



Atlas de Riesgos del Municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca

2013



No. DE OBRA: 320350PP014153

NO. DE EXPEDIENTE: PP13/20350/AE/1/0017

EMPRESA: KLONER CONSTRUINMOBILIARIA ESPECIALIZADA S.A. de C.V.

DIRECCIÓN: AV. INDEPENDENCIA #803 INT. #2 COL. CENTRO, OAXACA C.P.68000

Contenido

Introducción	2
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Objetivos específicos	3
1.4. Alcances	4
1.5. Metodología General.....	4
1.6. Contenido del Atlas de Riesgo	6
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio	7
2.1. Determinación de la Zona de Estudio.....	7
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural	10
3.1. Fisiografía.....	10
3.2. Geología.....	12
3.3. Geomorfología.....	14
3.4. Edafología	15
3.5. Hidrología	17
3.6. Climatología.....	18
3.7. Uso de suelo y vegetación	20
3.8. Áreas naturales protegidas.....	21
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.....	22
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.	22
4.2. Características sociales	25
4.3. Principales actividades económicas.....	32
4.4. Características de la Población Económicamente Activa.....	33
4.5. Estructura urbana.....	34
CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad	36
5.1. Fenómenos perturbadores de origen geológico.....	36
5.1.1 Vulcanismo.....	36

5.1.2 Sismos	37
5.1.3 Tsunamis	40
5.1.4 Inestabilidad de laderas	41
5.1.5 Flujos	43
5.1.6 Caídas o derrumbes.....	45
5.1.7 Hundimientos	46
5.1.8 Agrietamiento	48
5.1.9 Erosión.....	49
5.2. Fenómenos de origen Hidrometeorológico	51
5.2.1 Ondas cálidas y gélidas	51
5.2.2 Sequías	56
5.2.3 Tormentas de Granizo	60
5.2.4 Tormentas de nieve	62
5.2.5 Ciclones Tropicales	63
5.2.6 Tornados	67
5.2.7 Tormentas de polvo.....	69
5.2.8 Tormentas eléctricas	70
5.2.9 Lluvias extremas.....	72
5.2.10 Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	74
5.3. Índice de vulnerabilidad social.....	81
5.4. Riesgo	86
5.5. Medidas de mitigación y obras propuestas.....	96

Introducción

En los últimos años, el estudio de la relación entre los fenómenos naturales y la sociedad ha generado un interés por parte de diferentes niveles del gobierno para saber cómo actuar antes, durante y después de dichos procesos o desastres naturales, para así, poder garantizar la seguridad y bienestar de la población. El riesgo ante eventos naturales, ha sido un tema que cada día adquiere más presencia en las agendas de gobernantes comprometidos con la relación entre los desastres, el desarrollo económico, el medio ambiente o la sustentabilidad.

La reducción de riesgos de desastre se ha convertido en un punto de reflexión obligada cada vez en más órdenes de decisión, debido principalmente al impacto de los desastres, que en muchas de las ciudades del país han provocado problemas críticos para el desarrollo económico y social. Actualmente los efectos de los desastres en nuestro país han evidenciado una falta de apropiación adecuada del territorio, donde no se consideran los aspectos y fenómenos naturales físicos o aquellos relacionados con los peligros geológicos e hidrometeorológicos.

Importantes investigadores han demostrado que las pérdidas de las zonas siniestradas provocan retrocesos impactantes en el desarrollo económico de los países latinoamericanos, que llegan a ser superados en décadas (Maskrey 1997:5), en ocasiones las inversiones públicas –infraestructura y equipamientos- así como el patrimonio social acumulado por años se pierden tras el impacto de los fenómenos naturales.

Para evitar la expansión de los asentamientos humanos en zonas susceptibles a los desastres, así como mitigar las afectaciones de la población que ya se encuentra en una zona de riesgo, es necesario elaborar estudios científicos sobre las características físicas del territorio que den a la población en general y a las autoridades, elementos para disminuir el impacto de los fenómenos naturales, con la finalidad de guiar el desarrollo de las comunidades hacia una planificación más apta.

Por lo anterior surge la necesidad de contar con un estudio integral que analice los aspectos físicos y sociales del municipio de San Sebastián Tutla. Este diagnóstico detalla las características físicas de su territorio en términos de: Geología, Geomorfología, Edafología, Hidrología y Vegetación. Así mismo identifica la información geográfica de los peligros hidrometeorológicos y geológicos; delimita las zonas expuestas a peligro y define las características de la población y sus viviendas ubicadas en estas zonas, para calcular el riesgo.

Este instrumento denominado Atlas de Riesgos del Municipio de San Sebastián Tutla, brinda a las autoridades municipales elementos para la toma de decisiones, así como para el diseño de estrategias que disminuyan la vulnerabilidad de la población. La importancia de considerar este instrumento de planeación en las políticas de desarrollo urbano y territorial recae en las

autoridades municipales, sin embargo, la participación de la sociedad en la reducción de riesgos es muy relevante, considerar la disminución de riesgos de desastre mejorará la calidad de vida de la población de manera notable.

El presente Atlas de Riesgos se realiza debido al interés de que los gobiernos municipales cuenten con las herramientas necesarias para el diagnóstico, identificación precisa de los peligros, y la determinación de los niveles de vulnerabilidad y riesgo a través de metodologías científicas, para el correcto uso de su territorio. La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano SEDATU, a través del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos y el Centro Nacional de Prevención de Desastres se han enfocado a apoyar la política de prevención de desastres, a través de la elaboración de Atlas Municipales de Riesgos, y su vinculación con la regulación y ocupación del suelo.

De acuerdo con el Sistema Nacional de Protección Civil, SINAPROC, 2012, la fundamentación jurídica de este tipo de estudios se basa en la Ley General de Protección Civil, los cambios realizados en esta Ley fortalecen las capacidades de los mexicanos para prevenir riesgos y desastres derivados de los fenómenos naturales. Cabe señalar, que cada Estado cuenta con su propia normatividad que sigue los lineamientos contemplados por la Ley General. En el Estado de Oaxaca, se cuenta con la Ley Estatal de Protección Civil publicada el lunes 14 de septiembre de 2009, en donde se enuncian la estructura y responsabilidades de las dependencias involucradas en la protección civil.

A su vez, se establece como instrumento de sistematización y de apoyo a la protección civil el Atlas de Riesgos, y como obligatorio la elaboración de sus Programas Estatales y Municipales de Protección Civil. En el Estado de Oaxaca la dependencia responsable de la protección civil es Instituto de Protección Civil, que tiene como visión impulsar estrategias orientadas a la prevención, al fortalecimiento de capacidades locales y a la gestión integral del riesgo.

Cabe señalar, que la elaboración de este documento se apega por completo a los términos de referencia establecidos por la SEDATU dentro del documento “Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgo y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo”; y a la metodología establecida por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

El apego al presente documento, asegura la reducción de riesgos naturales en San Sebastián Tutla, además a través de este documento el municipio obtiene elementos científicos suficientes para lograr una adecuada planeación territorial y detección precisa de las zonas de peligros, vulnerabilidad y riesgos que afecten a su población.

1.1. Antecedentes

El municipio de San Sebastián Tutla se localiza en la parte central del estado de Oaxaca, en la Región de Valles Centrales. Pertenece al Distrito del Centro y se ubica entre los paralelos 17° 01' y 17° 05' de latitud norte; los meridianos 96° 39' y 96° 42' de longitud oeste; altitud entre 1500 y 2100m. El municipio de encuentra fraccionado o dividido, por así nombrarlo, en dos partes. La primera que es la cabecera municipal, colinda al norte con los municipios de San Agustín Yatareni y Santa Lucía del Camino; al este con el municipio de Tlaxiaco de Cabrera; al sur con el municipio de San Antonio de la Cal; al oeste con los municipios de San Antonio de la Cal, Santa Cruz Amilpas y Santa Lucía del Camino.

La fracción restante comprende la Agencia El Rosario y colinda al norte con los municipios de Santa Lucía del Camino y Santa Cruz Amilpas; al este con el municipio de Santa Cruz Amilpas; al sur con los municipios de Santa Cruz Amilpas y San Antonio de la Cal; al oeste con los municipios de San Antonio de la Cal y Santa Lucía del Camino.

El censo realizado por Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) revela que el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca, tuvo hasta el año 2010 una población total de 16,241 habitantes de los cuales 8,729 son mujeres, cifra que representa 53.7% de la población total mientras que 7,515 son hombres cifra que representa 46.2% de la población total.

El municipio de San Sebastián Tutla se encuentra en la región de los Valles Centrales. La cabecera municipal es San Sebastián Tutla, la localidad de mayor importancia es El Rosario, su actividad preponderante es el comercio. Actualmente 10.80% del territorio municipal se utiliza para la agricultura, mientras que 45.31% es zona urbana. Los asentamientos humanos se encuentran distribuidos en la parte centro-norte de la localidad y abarcan una superficie total de 214.54 ha.

San Sebastián Tutla es un valle a faldas de la Sierra Madre del Sur, esto ocasiona que los escurrimientos provenientes de estas escarpaciones generen un gran arrastre de material sedimentario, por consecuencia, es una zona de grandes deslaves, por la fuerza de interperismo del agua y las corrientes, el relieve escarpado, y la mala planificación en la prevención de desastres.

La región norte del municipio es atravesado por el río el Salado, este río es utilizada para el riego de los cultivos del municipio, sin embargo por falta de planeación de canales y el alto grado de contaminación se ha convertido en un grave problema en la época de lluvias pues el nivel agua debido a la alta precipitación aumenta tanto hasta el punto de desbordarse.

El suelo de este municipio es altamente arcilloso, se clasifica como suelo vertisol pélico, esto dificulta la filtración de agua, el escurrimiento, y como consecuencia la mayor parte del agua se

evaporada, sin llegar a convertirse en ríos subterráneos. Esto ha contribuido con la saturación del suelo, en la época de lluvias principalmente.

Según datos obtenidos en el Diario Oficial de la Nación, publicado el día 07 de julio del 2010 en dicho año, tras la onda tropical numero 12, y por consecuencia las grandes descargas pluviales, se declaró estado de desastre a diez municipios del estado de Oaxaca entre ellos al municipio de San Sebastián Tutla, que tras la falta de canales de drenaje, la composición del suelo, la desertificación del mismo, la mala planeación del territorio y el interés en la prevención de desastres, el lugar quedo inundado generando un gran número de pérdidas tanto económicas como de sustentabilidad social para el estado.

La vegetación en el Municipio de San Sebastián Tutla es escasa, se caracteriza por ser semidesértico, existe una gran presencia de mezquite y chaparral, y los diferentes cultivos de la región, principalmente maíz, y frijol. Cabe mencionar que la composición del suelo es altamente favorable para la agricultura de la región, pues cuenta con grandes minerales y fertilizantes naturales para su desarrollo óptimo.

Cabe señalar, que la información contenida en el Atlas Estatal aún no ha sido proporcionada para su análisis, únicamente se cuenta con una versión de difusión que es muy esquemática y que impide tener información más específica sobre la situación del municipio en cuanto a los niveles de peligro determinados en dicho instrumento.

1.2. Objetivos

Realizar el inventario de los peligros en el municipio de San Sebastián Tutla, para contar con un instrumento de análisis que sirva de base para la adopción de estrategias de reducción de riesgos. Los elementos principales a obtener son la delimitación de zonas en peligro hidrometeorológico y geológico a través del análisis de información científica y técnica como los registros históricos de fenómenos, comportamiento regional ante las amenazas naturales, etc, que se obtiene de los centros e institutos de investigación y de las dependencias locales, además del levantamiento en campo; la utilización de técnicas geomáticas; de percepción remota; modelos tridimensionales integrados en un sistema de información geográfica.

1.3. Objetivos específicos

- Identificar y describir los peligros naturales en apego a los lineamientos de SEDATU.
- Generar, validar y representar cartográficamente la información temática de las zonas vulnerables.
- Identificar y representar cartográficamente los niveles de riesgo por causas naturales y definir las medidas de prevención y mitigación a implementar.
- Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afecta al territorio del Municipio

- Obtener un instrumento de información confiable y capaz de integrarse a una base de datos nacional.

1.4. Alcances

Los alcances del Atlas de Riesgos, serán acotados por completo por las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos establecidas por SEDATU. El Atlas de Riesgos contará con cartografía de alta precisión, integrada en una solución geomática, alimentada por información geo-referenciada de tipo raster y vectorial para lograr una modelación detallada de los agentes perturbadores de origen natural que inciden en el área de estudio, pretendiendo con ello la identificación de áreas susceptibles a afectarse por algún desastre. Esta información es un insumo que permite identificar la población en condición de vulnerabilidad, con lo cual, las autoridades correspondientes podrán realizar acciones preventivas y obras de mitigación.

El atlas establece las bases técnicas para que las autoridades locales estructuren una planeación territorial adecuada y eviten la expansión de los asentamientos humanos hacia zonas de peligro o riesgo, su correcta implementación consolidará el Sistema de Protección Civil, permitirá manipular y actualizar la información para una mejor toma de decisiones.

1.5. Metodología General

La base fundamental para un diagnóstico adecuado de riesgo, es el conocimiento científico de los fenómenos (peligros o amenazas) que afectan a una región determinada, además de una estimación de las posibles consecuencias del fenómeno; estas dependen de las características físicas de la infraestructura existente en la zona, así como de las características socioeconómicas de los asentamientos humanos en el área de análisis.

Figura 1. Esquema conceptual del Atlas de Riesgos



Fuente: Elaboración propia con base en SEDATU. Metodología de los Atlas de Riesgos.

Así, la metodología para la elaboración del Atlas de Riesgos del Municipio San Sebastián Tutla, puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Compilación y análisis del contenido de la documentación hemerográfica, técnica y científica disponible en relación a la incidencia previa de contingencias en el municipio, encontrando lo siguiente:
 - Detección de información útil para la identificación de peligros en el municipio que se encuentre incluida en estudios, diagnósticos y mapas de riesgo ya existentes.
 - Identificación primaria de los peligros naturales existentes (geológicos e hidrometeorológicos), así como sus orígenes y componentes.
2. Reconocimiento e identificación en campo de los niveles de peligro a través de sistemas de geoposicionamiento global.
 - Recorridos en campo por grupos de especialistas en geología e hidrología para verificar en campo las estimaciones realizadas
 - Vaciado de información en sistema de información geográfica y verificación de información obtenida.
 - Entrevistas con autoridades locales para identificar procesos puntuales
 - Recorridos en campo con autoridades de protección civil.
3. Estimación de los niveles de peligro
 - Con base en la información obtenida en campo se determinas las zonas de peligro.
 - Estimación de niveles de peligro, con base en periodos de retorno.

4. Determinación de la vulnerabilidad

- Análisis en campo de aspectos sociales
- Realización de encuestas de las zonas identificadas con riesgo para conocer el nivel de percepción social del riesgo
- Determinación de niveles de vulnerabilidad considerando como elemento base de análisis los aspectos socioeconómicos de las familias y la calidad de los materiales de la vivienda.

5. Determinación del niveles de riesgo y obras de mitigación

- Con la información obtenida se realiza a través de modelos la determinación del nivel de riesgo para aquellas amenazas que evidencien un alto y muy alto nivel de peligro en la zona.

Con base en la información vectorial y raster se realiza una estandarización y homogenización de la información geográfica, se establecen los contenidos de acuerdo a lo señalado en las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos en específico, en el diccionario de datos de la SEDATU.

1.6. Contenido del Atlas de Riesgo

El contenido del presente documento se establece como lo dictan las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDATU mostradas en la siguiente tabla:

Cuadro 1. Contenido general del Atlas de Riesgos

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

Elaboración propia con origen en las Bases de Estandarización de Atlas de Riesgos SEDATU

El contenido del presente atlas se divide en los siguientes siete capítulos:

CAPITULO I.- Introducción y Antecedentes:

En este capítulo se describe el planteamiento del problema, la importancia de contar con un Atlas de Riesgo actualizado, los antecedentes generales desde tiempo histórico hasta la fecha, y las evidencias de eventos de desastres en la región. Se hace mención de los documentos existentes relacionados con el Atlas de Riesgos. Se describe también, el objetivo del estudio, sus alcances y la metodología general en la cual se rige la elaboración de este documento.

CAPITULO II.- Determinación de la Zona de Estudio:

En este capítulo se determina la poligonal que identifica el área de estudio, su ubicación y las principales características de su localización. Se determinan las escalas de análisis y el nivel de análisis de los diferentes fenómenos naturales, se incluye el Mapa Base del área de estudio.

CAPITULO III.- Caracterización de los Elementos del Medio Natural:

En este apartado se realiza un análisis de los elementos que conforman el medio físico del área de estudio, partiendo de las características naturales del lugar, entre los cuales se encuentran: Geología, Geomorfología, Edafología, Clima, Precipitación, Hidrología, Uso de Suelo y Vegetación, Áreas Naturales protegidas; cada tema desarrollado se acompaña de un mapa temático.

CAPITULO IV.- Caracterización de los Elementos Sociales, Económicos y Demográficos:

Se realiza un análisis de la situación demográfica social y económica del municipio para conocer las condiciones generales en las que se encuentra. Dentro de los temas a desarrollar en este capítulo están: los aspectos demográfico, es decir el comportamiento de población, a través del análisis del crecimiento de la población, composición de la población, índice de masculinidad, características sociodemográficas como nivel de educación e índice de analfabetismo, índice de marginación, etc. Dentro de los procesos económicos, se encuentran: principales actividades económicas, analizada por sectores y subsectores económicos.

CAPITULO V.- Identificación de Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad ante Fenómenos Perturbadores de Origen Natural:

En este capítulo se analiza cada uno de los elementos perturbadores de origen natural, enumerando sus características como: periodicidad, área de ocurrencia y el grado o nivel de impacto para poder llevar a cabo la zonificación de las áreas de riesgo o peligro Este apartado es considerado la esencia del Atlas de Riesgo, ya que en este se identifican los riesgos, peligros y vulnerabilidad del municipio, se señalan las zonas más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, infraestructura, equipamiento.

CAPITULO VI.- Medidas de Mitigación

Con base en la información del capítulo V se identifican las zonas con mayor riesgo y en este capítulo se proponen obras y acciones para disminuir el riesgo.

CAPITULO VII.- Anexos:

En este apartado se incluye: el glosario de términos, la bibliografía, la cartografía empleada, metadatos, fichas de campo y memoria fotográfica.

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

Para determinar las escalas de análisis se realizaron observaciones de los diferentes fenómenos que se presentan en el territorio y su comportamiento con relación a las zonas pobladas, en muchas ocasiones, este tipo de estudios se apega a límites administrativos, sin embargo, las escalas de análisis deberán variar de acuerdo a los alcances y el nivel de conocimiento de los fenómenos al que se quiere llegar.

La escala geográfica, es importante para determinar con precisión las características físicas del territorio y su vinculación con los factores que determinan el riesgo, dentro de este apartado se describen los niveles de análisis óptimos para la determinación adecuada de las áreas de peligros y riesgos.

2.1. Determinación de la Zona de Estudio

Este estudio abarca la superficie territorial del municipio de San Sebastián Tutla, éste se localiza en la parte central del estado de Oaxaca, en la Región de Valles Centrales. Pertenece al Distrito del Centro y se ubica entre los paralelos 17° 01' y 17° 05' de latitud norte; los meridianos 96° 39' y 96° 42' de longitud oeste; altitud entre 1500 y 2100m. El municipio de encuentra fraccionado o dividido, por así nombrarlo, en dos partes. La primera que es la cabecera municipal, colinda al norte con los municipios de San Agustín Yatareni y Santa Lucía del Camino; al este con el municipio de Tlaxiaco de Cabrera; al sur con el municipio de San Antonio de la Cal; al oeste con los municipios de San Antonio de la Cal, Santa Cruz Amilpas y Santa Lucía del Camino

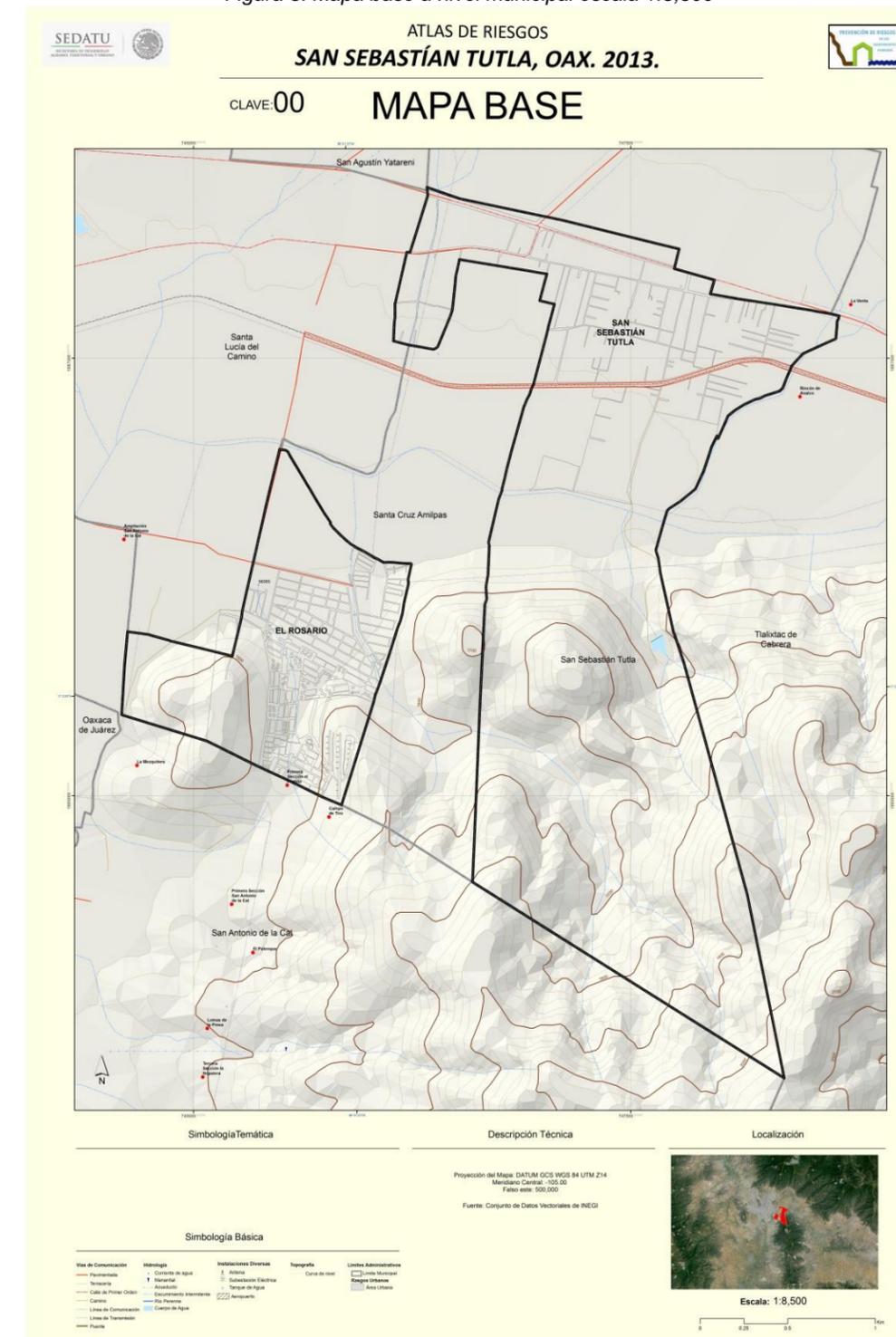
Figura 2. Mapa de ubicación del Municipio



Elaboración propia con base en INEGI

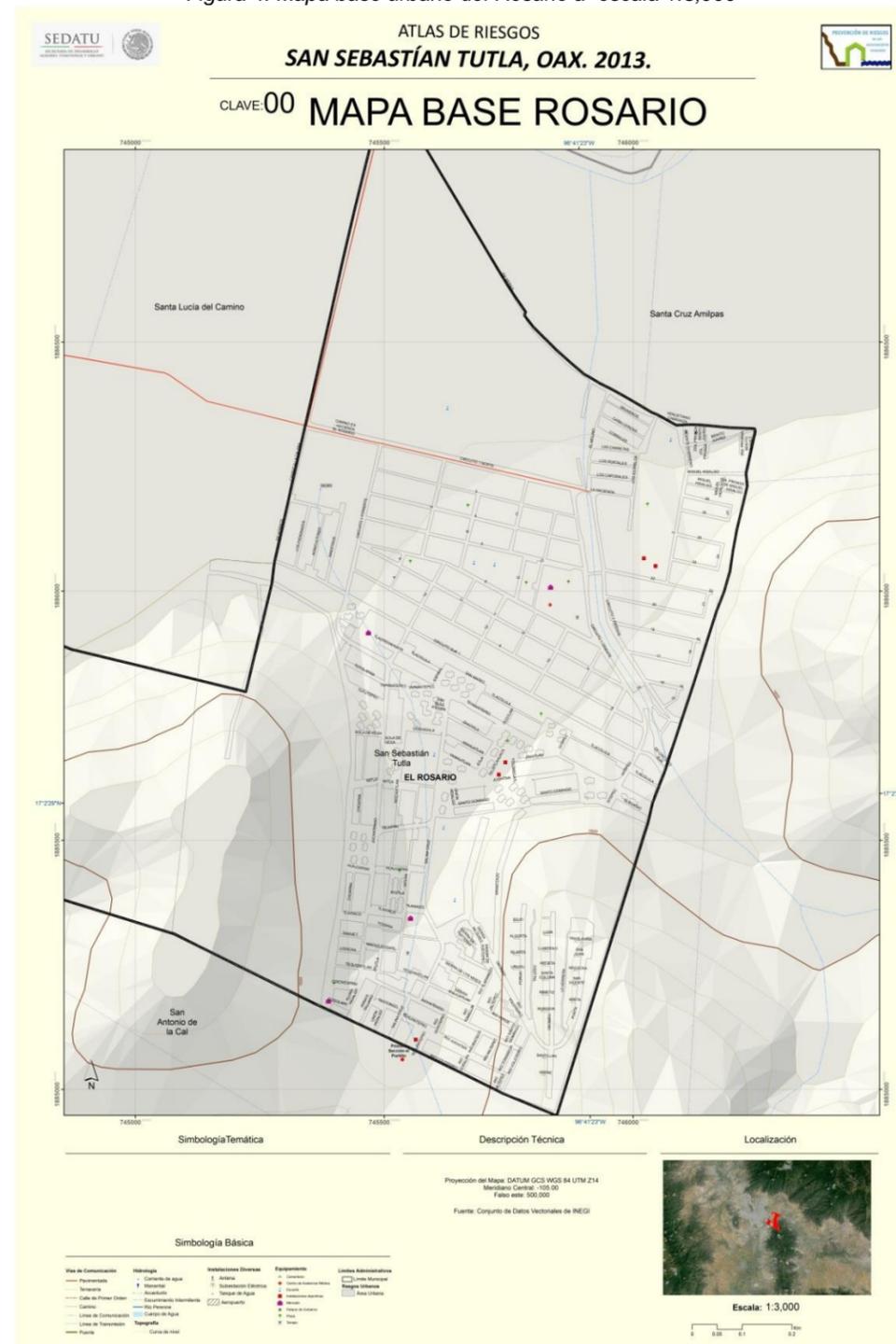
El Municipio de San Sebastián Tutla, por sus características geográficas, forma y extensión territorial, puede ser analizado integralmente en escalas no mayores a 1:9,000 para representaciones cartográficas impresas en 90cm por 60cm. Por ello, la primera aproximación al análisis de los peligros del municipio, se representará en esta escala, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 3. Mapa base a nivel municipal escala 1:8,500



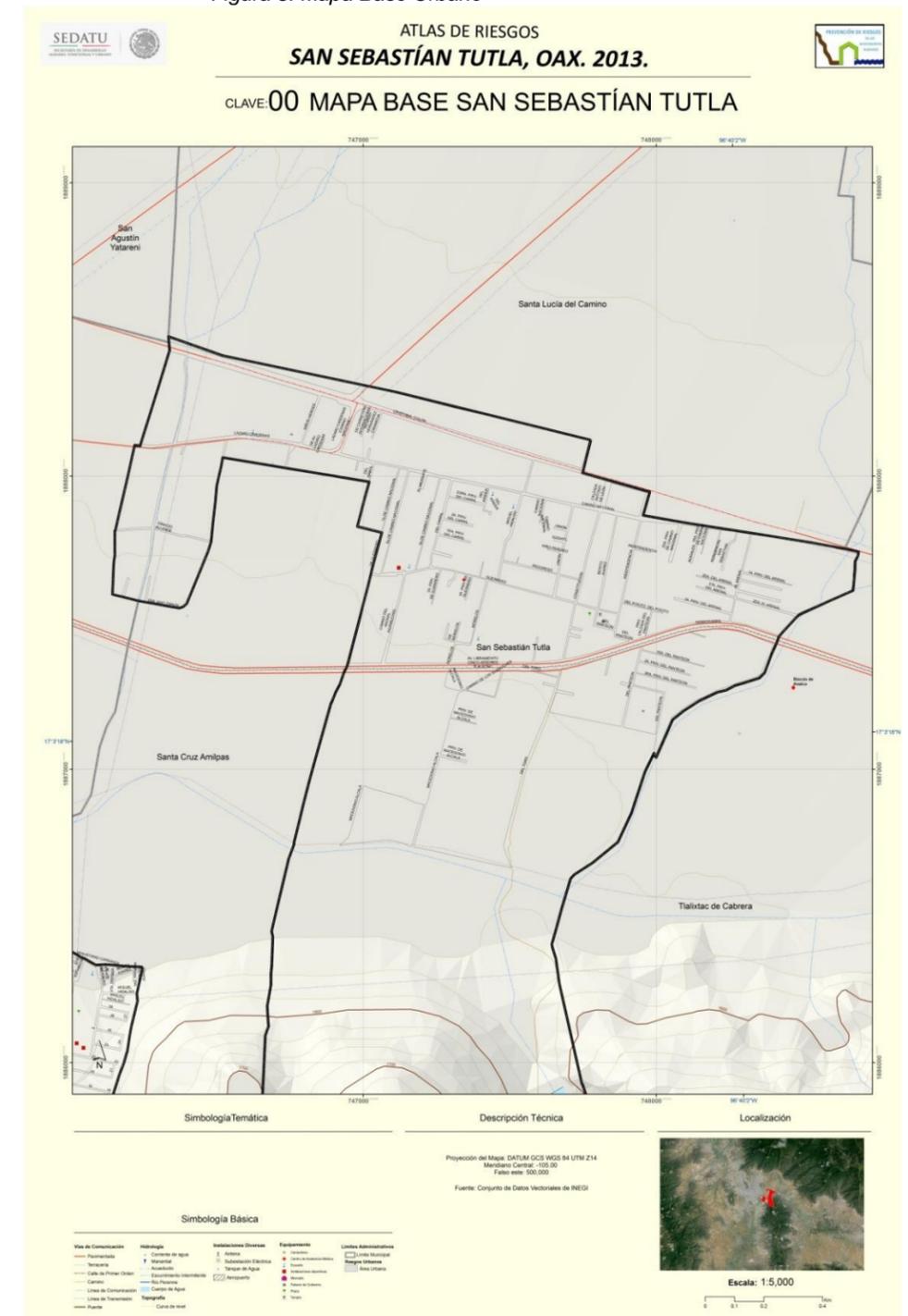
Elaboración propia con base en INEGI.

Figura 4. Mapa base urbano del Rosario a escala 1:3,000



Elaboración propia con base en INEGI.

Figura 5. Mapa Base Urbano



Elaboración propia con base en INEGI.

Nivel de análisis por tipo de fenómeno.

El nivel de análisis a realizar en el presente Atlas en los peligros de Sismos, Vulcanismo, Deslizamientos, Derrumbes, Flujos y Hundimientos se llegara a un nivel dos, de acuerdo a las bases para la elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDATU.

Para el caso de inundación el nivel de análisis al que se pretende llegar será nivel dos, mientras que para los fenómenos de huracanes, ondas tropicales, tormentas eléctricas, sequías, temperaturas máximas extremas, vientos fuertes, heladas, granizadas y nevadas, sólo se llegará a un nivel uno de análisis.

