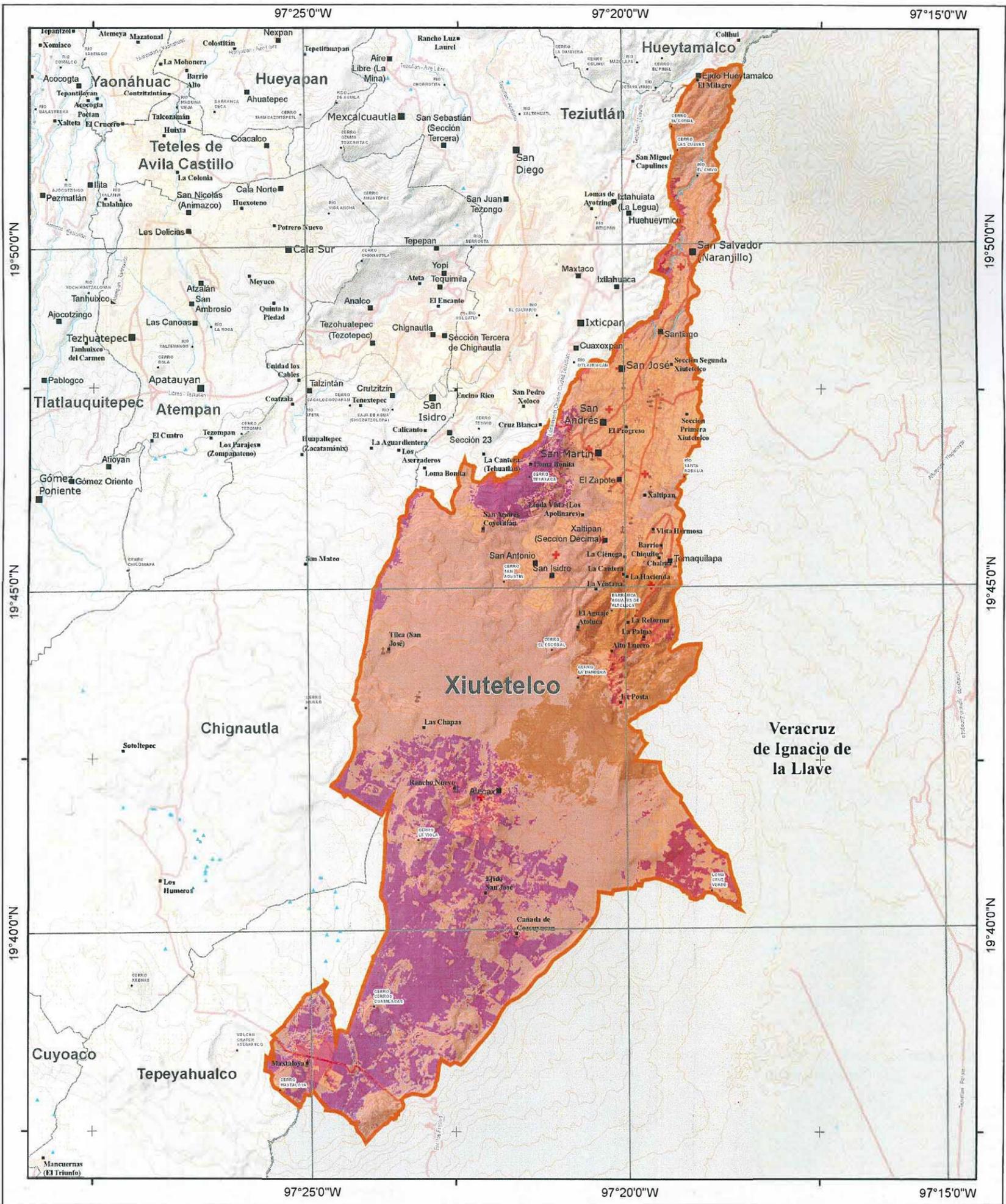
**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA	
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>
Estados Colindantes	1 - 500
Limite Estatal	501 - 1500
Municipio	1501 - 2770
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>
Cuiva de Nivel	Periférico
Maestra	Boslevard
<b>HIDROLOGÍA</b>	Viaducto
Río	Ferrocarril
Canal	<b>PENDIENTES</b>
Escurrimiento	0° - 15°
Río	16° - 30°
Estanque	31° - 45°
Zona Sujeta a Inundación	> 45°
	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
	Presas
	Iglesias
	Antenas
	Escuelas
	Cementerio
	Torre de Alta Tensión
	Clinicas y Hospitales
	Planta Potabilizadora
	Planta de Tratamiento
	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
	Línea Eléctrica
	Manzanas
	Construcciones



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésica de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



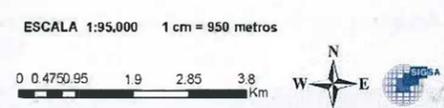
**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**21. FACTORES CONDICIONANTES  
LITOLOGÍA**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