FENOMENO	NIVEL DE ANÁLISIS ALCANZADO	ESCALA DE REPRESENTACIÓN
FENÓMENOS GEOLÓGICOS		
1. Erupciones volcánicas	1	Municipal
2. Sismos	1	Municipal
3. Tsunamis	1	No aplica
4. Inestabilidad de laderas	1	Municipal y Localidad urbana
5. Flujos	1	Municipal y Localidad urbana
6. Caídos o derrumbes	1	Municipal y Localidad urbana
7. Hundimientos	1	Municipal
8. Subsistencia	1	Municipal
9. Agrietamientos	1	Municipal
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS		
10. Ondas cálidas y gélidas	1	Municipal
11. Sequías	1	Municipal
12. Heladas	1	Municipal
13. Tormentas de granizo	1	Municipal
14. Tormentas de nieve	1	Municipal
15. Ciclones Tropicales	1	Municipal
16. Tornados	1	Municipal
17. Tormentas de polvo	1	Municipal
18. Tormentas eléctricas	1	Municipal
19. Lluvias extremas	2	Municipal
20. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	2	Municipal y Localidad urbana

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1. Fisiografía

El territorio del municipio de San Sebastián Tutla, se encuentra totalmente comprendido dentro de la Provincia Fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur, está considerada como la menos conocida del país, se distribuye a lo largo y muy cerca de la costa del Pacífico con una dirección general de noroeste-sureste, su altitud es casi constante de poco más de 2,000 m, en ella nacen varias corrientes que desembocan en el océano Pacífico, debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la Placa de Cocos.

Esta es una de las placas móviles que integran la litosfera o corteza exterior terrestre; emerge a la superficie del fondo del Océano Pacífico al suroeste y oeste de la costa, hacia las que se desplaza lentamente dos o tres centímetros al año para encontrar a lo largo de las mismas costas el sitio llamado "de subducción" donde buza nuevamente hacia el interior de la Tierra.

A ello se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas (siendo la trinchera de Acapulco una de las zonas más activas). Esta relación es la que seguramente ha determinado que alguno de los principales ejes estructurales de la provincia -depresión del Balsas, cordilleras costeras, línea de costa, tengan estricta orientación este-oeste.

Es una de las provincias con mayor complejidad geológica. Podemos encontrar rocas ígneas, sedimentarias y la mayor abundancia de rocas metamórficas del país.

Subprovincias Fisiográficas

El territorio municipal de San Sebastian Tutla, está cubierto al 100% por la Subprovincia Fisiográfica Sierras y Valles de Oaxaca.

Cuadro 2. Provincias Fisiográficas

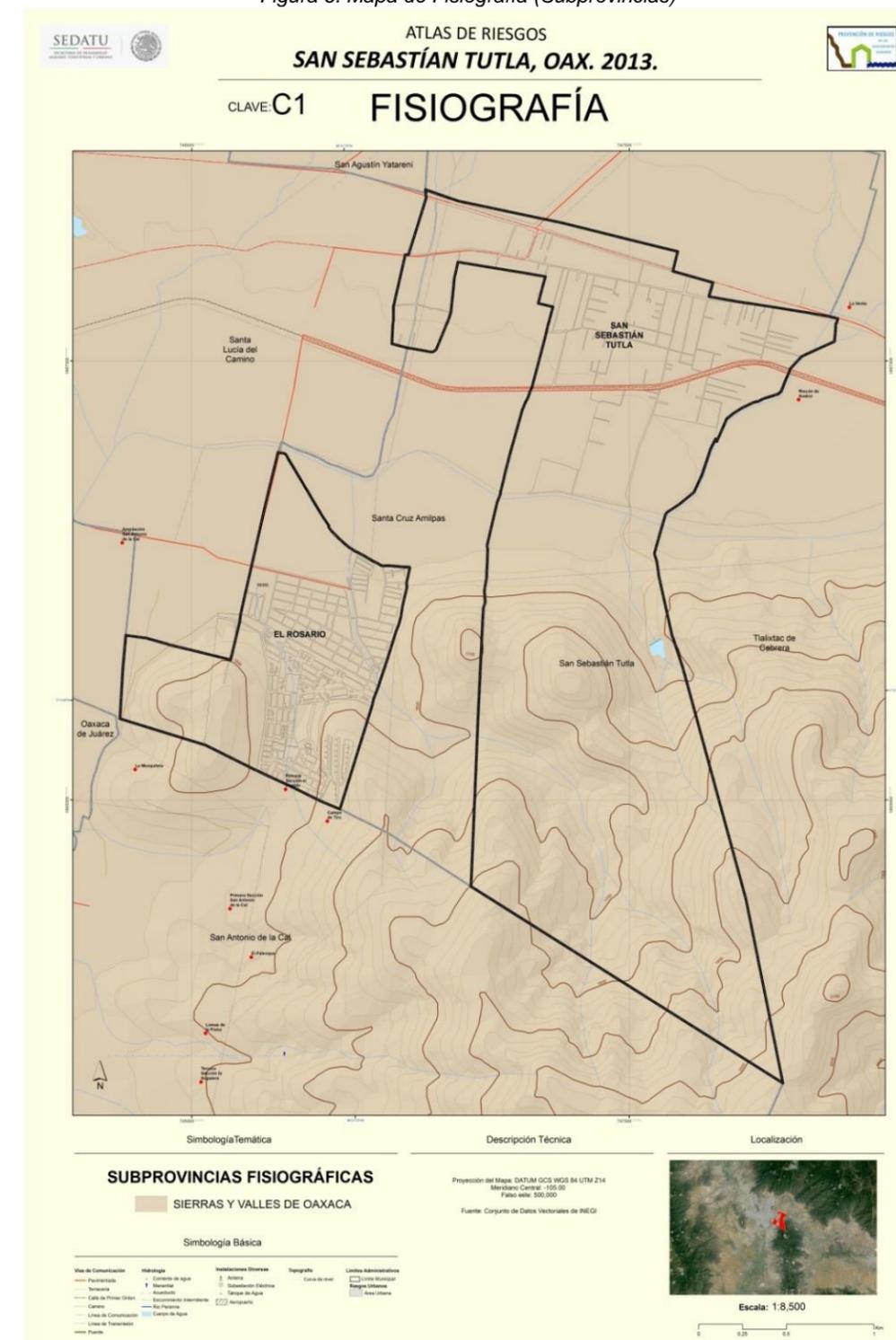
ENTIDAD	NOMBRE	%	SUP_TEXTO
PROVINCIA	SIERRA MADRE DEL SUR	100	8.93
		100.00	8.93

Elaboración propia con base en INEGI

Cuadro 3. Subprovincias Fisiográficas

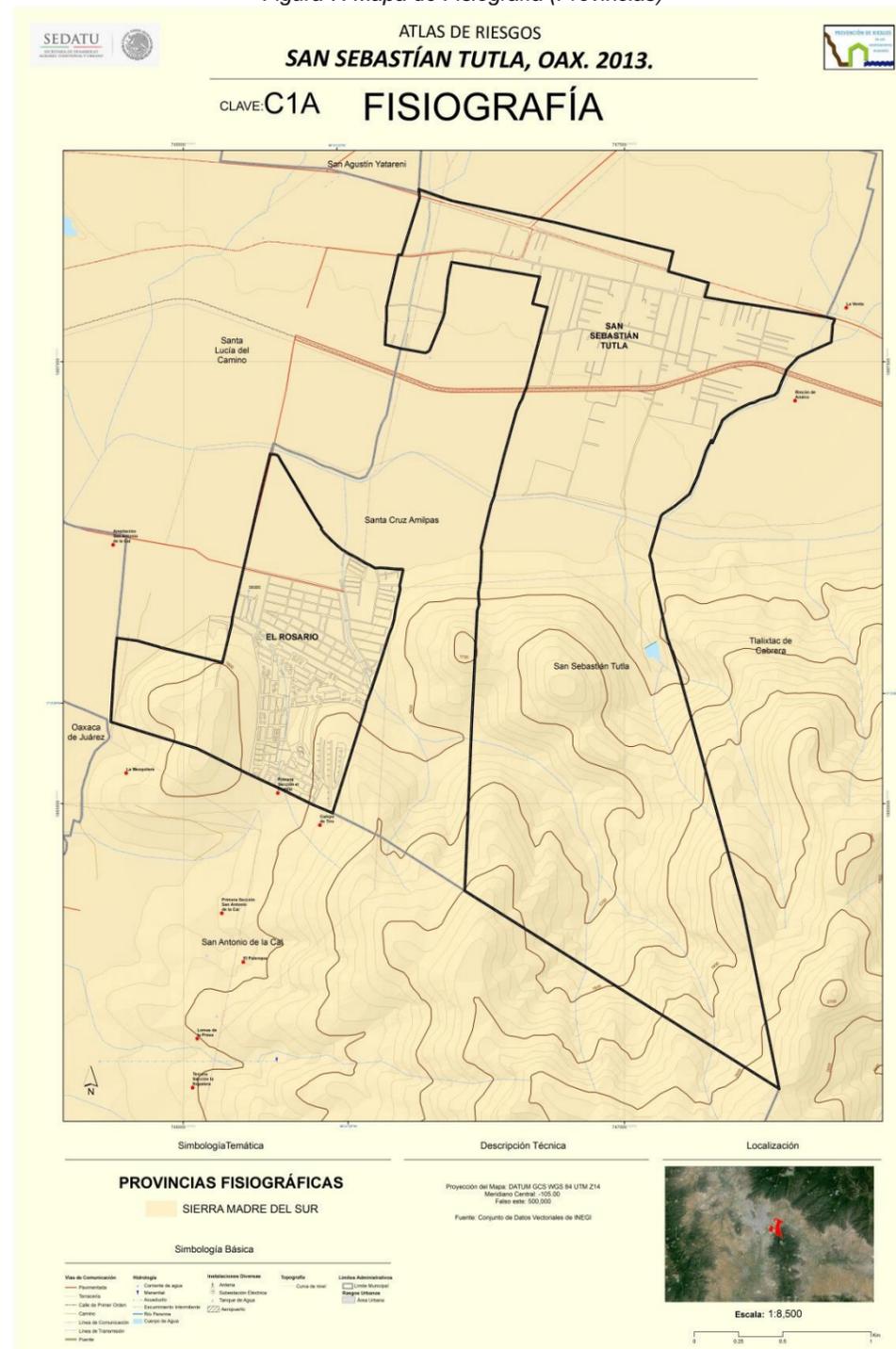
ENTIDAD	NOMBRE	%	SUP_TEXTO
PROVINCIA	Sierras y Valles de Oaxaca	100	8.93
		100.00	8.93

Figura 6. Mapa de Fisiografía (Subprovincias)



Elaboración propia con base en INEGI.

Figura 7. Mapa de Fisiografía (Provincias)



Elaboración propia con base en INEGI.

3.2. Geología

El municipio tiene una litología que se conforma de rocas sedimentarias tipo caliza y suelos aluviales.

De acuerdo al mapa de Geología, se pueden observar los siguientes tipos de roca existentes en el municipio:

Cuadro 4. Unidades Geológicas

CLAVE	ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	SERIE	%	SUPERFICIE E KM ²
Q(s)	SUELO	N/A	N/A	CENOZOICO	CUATERNARIO	N/A	61.32	5.48
ki(cz)	UNIDAD CRONOESTRATIGR AFICA	SEDIMENTARIA	CALIZA	MESOZOICO	CRETACICO	CRETACICO INFERIOR	38.68	3.45
							100.0 0	8.93

Elaboración propia con base en INEGI

Calizas

Las calizas son rocas originadas por un proceso de sedimentación directa. Esta sedimentación puede tener diversos orígenes, si bien la más común es la denominada precipitación bioquímica: el carbonato cálcico se fija (en general, en forma de aragonito) en las conchas o esqueletos de determinados organismos, ya sean macroscópicos (lamelibranquios, braquiópodos, gasterópodos.) microscópicos (foraminíferos), o nanoscópicos (cocolitos) y a su muerte, estas conchas o esqueletos se acumulan, originando un sedimento carbonatado.

El aragonito, inestable en condiciones atmosféricas, se va transformando en calcita, y la disolución parcial y reprecipitación del carbonato cementa la roca, dando origen a las calizas. Otra forma de depósito es la fijación del carbonato sobre elementos extraños, como granos de cuarzo, o pequeños fragmentos de fósiles, dando origen a los oolitos (calizas oolíticas).

También las algas fijan este compuesto, dando origen a mallas de algas o estromatolitos, que si se fragmentan y ruedan originan los pisolitos (calizas pisolíticas). Todas estas posibilidades dan origen a los diversos tipos de calizas.

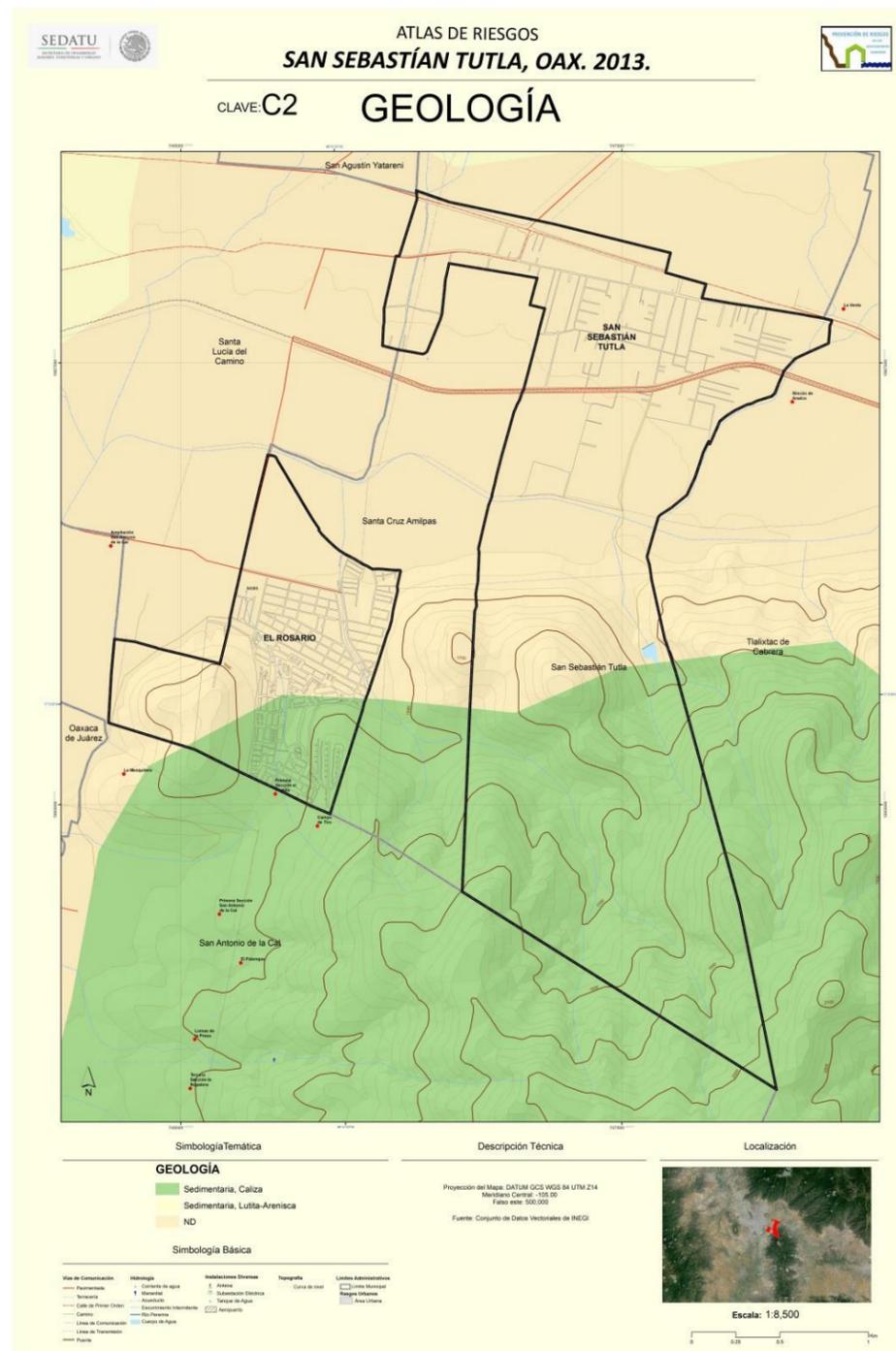
Este tipo de roca cubre una superficie aproximada de 3.45 km² lo que representa un 38.68% del territorio municipal y abarca la parte sur del municipio.

Suelo aluvial

Estos suelos se forman cuando los arroyos y ríos disminuyen su velocidad. Las partículas de suelo suspendidas son demasiado pesadas para que las lleve la corriente decreciente y son depositadas en el lecho del río. Las partículas más finas son depositadas en la boca del río,

formando un delta. Los suelos aluviales varían en contenido mineral y en las características específicas del suelo en función de la región y del maillaje geológico de la zona, pero en general son ricos en nutrientes. Cubre una superficie aproximada de 5,48 km² lo que representa un 61.32% del territorio municipal y abarca la zona centro y norte del municipio.

Figura 8. Mapa de Geología



Elaboración propia con base en INEGI.

3.3. Geomorfología

El territorio municipal está representado principalmente por llanura aluvial con lomerío y algunos valles y sierras bajas. En base al mapa de Geomorfología, se pueden observar los siguientes sistemas de topoformas en el municipio:

Cuadro 5. Topoformas

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	%	SUPERFICIE KM ²
SIERRA	SIERRA BAJA COMPLEJA	29.18	2.61
VALLE	VALLE DE LADERAS TENDIDAS CON LOMERÍO	4.27	0.38
LLANURA	LLANURA ALUVIAL CON LOMERÍO	66.55	5.94
TOTAL		100.00	8.93

Elaboración propia con base en INEGI

Sierra baja compleja

Este sistema de topoformas se caracteriza por ser una zona de montañas con una elevación poco considerable, conformada por rocas de origen diverso. Cubre una superficie aproximada de 2.61 km² lo que representa un 29.18% del territorio municipal y se localiza en la parte sur del municipio.

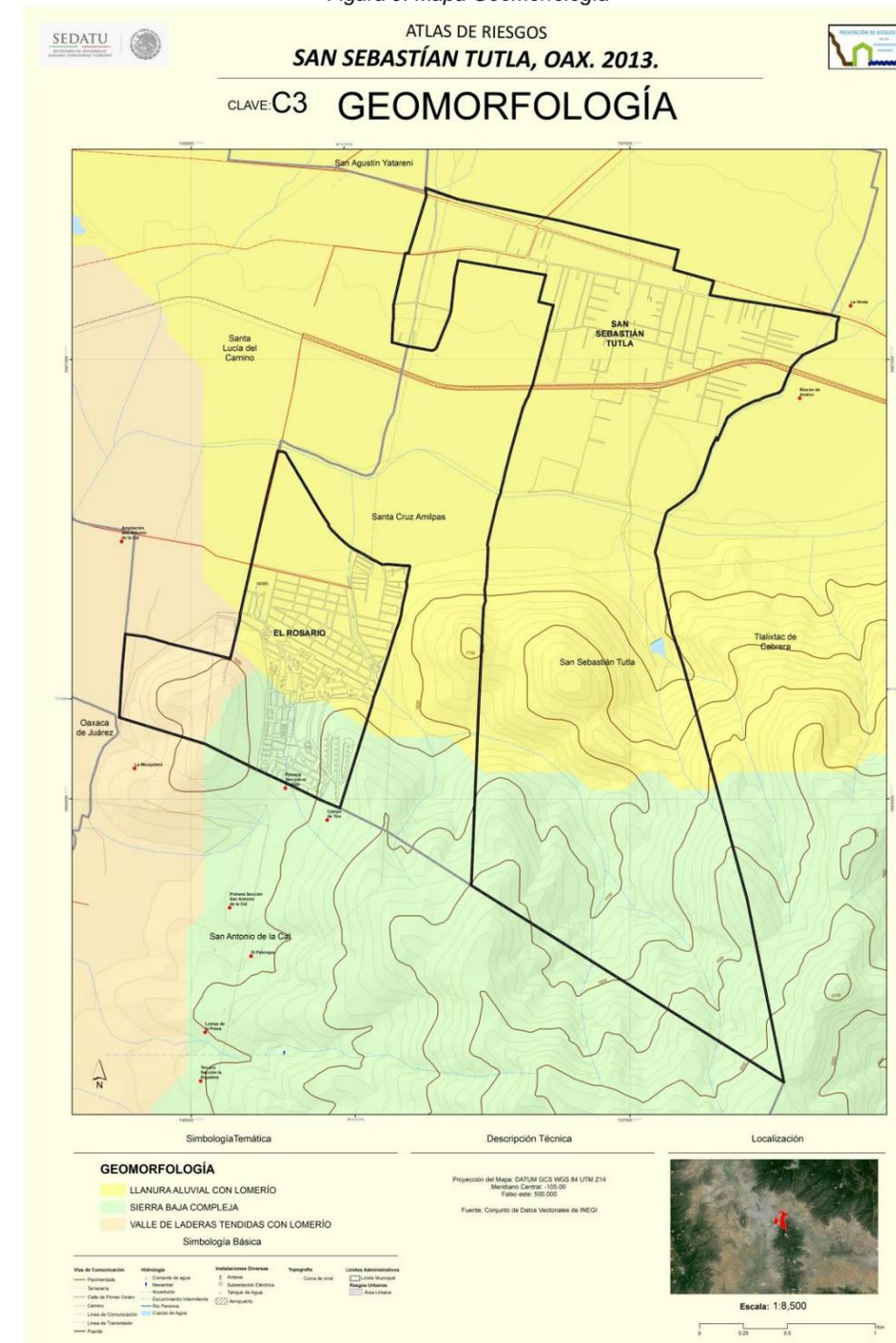
Valle de laderas tendidas con lomerío

Este sistema de topoformas se caracteriza por ser una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río, con una porción de la superficie extendida, y un conjunto de lomas. Cubre una superficie aproximada de 0.38 km² lo que representa un 4.27% del territorio municipal y se localiza en una pequeña porción al sur oeste del municipio.

Llanura aluvial con lomerío

Este sistema de topoformas se caracteriza por ser un terreno relativamente plano (sin elevaciones o depresiones prominentes) con un conjunto de lomas. Cubre una superficie aproximada de 5.94 km² lo que representa un 66.55% del territorio municipal y abarca toda la parte norte y centro del municipio.

Figura 9. Mapa Geomorfología



Elaboración propia con base en INEGI.

3.4. Edafología

De acuerdo a la información generada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) se obtiene la información Edafológica Escala 1: 250 000 Serie II, en donde para la Clasificación de los suelos se utilizó el sistema internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo publicado en 1999 por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo, Centro Internacional de referencia e Información en Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO/UNESCO).

Las diferentes condiciones climáticas y geomorfológicas de un lugar a lo largo del tiempo, condicionan la formación de numerosas clases de suelos, los cuales pueden presentar diferentes tipos de aptitud, función y vulnerabilidad. Al respecto, se muestra la información edáfica para el municipio de San Sebastián Tutla:

Cuadro 6. Unidades Edafológicas

CLAVE	NOMBRE DEL SUELO 1	NOMBRE DEL SUBSUELO 1	NOMBRE DEL SUELO 2	NOMBRE DEL SUBSUELO 2	TEXTURA	FASE FISCA	%	SUPERFICIE KM ²
Hh+Vc/2	FEOZEM	HEPLICO	VERTISOL	CROMICO	MEDIA		42.00	3.75
Bk+Kk/2/P	CAMBISOL	CALCICO	CASTAÑOZEM	CALCICO	MEDIA	PEDREGOSA	23.27	2.08
I+Re/2	LITOSOL		REGOSOL	EITRICO	MEDIA		34.74	3.10
							100.00	8.93

Elaboración propia con base en INEGI

SUELOS DOMINANTES:

Feozem

Proviene del griego phaeo: pardo; y del ruso zemljá: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos.

Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables (INEGI).

El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobretodo de la disponibilidad de agua para riego. Su símbolo en la carta edafológica es (H). Dentro del territorio municipal este tipo de suelo abarca una superficie aproximada de 3.75 km² lo que representa un 42.0% del territorio municipal y se encuentra en la parte centro, norte y oeste del municipio.

Cambisol

Del latín cambiare: cambiar. Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate (INEGI).

Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (B).

Dentro del territorio municipal este tipo de suelo abarca una superficie aproximada de 2.08 km² lo que representa un 23.27% del territorio municipal y se encuentra en la parte norte y sur del municipio.

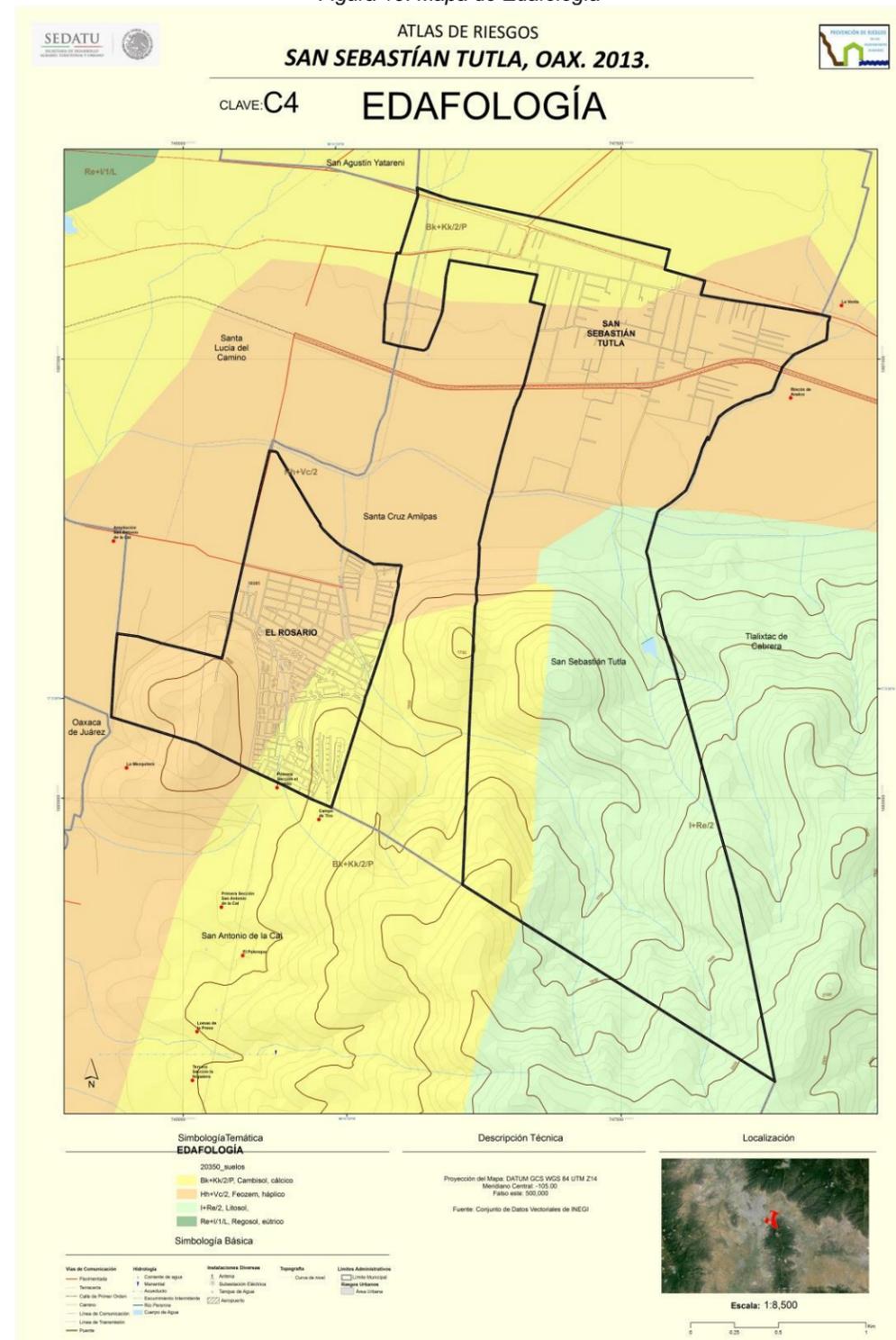
Litosol

Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. (INEGI).

El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades y su símbolo es (I).

Dentro del territorio municipal este tipo de suelo abarca una superficie aproximada de 3.10 km² lo que representa un 34.74% del territorio municipal y se encuentra en la parte sur y este del municipio.

Figura 10. Mapa de Edafología



Elaboración propia con base en INEGI.

3.5. Hidrología

Oaxaca cuenta con 8 regiones hidrológicas: la que ocupa mayor extensión territorial es la región hidrológica Papaloapan (RH28) con 24.24% del total estatal; tiene sólo una cuenca: R. Papaloapan. La región hidrológica Costa Chica-Río Verde (RH20) con 24.02% se sitúa en segundo lugar y comprende tres cuencas: R. Atoyac, R. La Arena y Otros y R. Ometepec o Grande.

En tercer lugar está la región hidrológica Tehuantepec (RH22) con 19.14%, compuesta por dos cuencas: L. Superior e Inferior y R. Tehuantepec. Continúa, según porcentaje de extensión, la región hidrológica (RH21) Costa de Oaxaca (Puerto Ángel), con 10.54%, dividida en tres cuencas: R. Astata y Otros, R. Copalita y otros, y R. Ometepec y otros. La región hidrológica Coatzacoalcos (RH29), con 10.34%, tiene sólo la cuenca R. Coatzacoalcos. La región hidrológica Balsas (RH18) con 8.89% se integra por 2 cuencas: R. Atoyac y R. Tlapaneco.

Las regiones hidrológicas restantes: Costa de Chiapas (RH23) con 1.28% y Grijalva-Usumacinta (RH30) con 1.55% participan con una cuenca cada una; la primera con la cuenca Mar Muerto y la segunda con la cuenca R. Grijalva-Tuxtla Gutiérrez.

El territorio de San Sebastián Tutla se halla inmerso en la región Hidrológica 20 Costa Chica-Río Verde, en la cuenca R. Atoyac (100%) y en la subcuenca R. Atoyac-Oaxaca de Juárez (100%) respectivamente.

Cuadro 7. Región Hidrológica Costa Chica Río Verde

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	20
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH20
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
ÁREA (KM ²)	39,856.87
PERIMETRO (KM)	1,522.86

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 8. Cuenca R Atoyac

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	77
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH20
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
CLAVE CUENCA	A
NOMBRE CUENCA	R. ATOYAC
ÁREA (KM ²)	18,258.49
PERIMETRO (KM)	1005.39

Cuadro 9. Subcuenca R. Atoyac - Oaxaca de Juárez

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR EN BASE DE DATOS	126
CLAVE DE SUBCUENCA COMPUESTA	RH20AC
CLAVE DE REGIÓN HIDROGRAFICA	RH20
NOMBRE DE REGIÓN HIDROGRAFICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
CLAVE DE CUENCA	A
CLAVE DE CUENCA COMPUESTA	A
NOMBRE DE CUENCA	R. ATOYAC
CLAVE DE SUBCUENCA	C
NOMBRE DE SUBCUENCA	R. ATOYAC - OAXACA DE JUÁREZ
TIPO DE SUBCUENCA	EXORREICA
LUGAR A DONDE DRENA (PRINCIPAL)	RH20AB R. ATOYAC - SAN PEDRO JUCHATENGO
TOTAL DE DESCARGAS (DRENAJE PRINCIPAL)	1
LUGAR A DONDE DRENA 2	-
TOTAL DE DESCARGAS 2	0
LUGAR A DONDE DRENA 3	-
TOTAL DE DESCARGAS 3	0
LUGAR A DONDE DRENA 4	-
TOTAL DE DESCARGAS 4	0
TOTAL DE DESCARGAS	1
PERIMETRO (KM)	546.87
ÁREA (KM ²)	5,863.47
DENSIDAD DE DRENAJE	1.8337
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	2.014
LONGITUD PROMEDIO DE FLUJO SUPERFICIAL DE LA SUBCUENCA (KM)	0.136336369
ELEVACIÓN MÁXIMA EN LA SUBCUENCA (M)	3,300
ELEVACIÓN MÍNIMA EN LA SUBCUENCA (M)	1,200
PENDIENTE MEDIA DE LA SUBCUENCA (%)	29.72
ELEVACIÓN MÁXIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	2,671
ELEVACIÓN MÍNIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	1,190
LONGITUD DE CORRIENTE PRINCIPAL (M)	19,7040
PENDIENTE DE CORRIENTE PRINCIPAL (%)	0.751
SINUOSIDAD DE CORRIENTE PRINCIPAL	2.089119828

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 10. Esgurrimientos presentes

ESCURRIMIENTOS PRESENTES
RÍO GRANDE (PEERENE)
RÍO SALADO (INTERMITENTE)

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Templado subhmedo, 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. Abarca una superficie de 2.16 km² lo que representa un 24.18% del territorio municipal. Este tipo de clima está presente en la parte sureste del municipio.