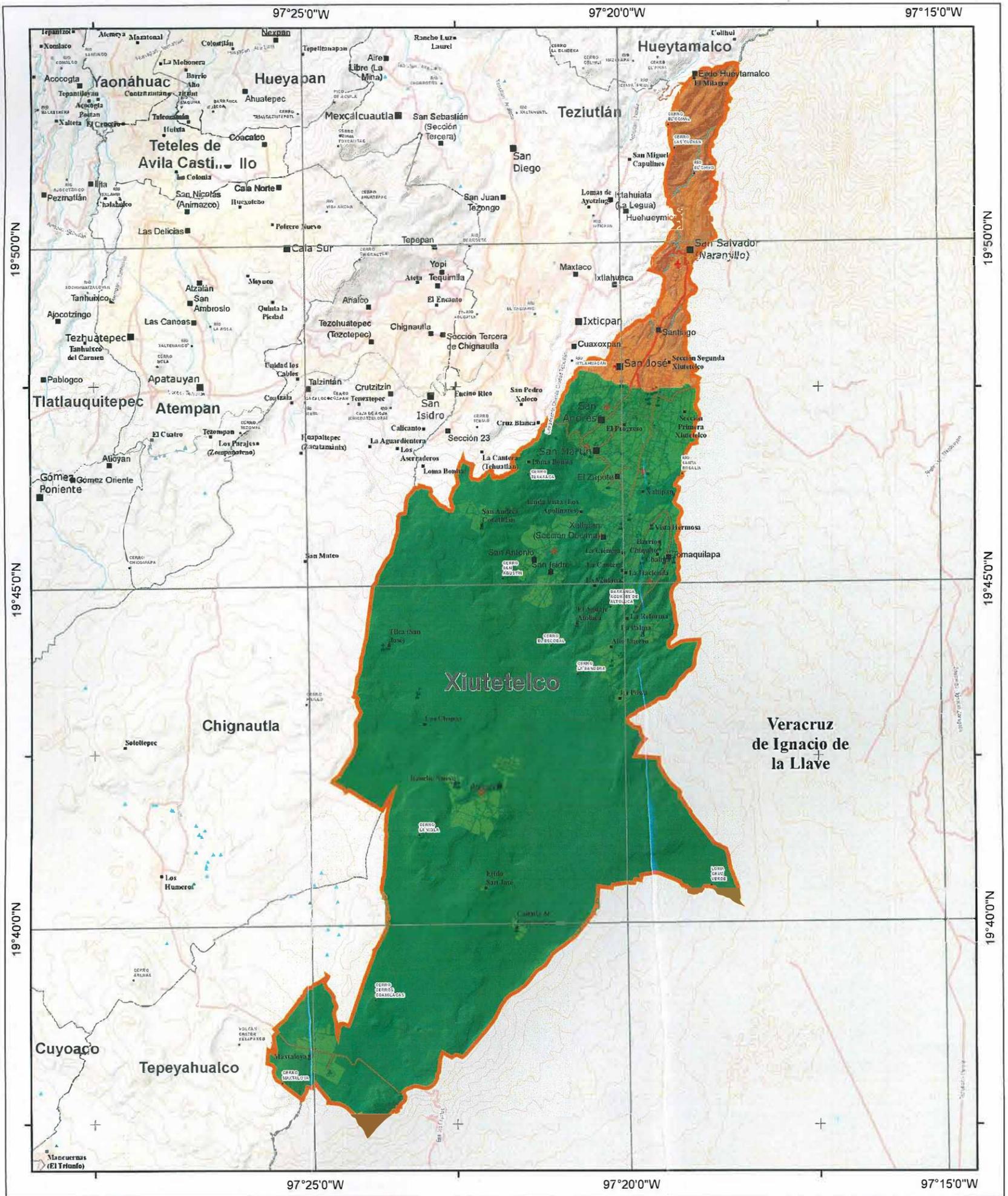
**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
HUE RTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presidencia
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesia
Municipio	1501 - 2770	Antena
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuela
Curva de Nivel	Carretera	Cementerio
Maestra	Periferico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard	Clinicas y Hospitales
Rio	Viaducto	Planta Potabilizadora
Canal	Ferrocarril	Red de Monitoreo de la
Escorrentamiento		Calidad de Agua
Rio	<b>LITOLOGÍA</b>	Linea Eléctrica
Estanque	Pumicitia	Manzanas
Zona Sujeta a Inundación	Riolita	Construcciones
	Ignimbrita	
	Toba Riolitica	
	Dacita	
	Basalto	
	Andesita	



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver: 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas**  
**Municipio de Xiutetelco**

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros



**22. FACTORES CONDICIONANTES**  
**GEOMORFOLOGÍA**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 2021-2024

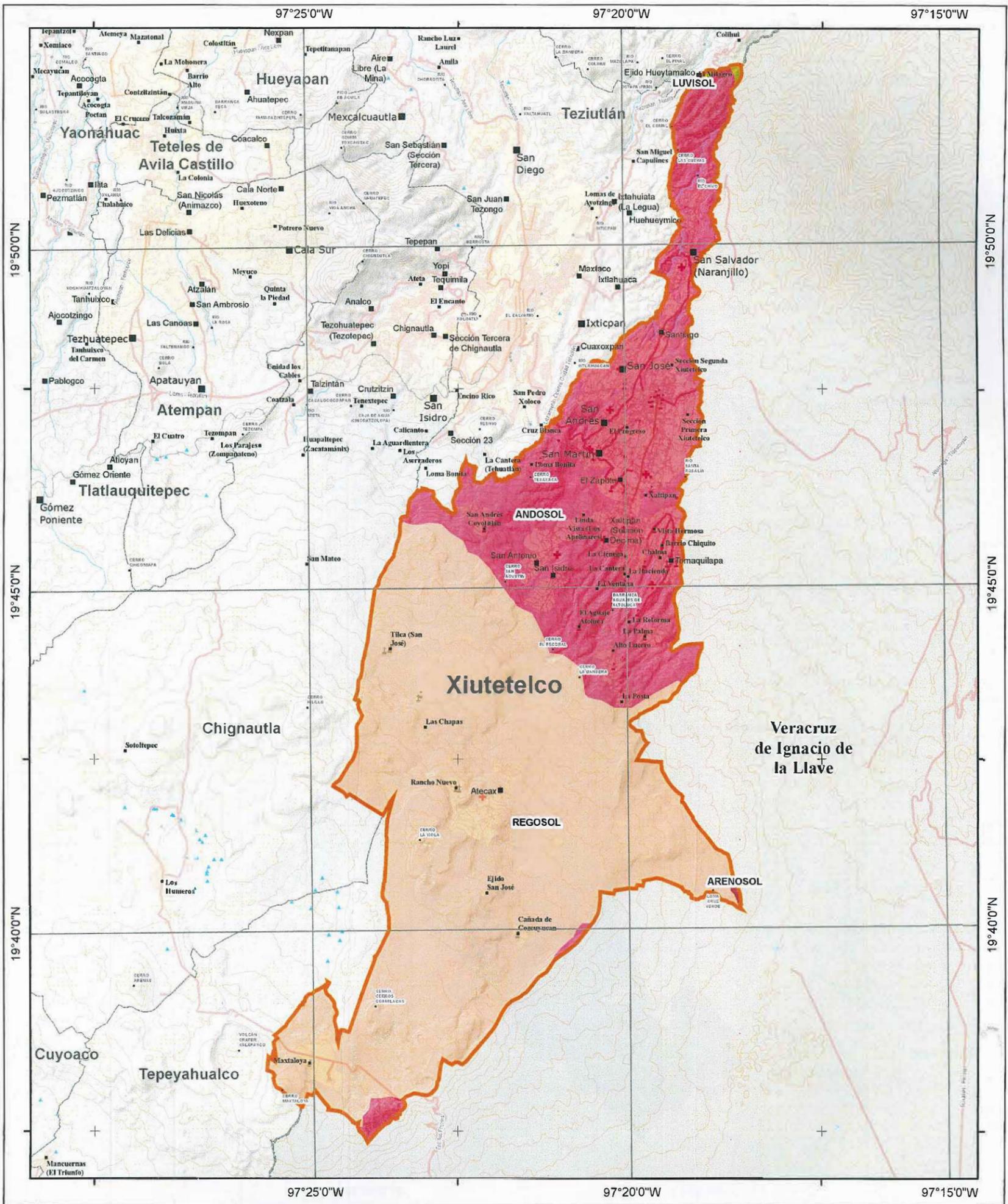
**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
 HUEARTA  
 GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
 2019-2024

SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presas
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesia
Municipio	1501 - 2770	Antena
		Escuela
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Cementerio
Curva de Nivel	Carretera	Torre de Alta Tensión
Maestra	Periférico	Clinicas y Hospitales
	Boulevard	Planta Potabilizadora
<b>HIDROLOGÍA</b>	Viaducto	Planta de Tratamiento
Río	Ferrocarril	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Canal		Línea Eléctrica
Escorrentamiento		Manzanas
Río		Construcciones
Estanque		
Zona Sujeta a Inundación		<b>GEOMORFOLOGÍA</b>
		Lomerío de Aluvión Antiguo con LLanuras
		Sierra Volcánica de Laderas Escarpadas



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Resitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**23. FACTORES CONDICIONANTES  
EDAFOLOGÍA**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA HUERTA**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presas
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesias
Municipio	1501 - 2770	Antenas
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuelas
Curva de Nivel	Carretera	Cementerio
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard	Clinicas y Hospitales
Río	Viaducto	Planta Potabilizadora
Canal	Ferrocarril	Planta de Tratamiento
Escorrentamiento	<b>EDAFOLOGÍA</b>	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Río	Andosol	Linea Eléctrica
Estanque	Arenosol	Manzanas
Zona Sujeta a Inundación	Luvisol	Construcciones
	Regosol	

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros

0 0.4750.95 1.9 2.85 3.8 Km



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)