3.6. Climatología

El municipio es cubierto por dos climas uno semiárido de tipo cálido que se caracterizan por sus temperaturas medias anuales que varían de 22° a 28°C y su temperatura media del mes más frío es de 18°C o más. Y un clima templado subhmedo, que se caracteriza por sus temperaturas medias anuales que varían de 12° a 18°C y su temperatura media del mes más frío entre -3°C y 18°C.

Figura 11. Mapa de Climas

Cuadro 11. Características Climáticas

CLIMA_TIPO	DESCRIPCIÓN TEMPERATURA	DESCRIPCIÓN PRECIPITACION	%	SUPERFICIE KM ²
BS1(h')w	SEMIARIDO CALIDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL MAYOR DE 22°C, TEMPERATURA DEL MES MÁS FRIO MAYOR DE 18°C.	LLUVIAS DE VERANO Y PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	75.81	6.77
C(wo)	TEMPLADO,SUBHUMEDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL ENTRE 12°C Y 18°C, TEMPERATURA DEL MES MAS FRIO 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 INDICE P/T MENOR DE 43.2 Y PORCENTAJE DE PRECIPITACIÓN INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	24.19	2.16
Total			100.00	8.93

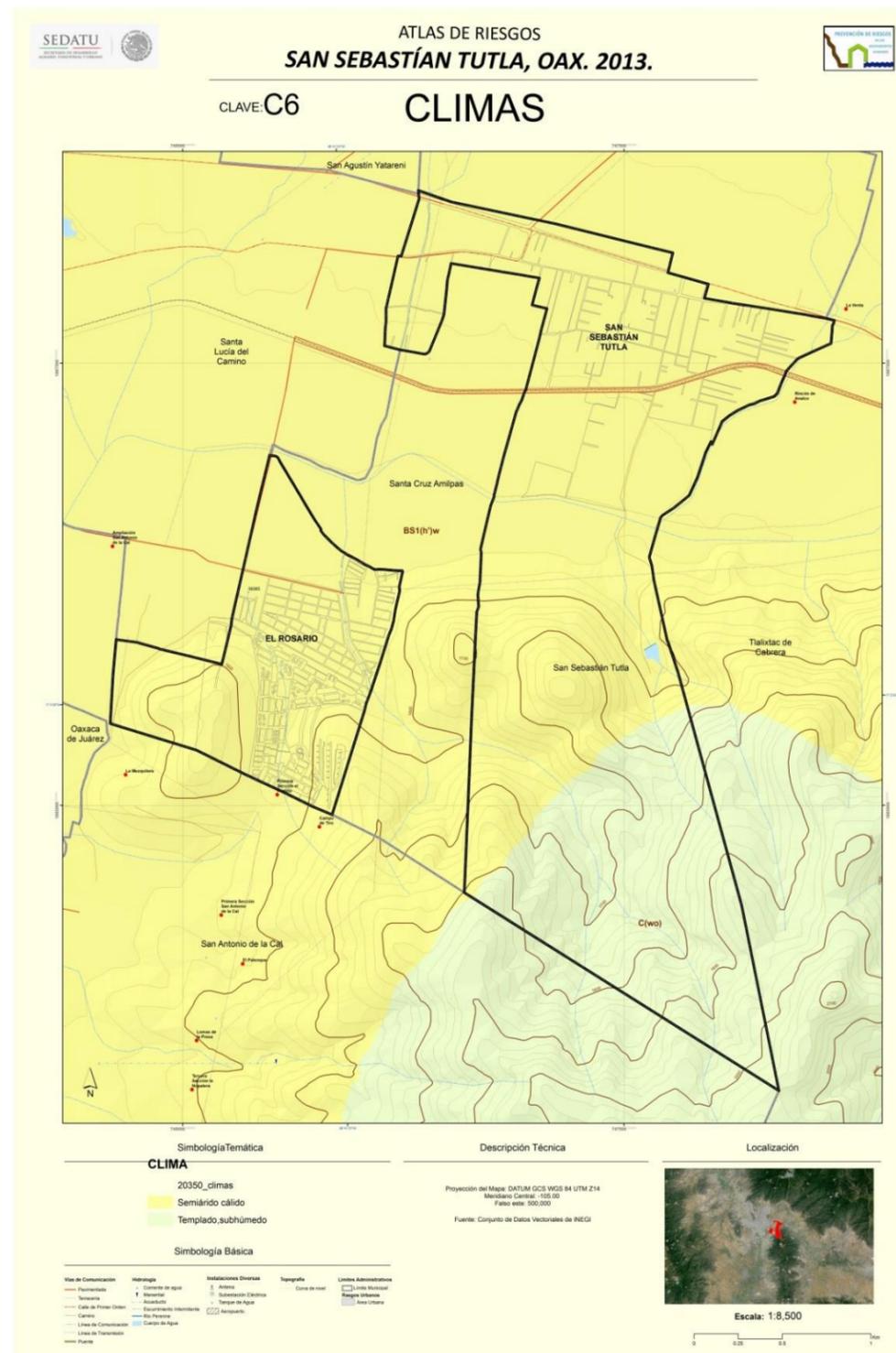
Elaboración propia con base en INEGI

Tipos de clima presentes en el municipio:

BS1(h')w

Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima es el de mayor presencia en el municipio abarcando una superficie aproximada de 6.77 km², lo que representa un 75.81% del territorio municipal y abarca toda la parte norte, centro y oeste del municipio.

C(wo)



Elaboración propia con base en INEGI.

3.7. Uso de suelo y vegetación

A lo largo del territorio nacional se distribuye una gran diversidad de comunidades vegetales naturales como los bosques, selvas, matorrales y pastizales, junto con amplios terrenos dedicados a actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y zonas urbanas. A las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como “uso del suelo”.

Para el caso del municipio de San Sebastián Tutla los usos de suelo y vegetación se distribuyen de la siguiente forma:

Cuadro 12. Tipo de Vegetación

ENTIDAD	TIPO	VEGETACIÓN SECUNDARIA	EROSIÓN	%	SUPERFICIE KM ²
PASTIZAL-ÁREA AGRICOLA	PASTIZAL INDUCIDO, AGRICULTURA DE TEMPORAL	NO APLICABLE	CON EROSION APRECIABLE	50.53	4.51
ÁREA URBANA	ÁREA URBANA	NO APLICABLE	NO APLICABLE	19.48	1.74
ÁREA AGRICOLA	AGRICULTURA DE RIEGO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	20.17	1.80
BOSQUE	BOSQUE DE ENCINO	VEGETACIÓN SECUNDARIA APARENTE	SIN EROSIÓN APRECIABLE	9.82	0.88
TOTAL				100.00	8.93

PASTIZAL INDUCIDO- AGRICULTURA DE TEMPORAL

En este tipo de uso de suelo se combinan porciones de pastizal inducido con agricultura de temporal siendo los principales cultivos: alfalfa verde, frijol, garbanzo y maíz. Cubre una superficie aproximada de 4.51 km² lo que representa un 50.53% del territorio municipal y abarca la parte centro, sur del municipio.

AREA URBANA

Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos del Cuaternario y rocas sedimentaria del Cretácico, en llanura aluvial con lomerío, sierra baja compleja y valle de laderas tendidas con lomerío, están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura. Abarca una superficie aproximada de 1.74 km² lo que representa un 19.48% del territorio municipal y se localiza en la parte norte del municipio.

BOSQUE DE ENCINO

Junto con los bosques de pino, los bosques de encino representan el otro tipo importante de vegetación templada de México. Su distribución, de acuerdo con Rzedowski abarca prácticamente desde el nivel del mar, hasta los 3,100 m, sin embargo, la mayoría de estas zonas se ubican entre los 1,200 y 2,800 msnm. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), etc.

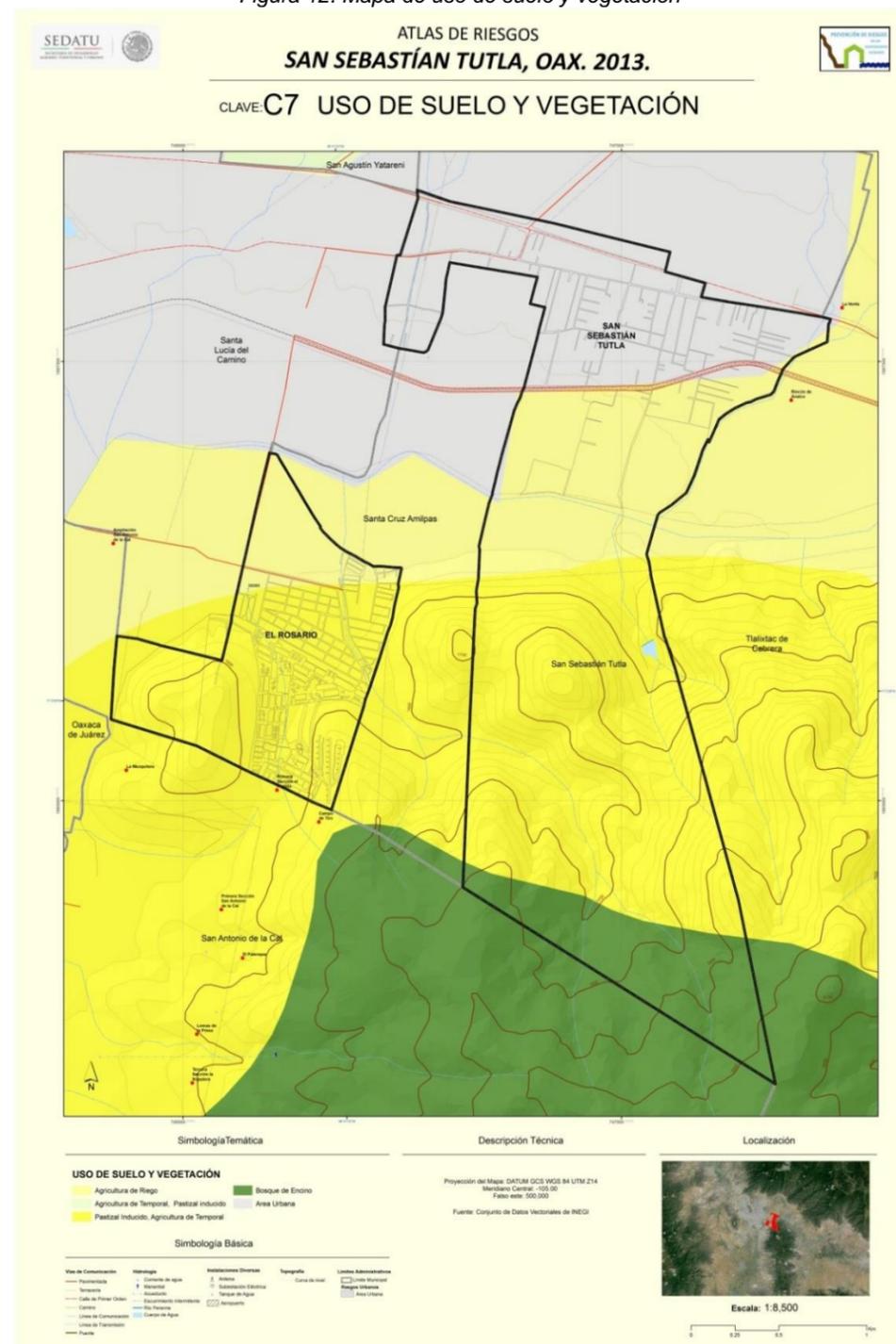
Estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez sean incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria. Cubre una superficie aproximada de 0.88 km² lo que representa un 9.82% del territorio municipal y se localiza en una pequeña área en la parte sur del municipio.

AGRICULTURA DE RIEGO

Este tipo de agricultura utiliza 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, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro.

En el municipio los principales cultivos son: alfalfa verde, frijol, garbanzo y maíz. Cubre una superficie aproximada de 1.80 km² lo que representa un 20.17% del territorio municipal y se localiza en la parte centro y oeste del municipio.

Figura 12. Mapa de uso de suelo y vegetación



Elaboración propia con base en INEGI.

3.8. Áreas naturales protegidas

No existe área natural protegida federal ni estatal en el municipio.

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

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

El municipio de San Sebastián Tutla tuvo un crecimiento mayor al promedio del estado de Oaxaca, como se observa en el siguiente cuadro, donde en los años noventa la tasa media de crecimiento anual del municipio fue de 14.1, diez veces más que el promedio del estado. No obstante, en la siguiente década disminuyó a 0.3 por ciento, 0.7 por ciento menos que la entidad, como se observa en la gráfica 1.

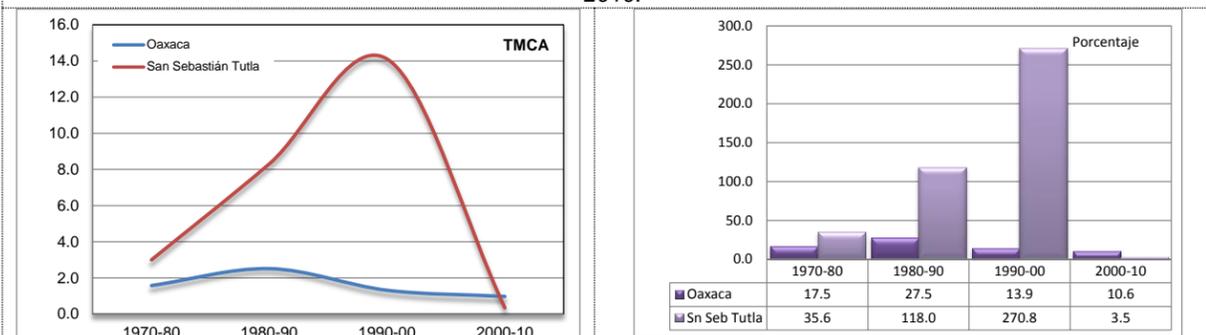
En términos de su volumen de población, el municipio tuvo un fuerte incremento que le llevo de 4.2 mil habitantes en 1990 a 15,6 en 2000 y se estabilizó para alcanzar en 2010 un total de 16.2 mil personas.

Cuadro 13. Oaxaca y San Sebastián Tutla : Población y crecimiento promedio anual 1970-2010

Año	Oaxaca		San Sebastián Tutla		Participación del municipio (%)
	Total	TCMA (%)	Total	TCMA (%)	
1970	2,015,424		1,431		0.1
1980	2,369,076	1.6	1,941	3.0	0.1
1990	3,019,560	2.5	4,231	8.3	0.1
2000	3,438,765	1.3	15,690	14.1	0.5
2010 ¹	3,801,962	1.0	16,241	0.3	0.4

Fuente: Elaborado con base en los censos de población y vivienda 1970 a 2010. 1 Incluye una estimación de población a nivel estatal de 21 195 personas que corresponden a 7 065 viviendas sin información de ocupantes.

Gráficas 1 y 2.- Oaxaca y San Sebastián Tutla TCMA, 1990 a 2030; y Crecimiento demográfico municipal de 1990 a 2010.



Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos de Población y Vivienda, INEGI 1990 al 2010.

La grafica 2 indica que, en términos relativos, el municipio tiene un mayor incremento que la entidad en los años noventa. Esta tendencia se refleja también en las proyecciones de población, las cuales indican un sostenido aumento de los habitantes del municipio. Aunque es aún reducido el volumen de población de San Sebastián Tutla, tenderá a crecer con mayor rapidez que la entidad, por lo cual se espera que a futuro incremente su participación en la entidad, al llegar a 18.4 mil habitantes en el 2030 y representar el 0.45 por ciento del total de los habitantes de Oaxaca. Se estima que el crecimiento futuro del municipio se conserve en 0.3 por ciento con un crecimiento relativo de 3 por ciento del total municipal.

Cuadro 14. Población y crecimiento promedio anual 1990-2010 y sus proyecciones al año 2030

Estado / Municipio	1990	2000	2010	2020	2030
Oaxaca	3,019,560	3,438,765	3,801,962	4,093,486	4,130,422
San Sebastián Tutla	4,231	15,690	16,555	17,890	18,422
% Respecto al Estado	0.14%	0.46%	0.44%	0.44%	0.45%
Tasa de Crecimiento Media Anual		90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30
Oaxaca		1.3	1.0	0.7	0.1
San Sebastián Tutla		14.0	0.5	0.8	0.3
Crecimiento Relativo		90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30
Oaxaca		13.9	10.6	7.7	0.9
San Sebastián Tutla		270.8	5.5	8.1	3.0

Fuente: 1990 al 2010: INEGI Censos de Población y Vivienda, 1990 a 2010; para los años 2020 y 2030, CONAPO Proyecciones de la Población de México, 2010-2050.

La población de San Sebastián Tutla es, en su mayoría, de mujeres, las cuales representan 53.7 por ciento del total, y por ello, el municipio tiene un índice de masculinidad de 86.1 hombres por cada cien mujeres, inferior al promedio estatal (91.7). En términos de la edad promedio, en San Sebastián Tutla es mayor al promedio de la entidad, con 27 años la mediana, mientras que en los hombres es de 25 años y las mujeres de 28.

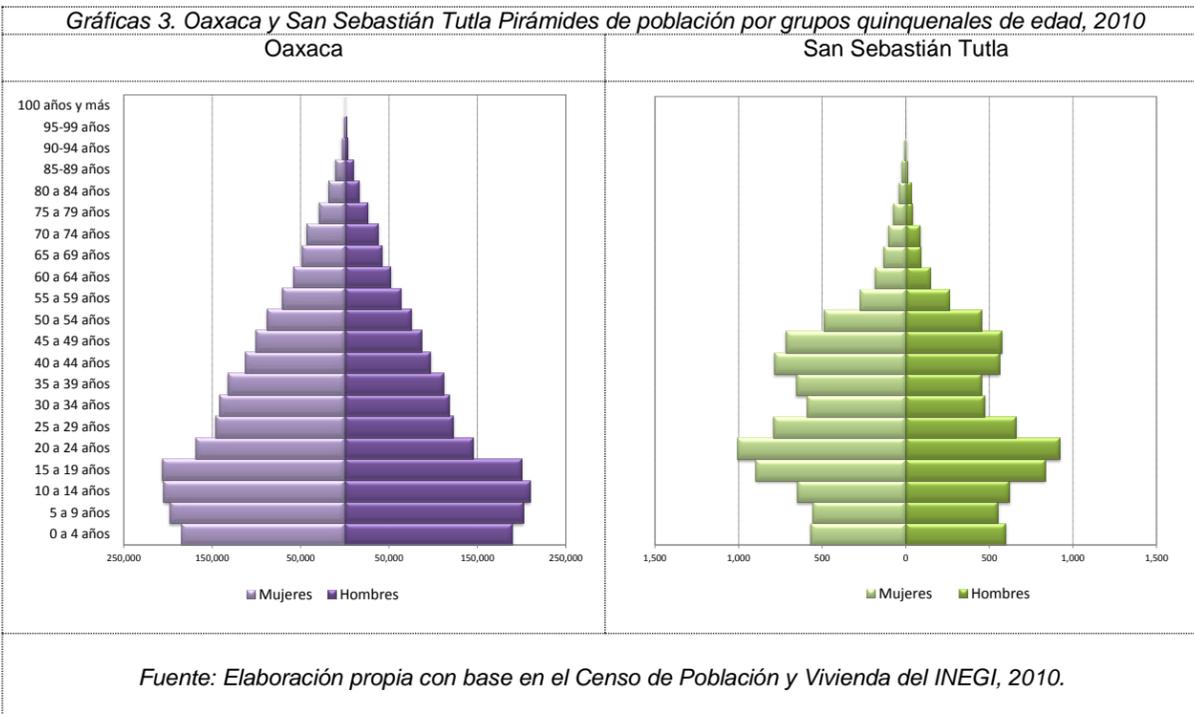
Por otra parte, mientras en Oaxaca el promedio es de 2.85 hijos vivos, en San Sebastián Tutla es de 1.59, dato que indica una mejor condición de salud de la población respecto al promedio del estado.

Cuadro 15. Oaxaca y San Sebastián Tutla : Características de la población, 2010

Estado Municipio	Población por sexo			Índice de masculinidad ¹	Edad mediana			Promedio de hijos nacidos vivos ²
	Total	% Hombres	% Mujeres		Total	Hombres	Mujeres	
Oaxaca	3,801,962	47.8	52.2	91.7	24	23	25	2.85
San Sebastián Tutla	16,241	46.3	53.7	86.1	27	25	28	1.59

1/ Proporción de población masculina por cada 100 mujeres. 2/ Se refiere al porcentaje de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más por cada cien; de éstas, excluye a las que no especificaron si han tenido hijos y a las que sí han tenido pero no especificaron el total de ellos. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010

La gráfica 3 representa la distribución de la población por edades y sexo, la pirámide de edades, para Oaxaca y San Sebastián Tutla en 2010. Resaltan tres aspectos principales: una alta proporción de población en edad juvenil, de 19 a 25 años; en segundo lugar una menor proporción de población en edades activas, y una creciente estructura de población de adultos de más de 40 años, principalmente mujeres.



La base de la forma piramidal demuestra una reducción de niños y jóvenes. (Ver gráfica 3). Esto resulta de la disminución de la tasa de mortalidad infantil, que por ejemplo a nivel estatal ha decrecido 8 puntos porcentuales en Oaxaca para el año 2010, en el municipio este factor implica una reducción de la base de la pirámide, un aumento de la estructura de 15 a 25 años, una nueva reducción de 25 a 40 años y un aumento de los 40 años en adelante.

Esta forma que adopta la distribución de habitantes por edad y sexo en el municipio se explica por la emigración de jóvenes en edades activas combinado con un mayor volumen de inmigración de población en edades adultas, conformando esta peculiar estructura poblacional.

En San Sebastián Tutla como en varias poblaciones de Oaxaca, la longevidad de las mujeres es mayor que la de los hombres, el grupo de mujeres de 75 años y de 80 años a más, supera al de hombres.

Los índices de dependencia económica dan cuenta de este fenómeno, como se ilustra en el siguiente cuadro y gráfica. Destaca que comparando la proporción de niños menores de 15 años con respecto al promedio estatal, San Sebastián Tutla tiene casi 9 puntos porcentuales menos que Oaxaca; en cambio, de la población en edad activa, es mayor al promedio de la

entidad. Y por el contrario, la proporción de adultos mayores en el municipio es menor en 4.4 puntos porcentuales que el promedio estatal.

Aunque en términos de la población total por estos grandes grupos de edad no representan un volumen importante, el total de menores de 15 años es de 5.3 mil niños y jóvenes, el de adultos mayores de 1.6 mil personas y los habitantes en edad activa son 17.6 mil, en función de la dependencia que tienen niños y adultos mayores respecto a las personas en edad activa el promedio es menor al que presenta la entidad.

Cuadro 16. Oaxaca y San Sebastián Tutla: Población por grandes grupos de edad y razón de dependencia, 2010

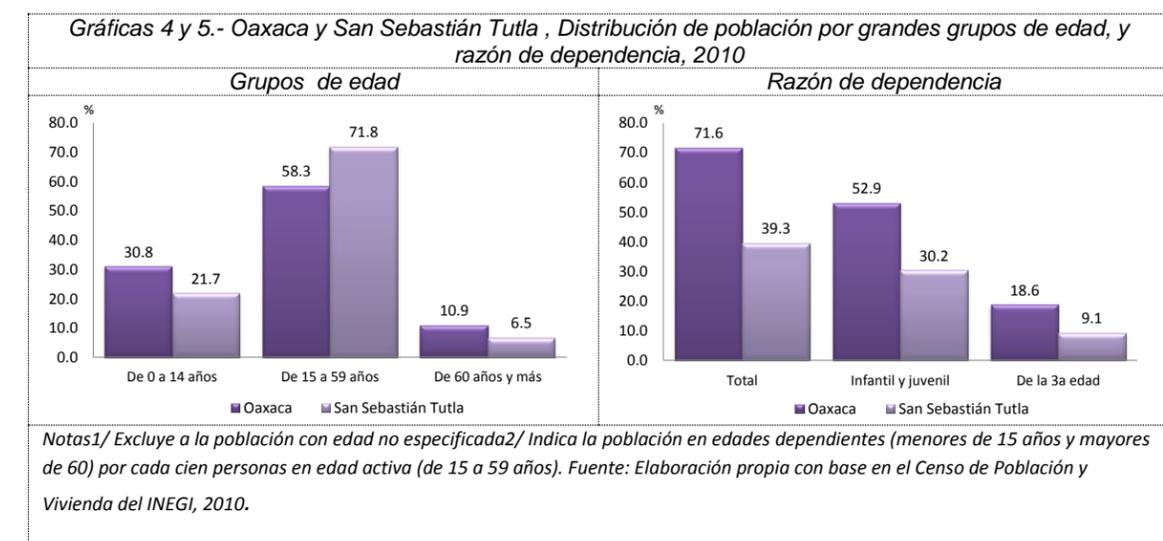
Estado/ Municipio	Población total ¹	Grupos de edad			Razón de dependencia ²		
		De 0 a 14 años	De 15 a 59 años	De 60 años y más	Total	Infantil y juvenil	De la 3a edad
Oaxaca	5,728,654	30.8	58.3	10.9	71.6	52.9	18.6
San Sebastián Tutla	16,241	21.7	71.8	6.5	39.3	30.2	9.1

Notas

1/ Excluye a la población con edad no especificada

2/ Indica la población en edades dependientes (menores de 15 años y mayores de 60) por cada cien personas en edad activa (de 15 a 59 años) Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

Destaca, particularmente que por cada cien adultos en edades activas hay 30.2 niños y jóvenes menores de 15 años; el promedio estatal es de 52.9 niños por cada cien adultos: de igual forma, por cada cien personas activas, en el municipio hay 9.1 adultos mayores, mientras que el promedio en la entidad es de 18.6. Esto indica una dependencia de niños y jóvenes y adultos mayores respecto a las personas en edades activas, lo que es indicativo de niveles de desarrollo alto en el municipio. En total, la dependencia de esos grupos de edad respecto a los adultos en edades activas es de 39.3, frente a 71.6 que se presentan en la entidad (gráficas 4 y 5).



La mortalidad en el municipio ha tendido a reducirse, siendo la causa fundamental de esta tendencia un menor promedio de hijos en las parejas y el incremento de la esperanza de vida. Se señala que en San Sebastián Tutla en el año 2010 existieron 4 defunciones de menores de un año, lo que representa el 0.2 por ciento de la población fallecida a nivel estatal. En el mismo año el Municipio de San Sebastián Tutla registró 51 defunciones es decir el 0.17 por ciento respecto al total de defunciones en el Estado de Oaxaca.

El número de nacimientos de San Sebastián Tutla representan el 0.175 por ciento del total de nacimientos a nivel estatal, cifra que repercute en lento incremento de población, ya que en el año 2010 nacen 272 niños pero mueren 4, lo que da una proporción de 1.4 defunciones por cada cien nacimientos. (Cuadro 17).

Cuadro 17. Oaxaca y San Sebastián Tutla : Nacimientos y Mortalidad, 2009

Concepto	Estado de Oaxaca	San Sebastián Tutla	
	Total	Total	% del total estatal
Defunciones generales por residencia habitual, 2010	20,328	51	0.17
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido 2010	922	4	0.171
Nacimientos, 2010	108,978	272	0.175
Esperanza de vida al nacimiento, 2010	74.9		

Fuente: INEGI. Estadísticas de natalidad, mortalidad y nupcialidad.

El cuadro 18 señala que San Sebastián Tutla es un municipio de atracción migratorio, que en términos de su volumen representa 1.4 mil personas, pero considerando las entradas de población y la inmigración se puede hacer un balance, el cual permite observar que tiene una tasa de emigración de 5.3 por ciento, superior al promedio estatal; los emigrantes, tienen una tasa de 15 por ciento, que supera al promedio estatal en cinco veces el promedio del estado; en consecuencia existe en el municipio un balance a favor de los inmigrantes, estimado en 9.68 por ciento, pero se puede considerar el municipio de atracción migratoria.

Cuadro 18. Oaxaca y San Sebastián Tutla : Migración interna 2005-2010

Absolutos	Oaxaca	San Sebastián Tutla
Emigrantes	158,882	812
Inmigrantes	178,851	2,292
Saldo neto	-19,969	1,480
Tasas (por cada mil hab.)		
Emigrantes	4.36	5.31
Inmigrantes	3.58	15.03
Saldo neto	0.78	9.68
Condición migratoria	Equilibrio	Atracción

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

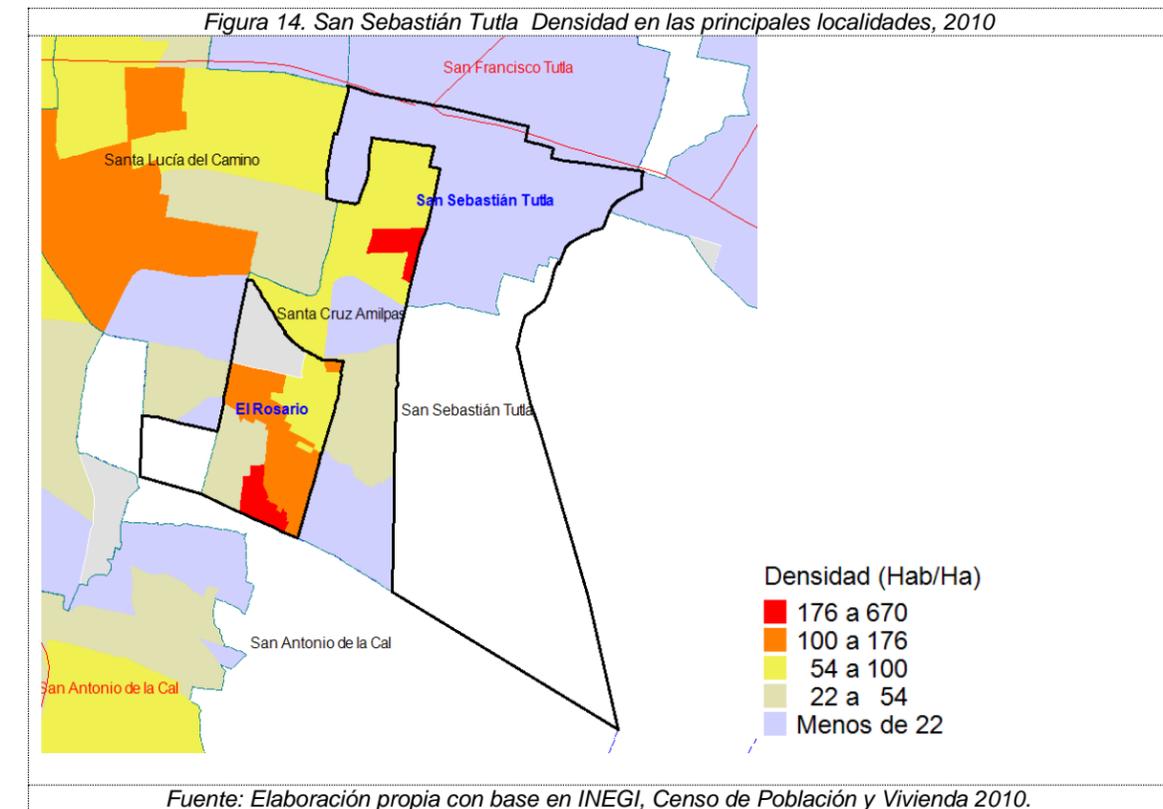
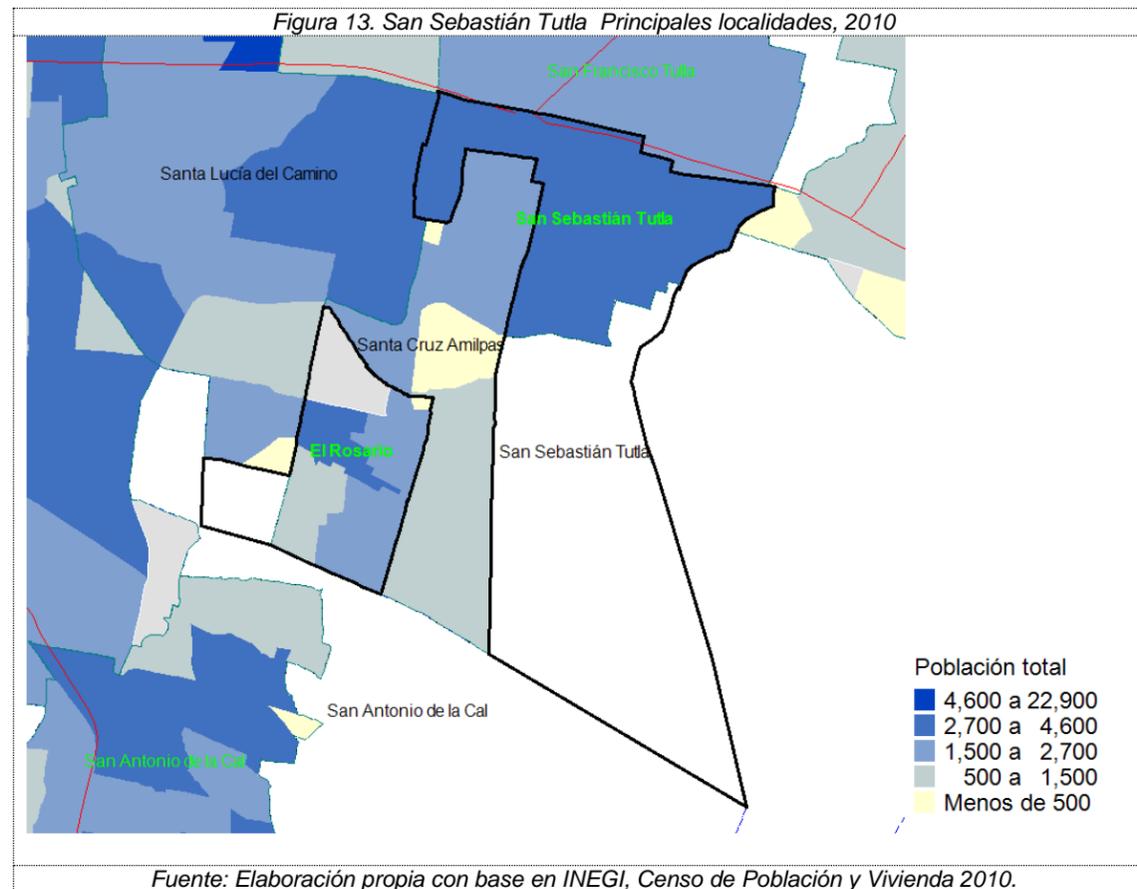
La distribución territorial de la población indica que las localidades de San Sebastián Tutla son una rural y una mixta, es decir, 27.9 por ciento habitan en una localidad rural y casi tres cuartas partes en una localidad mixta (Cuadro 19).

Cuadro 19. Oaxaca y San Sebastián Tutla : Distribución territorial de la población, 2010

Tamaño de localidad	Oaxaca			San Sebastián Tutla		
	Localidades	Población	% Pob.	Localidades	Población	% Pob.
Total	10,496	3,801,962	100.0	2	16,241	100.0
De 1 a 2,499 hab	10,321	2,002,757	52.7	1	4,534	27.9
De 2,500 a 14,999 hab.	156	839,780	22.1	1	11,707	72.1
De 15,000 y más hab.	19	959,425	25.2	0	0	0.0

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

El municipio de San Sebastián Tutla forma parte de la zona metropolitana de Oaxaca y se ubica al oriente de la misma. El municipio se divide en dos polígonos, siendo el polígono de San Sebastián Tutla el de mayor superficie pero con 4.5 mil habitantes. En cambio en el polígono de El Rosario, más integrado a la capital de Oaxaca, habitan casi 12 mil personas.



4.2. Características sociales

4.2.1. Población de Habla Indígena

En San Sebastián Tutla, es reducido el número de personas que habla alguna lengua indígena, donde solo 757 personas de 3 años y más son de adscripción indígena. De esta población la mayor parte habla español y lengua indígena (99.4 por ciento), y el resto no habla español.

En su mayoría los que hablan español son mujeres predominantemente.

Cuadro 20. Oaxaca y San Sebastián Tutla. Población mayor de 3 años que hablan lengua indígena, 2010

Entidad municipio	Población de 3 años y más que habla lengua indígena ¹	Que habla español			No habla español		
		Total	Hombres %	Mujeres %	Total	Hombres %	Mujeres %
Oaxaca	1,184,312	977,035	49.5	50.5	207,277	38.2	61.8
San Sebastián Tutla	757	753	43.4	56.6	4	25.0	75.0

1/ Excluye a la población que no especificó su lengua indígena.

Elaboración propia con base en el Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

De igual forma, la densidad habitacional presenta diferencias entre ambas localidades. Mientras que en la cabecera de San Sebastián Tutla la densidad es de menos de 22 habitantes por hectárea, en El Rosario las densidades superan el promedio de 50 habitantes por hectárea, siendo en la parte sur de la localidad de más de 176 habitantes por hectárea, por efecto de la ubicación de zonas de fraccionamientos habitacionales en altura.

4.2.2. Analfabetismo y educación

En cuanto al nivel de analfabetismo en San Sebastián Tutla, una proporción reducida de su población de 15 años y más es analfabeta (2.3%), porcentaje que es 14 veces menor al promedio del estado, el cual presenta un nivel de analfabetismo de 16.3 por ciento. De esta población analfabeta, la mayor incidencia se concentra en las mujeres, donde siete de cada 10 personas analfabetas son mujeres y el resto son hombres. En particular, las mujeres analfabetas se concentran en grupos de mayor edad.

Cuadro 21. Oaxaca y San Sebastián Tutla Población de 15 años y más por condición de alfabetismo, 2010

Entidad municipio	Población de 15 años y más ¹	Alfabetos	%	Analfabetas			
				Total	%	Hombres	Mujeres
						%	%
Oaxaca	2,591,966	2,153,325	83.1	421,810	16.3	34.5	65.5
San Sebastián Tutla	12,379	12,090	97.7	153	1.2	30.1	69.9

1/ Excluye a la población que no especificó su condición de alfabetismo.

Elaboración propia con base en el Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

De la población de niños y jóvenes de 6 a 14 años que saben leer, en San Sebastián Tutla el 89.7 por ciento están en esa condición, más que el promedio estatal; esto es, 5.1 por ciento de niños y jóvenes en el municipio no saben leer y escribir, de los cuales 53.6 por ciento son hombres y 46.4 por ciento son mujeres (cuadro 10). El medio urbano permite que la mayor parte de los niños y jóvenes puedan asistir a una escuela, pero es notoria la mayoría de hombres, que generalmente a edades tempranas se les ocupa en actividades productivas.

Cuadro 22. Oaxaca y San Sebastián Tutla : Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir, 2010

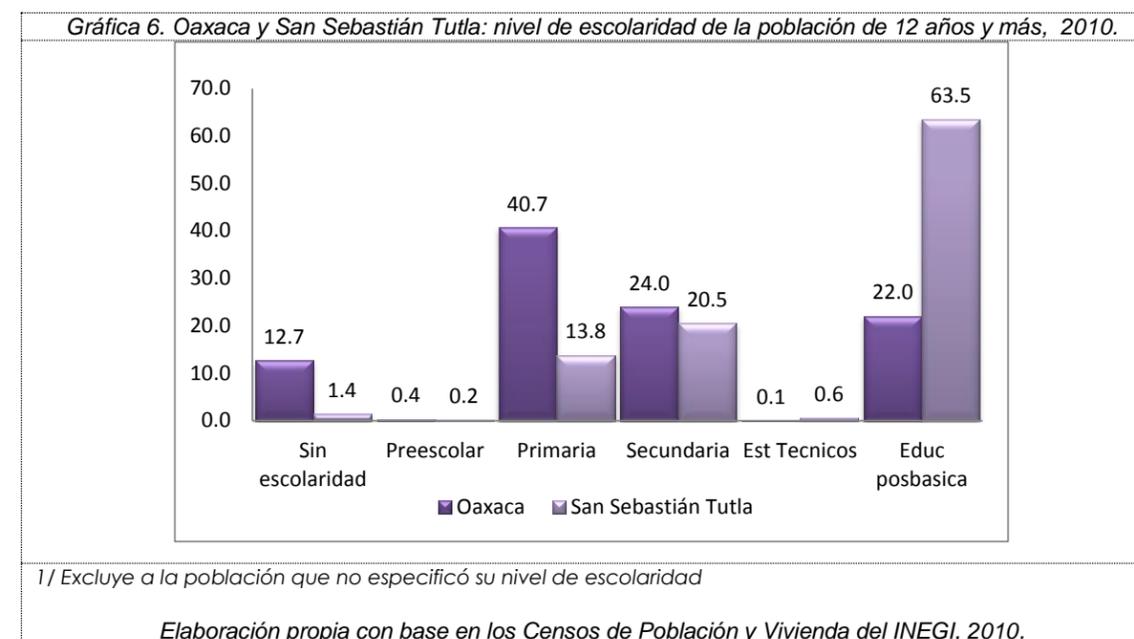
Entidad municipio	Población de 6 a 14 años ¹	Sabe leer y escribir	%	No sabe leer y escribir			
				Total	%	Hombres	Mujeres
						%	%
Oaxaca	735,285	608,249	82.7	118,827	16.2	52.9	47.1
San Sebastián Tutla	2,174	1,951	89.7	110	5.1	53.6	46.4

1/ Excluye a la población que no especificó su condición de lectura y escritura.

Elaboración propia con base en el Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

La población de 12 años y más en San Sebastián Tutla tiene un nivel de educación primaria (13.8%) y secundaria (20.5%), sin embargo tiene una alta proporción, de 63.5 por ciento con educación posbásica, principalmente bachillerato y solo 1.4 por ciento no tiene escolaridad. Estas proporciones, comparadas con el promedio estatal, indican un nivel educativo más elevado, resultado de una población que tiende a localizarse en la periferia de Oaxaca y que se ubica en este municipio, principalmente en El Rosario.

En particular, la población sin escolaridad es muy baja, ya que es menor al promedio de Oaxaca en 11.3 puntos porcentuales, y en cuanto a educación primaria es menos de la mitad de la media de la entidad. En cambio, en los niveles de mayor escolaridad, el municipio se encuentra por encima de la media estatal: en educación posbásica la brecha se abre más en 41 puntos porcentuales.



4.2.3. Servicios Médicos

Un factor importante de las condiciones generales de vida en el municipio de San Sebastián Tutla es la cobertura de los servicios de salud ofrecidos por las instituciones públicas. En el año 2010, según cifras de INEGI, tanto a nivel estatal como municipal, más de la mitad de la población está cubierta o cuenta con algún tipo de seguridad social resultado una cobertura del 69.9% con 11.1 mil derechohabientes, superando al promedio estatal de 56.5 por ciento.

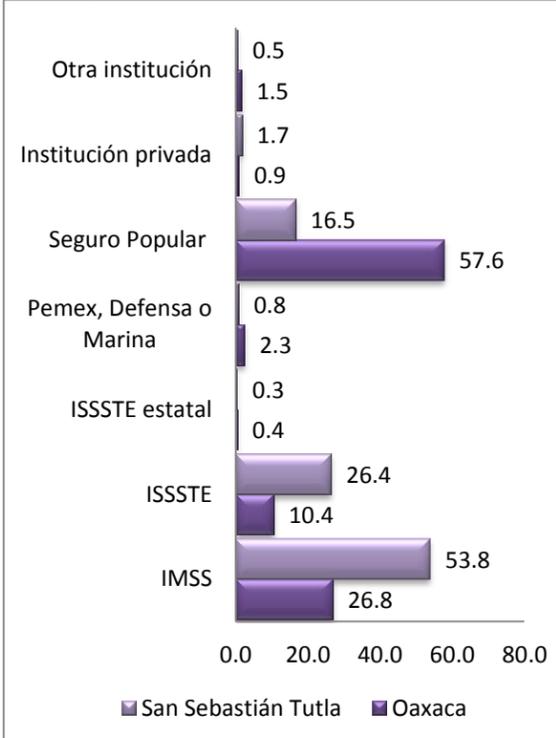
El 57.6% de los derechohabientes están cubiertos por los servicios de salud que otorga el Seguro Popular, 41 puntos porcentuales más que la entidad; el Instituto Mexicano del Seguro Social cubre el 53.8 por ciento de los derechohabientes del municipio, que representan una proporción del doble que el promedio estatal, mientras que los afiliados al ISSSTE tienen 17 puntos porcentuales más que el promedio de Oaxaca. En cuanto al resto de derechohabientes de otras instituciones, su aportación es marginal respecto a los descritos.

Cuadro 23. Oaxaca y San Sebastián Tutla : Población según condición de derechohabiencia, 2010

Entidad municipio	Población total ¹	Condición de derechohabiencia			
		Derechohabiente		No derechohabiente	
		Abs	%	Abs	%
Oaxaca	3,766,908	2,129,000	56.5	1,637,908	43.5
San Sebastián Tutla	15,899	11,108	69.9	4,791	30.1

1/ Excluye a la población que no especificó su condición de derechohabiencia
Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010

Gráfica 7. Oaxaca y San Sebastián Tutla, Servicios de salud, 2010.



Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

Cuadro 24. San Sebastián Tutla, Características de la vivienda, 2010

Viviendas	Oaxaca	San Sebastián Tutla
Total de viviendas particulares habitadas	934,055	4,494
Viviendas que disponen de agua entubada al interior de la vivienda (%)	32.0	97.0
Viviendas que disponen de drenaje a la red pública (%)	35.4	99.0
Viviendas con piso de tierra (%)	18.7	2.5
Vivienda con 2.5 habitantes por cuarto (%)	13.6	2.1

Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

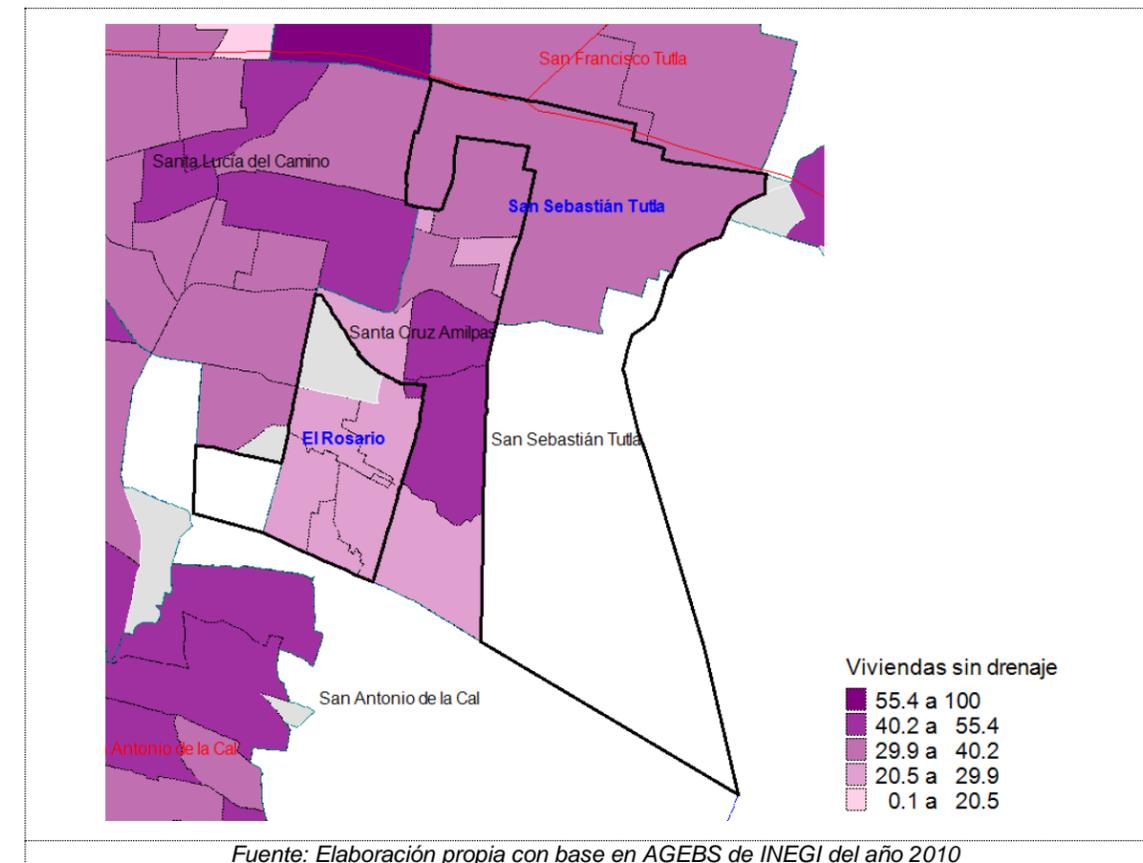
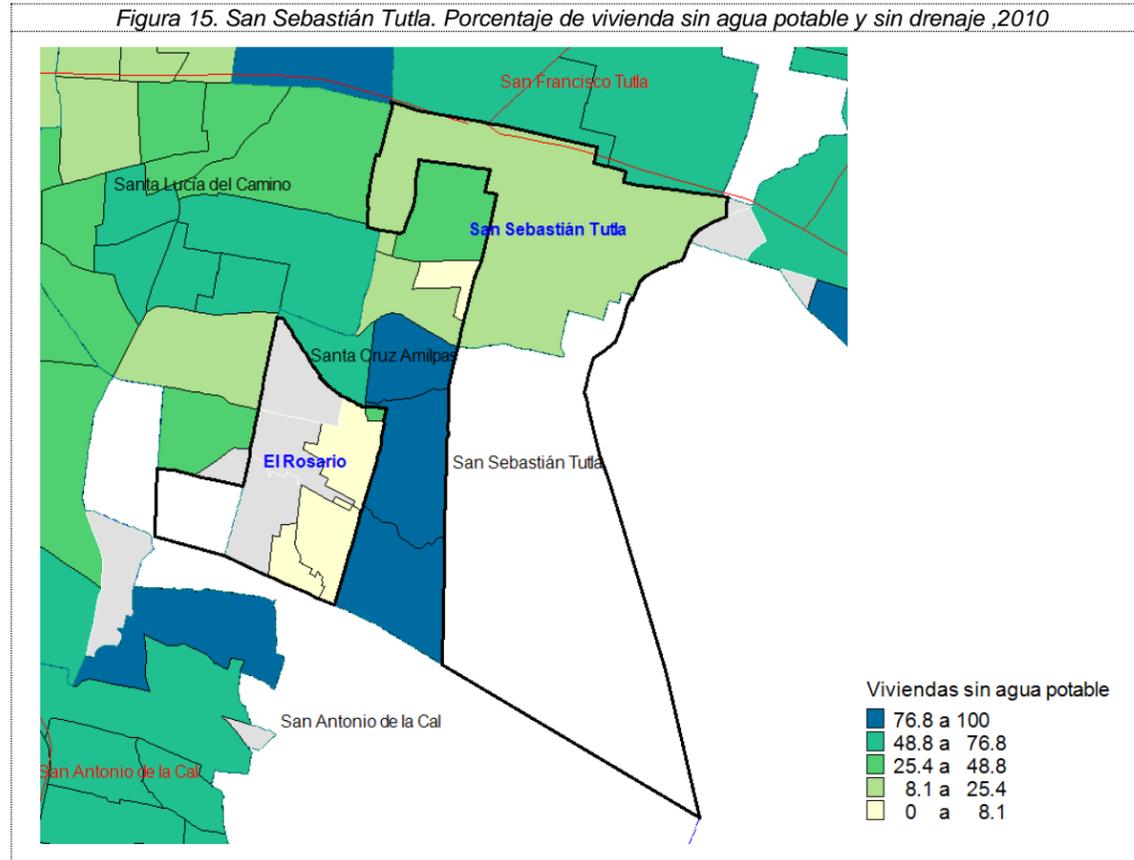
El servicio de agua entubada dentro de la vivienda tiene una cobertura del 97 por ciento en el municipio, que representa dos veces más que el promedio estatal. En cuanto al drenaje conectado a la red pública las viviendas cuentan con casi la cobertura total, Solo 2.5 por ciento de las viviendas tiene piso de tierra y 2.1 por ciento de las viviendas tienen 2.5 habitantes por cuarto, cuando la media estatal es de 13.6 por ciento (cuadro 24).

Las zonas de cobertura se identifican en el municipio entre la cabecera y El Rosario. Mientras que esta última localidad tiene un bajo porcentaje de viviendas sin agua ni drenaje, en San Sebastián Tutla presenta un promedio de viviendas de alrededor de una cuarta parte que no cuenta con esos servicios básicos.

4.2.4. Características de la Vivienda

En San Sebastián Tutla para el año 2010 se registraron 4,494 viviendas particulares habitadas en el municipio con un promedio de 3.6 habitantes por vivienda, ligeramente por debajo del promedio del estado (4.1 ocupantes por vivienda).

Figura 15. San Sebastián Tutla. Porcentaje de vivienda sin agua potable y sin drenaje, 2010



Cuadro 25. Viviendas vulnerables ante fenómenos naturales en el Municipio San Sebastián Tutla para el año 2010.

Entidad municipio /características de materiales	Losa de concreto (%)	Teja o terrado (%)	Lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil (%)	Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto (%)	Madera o adobe (%)	Viviendas con piso de tierra (%)
Oaxaca	43.2	9.0	45.4	66.4	25.6	18.7
San Sebastián Tutla	43.4	9.0	45.6	94.9	3.3	2.5

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Ampliado

Para determinar aquellos hogares que no son adecuados para resistir algún fenómeno natural y/o climático, se estandariza por el material de construcción de las viviendas, principalmente en techos, paredes y pisos. Para el caso del municipio San Sebastián Tutla, en el año 2010 el 43.4% del total de las viviendas tiene losa de concreto, y 9 por ciento de teja, por lo que una de cada tres viviendas tienen techos de materiales no durables (45.6%). En cuanto a paredes, 94.9 por

ciento tiene paredes durables y 3.3 por ciento tiene paredes que pueden ser durables con mantenimiento adecuado, de madera o adobe. En cambio, sólo 2.5 por ciento de las viviendas tienen pisos de tierra. Se considera que en comparación con el uso de materiales durables en la entidad, San Sebastián Tutla tiene una alta proporción de viviendas que cuentan con materiales en techos, paredes y pisos que por su composición pueden ser afectables por fenómenos naturales, lo que implica que se tenga que realizar acciones para reforzar las viviendas existentes y formular normas para que las viviendas nuevas incluyan materiales durables en su construcción.

4.2.5. Marginación

Junto con la vulnerabilidad física de las viviendas, se presenta también la vulnerabilidad social de los habitantes. En el caso de San Sebastián Tutla, el nivel de marginación es muy bajo, de acuerdo con los datos del Índice de Marginación como muestra el cuadro 26.

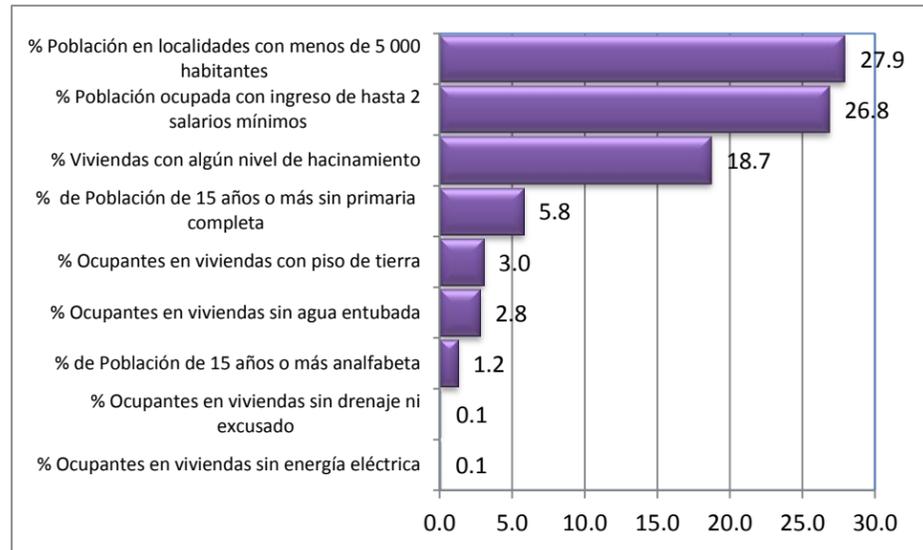
Cuadro 26. San Sebastián Tutla, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

Municipio	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Oaxaca	3,801,962	2.14623	Muy alto	80.48110959	3
San Sebastián Tutla	16,241	-1.8906399	Muy bajo	6.308958568	2,435

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

Los mayores rezagos en el municipio tienen que ver con el promedio del salario mínimo, que es de 26.8 por ciento de la PEA, así como su ubicación en localidades pequeñas (27.9%). Sin embargo al ser una localidad conurbada con Oaxaca presenta ventajas relativas que se muestran en la disponibilidad de servicios a la vivienda y en los niveles de educación de su población.

Gráfica 8. San Sebastián Tutla, Indicadores del índice de marginación municipal, 2010.



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación, 2010.

La cabecera municipal de San Sebastián Tutla tiene 1 AGEB cuyo grado de marginación es bajo, mientras que en El Rosario son seis, también con muy bajo grado de marginación. Estos datos dan cuenta que, tanto en el ámbito municipal, como en el de la cabecera, no hay rezagos que incrementen la vulnerabilidad de la población ante contingencias o ante la presencia de peligros por fenómenos naturales.

No obstante, como se analizó en los aspectos estructurales de la vivienda se requiere de un análisis más específico de sus condiciones para evaluar su vulnerabilidad ante situaciones de riesgo natural que pueden afectar a sus habitantes.

Cuadro 27. San Sebastián Tutla, índice y grado de marginación por localidad y escala 1 a 100, 2010.

Localidad	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto estatal
San Sebastián Tutla	4,534	-1.28311	Bajo	4.5	8,053
El Rosario	11,707	-1.59869	Muy bajo	2.0	8,112

Fuente: CONAPO, Índice de Marginación por localidad, 2010.

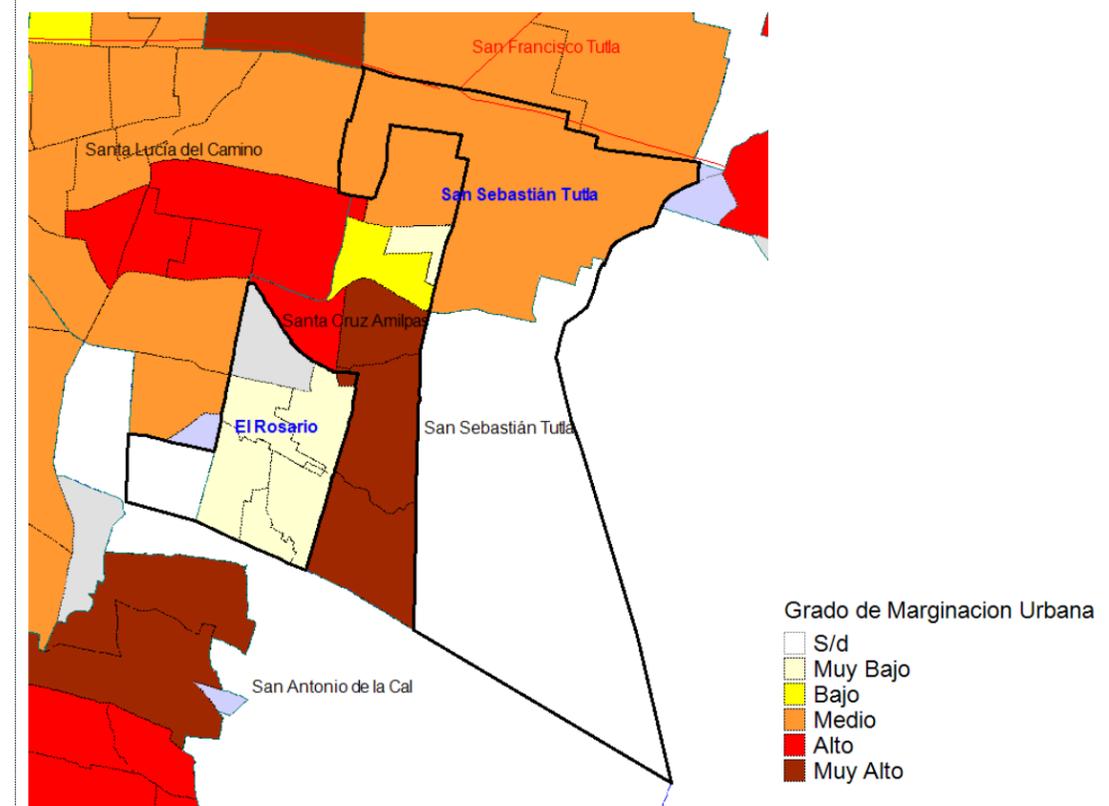
Cuadro 28. Oaxaca y San Sebastián Tutla : AGEB urbanas según grado de marginación, 2010

Localidad	AGEB urbanas	Grado de marginación urbana				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
San Sebastián Tutla	1			1		
El Rosario	6	1				5

Notas: Sólo se consideran las AGEB urbanas con al menos 20 viviendas particulares habitadas con información de ocupantes, y cuya población en dichas viviendas es mayor a la suma de la población que reside en viviendas colectivas, la población sin vivienda y la población estimada en viviendas particulares clasificadas como habitadas pero sin información, tanto de las características de la vivienda como de sus ocupantes

Fuente: CONAPO, Índice de Marginación urbana, 2010.

Figura 16. San Sebastián Tutla. Índice de marginación urbana, 2010



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación por localidad y urbana, 2010.



4.2.6. Pobreza y rezago social

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo social (CONEVAL) realiza la medición de la pobreza considerando, al menos, los indicadores de ingreso corriente per cápita, rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación y el grado de cohesión social con datos provenientes de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares y los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, provenientes del INEGI.

La medición de la pobreza en los municipios del país en 2010 ayuda a identificar los avances y retos en materia de desarrollo social, y favorece, con información relevante y oportuna, la evaluación y el diseño de las políticas públicas. Fueron 19 las variables utilizadas para el análisis, las cuales pertenecen a las diversas dimensiones que conforman la pobreza: ingreso, educación, salud, seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y alimentación.

De acuerdo con esta información, se observa que San Sebastián Tutla en relación con Oaxaca presenta condiciones más desfavorables dado que San Sebastián Tutla reporta casi 8.4 puntos porcentuales más de pobres a nivel estatal; su condición rural aumenta la proporción de pobres extremos (33.3%) que a nivel estatal es de 29.8 por ciento. En cuanto a la proporción de personas que viven con ingresos inferiores a la línea de bienestar mínimo, el municipio de San Sebastián Tutla presenta una proporción de 43.1 por ciento, situación menos favorable que la entidad, cuya proporción es de 36.8 por ciento (cuadro 29).

Cuadro 29. San Sebastián Tutla, Nivel de pobreza por tipo, 2010.

Estado / Municipio	Población total	Pobreza		Pobreza extrema		Ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	
		%	Personas	%	Personas	%	Personas
Oaxaca	3,801,962	67.4	2,566,157	29.8	1,135,230	36.8	1,402,923
San Sebastián Tutla	16,241	16.7	3,859	1.3	306	3.5	819

Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010.

El Índice de Rezago Social incorpora indicadores de educación, salud, servicios básicos en la vivienda, y calidad y espacios en la vivienda. Aunque el ISR no es una medición de pobreza, ya que no incorpora los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación, permite tener información de indicadores sociales desagregados, con lo que CONEVAL contribuye con la generación de datos para la toma de decisiones en materia de política social.

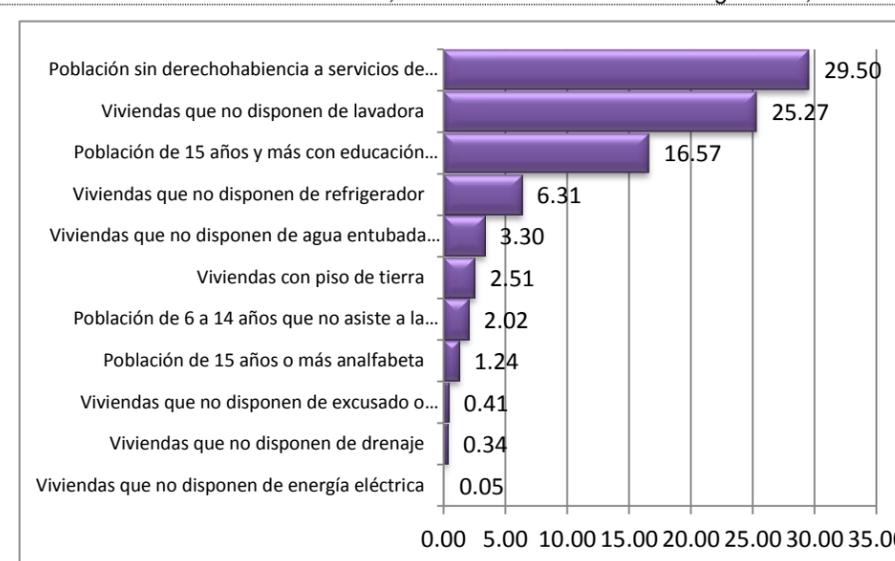
Cuadro 30. San Sebastián Tutla, Índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

Municipio	Población total	Índice de rezago social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Oaxaca	3,801,962	2.41779	Muy alto	2
San Sebastián Tutla	16,241	-1.67927	Muy bajo	2,442

Fuente: Elaboración del CONEVAL con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

De acuerdo con las variables que constituyen el Índice de Rezago Social, se observa que en San Sebastián Tutla, las dos categorías de mayor rezago se ubican en la disponibilidad de bienes en la vivienda, de lavadora (66.9%) y sin refrigerador (50.7%), de población de más de 15 años con educación básica incompleta (58.6%) y de vivienda con piso de tierra (40.5%).