Unidades: Metros

Sistema de Referencia: ITRF 2008

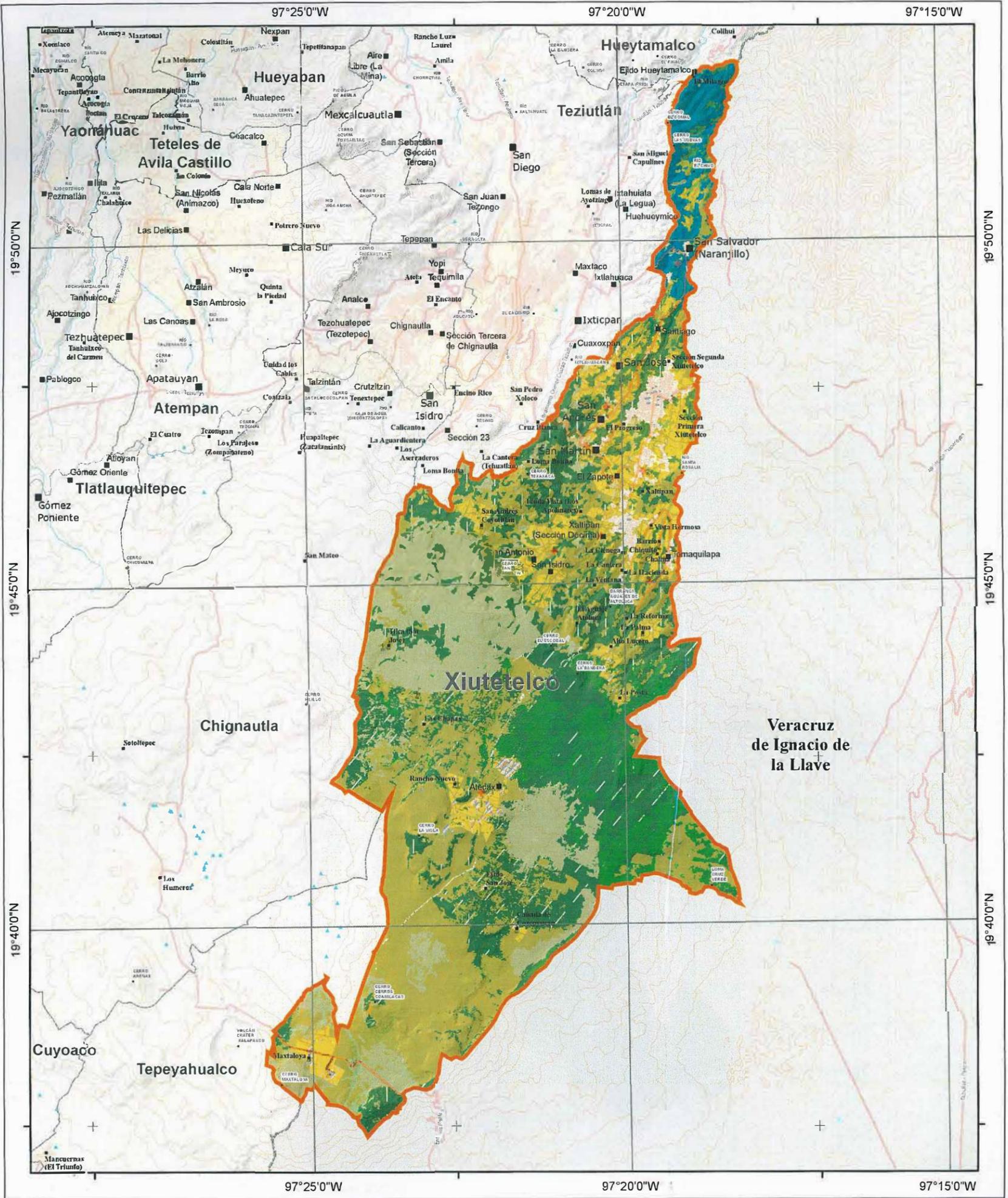
Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)

Datum: ITRF 2008

Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar

Procedimiento de Elaboración: Resolución Fotogramétrica Digital

Edición: ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros



LOCALIZACIÓN



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades Metros  
 Sistema de Referencia ITRF 2008  
 Elipsoide CRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum ITRF 2008  
 Referencia de Elevación Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI

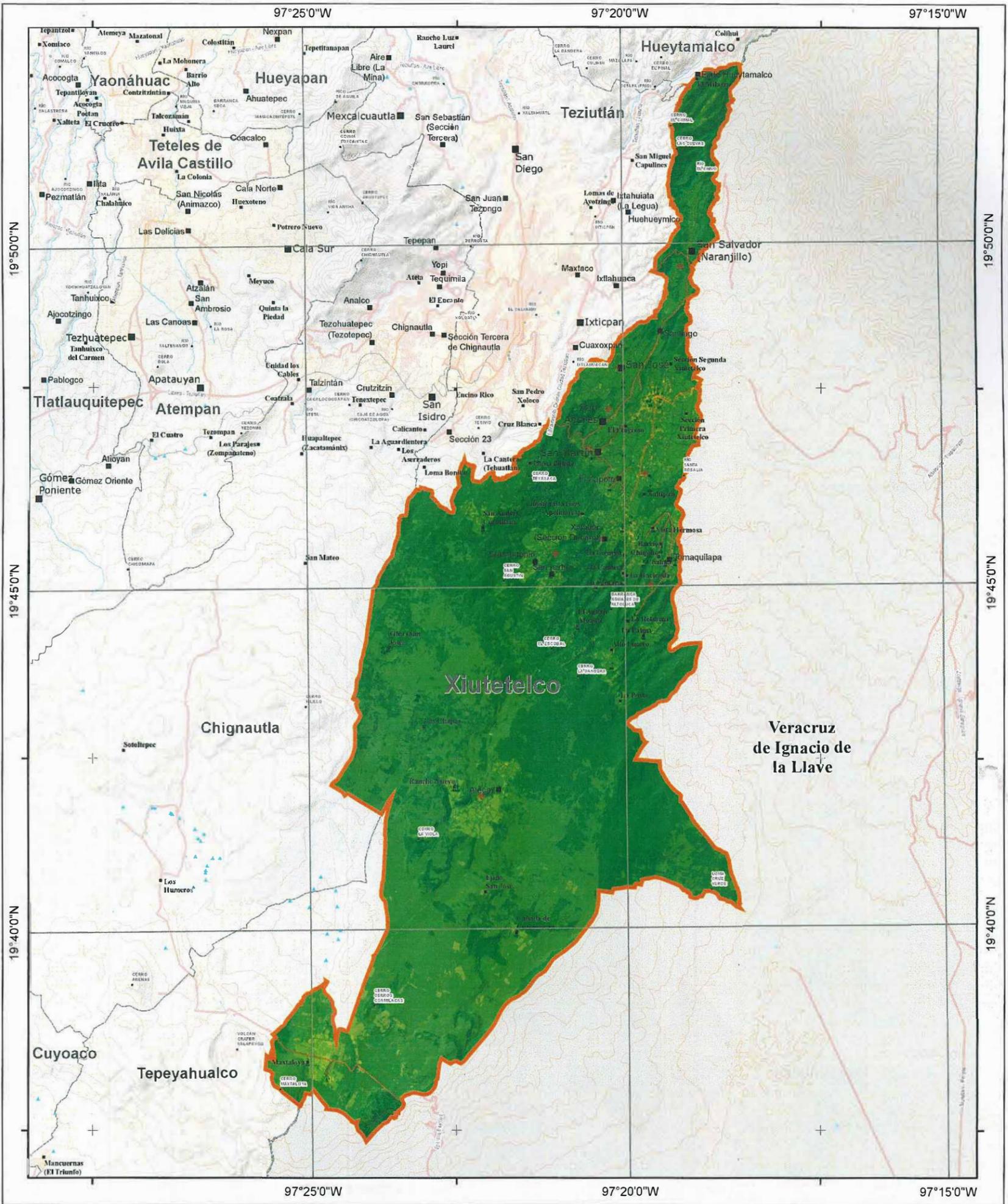
**24. FACTORES CONDICIONANTES  
USO DE SUELO**



C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>USO DE SUELO</b>
Estados Calientes	Presas	Asentamientos Humanos
Limite Estatal	Iglesias	Bosque Mesófilo de Montaña
Municipio	Antenas	Bosque de Galería
<b>ALTIMETRÍA</b>	Escuelas	Bosque de Pino
Curva de Nivel	Cementerio	Bosque de Pino-Encino
Maestria	Torre de Alta Tensión	Matorral Deséptico Rosetaliño
<b>HIDROLOGÍA</b>	Clinicas y Hospitales	Pastizal Cultivado
Río	Planta Potabilizadora	Pastizal Halófilo
Canal	Planta de Tratamiento	Pastizal Inducido
Escorrentamiento	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua	Sin Vegetación Aparente
Rio	Línea Eléctrica	Zona Urbana
Estanque	Manzanas	Zona Urbana
Zona Sujeta a Inundación	Construcciones	Vegetación Secundaria Arborea de Bosque de Pino
<b>POBLACIÓN</b>	<b>VIALIDADES</b>	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino
1 - 500	Carretera	Vegetación Secundaria Arborea de Bosque Mesófilo de Montaña
501 - 1580	Periférico	Agricultura de Temporal Anual y Permanente
1501 - 2778	Boulevard	
	Viaducto	
	Ferrocarril	



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**25. FACTORES CONDICIONANTES  
INTENSIDAD DE VEGETACIÓN**

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
HUE RTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

**SIMBOLOGÍA**

<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presas
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesias
Municipio	1501 - 2770	Antenas
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIABILIDADES</b>	Escuelas
Curva de Nivel	Carretera	Cementerio
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard	Clinicas y Hospitales
Río	Viaducto	Planta Potabilizadora
Canal	Ferrocarril	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Escorrentamiento		Línea Eléctrica
Rio		Manzanas
Estanque		Construcciones
Zona Sujeta a Inundación		<b>INTENSIDAD DE VEGETACIÓN</b>
		Vegetación Intensa
		Vegetación Moderada
		Vegetación Escasa
		Vegetación Nula