Gráfica 9. San Sebastián Tutla, Indicadores del índice de Rezago social, 2010.



Fuente: CONEVAL, Índice de Rezago Social, 2010.

4.2.7. Población con capacidades diferentes

Respecto a la población con capacidades diferentes, el municipio de San Sebastián Tutla cuenta con 370 habitantes que presentan algún tipo de limitación para realización de actividades, es decir el 2.3% de la población municipal tiene algún tipo de limitación para caminar o moverse independientemente, debilidad visual o auditiva.

Cuadro 31. San Sebastián Tutla. Población según tipo de limitaciones, 2010

Población limitada	Núm. de habitantes en el municipio	% con respecto a la población total de Mpio.
Población sin limitación en la actividad	15,540	95.7
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	157	1.0
Población con limitación para ver, aún usando lentes	72	0.4
Población con limitación para escuchar	34	0.2
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	36	0.2
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	7	0.0
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	10	0.1
Población con limitación mental	54	0.3

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

En el siguiente cuadro se presentan los tipos de limitación registrados en el municipio en cada localidad censal.

Cuadro 32. San Sebastián Tutla. Población según tipo de limitaciones por localidad, 2010.

Localidad	Población con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aún usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Población con limitación mental	Población sin limitación en la actividad
SAN SEBASTIÁN TUTLA	118	60	22	15	11	1	6	17	4,331
EL ROSARIO	208	97	50	21	23	6	4	37	11,209

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

4.3. Principales actividades económicas

El Municipio de San Sebastián Tutla tiene una escasa participación económica en la entidad dado que concentra el 0.53 por ciento del personal ocupado de la entidad y 0.43 por ciento de las unidades económicas, pero su aportación económica es de 0.33 por ciento del Valor Agregado Censal Bruto (VACB). Esto indica que la economía local es muy débil, lo que se manifiesta en la creación de sólo 2,135 empleos locales, que no satisfacen las necesidades

laborales de la población residente y se tiene que trasladar a la capital de la entidad (cuadro 33).

Cuadro 33. Indicadores de la participación del municipio San Sebastián Tutla en la economía estatal respecto a unidades económicas, personal ocupado y el valor agregado censal bruto en 2009.

Estado / Municipio	Unidades Económicas	Personal ocupado	Valor agregado censal bruto (Millones de pesos)
Oaxaca	144,372	405,228	36,000,990
San Sebastián Tutla	615	2,135	117,310
%	0.43	0.53	0.33

Nota: El Valor Agregado Censal Bruto (VACB)*: Es el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica. Aritméticamente, el VACB resulta de restar a la Producción Bruta Total el Consumo Intermedio; se le llama bruto porque no se le ha deducido el consumo de capital fijo.

Unidades económicas**: Son las unidades estadísticas sobre las cuales se recopilan datos, se dedican principalmente a un tipo de actividad de manera permanente. Se definen por sector de acuerdo con la disponibilidad de registros contables y la necesidad de obtener información con el mayor nivel de precisión analítica. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censos económico 2009. Resultados definitivos.

En el Municipio de San Sebastián Tutla, el sector comercio al por menor prevalece como la principal actividad económica, con 211 unidades económicas que representan el 34.3 por ciento del total municipal; éstas se refieren a comercio básico. Este rubro ocupa al mayor porcentaje de la población económicamente activa, representando el 19.4 por ciento del total de la PEA ocupada, sin embargo genera el 10.3 por ciento del VACB.

Dentro de la economía municipal, el segundo sector en importancia es el de alojamiento temporal y preparación de alimentos, el cual tiene 90 establecimientos y emplea a 288 personas, con una aportación al VACB de 6.86 por ciento del total municipal, lo que indica una reducida inversión para el desarrollo de estas actividades.

El sector otros servicios excepto actividades gubernamentales y el sector educativo son los siguientes en importancia por el empleo generado (10.8 y 18.8% respectivamente), siendo este último sector el de mayor aportación al VACB del municipio (32.8%).

Cuadro 34. Principales sectores de actividad económica en el Municipio San Sebastián Tutla , su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%) en 2008.

Clave	Sector económico	Unidad Económica	Pob Ocupada	Valor Agregado censal Bruto
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas *		2	231
23	Construcción	6	135	22,416
31	Industrias manufactureras	55	223	10,925
43	Comercio al por mayor	16	44	3,121
46	Comercio al por menor	211	416	12,162
52	Servicios financieros y de seguros *		4	-93
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	10	27	914
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos *		5	80
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	18	37	272
61	Servicios educativos	5	403	38,512
62	Servicios de salud y de asistencia social	18	54	1,061
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos *		8	267
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	90	288	8,050
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	96	201	11,342

Elaboración propia con base en Características principales de las unidades económicas del sector privado y paraestatal que realizaron actividades durante 2008 en Puebla, según municipio, sector, subsector, rama y subrama de actividad económica en INEGI. Censos económicos 2009. Resultados definitivos.

4.4. Características de la Población Económicamente Activa

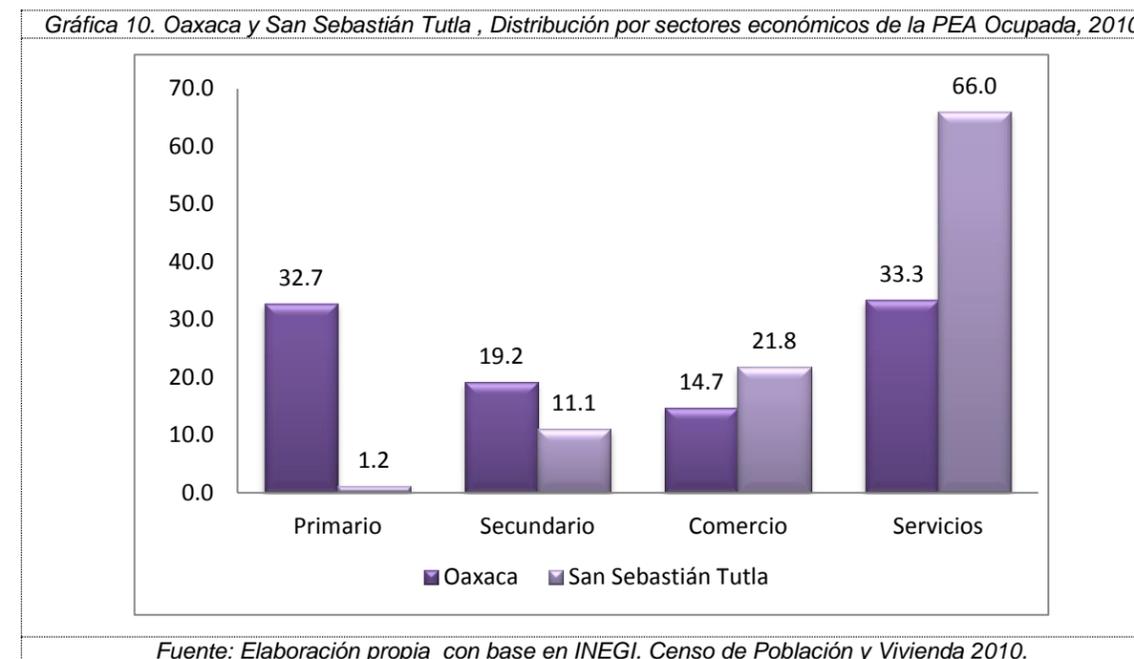
En San Sebastián Tutla, del total de la población de 12 años y más, 60.2 por ciento tiene alguna actividad y cerca del 40 por ciento no es activa. De los casi 8 mil personas de la PEA el 97.8 por ciento se encuentra ocupada y solo un 2.2 por ciento no está ocupada. En comparación con el promedio de Oaxaca este municipio se encuentra en condiciones favorables en el empleo generado.

Cuadro 35. Oaxaca y San Sebastián Tutla : Condición de actividad económica, 2010

Entidad /municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica					
		Población económicamente activa				Población no económicamente activa	%
		Total	%	Ocupada	Desocupada		
Oaxaca	2,825,071	1,343,189	47.5	96.7	3.3	1,481,882	52.5
San Sebastián Tutla	13,139	7,906	60.2	97.8	2.2	5,233	39.8

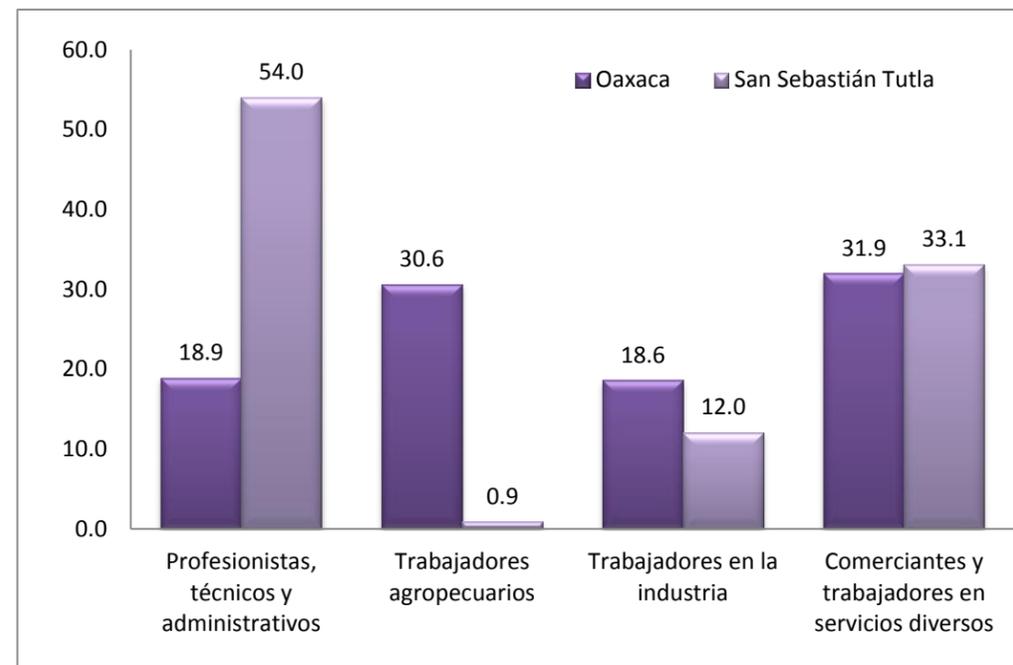
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Por sectores, la población económicamente activa de San Sebastián Tutla se emplea principalmente en el sector servicios, donde dos de cada tres empleados se ubican (gráfica 10). Esta proporción supera por mucho el promedio estatal que es de 33.3 por ciento. De igual forma supera en el sector de comercio. En cambio, en actividades agropecuarias e industriales el resto de los sectores, el municipio se encuentra por debajo del estado, dado que 1.2 por ciento de su PEA se ocupa en actividades primarias y 11.1 por ciento en manufacturas.



Por tipo de ocupaciones, se observa que una proporción importante de la PEA son profesionistas y técnicos (54%), y comerciantes y trabajadores en servicios, proporción mayor al promedio de la entidad. En cambio el resto de las ocupaciones se ubican por debajo de la media estatal. En particular, es muy escasa la mano de obra de (trabajadores agropecuarios y de la industria, lo que denota el perfil urbano del municipio (gráfica 11).

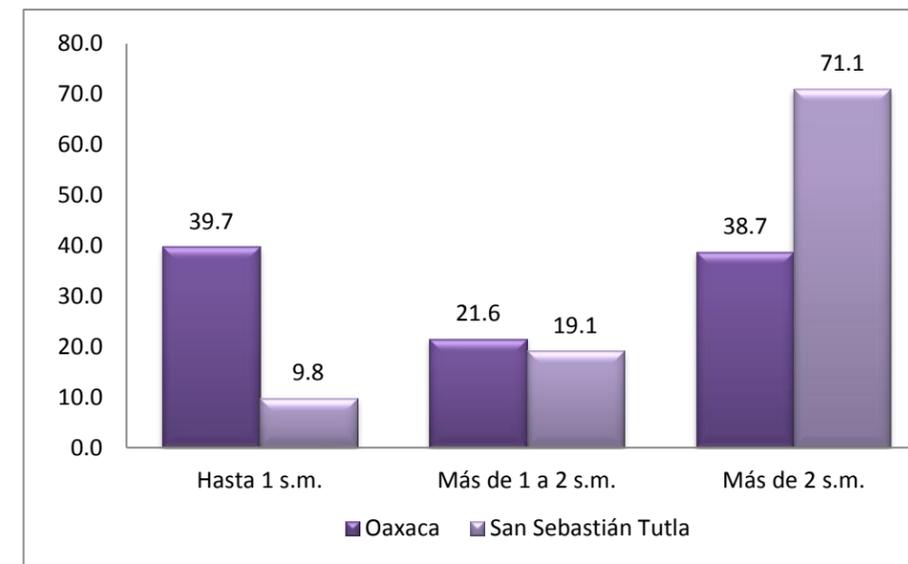
Gráfica 11. Oaxaca y San Sebastián Tutla, Distribución por división ocupacional de la PEA Ocupada, 2010



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

Finalmente, el nivel de ingresos indica que 71.1 por ciento de la PEA recibe más de 2 vsm, proporción mayor al promedio estatal y cerca del 20 por ciento recibe de 2 a 3 vsm. En cambio, la PEA de menos de una vsm representa poco menos del diez por ciento del total en el municipio (Gráfica 12). Esto denota una situación más favorable del municipio que la entidad, donde hay una proporción de población que tiene mayores recursos.

Gráfica 12. Oaxaca y San Sebastián Tutla, Distribución por nivel de ingreso de la PEA Ocupada, 2010



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

En síntesis, el municipio de San Sebastián Tutla tiene una mayor vulnerabilidad material que socioeconómica que se relacionan tanto con el estado de la vivienda, en términos de su calidad constructiva. De esta manera, la población del municipio puede verse afectada por la presencia de fenómenos naturales que pueden afectar su condición socioeconómica y reducir en la capacidad de recuperación ante eventuales desastres.

4.5. Estructura urbana

El municipio de San Sebastián Tutla cuenta con una extensión territorial de 8.93 km², a una altitud media de 1,540 m.s.n.m. Colinda con los municipios de San Agustín Yatareni, San Antonio de la Cal, Tlaxiácat de Cabrera y Santa Lucía del Camino. El municipio cuenta con carretera pavimentada, con destino a Tehuantepec, que comunica directamente a la capital.

Las carreteras y los caminos se encuentran en buen estado y en general son transitables todo el año así como las calles y caminos al interior del municipio.

La mayoría de las calles del municipio están pavimentadas, sin embargo aun hay algunas zonas que no cuentan con este servicio debido al crecimiento y la extensión de viviendas hacia lugares periféricos, asimismo los caminos internos a los terrenos de cultivo se encuentran en buen estado y son transitables. De esta forma se observa que la cabecera municipal de San Sebastián Tutla no tiene el 100% de la calles pavimentadas, aproximadamente trece calles (20%) no cuentan con este servicio. El principal problema que presentan las calles del fraccionamiento "El Rosario", es de baches.



Figura 17. Estructura urbana de San Sebastián Tutla y El Rosario San Sebastián Tutla



Figura 18. El Rosario

Fuente: Google Map ©2013 Cnes/Spot Image, DigitalGlobe, INEGI

CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad

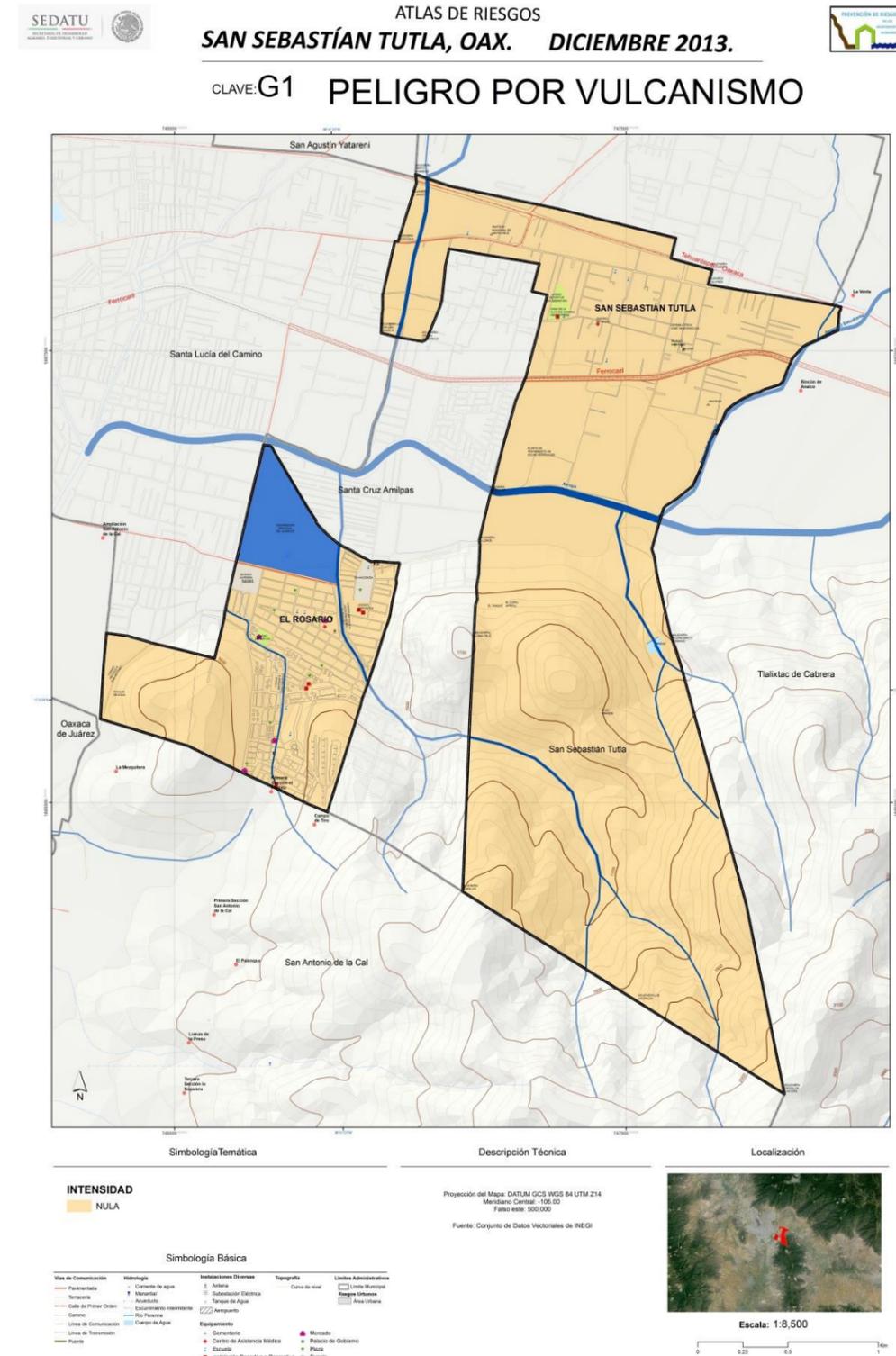
5.1. Fenómenos perturbadores de origen geológico

Los fenómenos naturales que ocurren comúnmente en la superficie terrestre y están asociados con procesos geológicos, geomorfológicos e hidrometeorológicos. Cuando alguno de estos fenómenos afecta o tiene la posibilidad de afectar las actividades políticas, económicas, sociales, entre otras, de la población asentada, el fenómeno es considerado peligroso. Para conocer la probabilidad de ser afectado por uno de estos fenómenos, primero se requiere un conocimiento sólido del fenómeno, después delinear las zonas proclives a ser afectadas y posteriormente generar propuestas para la mitigación o prevención de los posibles daños. Cabe resaltar que los fenómenos naturales han ocurrido en la superficie terrestre desde que está se formó, así que nunca se podrán evitar (Enríquez et al., 2010). Aquí se presenta el primer paso para afrontar los peligros naturales que aquejan al municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca. El municipio se encuentra al oeste de la capital del estado, en la llanura de inundación del río La Venta. Razón por la cual los peligros que mayormente afectan a la población al interior del municipio son los movimientos del terreno ya sea por subsidencia o actividad sísmica, además de las crecidas del río y sedimentos que lleva consigo.

5.1.1 Vulcanismo

El municipio de San Sebastián Tutla se encuentra en la parte norte-centro del estado de Oaxaca. En un territorio compuesto por rocas de naturaleza sedimentaria (areniscas y lutitas calcáreas) y algunos relictos de rocas volcánicas antiguas. No se reconocieron indicadores que coloquen al municipio en un escenario de peligro volcánico. Es decir, a lo largo del municipio no se encontraron depósitos recientes de ceniza de caída volcánica o de piroclastos que hayan viajado desde un volcán cercano al municipio. Por esta razón el peligro es prácticamente nulo (Fig. 1). Solo se puede hacer referencia de que los volcanes que han presentado una actividad en tiempos históricos cercanos al municipio son los volcanes de Los Tuxtlas y San Martín Tuxtla, en Veracruz que se localiza a 230 y 240 km al Noreste; el volcán Pico de Orizaba y Popocatepetl en Puebla y Edo. de México, a 230 y 290 km, al Noroeste respectivamente; de distancia a la cabecera municipal. En caso de que alguno de estos volcanes presentara una actividad paroxísmica importante y la dirección de los vientos al momento de la erupción fuera al Sur y Sureste, la ocurrencia de ceniza de caída de espesores menores al 1 cm puede afectar al territorio, pero la probabilidad de que esto ocurra es mínima.

Figura 19. Mapa de zonas de peligro volcánico de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



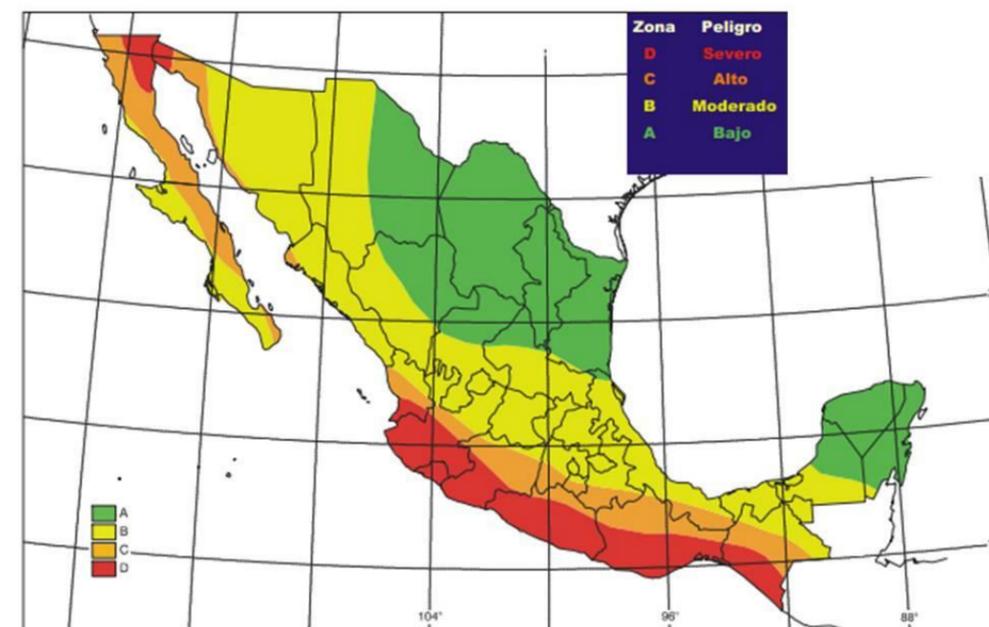
5.1.2 Sismos

La sismicidad es un fenómeno natural producto del movimiento súbito de la corteza terrestre, debido a diferentes fuerzas, principalmente al movimiento de las placas tectónicas. El país se encuentra dividido en varias placas tectónicas dentro de las cuales las que comprenden el territorio mexicano son: la de Norteamérica (que comprende a cerca del 90 % del territorio continental), la Pacífica, de Cocos (enfrente de las costas de Michoacán, hasta Chiapas) y de Rivera (enfrente de las costas de Colima, Jalisco y Nayarit). La sismicidad comúnmente se produce en los límites de estas placas, y rara vez en el interior.

En la costa del Pacífico, la corteza oceánica se introduce por debajo de la placa de Norteamérica, lo que produce la mayor cantidad de sismos en el país. De acuerdo con esta zona de subducción, el país ha sido dividido en 4 grandes zonas sísmicas (Fig. 20). Para su división se utilizó la información sísmica del país desde el inicio del siglo pasado, a partir de registros históricos. Estas zonas son un reflejo de la ocurrencia de sismos en las diversas regiones. En la zona A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años. Las zonas B y C son zonas intermedias, aquí los registros de sismos no son tan frecuente. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente.

El Oaxaca se encuentra en las regiones sísmicas B, C y D. La región B, es considerada como una zona penisísmica, es decir, experimenta actividad sísmica, además de ser un cinturón de amortiguamiento por la cercanía a la Trinchera Mesoamericana (donde las placas oceánicas subducen a la continental). Por tal motivo es relativamente común percibir movimientos corticales, pero su recurrencia aunque es mayor comparada con la región A, rara vez incrementa la intensidad de la actividad. La zona C es intermedia al área de subducción, aquí se registran sismos aunque no tan frecuentemente, es una zona afectada por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Figura 20. Regiones sísmicas (Fuente SEGOB, 2001).



El municipio de San Sebastián Tutla se encuentra aprox. a 200 km de distancia de la trinchera sismo-generadora. Esto hace que el municipio se encuentre inmerso en la zona C (penisísmica), presenta un riesgo moderado en cuanto a la ocurrencia de movimientos sísmicos de cualquier tipo (tectónico y/o volcánico). Recientemente se registraron 4 sismos ocurridos cerca del municipio (Tabla 1). Pero para caracterizar de mejor manera este peligro, es necesario considerar los efectos del sitio, de acuerdo con su litología.

Cuadro 36. Sismos ocurridos en los alrededores del municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Magnitud
26/05/2013	17.1	96.68	46	4.0
01/10/2000	16.98	96.7	65	4.0
11/12/1999	17.01	96.72	64	3.8
06/09/2011	17.09	96.64	78	3.5

El municipio presenta rocas densas en la zona elevadas, al Sur del municipio, mientras que las partes bajas la constituyen depósitos aluviales. Bajo este contexto el municipio pueden definirse tres zonas claras (Fig. 21). La zona de riesgo sísmico nulo, se encuentra en zonas de litología competente, comprende a los relictos de rocas volcánicas y calizas (Foto. 4). Esto no quiere decir que si ocurre un sismo no se presenten peligros secundarios, como caídas o desprendimientos de rocas. Solo señala la sustancial reducción de las ondas sísmicas al viajar en ese sustrato. La zona con riesgo bajo, por ende con una ligera amplificación de las ondas sísmicas, la constituyen suelos generalmente firmes, constituido en el municipio por depósitos proluviales consolidados y desecados de forma incipiente por la erosión fluvial. La zona de peligro medio es una zona de

transición de depósitos profundos constituido por depósitos mejor clasificados y constituidos por sólidos de menor tamaño (gravas, arenas y limo) por lo que la amplificación puede ser mayor a la zona de anterior. Por último, las zonas aluviales pueden amplificar sustancialmente las ondas sísmicas, en el municipio los lechos aparentes deben considerarse las zonas de mayor peligro. En el mapa no aparecen las zonas, porque se requiere confirmarse en los recorridos en campo. Tanto el Rosario, como San Sebastián Tutla y Santa Lucía del Camino se encuentran principalmente en zonas con peligro sísmico alto y medio. Sólo las partes elevadas del Rosario se encuentran en zonas de peligro bajo (Fig. 5) y nulo, en lo que respecta a la repercusión sísmica.



Foto. 4. Vista del relieve presente en San Sebastián Tutla, Oaxaca. Se observa que las construcciones se encuentran en la zona baja y plana, mientras que las laderas de montañas tienen una ligera cobertura vegetal. Las laderas están constituidas de antiguas rocas volcánicas y los escarpes al inferior muestran rocas sedimentarias químicas.

Figura 21. Mapa de peligro sísmico de San Sebastián Tutla, Oaxaca.

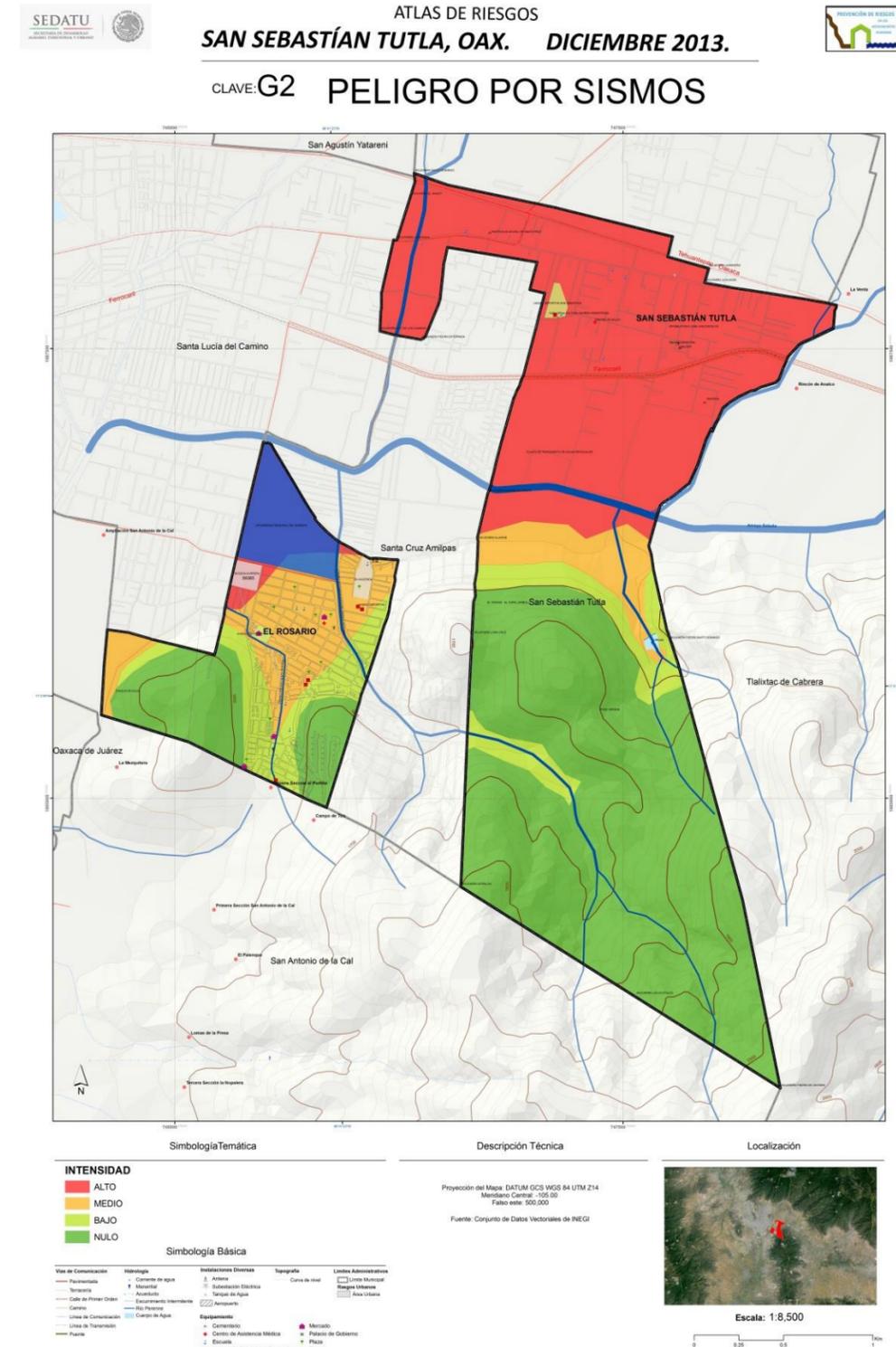




Foto. 5. Fraccionamiento en el Rosario, emplazado en los lomeríos erosivos, localizados en una zona de peligro sísmico medio. La altura, material de construcción usado y basamento de los edificios deben ser los necesarios para reducir la aceleración que produciría un sismo de magnitud 7.