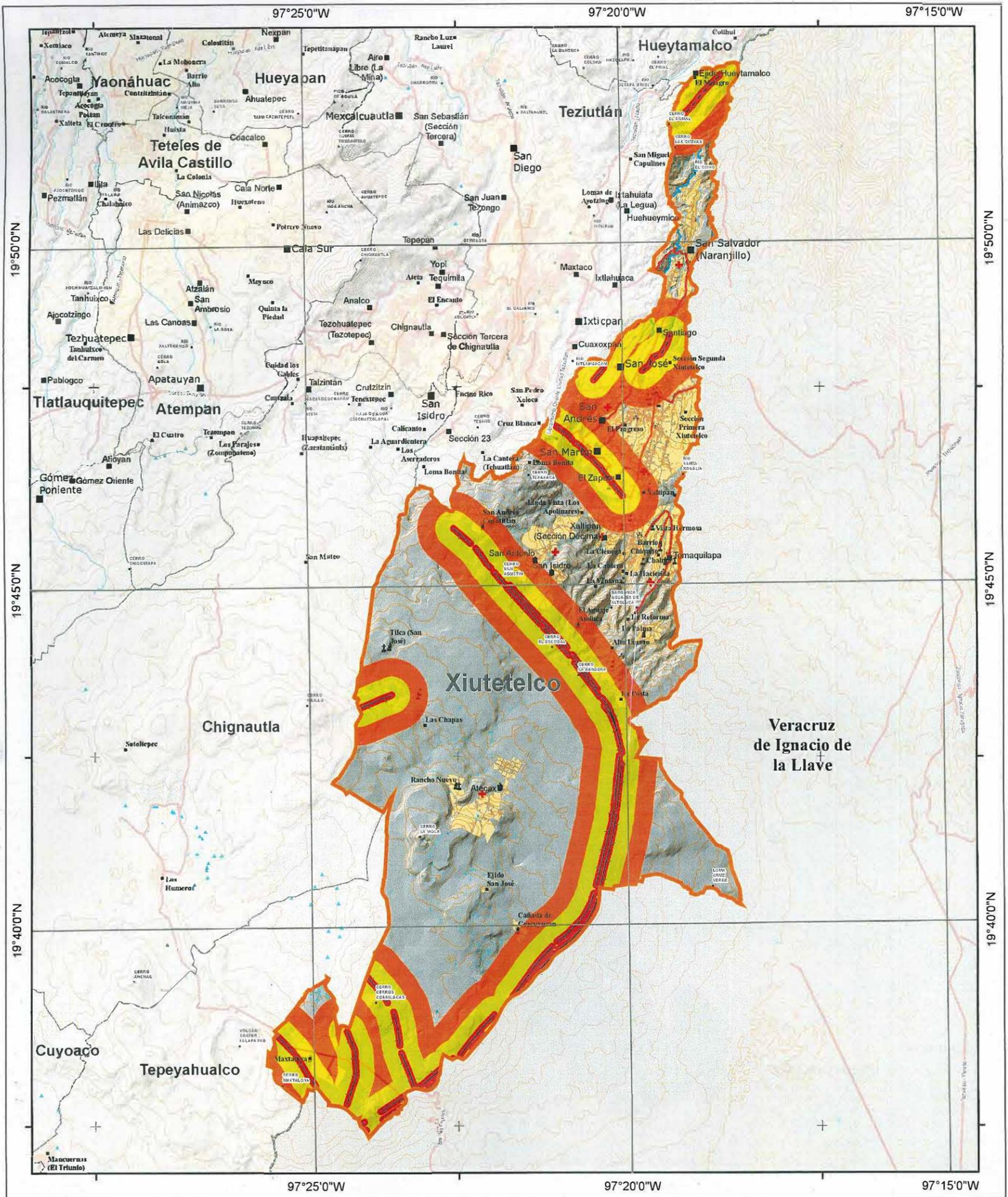
ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros

0 0.475 0.95 1.9 2.85 3.8 Km



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Elipsoide: GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum: ITRF 2008  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver: 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

**26. FACTORES CONDICIONANTES  
FALLAS Y FRACTURAS**



C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024



LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA  
HUERTA  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024

SIMBOLOGÍA	
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>
Estados Colindantes	1 - 500
Limite Estatal	501 - 1500
Municipio	1501 - 2770
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>
Curva de Nivel	Carretera
Maestra	Periférico
<b>HIDROLOGÍA</b>	Boulevard
Río	Viaducto
Canal	Ferrocarril
Escurrimiento	<b>FALLAS Y FRACTURAS</b>
Estanque	Falla inferida
Zona Sujeta a Inundación	Fractura inferida
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	
Presas	
Iglesias	
Antenas	
Escuelas	
Cementerios	
Torre de Alta Tensión	
Clinicas y Hospitales	
Planta Potabilizadora	
Planta de Tratamiento	
Red de Monitoreo de la Calidad de Agua	
Línea Eléctrica	
Manzanas	
Construcciones	
<b>DISTANCIA DE AFECTACIÓN POR FALLAS Y FRACTURAS</b>	
	100 m
	500 m
	1000 m