En el escenario de peligros y riesgos sísmicos, se debe planear medidas a los fenómenos producidos de manera posterior a la ocurrencia de un sismo. Es decir, en caso de que ocurra un sismo de magnitud considerable, algunas construcciones se verían afectadas debido al efecto trepidatorio en las cercanías al epicentro (Foto. 5). Además aquellas áreas de rellenos, zonas aluviales y de sedimentos fluviales, con construcción de estructuras urbanas, pueden verse afectadas por un fenómeno de licuefacción del suelo. Este fenómeno ocurre cuando a un suelo saturado en agua se ve atravesado por una onda lo que produce que las partículas finas asciendan a la superficie en pipas o de forma irregular cambiando la estructura del suelo y subsuelo. En este sentido si existen construcciones, estas se pueden ver afectadas por la repentina ocurrencia de cavidades someras o movimiento aparente del suelo, lo que dañaría la estructura de las construcciones. En el municipio se observan múltiples construcciones que denotan un movimiento diferencial en sus pilares o castillos (Foto. 6). Es importante señalar que este tipo de peligro debe reportarse como subsidencia del sustrato, pero la actividad sísmica y el material friable en el que se observa, son las principales fuentes de esta problemática. Se tratará más adelante en el apartado de hundimientos.



Foto. 6. Agrietamiento en construcciones alrededor de San Sebastián Tutla, Oaxaca.

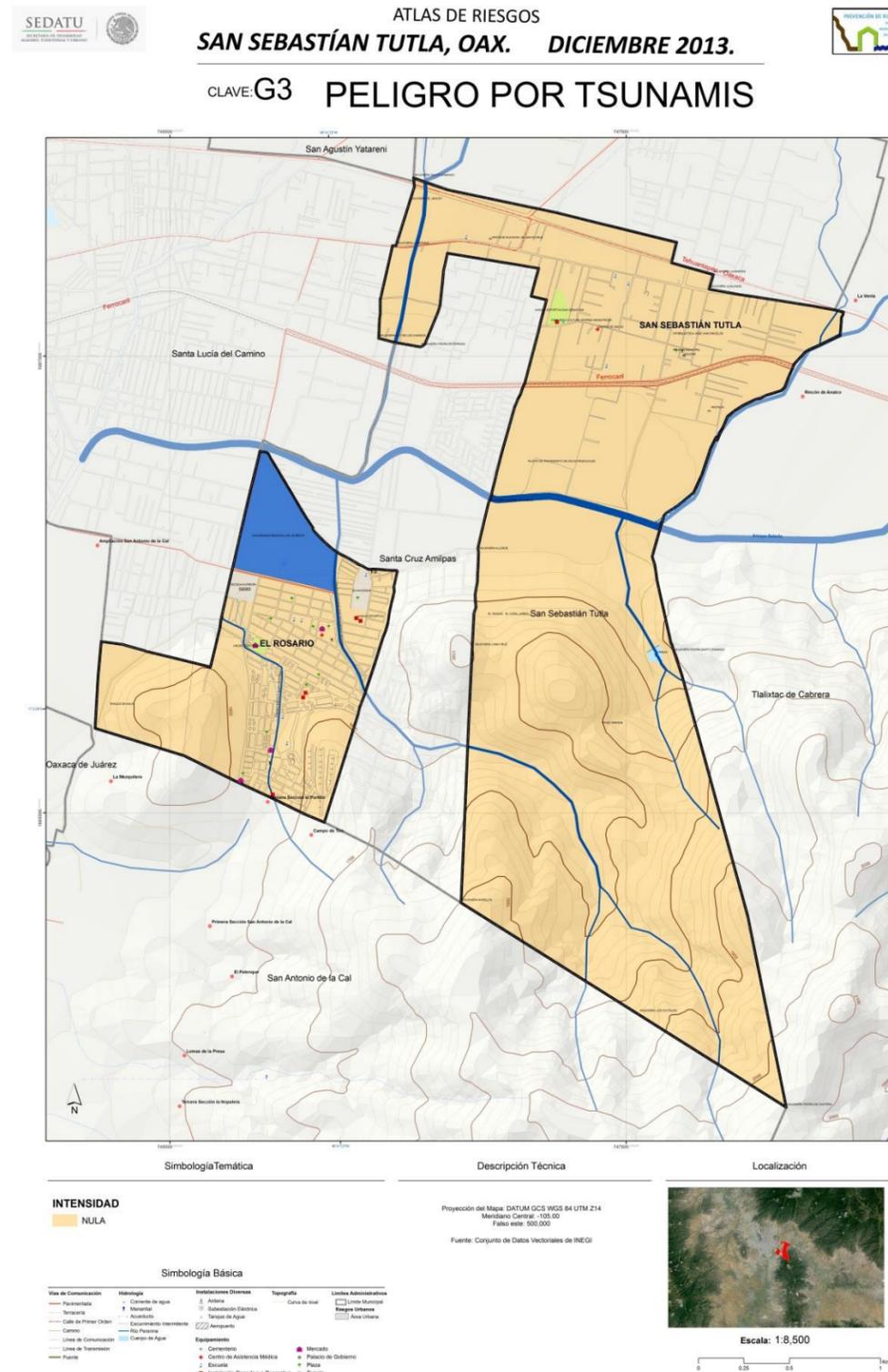
5.1.3 Tsunamis

Los tsunamis son considerados producidos por una secuencia de ondas producidas por un sismo en el lecho marino. En México la mayoría de tsunamis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del Océano Pacífico, en la zona de subducción entre las placas de Cocos y Rivera, bajo la de Norteamericana. Sin embargo, para que se genere un tsunami, es necesario que el hipocentro (punto de origen del sismo, en el interior de la Tierra) se encuentre bajo el lecho marino a una profundidad menor de 60km, que la falla tenga movimiento vertical y que libere suficiente energía para generar oleaje.

De acuerdo con la distancia o el tiempo de desplazamiento desde el origen los tsunamis pueden ser locales o lejanos. Los tsunamis locales se generan cuando el tiempo de arribo es menor a una hora debido a que el origen está muy cercano de la costa y los tsunamis lejanos se consideran cuando el sitio de origen se encuentra a más de 1,000km de distancia de la costa, por lo tanto el oleaje puede tardar de varias horas hasta un día en arribar.

De acuerdo con lo anterior el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca se encuentran a aproximadamente 216 km de la costa del Golfo de México y a 136 km del Océano Pacífico, con una altura mínima de 1520 metros sobre el nivel del mar, por lo que este tipo de peligro se considera nulo (Fig. 22).

Figura 22. Mapa de zonas de peligro por Tsunami en San Sebastián Tutla, Oaxaca.



5.1.4 Inestabilidad de laderas

A nivel nacional, los peligros por Procesos de Remoción en Masa (PRM), constituyen una de las amenazas más comunes que impactan a los asentamientos humanos, sin importar que sean en áreas rurales o urbanas, así como a su infraestructura vial y económica, como sus equipamientos (escuelas, mercados, parques, oficinas de gobierno, etc.)

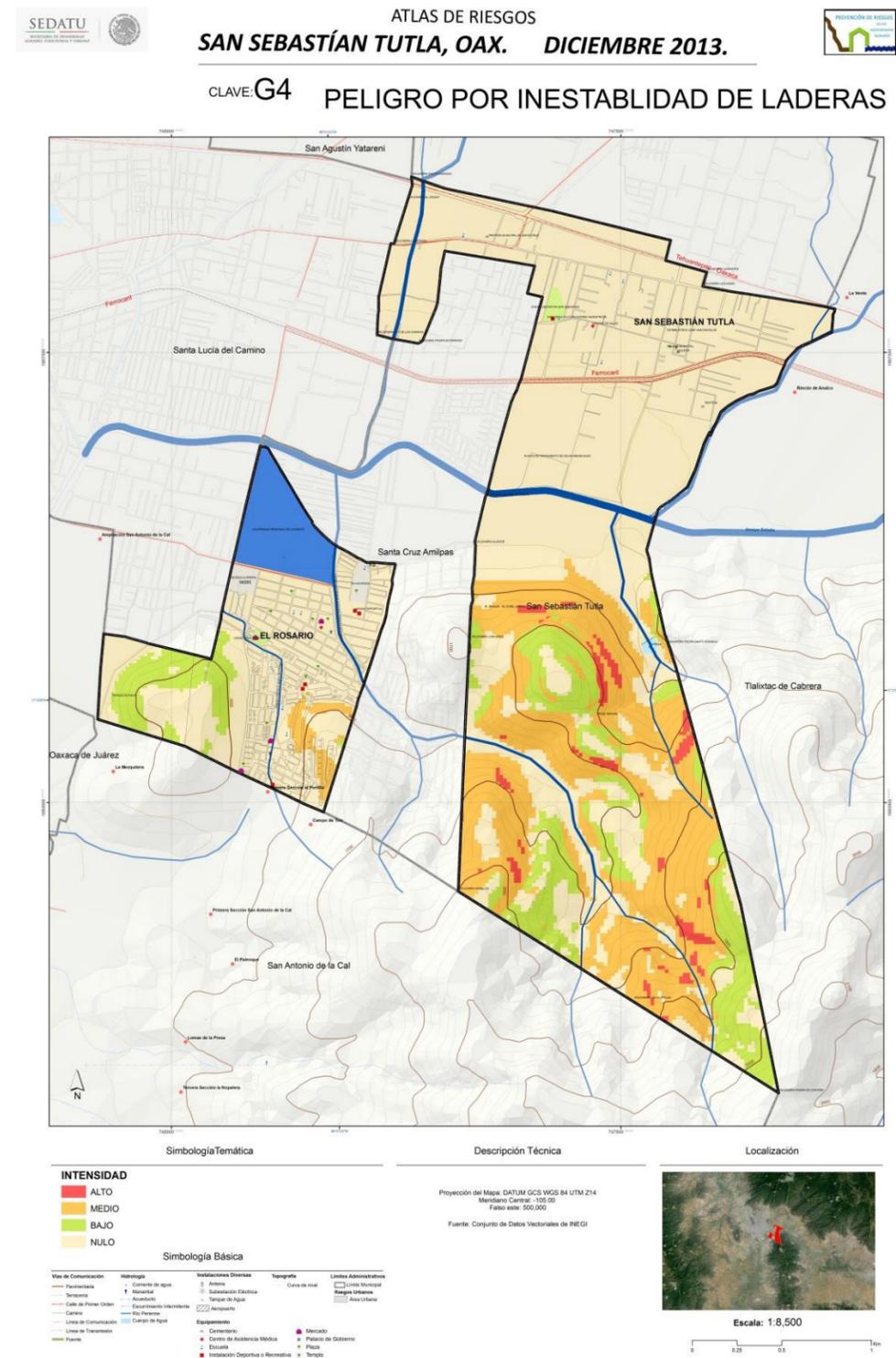
Dentro de las etapas de prevención y mitigación es indispensable el estudio del relieve, de la geología así como de la geomorfología del lugar, para determinar cuáles son las condiciones más propicias para que se presenten los procesos de remoción en masa, y así determinar la localización y distribución de las zonas más vulnerables.

En este caso, un mapa de susceptibilidad de Procesos de Remoción en Masa, para la zona de estudio, es aceptable para satisfacer las necesidades locales de evaluación. En este sentido, la presente delimitación de peligros por procesos de remoción en masa parte de un análisis de multicriterio. El cual permite obtener un mapa continuo con posibilidad de ocurrencia, que se adapta muy bien a una variable continua como es el índice de riesgo a PRM considerado.

El mapa de peligro se definió al ponderada los mapas de pendientes, geología (litología), de los procesos geodinámicos de modelado como son los erosivos fluviales (distancia a ríos) y el geomorfológico. Cabe mencionar que el mapa se elaboró en el Sistema de Información Geográfica ArcGis, con una resolución espacial (píxel) de 20 x 20 m.

El mapa correspondiente a la geología fue elaborado con la clasificación de 2 niveles de riesgo de la litología, el cual se hizo a partir de las características físicas y origen de cada una de las unidades. El mapa geomorfológico definió zonas activas a procesos de modelado. Al tener cada uno de ellos se hace un cruce de mapas y se reclasifican los valores mayores. El resultado es una zonificación de procesos de remoción en masa en donde la secuencia litológica con capas de lutitas verdes, las pendientes mayores y los procesos modeladores son la pieza fundamental del análisis (Fig. 23).

Figura 23. Mapa de zonas con laderas inestables en donde se pueden presentar PRM en el municipio San Sebastián Tutla, Oaxaca.



Los deslizamientos son un tipo de los Procesos de Remoción en Masa, que se produce en laderas inestables gravitacionalmente, en donde el movimiento de la ladera se desliza de acuerdo a una superficie al interior o plano de deslizamiento, pueden ser de dos tipos, plano o curvo, por lo que el deslizamiento se considera translacional o rotacional respectivamente.

Debido a las características con las que cuenta el municipio de San Sebastián Tutla, los deslizamientos pueden ocurrir en las calizas y rocas carbonatadas. Ya que los límites entre capas funcionan como plano de deslizamiento (Foto. 9). Ejemplo de este tipo de deslizamiento se observaron en la localidad del Rosario y Santa Lucía del Camino (Foto. 10).



Foto. 9. Capas de areniscas y magras en las laderas de los lomeríos erosivos que conforman el sector Sur del municipio. Nótese los planos que delimitan cada capa. Estos límites pueden funcionar como plano de deslizamiento.

Las zonas de mayor inestabilidad de ladera se encuentran al sur de San Sebastián Tutla, en las laderas que componen el macizo montañoso. Afortunadamente no existe infraestructura urbana en ese sector. Las zonas de peligro medio predominan de acuerdo con las fuertes pendientes y litología que lo componen. En cambio, en el Rosario, aunque las zonas de peligros son pequeñas y de valores medios y bajos, en estas zonas si existen construcciones de vivienda e infraestructura urbana diversa. El material que constituye este relieve, muestra una baja competencia. Un ejemplo de esto se observa en el cauce que corre a un lado de la Ex-Hacienda y campos de fútbol (Foto. 11). La urbanización en el Rosario se encuentra en laderas con pendientes superiores a los 10°, y conforme ascendemos topográficamente la pendiente se incrementa, lo que acelera la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

De esta manera es evidente que debido a la configuración de territorio y la composición litológica, el municipio se ve altamente susceptible a presentar deslizamiento, siendo prácticamente todas las laderas del sur del municipio, como posibles fuentes de deslizamientos.



Foto. 10. Fotografía de un fraccionamiento en El Rosario, San Sebastián Tutla, en donde es evidente la pendiente general del terreno, aunado a la carga de las construcciones, hace vulnerable al territorio para incrementar la inestabilidad de la ladera.



Foto. 11. Vertiente del cauce, en donde se observa la baja competencia del material, aluvión y sedimentos friables. La carga en peso que tiene la calle superior y las construcciones, incrementa la inestabilidad de la vertiente, además de que la erosión causada por el río en la base favorece que la vertiente sufra procesos de remoción.

Por último la deforestación y uso de las zonas cumbreles de los lomeríos al Sur del municipio, puede ser un factor determinante para incrementar la inestabilidad de las laderas (Fig. 12). Esto se observa en los límites del Rosario. Posiblemente el hecho de que una parte del territorio

pertenezca a otro municipio, hace que no llame la atención de la población, pero a largo plazo la remoción en masa afectaría al municipio de San Sebastián Tutla.



Foto. 12. Vista de los límites Sur del municipio. Se observa que la zona cumbre del lomerío presenta manchones sin vegetación, lo que acelera los procesos que incrementan la inestabilidad de la ladera.

5.1.5 Flujos

Dentro de la clasificación de deslizamientos existe un tipo caracterizado como flujos, este proceso inicia por la saturación súbita de sedimentos no consolidados que se encuentran en las partes altas, donde la pendiente del terreno es pronunciada. Al generarse la saturación, el material aumenta su peso y tiende a fluir pendiente abajo a través de los cauces o barrancos, por lo cual este tipo de procesos están estrechamente relacionados con la geología, pendiente del terreno, la densidad de disección y las áreas deforestadas.

El municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca cuenta con zonas susceptibles a generación de flujos en donde la pendiente ronda de los 15 a 30° de inclinación. Es muy importante considerar la geometría de las laderas. Por esta razón se elaboró un mapa de geometría de laderas en donde se ponderaron las laderas con una geometría cóncava. De esta manera se cartografiaron los corredores por donde más fácilmente viajarán los flujos de escombros. Además las corrientes fueron clasificadas, lo que dio como resultado que las de primer orden o erosivas que incorporan material sólido para formar flujos ladera abajo son aquellas con mayor peligrosidad. Las partes bajas son consideradas zonas de depósito y dependiendo del volumen de los flujos pueden alcanzar zonas planas por lo tanto se considera peligro bajo.

Es importante señalar que la homogeneidad de las pendientes del territorio, no favorece el desarrollo de flujos. Pero la meteorización del sustrato y geometría de laderas así como la deforestación debilita el regolito, lo que produce un escenario neto para la ocurrencia de este

fenómeno. Por esta razón solo en las cabeceras erosivas en las laderas al sur del municipio, constituidas por rocas carbotadas y clásticas, se cumplen los requisitos para tener corredores de flujos (Foto. 13). Mientras que los corredores localizados en las laderas de calizas en el área de El Rosario, se clasificaron como de peligrosidad baja. Esto debido a que son los fondo de los valles, que continuamente han sido rellenos por procesos de sedimentación entre ellos flujos de escombros.

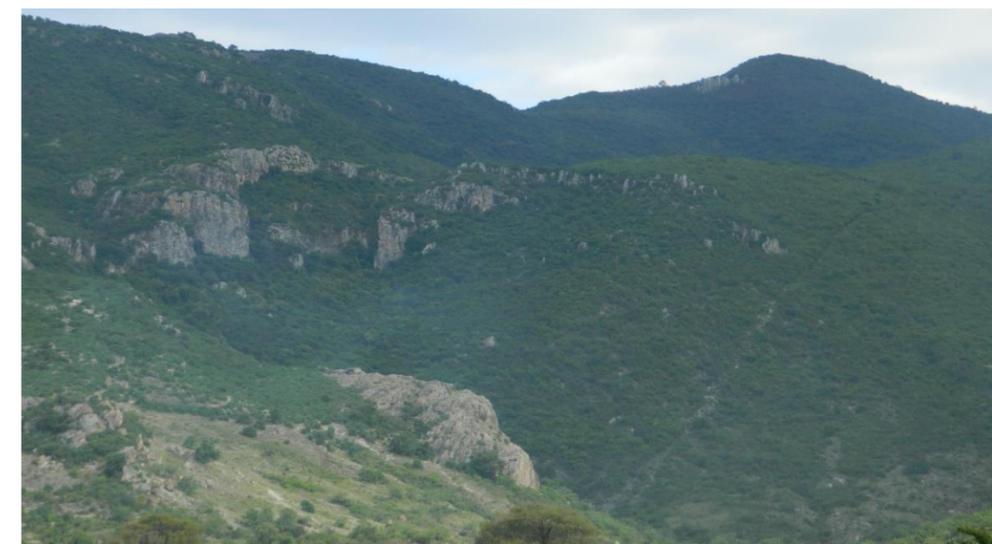


Foto. 13. Fotografía de las laderas al Sur del municipio. Las zonas escarpadas pueden funcionar como zona fuente de flujos. Es importante señalar que el fenómeno en esta zona, no afecta infraestructura alguna.

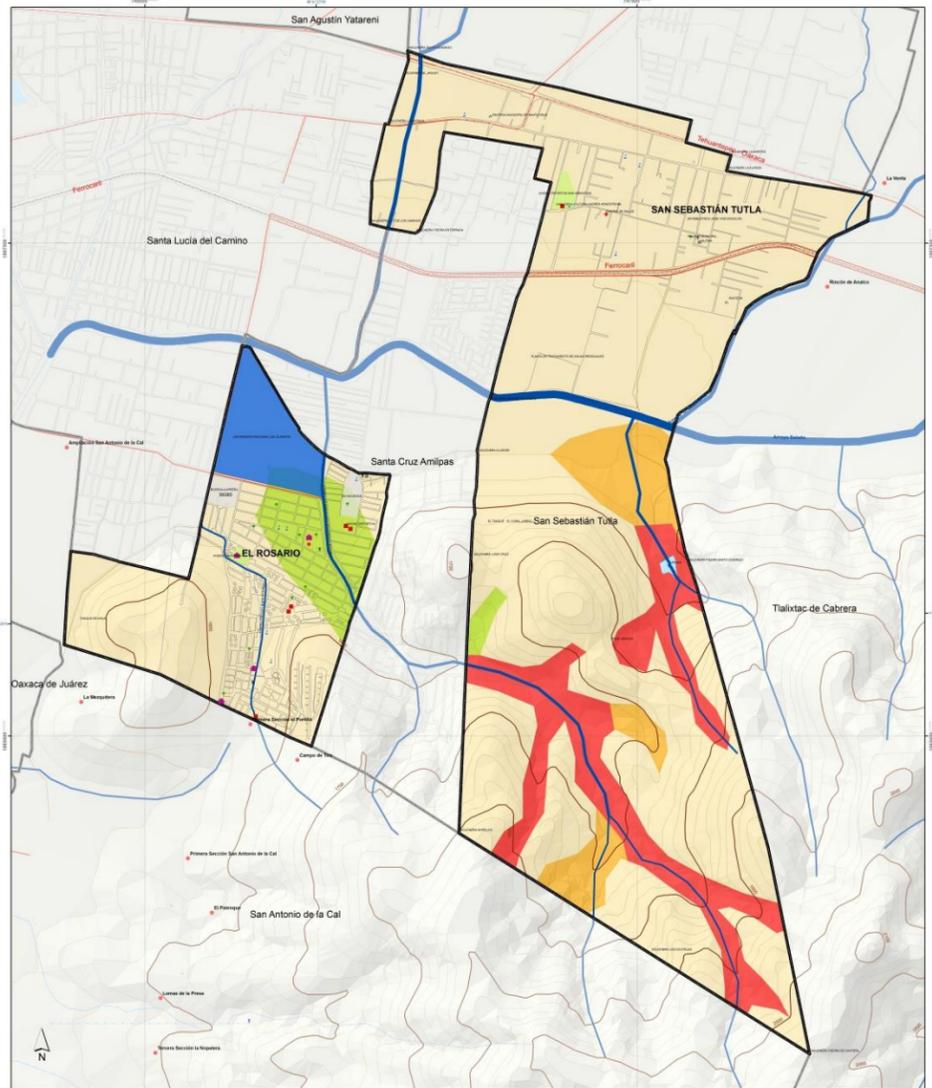
Figura 24. Mapa de Peligro por Flujos



ATLAS DE RIESGOS
SAN SEBASTIÁN TUTLA, OAX. DICIEMBRE 2013.



CLAVE: **G5** PELIGRO POR FLUJOS



<p>Simbología Temática</p> <p>INTENSIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> ALTO MEDIO BAJO NULO <p>Simbología Básica</p> <table border="0"> <tr> <td>Vías de Comunicación</td> <td> Hidrología</td> <td> Instalaciones Diversas</td> <td> Topografía</td> <td> Límites Administrativos</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Autopista Carretera Calle de Primer Orden Calle Línea de Comunicación Línea de Transmisión Puerto </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Cuerpo de agua Manantial Acueducto Explotación subterránea Sal Perteneciente Cuerpo de Agua </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Asímetro Subestación Eléctrica Tanque de Agua Almazarán </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Cerro de perfil Línea Nivelada Riesgo Sísmico Área Urbana </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Comisariado Centro de Asistencia Médica Escuela Instalación Deportiva o Recreativa Mercado Palacio de Gobierno Playa Templo </td> </tr> </table>	Vías de Comunicación	 Hidrología	 Instalaciones Diversas	 Topografía	 Límites Administrativos	<ul style="list-style-type: none"> Autopista Carretera Calle de Primer Orden Calle Línea de Comunicación Línea de Transmisión Puerto 	<ul style="list-style-type: none"> Cuerpo de agua Manantial Acueducto Explotación subterránea Sal Perteneciente Cuerpo de Agua 	<ul style="list-style-type: none"> Asímetro Subestación Eléctrica Tanque de Agua Almazarán 	<ul style="list-style-type: none"> Cerro de perfil Línea Nivelada Riesgo Sísmico Área Urbana 	<ul style="list-style-type: none"> Comisariado Centro de Asistencia Médica Escuela Instalación Deportiva o Recreativa Mercado Palacio de Gobierno Playa Templo 	<p>Descripción Técnica</p> <p>Proyección del Mapa: DATUM GCS WGS 84 UTM Z14 Meridiano Central: -105.00 Falso este: 500,000</p> <p>Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales de INEGI</p>	<p>Localización</p> <p>Escala: 1:8,500</p>
Vías de Comunicación	 Hidrología	 Instalaciones Diversas	 Topografía	 Límites Administrativos								
<ul style="list-style-type: none"> Autopista Carretera Calle de Primer Orden Calle Línea de Comunicación Línea de Transmisión Puerto 	<ul style="list-style-type: none"> Cuerpo de agua Manantial Acueducto Explotación subterránea Sal Perteneciente Cuerpo de Agua 	<ul style="list-style-type: none"> Asímetro Subestación Eléctrica Tanque de Agua Almazarán 	<ul style="list-style-type: none"> Cerro de perfil Línea Nivelada Riesgo Sísmico Área Urbana 	<ul style="list-style-type: none"> Comisariado Centro de Asistencia Médica Escuela Instalación Deportiva o Recreativa Mercado Palacio de Gobierno Playa Templo 								

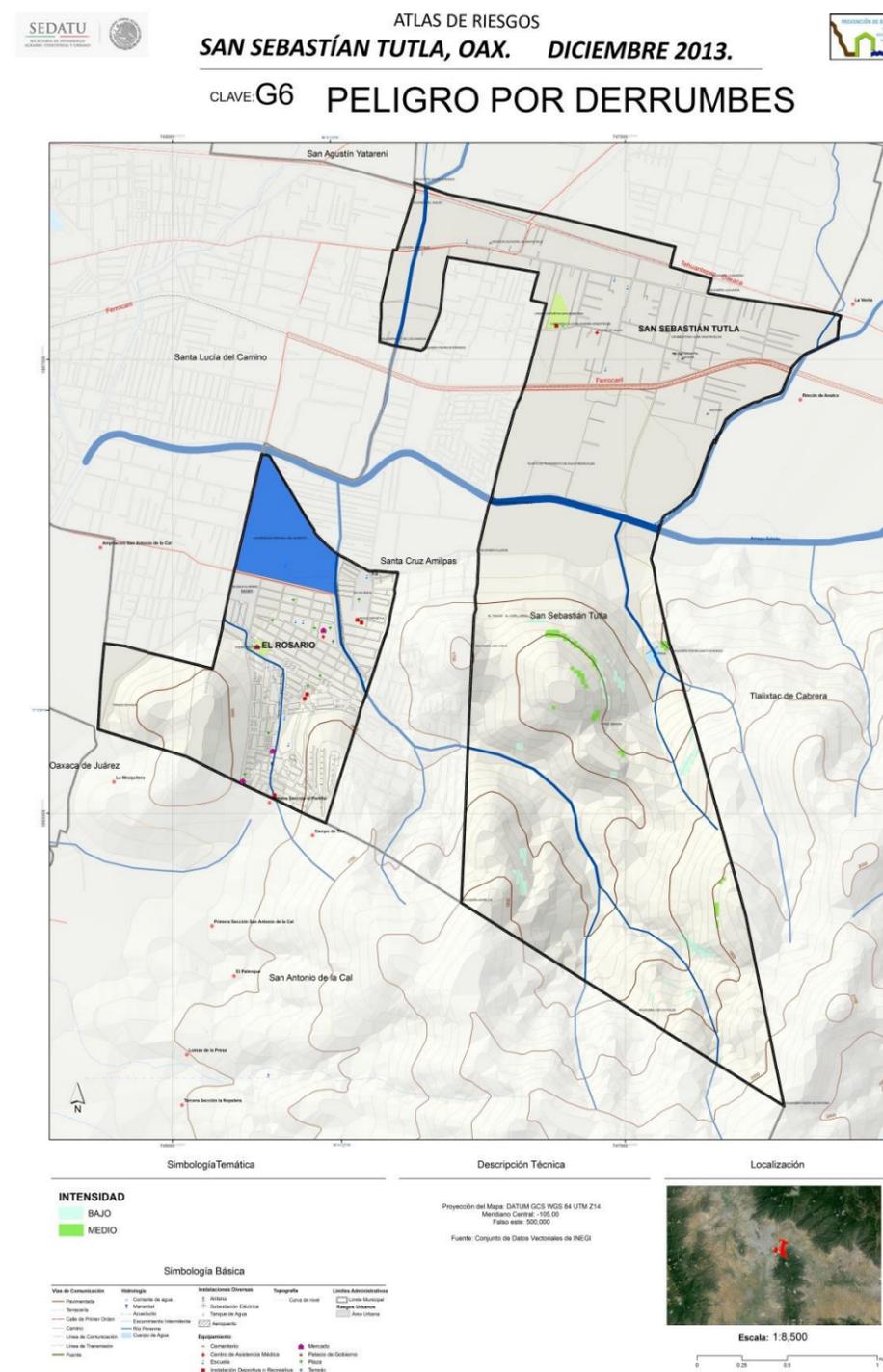
5.1.6 Caídas o derrumbes

Los derrumbes o caída de bloques son fenómenos que ocurren comúnmente dentro del municipio, pero son procesos de remoción en masa que cubren una menor área. Se pueden observar en los escarpes de calizas y rocas ígneas extrusivas que constituyen las laderas al Sur del municipio y en las zonas escarpadas cercanas a los valles (Fig. 25).

Dentro de esta sección se toman en cuenta dos tipos de procesos de remoción en masa, los desprendimientos o caídas y los vuelcos o desplomes. Los primeros son los movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos. Los segundos consisten en una rotación de una masa de suelo, detritos o roca en torno a un eje determinado por su centro de gravedad (Alcantara, 2000). Estos tipos de procesos se pueden presentar en los cortes verticales que han generado las barrancas, las cuales en el municipio son áreas muy pequeñas al Sur de la cabecera municipal.

Es importante señalar, que aunque las zonas susceptibles a presentar este tipo de peligro son muy reducidas y no afectan a población alguna el día de hoy. No significa que el peligro deba ser descartado. Esto debido a que los planes de desarrollo y crecimiento poblacional deben considerar no alterar las laderas ya sea con uso urbano o de otro tipo y deben considerarse para el manejo de conservación.

Figura 25. Mapa de caídas o derrumbes, para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



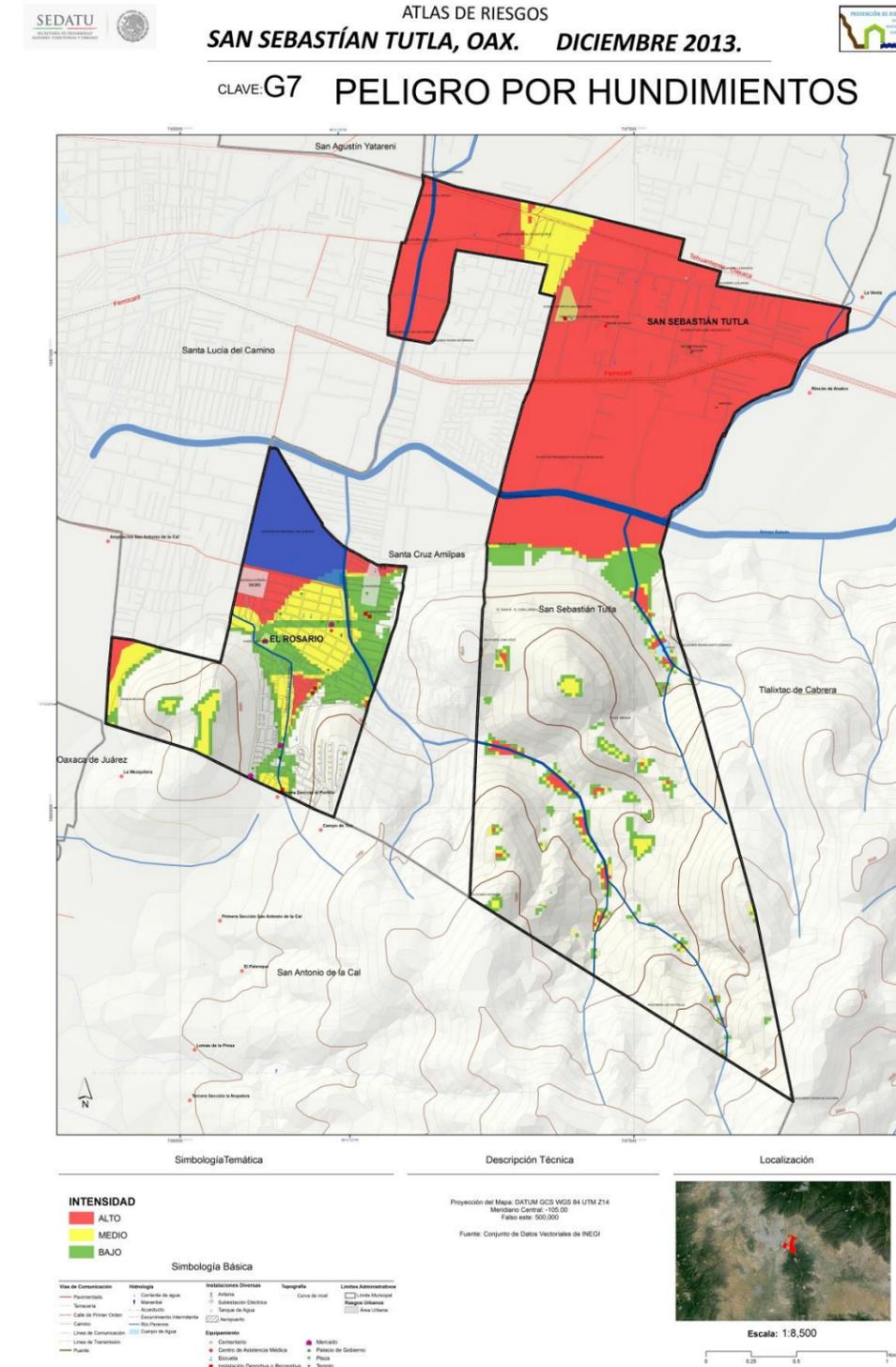
5.1.7 Hundimientos

Los hundimientos en el terreno ocurren por diversos factores, pero se produce cuando la competencia del terreno se ve sobrepasada por la carga o esfuerzos ajenos como compactación, fracturación del sustrato, etc. Una de las principales variables que se necesitan considerar para evaluar las zonas susceptibles a hundimientos, es la extracción de agua del subsuelo. Los hundimientos son "agujeros" de tamaños variables, desde pequeños (decenas de centímetros) hasta grandes (decenas de metros). Comúnmente provocan agrietamiento antes y después de su descenso. Esto puede afectar considerablemente a construcciones o infraestructura.

Los hundimientos pueden tener un origen natural o inducido por la actividad humana. En este sentido, pueden clasificarse a partir de su velocidad de ocurrencia en: hundimientos lentos y progresivos denominados como subsidencias; ó, hundimientos rápidos y repentinos denominados colapsos. La subsidencia al tener velocidades bajas de ocurrencia, no ocasiona víctimas mortales, pero los daños económicos que conlleva pueden ser elevados, sobre todo en áreas urbanas, donde constituye un riesgo alto para cualquier tipo de estructura asentada sobre el terreno que se deforma. En cambio los hundimientos súbitos pueden ocasionar serios daños e incluso fatalidades, a estos fenómenos se les denomina como colapsos y están muy relacionados al desarrollo de cavernas o cavidades en el interior del terreno. Los mecanismos que desencadenan a este tipo de procesos son variados, por ejemplo: movimientos sísmicos, tectónicos, rellenos internos no compactados, minas antiguas, explotación de recursos en el subsuelo, o disolución de capas de rocas o salinas (natural o por construcción de embalses). Este proceso puede ocasionar la destrucción o daño en las vías de comunicación, invasión de aguas en zonas cercanas al mar, lagos o salinas, cambios en la pendiente que afecten a flujos de aguas en tuberías y alcantarillado, contaminación de aguas subterráneas, desestabilización o hundimiento de edificios y casas.

En la fig. 24 se muestran las áreas susceptibles a presentar hundimientos. La constitución del sustrato de San Sebastián Tutla, es la ideal para la ocurrencia de hundimientos, debido a que se encuentra en la llanura de inundación del río La Venta (Fig. 4). Además el volumen total de extracción para el acuífero debe estar en equilibrio con la recarga total por flujo horizontal. De esta manera si la extracción es mayor que la recarga, el desarrollo de fenómenos de subsidencia o colapsos es evidente.

Figura 26. Mapa de zonas vulnerables a presentar hundimientos en San Sebastián Tutla, Oaxaca.



Prácticamente toda la zona urbana de San Sebastián Tutla, El Rosario y Santa Lucía del Camino que se encuentra en la zona baja o de llanura de inundación se encuentra en las zonas de peligro alto en caso de hundimientos y subsidencia (Foto. 15). Existen múltiples evidencias de que el sustrato se ha movido a velocidades diferentes, pero las principales son el agrietamiento de casas y construcciones (Foto. 16 y 17).



Foto 16. Fractura en una construcción, la desarticulación de los pilares con respecto a los muros es evidencia del movimiento irregular del terreno.



Foto 17. Acercamiento de un muro agrietado. Este tipo de disyunciones indican una extensión lateral del sustrato.

Todo el equipamiento urbano localizado en la zona baja o terreno de dominio fluvial, en este caso la llanura aluvial del río La Venta, presentará en un futuro subsidencia. Por esta razón es importante la extracción controlada del agua freática, así como la vigilancia de construcciones que no rebasen los 4 pisos de altura o que en su caso cumpla con los requerimientos para que el movimiento diferencial presente en el aluvión, no afecte la construcción. El descenso del sustrato, al ser diferenciado (Foto. 18), no puede mitigarse, lo que si puede reducir es el peso o carga que se aplica.



Foto 18. Fractura en un muro, cercano a los pilares. Nótese el incremento del espacio en la fractura en la parte superior. Esto indica que el sector izquierdo (en la foto) se está hundiendo, mientras que el lado derecho permanece sin movimiento aparente.

5.1.8 Agrietamiento

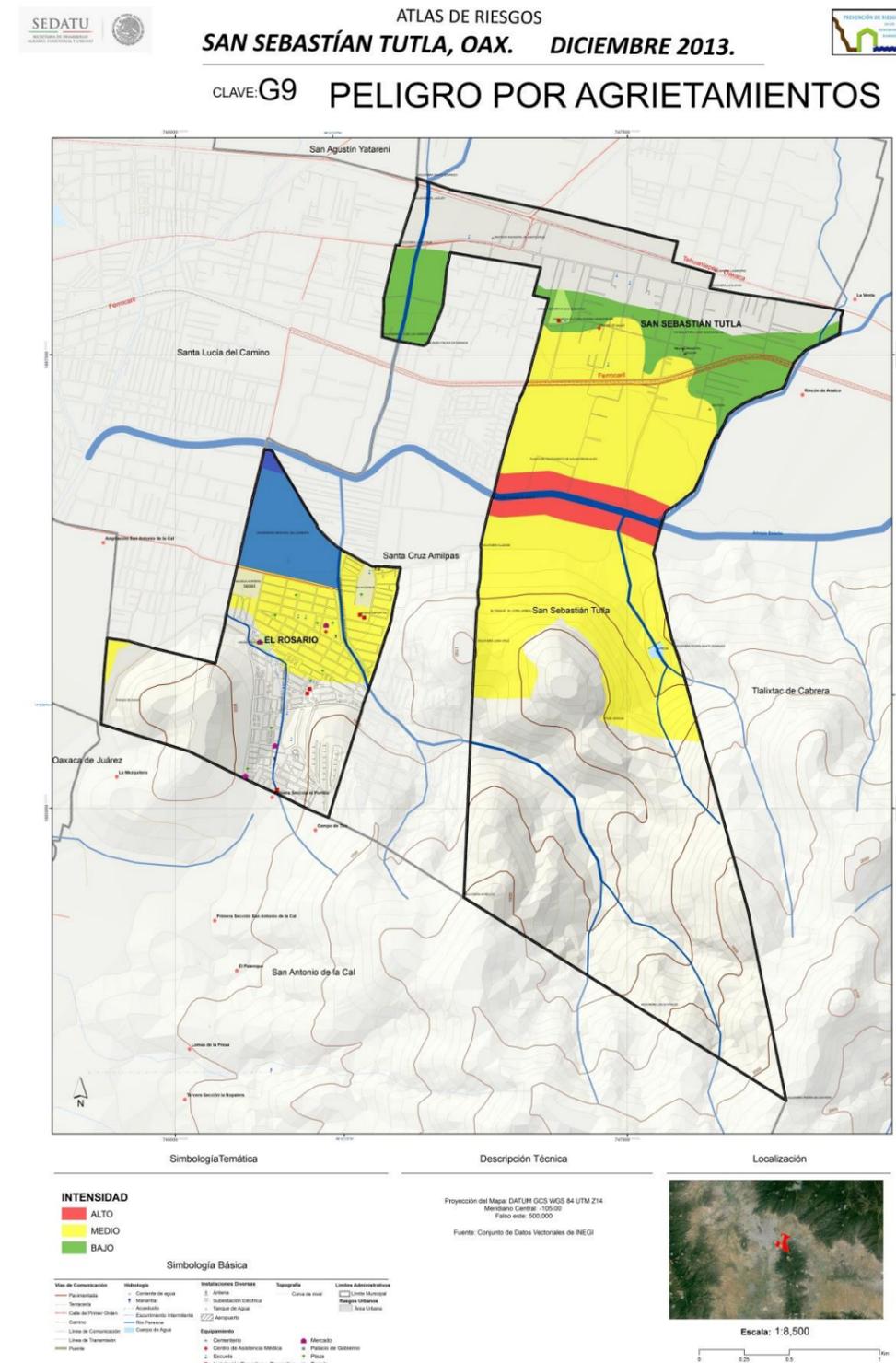
Las dislocaciones de la superficie terrestre se deben principalmente a los esfuerzos internos producto del movimiento relativo de las placas tectónicas. La superficie muestra señales de estos desplazamientos, al presentar escarpes tectónicos, estrías de movimiento, plegamiento, fracturas y lineamientos. El municipio de San Sebastián Tutla, no presenta alguna de las evidencias comentadas anteriormente. Existen muchas razones para explicar la ausencia de indicadores claros de movimientos en la superficie, la más evidente es que nos encontramos en un territorio constituido por rocas competentes.

El territorio que ocupa el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca, está constituido principalmente aluvión. Aquí se presentan las condiciones de secado, por lo que se pueden producir agrietamiento que se verán reflejados en el terreno o construcciones. Por esta razón la principal razón por la cual se produzcan agrietamiento en el terreno es la sobreexplotación del manto acuífero combinado con sequía, por esta razón es importante monitorear los niveles del cauce, agua subterránea y manantiales. El mapa de peligros por agrietamiento muestra unas franjas paralelas al río La Venta (Fig. 25). Estas zonas de peligro por agrietamiento del terreno, disminuyen su susceptibilidad de acuerdo al distanciamiento de los cauces y la naturaleza geológica de las elevaciones circundantes. En el sector de El Rosario, al oeste del municipio, también se cumplen los requerimientos para presentar agrietamiento, pero debido a la geometría de las topofomas, hace difícil el desarrollo de grandes grietas en el terreno (Fig. 27).



Fig. 20. Acercamiento del sustrato observado en El Rosario. Material reabajado, que al secarse tiene a compactarse y desarrollar grietas de menor extensión.

Figura 27. Mapa de zonas susceptible a presentar agrietamiento del terreno, en San Sebastián Tutla, Oaxaca.



5.1.9 Erosión

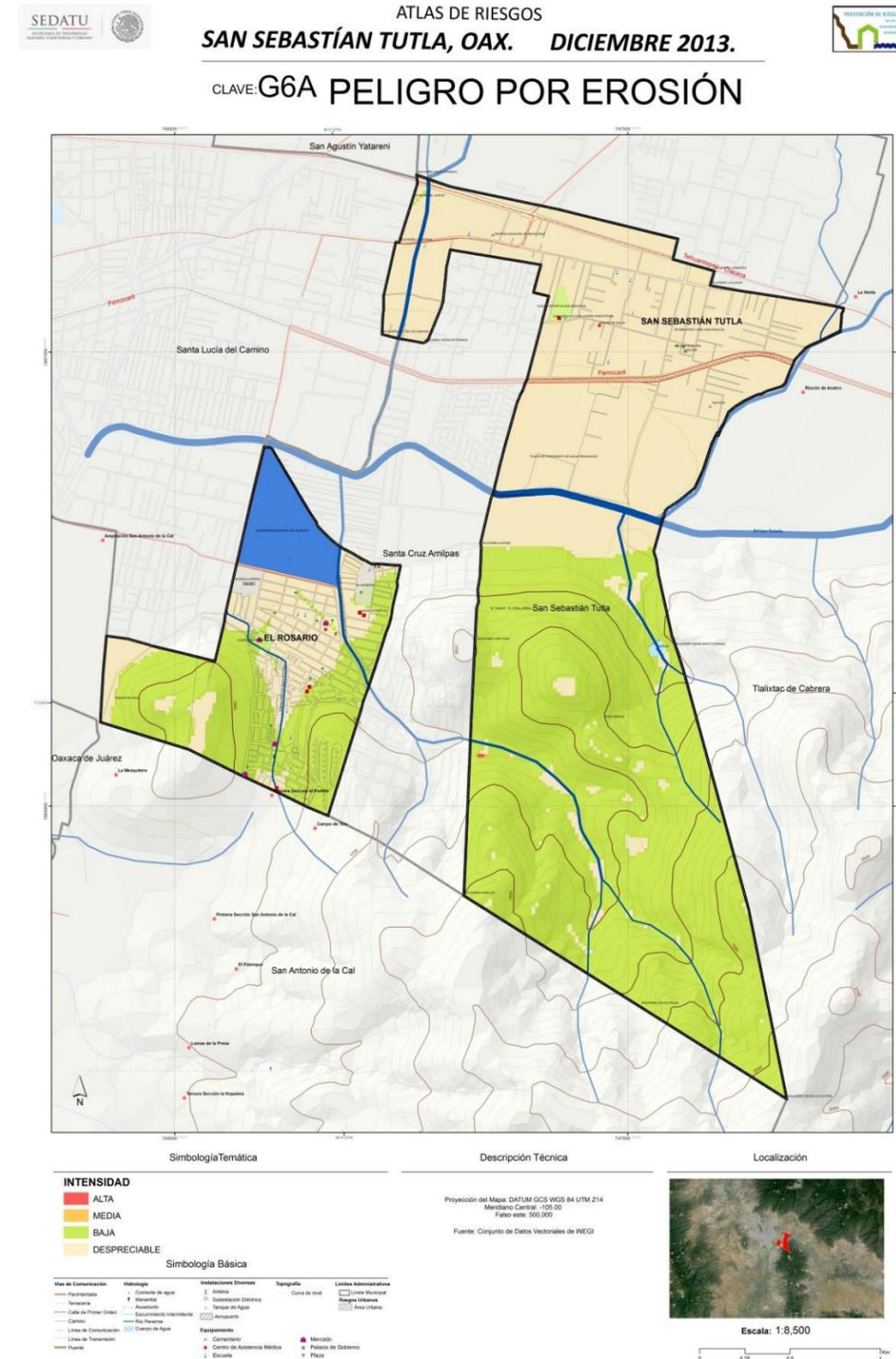
Los resultados obtenidos de la aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos (EUPS), muestran que los niveles de pérdida de suelo para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca, en la mayor parte de su extensión territorial se encuentran en rangos desde despreciable, hasta un nivel de erosión bajo, esto favorecido a que gran parte del municipio se encuentra ubicado en una planicie de origen sedimentario. Otro factor importante es que el municipio se localiza en una región con rangos de precipitaciones bajas, lo que ocasiona que el grado de erodabilidad del suelo no sea elevado, debido a que la lluvia es el principal agente de erosión.

Los suelos que se encuentran presentes dentro de San Sebastián Tutla se caracterizan por tener una textura media. Según la clasificación de suelos FAO/UNESCO el grado de erodabilidad de estos es moderado por contener un porcentaje medio de arcillas, lo que hace que las partículas formadoras no sean fácilmente desprendidas por la acción del agua y el viento.

La vegetación es un factor muy importante para la conservación de suelos. Según INEGI la vegetación presente en la zona corresponde a bosque de encino y pastizal inducido, que se halla en la zona de lomeríos en la parte centro-sur del municipio. Este tipo de vegetación ayuda a la protección de los suelos, debido a que detiene o modifica la escorrentía y el paso del viento.

La relación entre la vegetación, pendiente baja del terreno, suelo con presencia de arcillas y bajas precipitaciones, favorecen ampliamente la preservación de suelos. Las localidades de El Rosario, San Sebastián Tutla y Santa Lucía del Camino, están asentadas dentro el área de despreciable y baja erosión (Fig. 26).

Figura 28. Mapa de erosión de suelo para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



El resto de la superficie municipal, presenta niveles medios y altos de erosión, estos niveles se presentan en tierras agrícolas, pastizales inducidos o pequeñas áreas con relieves medianamente pronunciados. Estas pequeñas áreas se localizan al centro del municipio donde la vegetación original fue remplazada por agricultura de temporal debido al cambio de uso de suelo. No presentan establecimientos o construcciones humanas.

Actualmente las condiciones ambientales de pérdida de suelo son aceptables, esto primordialmente a que el municipio presenta íntegramente un relieve con pendientes menores, formado por planicies y lomeríos de origen sedimentario, que favorecen la conservación de los suelos. Por otro lado, a pesar de que los niveles de erosión son relativamente bajos, han sido incrementados en cierta medida, por el cambio en el uso del suelo a tierras de uso agrícola, cambiando parcial o completamente la cubierta vegetal original y modificando así, la capacidad de retención y formación del suelo orgánico. Además del uso de suelo urbano, aquí es donde se observan los mayores niveles de erosión (Fig. 22).



Fig. 22. Fotografía en donde se observa al menos medio metro de material atrapado en una maya ciclónica. Es evidente que la reja fue colocada de manera reciente y todo el material de acarreo que tiene encima es evidencia del potencial erosivo en el área.

Cuadro 37. Puntos del recorrido en campo

Sitios visitados durante los recorridos de campo realizados en San Sebastián Tutla, Oax.				
CLAVE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)	DETALLE
OAX-01	17°03'28"	96°39'58"	1558	RIO LA VENTA
OAX-02	17°03'17"	96°40'12"	1561	EXHACIENDA DEL ROSARIO
OAX-03	17°03'02"	96°40'47"	1555	RIO LA VENTA
OAX-03	17°02'24"	96°40'29"	1570	BANCO DE MATERIAL
OAX-04	17°03'29"	96°40'16"	1570	GRIETAS EN CASAS
OAX-05	17°03'14"	96°41'04"	1537	RIO LA VENTA
OAX-06	17°03'29"	96°40'06"	1571	GRIETAS EN CASAS
OAX-07	17°03'40"	96°40'04"	1562	FRACCIONAMIENTO
OAX-08	17°03'36"	96°40'16"	1558	SUBSIDENCIA
OAX-09	17°03'33"	96°40'18"	1562	SUBSIDENCIA
OAX-10	17°03'36"	96°40'30"	1558	AV. GUERRERO
OAX-11	17°03'17"	96°40'46"	1553	LIMITE DE INUNDACION TUTLA
OAX-12	17°03'15"	96°40'37"	1561	CALLE ALCALA
OAX-13	17°02'40"	96°41'40"	1570	CANAL EL ROSARIO
OAX-14	17°02'48"	96°41'22"	1568	EL ROSARIO
OAX-15	17°02'33"	96°41'18"	1596	ARROYO ALTO
OAX-16	17°02'17"	96°41'41"	1610	FRACCIONAMIENTO
OAX-17	17°02'14"	96°41'28"	1619	TANQUE ELEVADO
OAX-18	17°02'01"	96°41'28"	1652	BANCO DE MATERIAL
OAX-19	17°02'39"	96°41'38"	1568	CALLE JUCHATENGO

5.2. Fenómenos de origen Hidrometeorológico

Los Fenómenos Hidrometeorológicos son aquellos que se generan por la acción violenta de los fenómenos atmosféricos, siguiendo los procesos de la climatología y del ciclo hidrológico. Engloba a los agentes perturbadores que son producto de la condensación o sublimación de vapor de agua atmosférica, como son los ciclones tropicales, lluvias torrenciales, inundaciones, heladas, nevadas, granizadas, mareas de tempestad, tornados, tormentas de polvo, eléctricas de nieve, ondas cálidas y gélidas, etc. En general el territorio nacional por el hecho de estar rodeado de dos masa de agua como son: el Océano Pacífico y Atlántico (Golfo de México) y por su situación geográfica desde siempre ha sido afectado por fenómenos hidrometeorológicos; en ocasiones de una manera intensa y severa, 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 entre otras cosas.

5.2.1 Ondas cálidas y gélidas

Las invasiones de aire frío que llegan durante el invierno a nuestras latitudes tienen su origen en los ciclones extratropicales que se intensifican en la costa de Norteamérica del océano Pacífico. Los fenómenos sinópticos en el clima invernal de México son decisivos, así como los frentes fríos son los más importantes debido a su influencia en la variabilidad de la temperatura. Así pues, las perturbaciones dominantes en invierno son los frentes fríos originados en latitudes medias con trayectorias de avance de noroeste a sureste, que cruzan frecuentemente sobre el país proveniente de Norteamérica (CENAPRED).

Los frentes fríos son zonas de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y otra caliente con la particularidad de que la masa de aire frío es la que se desplaza a mayor velocidad que la caliente. El fenómeno es muy violento y el ascenso del aire caliente provoca la formación de abundantes nubes de desarrollo vertical. Estos fenómenos se caracterizan por fuertes vientos, nublados y precipitaciones si la humedad es suficiente.

La frecuencia de los frentes es muy variable y depende de su origen, la mayoría viene del océano Pacífico (origen marítimo polar), algunos vienen del norte (polar continental) y otros tienen origen ártico continental. En el periodo de noviembre a marzo, los frentes cruzan el territorio mexicano en el Istmo y reciben el nombre de Tehuantepecos, que son vientos fuertes que ocasionan anomalías térmicas en el golfo de Tehuantepec.

Cuando las masas polares atraviesan el Golfo de México dan origen a los fenómenos conocidos como nortes, a lo largo del litoral, en realidad son frentes fríos acompañados de fuertes vientos del norte que producen tormentas con aguaceros intensos, generalmente de origen orográfico en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche. El paso de algunos frentes fríos puede

producir nevadas en las montañas de México, al registrarse muy bajas temperaturas con presencia de humedad.

Cuadro 38. Clasificación de frentes fríos

CLASIFICACIÓN	
FRENTE FRÍO	Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y otra caliente con la particularidad de que la masa de aire frío es la que se desplaza a mayor velocidad que la caliente.
FRENTE CALIENTE	Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una cálida y la otra menos cálida, con la particularidad de que la cálida se desplaza a mayor velocidad que la menos cálida. El aire caliente avanza sobre el aire frío, pero al ser este último más pesado, se pega al suelo y a pesar de retirarse la masa fría, no es desalojada totalmente, de manera que el aire cálido asciende suavemente por la superficie frontal que hace de rampa.
FRENTE OCLUIDO	Debido a que los frentes fríos se desplazan más rápidamente que los frentes calientes, acaban por alcanzarlos; en estas condiciones el sector caliente desaparece progresivamente de la superficie quedando solamente en altitud. Cuando los frentes se han unido forman un frente ocluido o una oclusión.
FRENTE ESTACIONARIO	Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y otra cálida, con la particularidad de que ninguna de estas masas predomina en su desplazamiento; es decir se mantienen sin movimiento

Fuente. Universidad Nacional Autónoma de México

Dado que estos fenómenos son regionales y abarcan grandes áreas que en ocasiones llega a cubrir dos o tres estados, la escala de representación de los mismos en un municipio es difícil, debido a lo anterior se opta por desarrollar el tema con apoyo de registros máximos y mínimos de temperaturas en el municipio de San Sebastián Tutla.

Temperaturas mínimas

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de San Sebastián Tutla, fueron considerados los datos de temperaturas mínimas diarias de 9 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 39. Estaciones meteorológicas; temperatura mínima diaria

No. ESTACIÓN	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	-2	-3	0	3	5	5	4	4	5	3	1	-5	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	-3	-4	-2	-1	0.4	1	1	0	1	-1	-2	-4	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	-3	-5	-1	2	5	6	1	5	5	2	-3	-6	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	0.5	1	3	4	9	9	9	9	9	4.5	2.5	0.5	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	-8.5	-7	-4	-4	1.5	4	1	4	4	-3	-5	-6.5	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	-1	-2	4	0.9	9	4	9	8	8	5	2	0	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	0	3	3	9	9	9	7	10	10	7	5	2	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	0	2	4	7	6	4	7	8	7	2	2	0	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DIAZ ORDAZ	-3	-2	1	3	5	6	6	6	5	3	1	1	16°59'50"	96°25'57"	1,713

Fuente. ERIC 3

A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de temperaturas mínimas diarias, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 40. Peligro por Temperaturas Mínimas Municipio de San Sebastián Tutla

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
BAJO DE 10°C A 11°C	Este rango de temperaturas mínimas cubre la parte suroeste del territorio municipal, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos
BAJO DE 11°C A 12°C	Este rango de temperaturas mínimas cubre la parte del sur, centro, este y norte del territorio municipal, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos

Recomendaciones emitidas por CENAPRED

Antes de la temporada del frente frío

- Estar atento a la información meteorológica y de las autoridades (Protección Civil, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación, etc.,) que se transmita por los medios de comunicación.
- Informar a las autoridades sobre la localización de grupos o personas más vulnerables (indigentes, niños, ancianos o enfermos, discapacitados, personas en zonas de pobreza extrema).

- Procurar y fomentar, entre la familia y comunidad, las medidas de autoprotección como:
 - Vestir con ropa gruesa y calzado cerrado, cubriendo todo el cuerpo (chamarra, abrigo, bufanda, guantes, etc.)
 - Comer frutas y verduras amarillas ricas en vitaminas A y C. Las frutas de temporada son las indicadas.
 - Solicitar información a la Unidad de Protección Civil de su localidad, sobre la ubicación de los refugios temporales.
 - Contar con combustible suficiente para la calefacción.

Durante la presencia del frente frío sobre una comunidad

- Permanecer resguardado en el interior de su casa y procurar salir solamente en caso necesario.
- Abrigarse con ropa gruesa.
- Protegerse el rostro y la cabeza. Evitar la entrada de aire frío en los pulmones.
- Usar suficientes cobijas durante la noche, que es cuando más baja la temperatura.
- Usar chimeneas, calentadores u hornillos en caso de que el frío sea muy intenso y las cobijas no sean suficientes, siempre y cuando exista una ventilación adecuada.
- Incluir en las comidas: grasas, dulces y todo lo que proporcione energía, a fin de incrementar la capacidad de resistencia al frío.
- Procurar que las estufas de carbón, eléctricas y de gas estén alejadas de las cortinas.
- Mantener a los niños alejados de estufas y braseros.
- Para personas de edad avanzada y enfermos del corazón, no es conveniente salir a la calle, porque el frío ejerce sobre el corazón una tensión extra y existe el riesgo de presentarse un ataque cardíaco.
- Si va a salir de un lugar caliente, debe cubrirse boca y nariz, para evitar aspirar el aire frío; los cambios bruscos pueden enfermarle del sistema respiratorio.

Consejos para sobrevivir al frío

- Usar sombrero aun permaneciendo en lugares cerrados, debido a que se pierde calor corporal a través de la cabeza.
- Dar tiempo al cuerpo para adaptarse al frío, después de un momento la temperatura descenderá un poco.
- Alimentarse con comidas ricas en proteínas (carne, huevo, pescado) para que el cuerpo genere calor interno.
- Usar suficientes cobijas durante la noche, que es cuando más baja la temperatura.
- Cubrirse el cuerpo con ropa gruesa, ya que el aire que permanece atrapado entre cada capa de ropa se calienta y eso mantiene al cuerpo caliente.
- Agruparse unos con otros, con el fin de minimizar la pérdida de calor.

Temperaturas Máximas

Este fenómeno se refiere a los cambios de temperatura que se operan en el ambiente, que se manifiestan en el aire y en los cuerpos en forma de calor, en una gradación que fluctúa entre dos extremos que, convencionalmente, se denominan: caliente y frío. Para valorar el nivel de peligro que presenta la población ante la presencia de Temperaturas Máximas en la localidad, se tomara como base para realizar el análisis correspondiente los Registro de varias décadas de Temperaturas Extremas Mensuales.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de San Sebastián Tutla, fueron considerados los datos de temperaturas máximas de 9 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 41. Relación De Estaciones Meteorológicas Con Datos Promedio Anuales De Temperaturas Máximas

No Estación	Nombre de la estación	Estado	Temperaturas máximas	Latitud	Longitud	Altitud MSNM
20022	COYOTEPEC	Oaxaca	33.3	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	Oaxaca	17.5	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	Oaxaca	32.0	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	Oaxaca	33.9	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	Oaxaca	30.2	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	Oaxaca	30.4	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	Oaxaca	32.7	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	Oaxaca	31.1	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DIAZ ORDAZ	Oaxaca	29.9	16°59'50"	96°25'57"	1,713

Fuente. ERIC 3

A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de temperaturas máximas, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 42. Peligro por Temperaturas Extremas Municipio De San Sebastián Tutla

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MUY BAJO DE 28°C A 30°C	ESTE RANGO DE TEMPERATURAS MAXIMAS ABARCA EL TOTAL DEL TERRITORIO MUNICIPAL SIENDO LOS MESES DE ABRIL, MAYO, JUNIO Y JULIO LOS MÁS CALUROSOS

La contaminación ambiental y el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero que provoca el ser humano representan un factor en la frecuencia y la intensidad de las temperaturas extremas, a continuación se muestran las siguientes proyecciones para el estado de Oaxaca donde se puede observar que dependiendo de las emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero (SRES) se pronostica el aumento de las temperatura para dicho Estado.

Cuadro 43. Proyecciones de clima a futuro

ESCENARIO 2050	
PRECIPITACION TOTAL ANUAL	TEMPERATURA MEDIA ANUAL AUMENTARA
VARIA ENTRE +5 Y - 15%	ENTRE 1.0 Y 2.0°C

Fuente: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_oaxaca.html

ESCENARIO 2080	
PRECIPITACION TOTAL ANUAL	TEMPERATURA MEDIA ANUAL AUMENTARA
VARIA ENTRE 5 Y 30%	ENTRE 2.0 Y 4.0°C

Fuente: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_oaxaca.html

Efectos en la salud por exposición de temperaturas extremas:

La exposición humana a temperaturas ambientales elevadas puede provocar una respuesta insuficiente del sistema termorregulador. El calor excesivo puede alterar nuestras funciones vitales si el cuerpo humano no es capaz de compensar las variaciones de la temperatura corporal.

Una temperatura muy elevada produce pérdida de agua y electrolitos que son necesarios para el normal funcionamiento de los distintos órganos.

En algunas personas con determinadas enfermedades crónicas, sometidas a ciertos tratamientos médicos y con discapacidades que limitan su autonomía, estos mecanismos de termorregulación pueden verse descompensados.

La exposición a temperaturas excesivas puede provocar problemas de salud como calambres, deshidratación, insolación, golpe de calor (con problemas multiorgánicos que pueden incluir síntomas tales como inestabilidad en la marcha, convulsiones e incluso coma). El impacto de la exposición al calor excesivo está determinado por el envejecimiento fisiológico y las enfermedades subyacentes. Normalmente un individuo sano tolera una variación de su temperatura interna de aproximadamente 3 °C sin que sus condiciones físicas y mentales se alteren de forma importante. A partir de 37 °C se produce una reacción fisiológica de defensa.

Las personas mayores y los niños muy pequeños son más sensibles a estos cambios de temperatura. La exposición excesiva a un ambiente caluroso puede ocasionar diferentes afecciones que es importante conocer para saber detectar precozmente los primeros síntomas, las afecciones más destacables son las siguientes:

Golpe de calor

Se produce cuando el sistema que controla la temperatura del cuerpo falla y la transpiración (única manera eficaz que tiene el cuerpo de eliminar el calor) se hace inadecuada.

La piel de los afectados estará muy caliente y, normalmente, seca, roja, o con manchas. El afectado presentará síntomas de confusión y desorientación, pudiendo llegar a perder el conocimiento y sufrir convulsiones.

Medidas preventivas: ante la sospecha de la existencia de un golpe de calor es imprescindible ofrecer asistencia médica inmediata al afectado, debiendo procederse a su traslado urgente a un centro sanitario. Los primeros auxilios incluyen el traslado del afectado a un área fresca, soltar y humedecer su ropa con agua fría y abanicar intensamente a la víctima para refrescarla.

Agotamiento por calor

Resulta de la pérdida de grandes cantidades de líquido por la transpiración, acompañada, en ocasiones, de una pérdida excesiva de sal. La piel del afectado estará húmeda y presentará un aspecto pálido o enrojecido. El afectado continúa sudando pero siente una debilidad o un cansancio extremo, mareos, náuseas y dolor de cabeza, pudiendo llegar en los casos más graves, a la pérdida de la consciencia.