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros

0 0.4750 95 1.9 2.85 3.8 Km

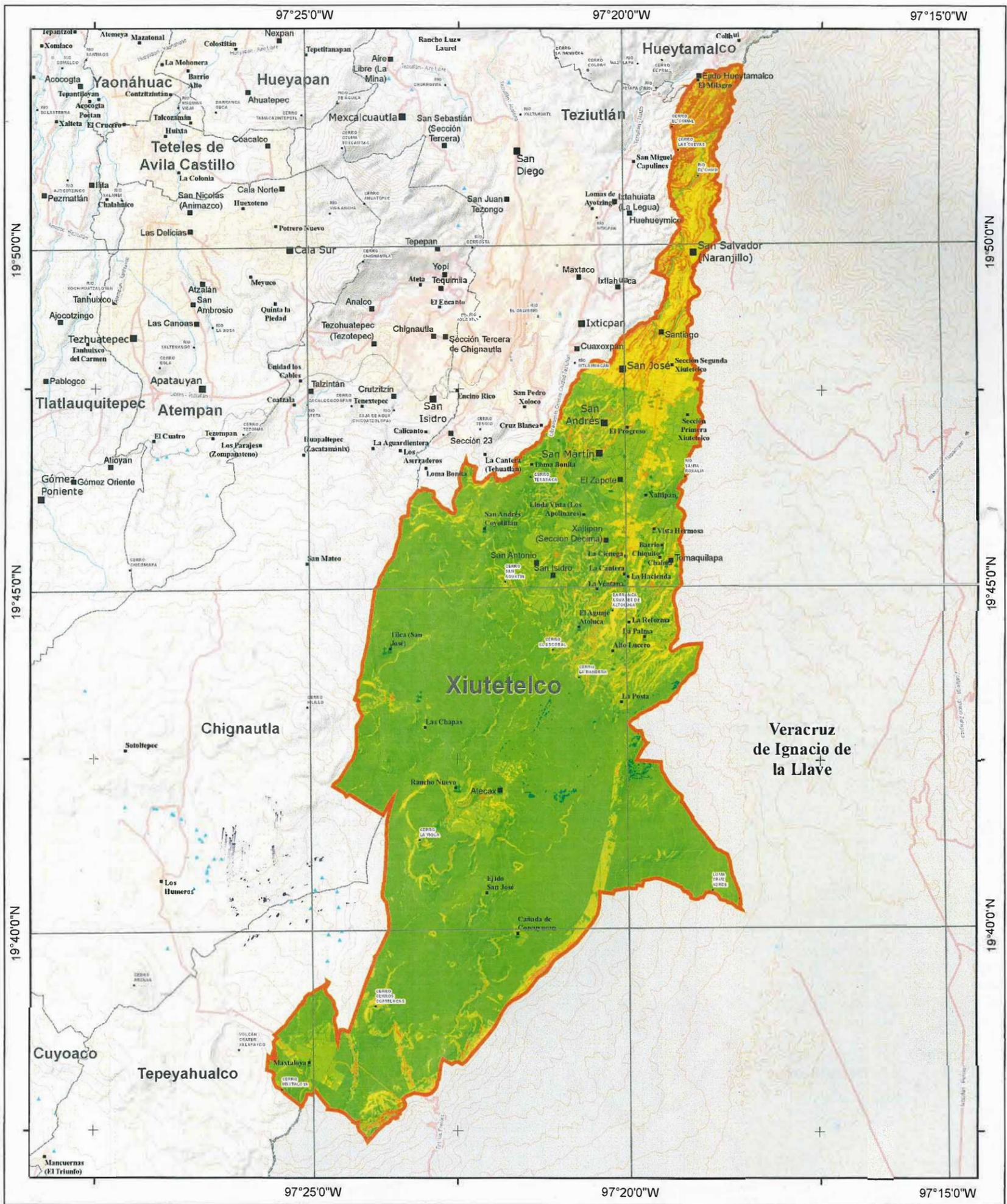


**LOCALIZACIÓN**



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades Metros  
 Sistema de Referencia ITRF 2008  
 Elipsoide GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum  
 Referencia de Elevación Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

ESCALA 1:95,000 1 cm = 950 metros



LOCALIZACIÓN



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades Metros  
 Sistema de Referencia ITRF 2008  
 Elipsoide GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)  
 Datum ITRF 2008  
 Referencia de Elevación Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración Restitución Fotogramétrica Digital  
 Edición ArcMap Ver. 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI

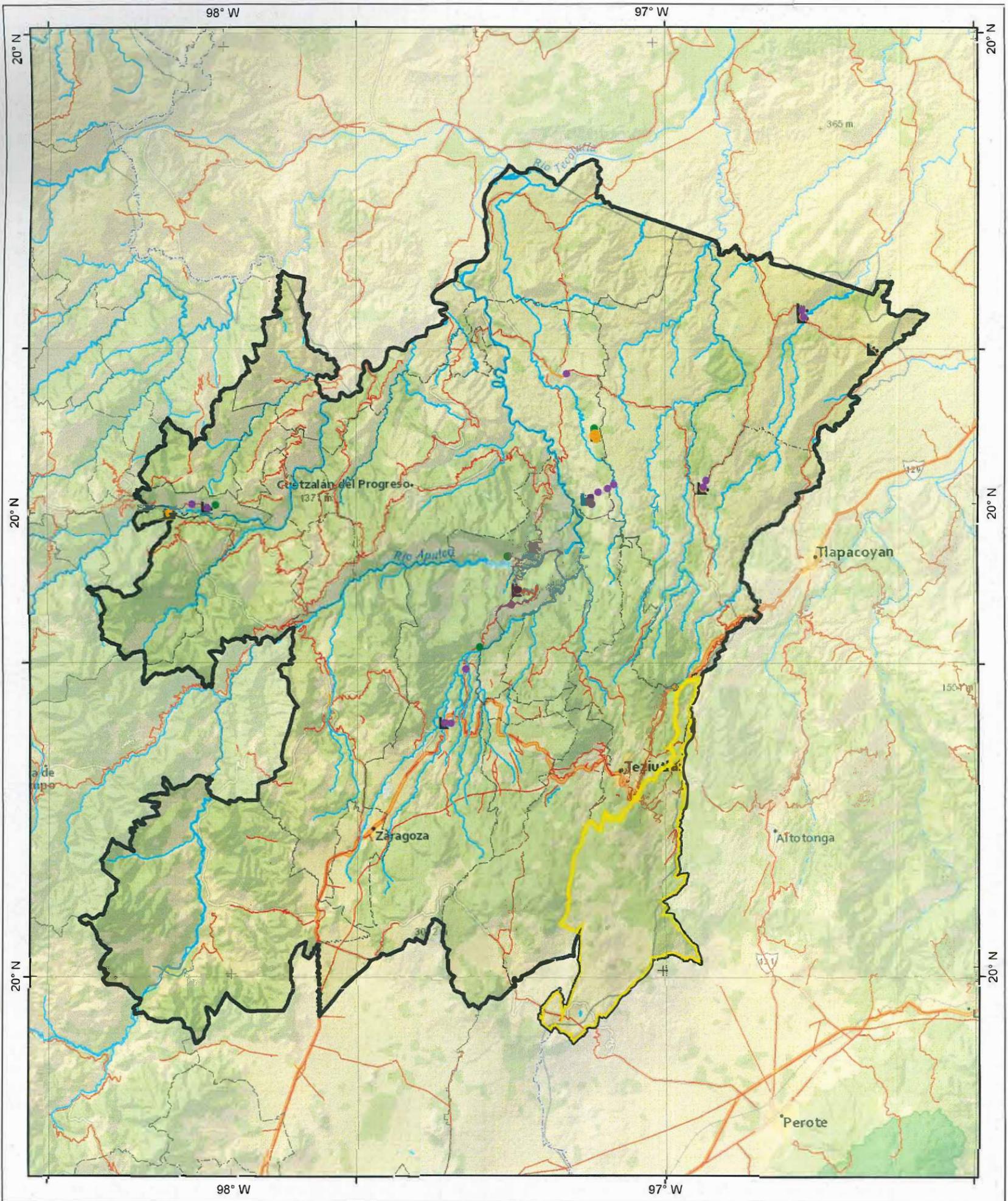
**27. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD  
POR INESTABILIDAD DE LADERAS**

SIMBOLOGÍA		
<b>DIVISIÓN POLÍTICA</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>
Estados Colindantes	1 - 500	Presas
Limite Estatal	501 - 1500	Iglesias
Municipio	1501 - 2770	Antenas
<b>ALTIMETRÍA</b>	<b>VIALIDADES</b>	Escuelas
Curva de Nivel	Carretera	Cementerio
Maestra	Periférico	Torre de Alta Tensión
<b>HIROLOGÍA</b>	Boulevard	Clinicas y Hospitales
Río	Viaducto	Planta Potabilizadora
Canal	Ferrocarril	Planta de Tratamiento
Escorrentamiento		Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Río	<b>SUSCEPTIBILIDAD</b>	Línea Eléctrica
Estanque	Muy Alto	Manzanas
Zona Sujeta a Inundación	Alto	Construcciones
	Moderado	
	Bajo	
	Muy Bajo	

**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2021-2024

**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA HUERTA**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2019-2024





**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas  
Municipio de Xiutetelco**

ESCALA 1:280,000 1 cm = 2,800 m



**LOCALIZACIÓN**



**28. MAPA DE LEVANTAMIENTO EN CAMPO**

SIMBOLOGÍA		
<b>División Política</b>	<b>Hidrología</b>	<b>Levantamiento en Campo</b>
Estados Colindantes	Escorrentamiento	Inestabilidad de Laderas
Limite Estatal	Río	Cañara 360
Municipios	Cuerpo de Agua	Brone
Municipio de Estudio	Zona Sujeta a Inundación	Firma Espectral
		Región Sierra Nororiental
<b>Vialidades</b>	<b>Altimetría</b>	
Carretera	Curva de Nivel	
Periférico	Maestra	
Boulevard		
Viaducto		

**Xiutetelco**  
**C. BALTAZAR NARCISO BALTAZAR**  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 2021-2024

**Gobierno de Puebla**  
**LIC. LUIS MIGUEL GERÓNIMO BARBOSA**  
 HUERTA  
 GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
 2019-2024

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección	Universal Transversa de Mercator (UTM)
Unidades	Metros
Sistema de Referencia	ITRF 2008
Elipsoide	GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico de 1980)
Datum	ITRF 2008
Referencia de Elevación	Nivel Medio del Mar
Procedimiento de Elaboración	Restitución Fotogramétrica Digital
Edición	ArcMap Ver 10.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



## **Sistemas de Información Geográfica, S.A. de C.V.**

**Atlas de Riesgos** Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador:  
Inestabilidad de Laderas, Municipio de Xiutetelco - 2018  
Estado de Puebla