Factores de riesgo

Los principales factores de riesgo asociados con la exposición a olas de calor son:

Factores personales

- Personas mayores, especialmente en el grupo de edad mayor de 65 años.
- Lactantes y menores de 4 años.
- Enfermedades cardiovasculares, respiratorias y mentales (Demencias, Parkinson).
- Enfermedades crónicas (diabetes mellitus), obesidad excesiva.
- Ciertos tratamientos médicos (diuréticos, neurolépticos, anticolinérgicos y tranquilizantes).
- Trastornos de la memoria, dificultades de comprensión o de orientación o poca autonomía en la vida cotidiana.
- Dificultades en la adaptación al calor.
- Enfermedades agudas durante los episodios de temperaturas excesivas.
- Consumo de alcohol y otras drogas.

Factores ambientales, laborales o sociales

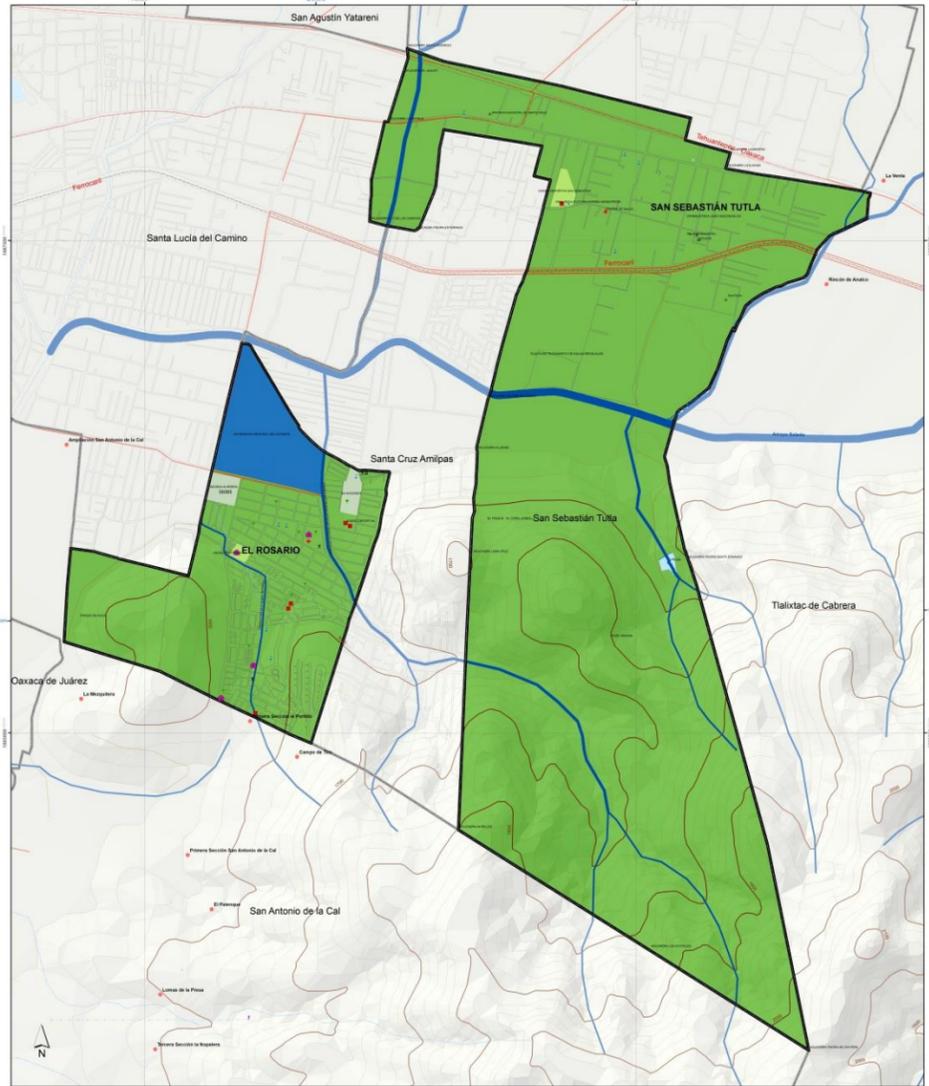
- Personas que viven solas, en la calle y/o en condiciones sociales y económicas desfavorables.
- Ausencia de climatización y viviendas difíciles de refrigerar.
- Exposición excesiva al calor por razones laborales (trabajo manual en el exterior o que exigen un elevado contacto con ambientes calurosos), deportivas (deportes de gran intensidad física) o de ocio.
- Contaminación ambiental.
- Ambiente muy urbanizado.
- Exposición continuada durante varios días a elevadas temperaturas que se mantienen por la noche.

Figura 29. Mapa de Ondas Cálidas para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.

SEDATU
SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO,
INFRAESTRUCTURA Y TERRITORIO

ATLAS DE RIESGOS
SAN SEBASTIÁN TUTLA, OAX. DICIEMBRE 2013.

CLAVE: **H1A PELIGRO POR ONDAS CÁLIDAS**



Simbología Temática

Descripción Técnica

Localización

INTENSIDAD
MUY BAJO

Proyección del Mapa: DATUM GCS WGS 84 UTM Z14
Meridiano Central: -102.00
Falso este: 500.000
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales de INEGI



Escala: 1:8,500

Simbología Básica

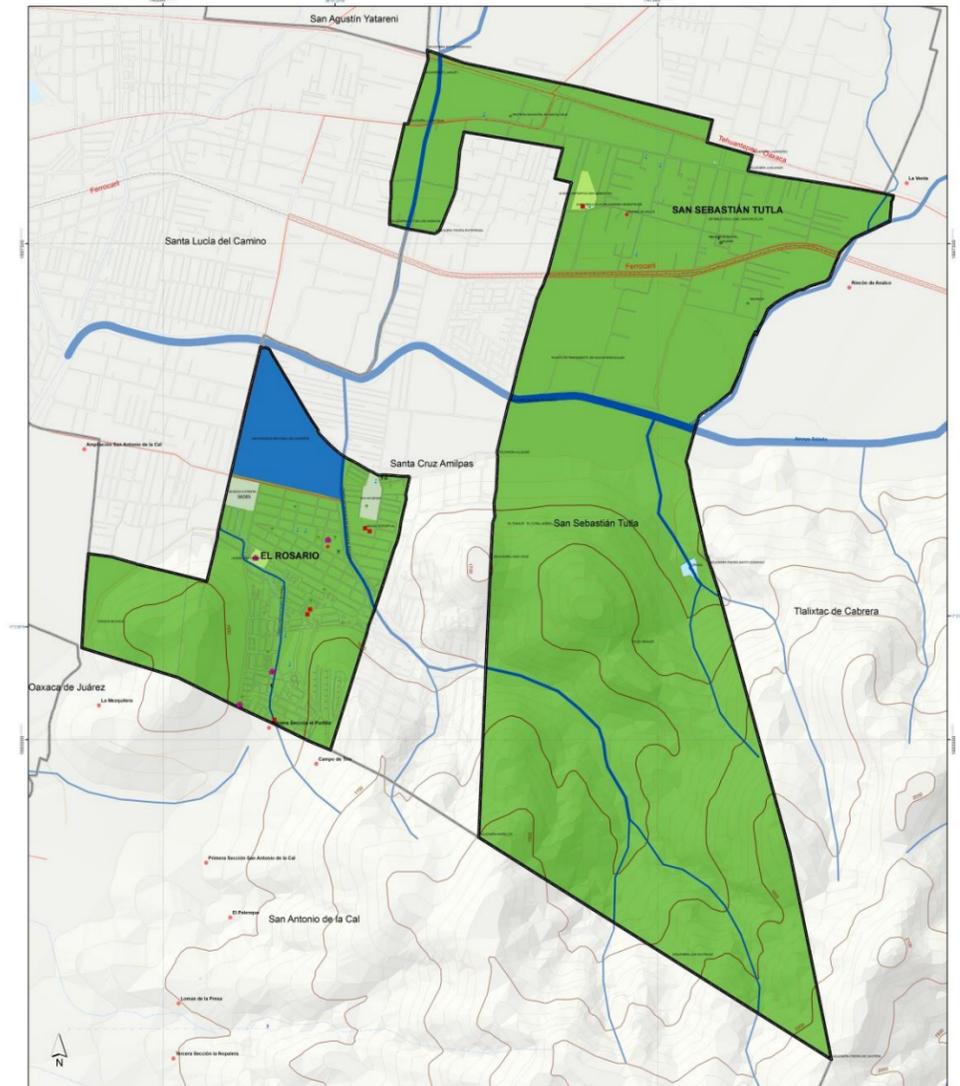
Vías de Comunicación	Hidrología	Instalaciones Diversas	Topografía	Límites Administrativos
Carretera	Cuerpo de agua	Antena	Cota de nivel	Límite Municipal
Carretera de primer orden	Acueducto	Subestación eléctrica	Relieve	Límite Urbano
Carretera	Equipamiento hidroeléctrico	Tanque de agua	Ampliación	Área Urbana
Línea de Comunicación	Campo de Agua	Equipamiento	Equipamiento	
Línea de Transmisión		Comercio	Centro de Asistencia Médica	Mercado
Puerto		Escuela	Centro de Gobierno	Palacio de Gobierno
		Instalación Deportiva o Recreativa	Templo	Iglesia

Figura 28. Mapa de Ondas Gelidas para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.

SEDATU
SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO,
INFRAESTRUCTURA Y TERRITORIO

ATLAS DE RIESGOS
SAN SEBASTIÁN TUTLA, OAX. DICIEMBRE 2013.

CLAVE: **H1B PELIGRO POR ONDAS GÉLIDAS**



Simbología Temática

Descripción Técnica

Localización

INTENSIDAD
BAJO

Proyección del Mapa: DATUM GCS WGS 84 UTM Z14
Meridiano Central: -102.00
Falso este: 500.000
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales de INEGI



Escala: 1:8,500

Simbología Básica

Vías de Comunicación	Hidrología	Instalaciones Diversas	Topografía	Límites Administrativos
Carretera	Cuerpo de agua	Antena	Cota de nivel	Límite Municipal
Carretera de primer orden	Acueducto	Subestación eléctrica	Relieve	Límite Urbano
Carretera	Equipamiento hidroeléctrico	Tanque de agua	Ampliación	Área Urbana
Línea de Comunicación	Campo de Agua	Equipamiento	Equipamiento	
Línea de Transmisión		Comercio	Centro de Asistencia Médica	Mercado
Puerto		Escuela	Centro de Gobierno	Palacio de Gobierno
		Instalación Deportiva o Recreativa	Templo	Iglesia

5.2.2 Sequías

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas. Cada vez con mayor frecuencia se presentan en el mundo y es considerado uno de los fenómenos naturales que más daños causan en lo que se refiere al aspecto económico ya que grandes hectáreas de cultivos se pierden por las sequías y numerosas cabezas de ganado mueren durante las mismas. La magnitud, duración y severidad de una sequía se pueden considerar como relativos, ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas, es decir, si no hay requerimientos por satisfacer, aun habiendo carencia total del agua, la sequía y su presencia son discutibles desde un punto de vista de sus efectos (CENAPRED).

El Monitor de Sequía de América del Norte (North American Drought Monitor, NA-DM), es un programa de cooperación internacional entre expertos de México, Canadá y Estados Unidos enfocado a monitorear la sequía en América del Norte desde el 2003 a la fecha. En él, se han generado mapas a escala continental donde se señalan las zonas que han sufrido algún grado de sequía según la siguiente clasificación de la misma:

a) Anormalmente seco

Se trata de una condición de sequedad, no es un tipo de sequía. Se presenta al inicio o al fin de un período de sequía. Al iniciar la sequía: debido a la sequedad de corto plazo retraso de la siembra de cultivos anuales, limitado crecimiento de los cultivos o pastos, riesgo de incendios por arriba del promedio. Al salir la sequía: déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente.

b) Sequía moderada

Algunos daños a los cultivos y pastos; alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos, escasez de agua, se requiere uso de agua restringida de manera voluntaria.

c) Sequía severa

Probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios, la escasez de agua es común, se debe imponer restricciones de uso del agua.

d) Sequía extrema

Mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua o las restricciones de su uso se generalizan.

e) Sequía excepcional: Pérdidas excepcional y generalizada de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, escasez de agua en los embalses, arroyos y pozos, se crean situaciones de emergencia debido a la ausencia de agua

La cartografía generada por el NA-DM, fue utilizada para determinar a escala estatal, los meses y años en los cuales el municipio ha presentado algún grado de sequía.

Cuadro 44. Registro de periodos, categorías máximas de sequía para el municipio de San Sebastián Tutla, con base en el monitor de sequía de américa del norte

GRADO DE SEQUIA	AÑO	MES
ANORMALMENTE SECO	2011	JUNIO
ANORMALMENTE SECO	2011	MAYO
ANORMALMENTE SECO	2011	ABRIL
SEQUIA MODERADA	2011	MARZO
ANORMALMENTE SECO	2009	AGOSTO

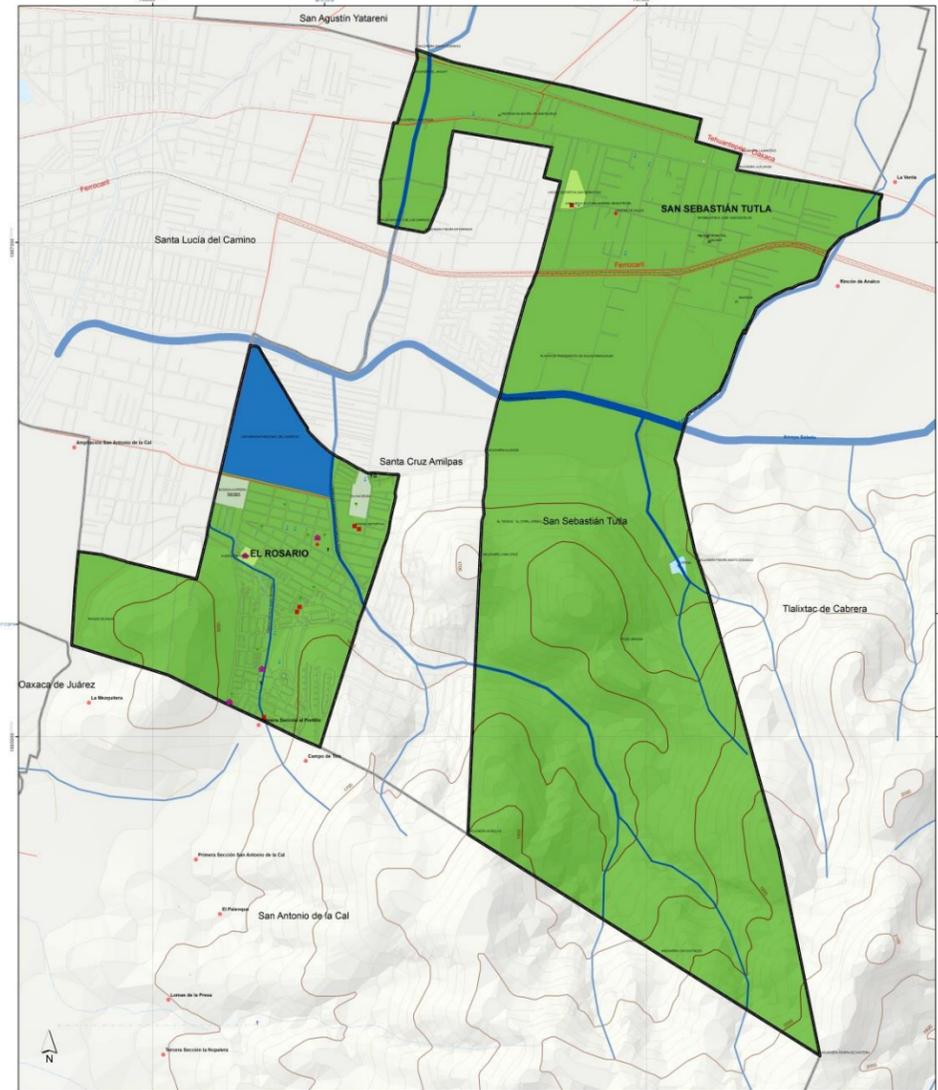
Fuente: Monitor de sequía de América del Norte.

Con base en la cartografía del NA-DM del período de 2009 a agosto 2013, el municipio de San Sebastián Tutla, es afectado por los siguientes tipos de sequias: Anormalmente seco y sequia moderada, siendo la primera la más representativa en el municipio, por lo que el peligro por éste tipo de fenómeno se considera bajo.

Cabe mencionar que debido al cambio climático y la deforestación que sufre el municipio, las anteriores ponderaciones pueden elevar su nivel a las siguientes categorías, incrementando la presencia del fenómeno en el municipio de San Sebastián Tutla.

Figura 29. Mapa de Sequías para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.

CLAVE: H2A PELIGRO POR SEQUÍAS MODERADAS



Simbología Temática

Descripción Técnica

Localización

INTENSIDAD
BAJO

Simbología Básica

Vías de Comunicación	Hidrología	Instalaciones Drenas	Topografía	Límites Administrativos
Carretera	Canal de agua	Antena	Cota de nivel	Límite Municipal
Carretera de Primer Orden	Manantial	Subestación Eléctrica		Rango Urbana
Carretera	Acueducto	Tanque de Agua		Área Urbana
Línea de Comunicación	Red de Agua	Equipamiento Intermedio		
Línea de Transmisión	Canal de Agua	Aspavante		
		Equipamiento		
		Comercio		
		Centro de Asistencia Médica		
		Escuela		
		Instalación Deportiva o Recreativa		
		Templo		
		Merced		
		Palacio de Gobierno		
		Plaza		

Proyección del Mapa: DATUM GCS WGS 84 UTM Z14
Meridiano Central: -105.00
Falso Este: 500.000
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales de INEGI

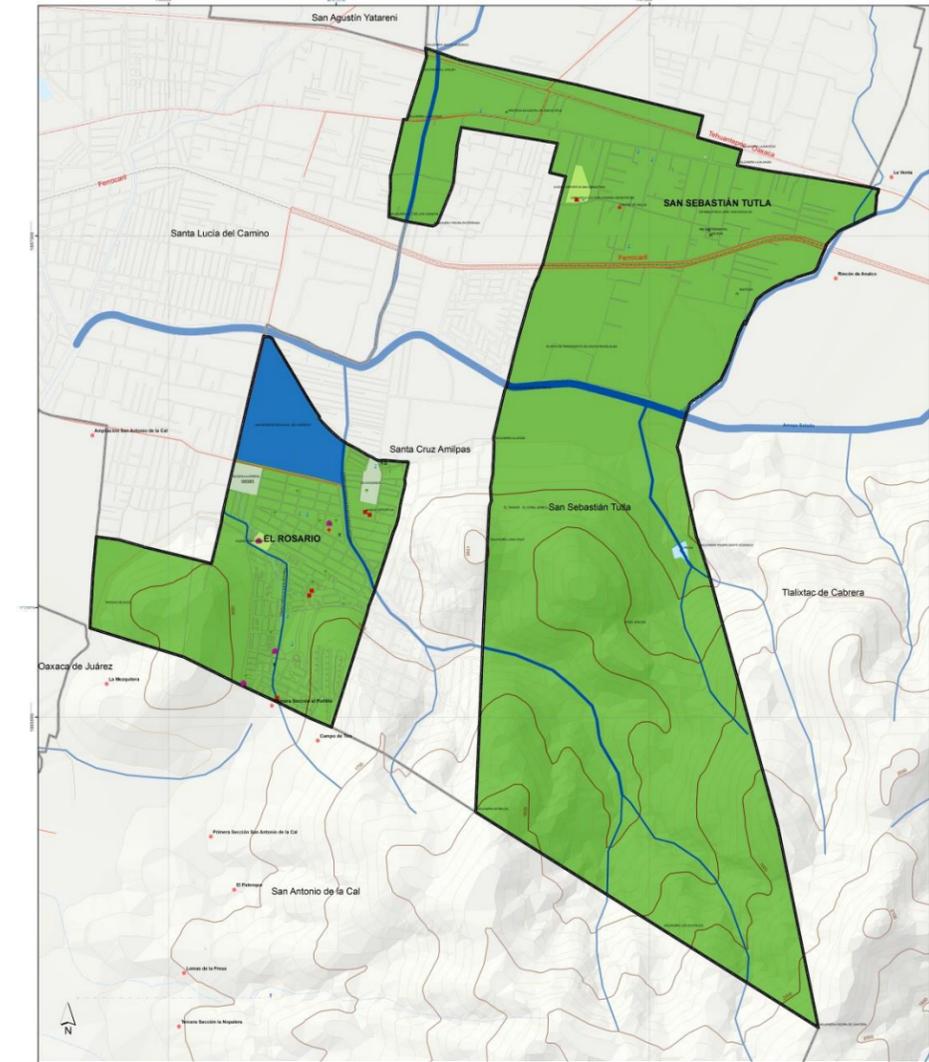


Escala: 1:8,500

0 0.25 0.5 1 Km

Figura 30. Mapa de Sequías para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca

CLAVE: H2B PELIGRO POR SEQUÍAS ANORMALMENTE SECO



Simbología Temática

Descripción Técnica

Localización

INTENSIDAD
BAJO

Simbología Básica

Vías de Comunicación	Hidrología	Instalaciones Drenas	Topografía	Límites Administrativos
Carretera	Canal de agua	Antena	Cota de nivel	Límite Municipal
Carretera de Primer Orden	Manantial	Subestación Eléctrica		Rango Urbana
Carretera	Acueducto	Tanque de Agua		Área Urbana
Línea de Comunicación	Red de Agua	Equipamiento Intermedio		
Línea de Transmisión	Canal de Agua	Aspavante		
		Equipamiento		
		Comercio		
		Centro de Asistencia Médica		
		Escuela		
		Instalación Deportiva o Recreativa		
		Templo		
		Merced		
		Palacio de Gobierno		
		Plaza		

Proyección del Mapa: DATUM GCS WGS 84 UTM Z14
Meridiano Central: -105.00
Falso Este: 500.000
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales de INEGI



Escala: 1:8,500

0 0.25 0.5 1 Km

Heladas

Se considera la ocurrencia de heladas cuando la temperatura del aire, registrada en el abrigo meteorológico (es decir a 1,50 metros sobre el nivel del suelo), es de 0°C. Esta forma de definir el fenómeno fue acordada por los meteorólogos y climatólogos, si bien muchas veces, la temperatura de la superficie del suelo puede llegar a ser 3 a 4 °C menor que la registrada en el abrigo meteorológico.

Desde el punto de vista de la climatología agrícola, no se puede considerar helada a la ocurrencia de una determinada temperatura, ya que existen vegetales que sufren las consecuencias de las bajas temperaturas sin que ésta llegue a cero grados (por ejemplo: el café, el cacao y otros vegetales tropicales).

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas.

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más.

De acuerdo a los efectos visuales que presenta el paisaje se dividen las heladas en blancas y negras.

En las heladas blancas, la humedad del aire es elevada, la temperatura desciende y alcanza el punto de rocío. El exceso de humedad se condensa sobre las plantas, objetos y suelo. Se extiende sobre el paisaje un manto de escarcha blanco. El viento calmo y los cielos despejados favorecen su formación.

En las heladas negras, la masa de aire es seca y la temperatura ambiental muy baja. No se forma la escarcha protectora rocío congelado en la superficie del vegetal. El frío intenso y persistente ataca directamente a las estructuras internas. A nivel celular, aparecen cristalitos en forma de cuchillos que desgarran la maquinaria interna de las células. Las membranas se desecan a causa del mismo proceso de congelación. El resultado es la necrosis de los tejidos que se ennegrecen como herrumbre. Si los daños afectan a partes vitales, como al tronco y a las hojas, la planta muere. El cielo cubierto, semicubierto o la turbulencia en capas bajas de la atmósfera favorecen su formación.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de San Sebastián Tutla, fueron considerados los datos de temperatura mínima diaria de 9 estaciones que rodean al municipio. (Cuadro de Estaciones meteorológicas; temperaturas mínimas diarias).

Cuadro 45. Relación De Estaciones Meteorológica Con Datos De Temperatura Mínima

No. ESTACIÓN	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	-2	-3	0	3	5	5	4	4	5	3	1	-5	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	-3	-4	-2	-1	0,4	1	1	0	1	-1	-2	-4	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	-3	-5	-1	2	5	6	1	5	5	2	-3	-6	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	0,5	1	3	4	9	9	9	9	9	4,5	2,5	0,5	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	-8,5	-7	-4	-4	1,5	4	1	4	4	-3	-5	-6,5	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	-1	-2	4	0,9	9	4	9	8	8	5	2	0	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	0	3	3	9	9	9	7	10	10	7	5	2	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	0	2	4	7	6	4	7	8	7	2	2	0	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DIAZ ORDAZ	-3	-2	1	3	5	6	6	6	5	3	1	1	16°59'50"	96°25'57"	1,713

Fuente. ERIC

Con base en los registro de las estaciones meteorológicas que rodean al municipio, el peligro de heladas para el mismo, es medio, siendo los meses de diciembre a febrero los que presentan las temperaturas más bajas en un rango que va de los 0°C a -2°C.

El fenómeno de la helada puede provocar pérdidas a la agricultura y afectar a la población de las zonas rurales y ciudades; Sus impactos se dejan sentir principalmente en la población infantil y senil, sus inclemencias la sufren, sobre todo, las personas que habitan en casas frágiles o que son indigentes.

Efectos de las heladas en los cultivos

Los cultivos son vulnerables a la helada, cuando la temperatura del aire desciende hasta formar cristales de hielo en el interior de sus células durante cierto tiempo. El proceso de deterioro de las plantas depende del estado vegetativo en que se encuentre y de la especie a la que pertenece. A continuación se describen algunos de estos efectos:

Internos

Ruptura de las membranas de la célula por el crecimiento de cristales de hielo dentro del protoplasma (deshidratación).

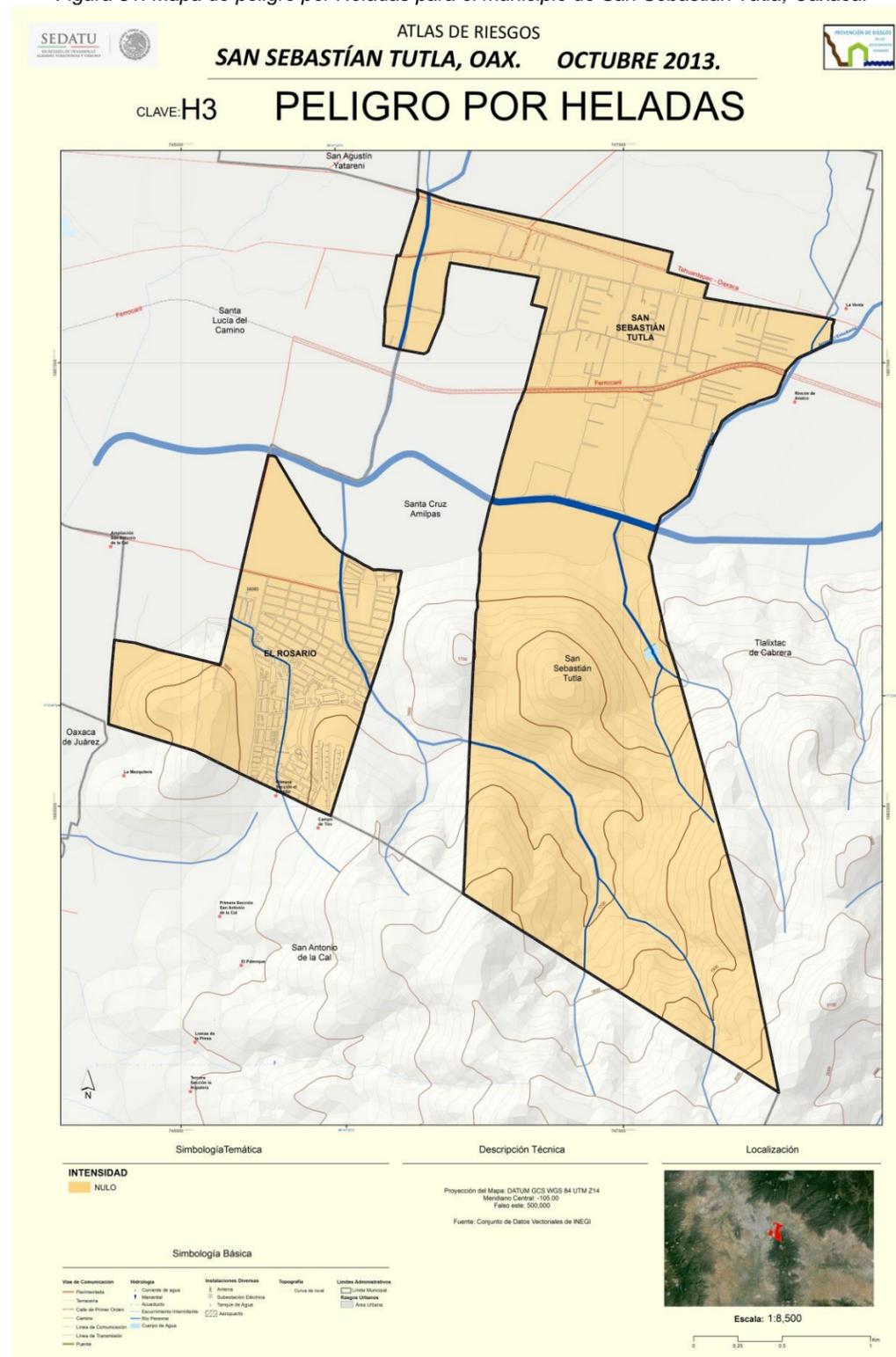
Externos

Muerte de hojas y tallos tiernos, destrucción de un gran porcentaje de flores y frutos pequeños, e incluso la muerte total de la planta. La resistencia del cultivo a la helada depende de la etapa de desarrollo; ya que, es más resistente cuando se encuentra en el período de germinación, mientras que en la floración es mayor el daño que sufre.

Inmediatos

Sus efectos son la deshidratación y el rompimiento de la membrana.

Figura 31. Mapa de peligro por Heladas para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



5.2.3 Tormentas de Granizo

El 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. El Granizo es una de las formas de precipitación y se llega a originar cuando corrientes de aire ascienden al cielo de forma muy violenta. Las gotas de agua se convierten en hielo al ascender a las zonas más elevadas de la nube, o al menos a una zona de la nube cuya temperatura sea como mínimo de 0° Centígrados, temperatura a la que congela el agua. Conforme transcurre el tiempo, esa gota de agua gana dimensiones, hasta que representa lo suficiente como para ser incontenible y permanecer por más tiempo en suspensión. Es entonces cuando, arrastrándose en su caída de la nube, se lleva consigo las gotas que va encontrando en su camino.

En cuanto a su forma el granizo puede ser de forma irregular o regular. Estas partículas generalmente constan de un núcleo congelado envuelto en varias capas de hielo uniforme, las capas pueden ser opacas o transparentes y son indicativas del tipo de masa de aire y del proceso de crecimiento del núcleo de granizo, sin son opacas es porque el crecimiento ha sido rápido y quedo atrapado aire en la capa. Y si la capa es transparente el crecimiento ha sido lento y las burbujas de aire tuvieron tiempo de escapar.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de San Sebastián Tutla, fueron considerados los datos de granizo de 9 estaciones que rodean al municipio (*Cuadro de Relación de estaciones meteorológicas con datos de granizo*).

Cuadro 46. Relación de Estaciones Meteorológicas con Datos de Granizo

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	DÍAS CON GRANIZO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	Oaxaca	0.2	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	Oaxaca	0.4	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	Oaxaca	0.7	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	Oaxaca	1.3	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	Oaxaca	0.0	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	Oaxaca	1.8	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	Oaxaca	0.2	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	Oaxaca	0.2	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DÍAZ ORDAZ	Oaxaca	0.2	16°59'50"	96°25'57"	1,713

Fuente. ERIC

A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de granizo, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 47. Peligro por tormentas de granizo del municipio de San Sebastián Tutla:

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
BAJO DE 1 A 2 DÍAS CON GRANIZO	ESTE RANGO DE DÍAS CON GRANIZO ABARCA LA PARTE OESTE Y UNA PEQUEÑA ZONA UBICADA AL NOROESTE, DEL MUNICIPIO RESPECTIVAMENTE, Y LOS MESES EN LOS CUALES TIENE MAYOR PROBABILIDAD DE PRESENTARSE DICHO FENÓMENO SON ABRIL Y MAYO PRINCIPALMENTE
BAJO DE 2 A 3 DIAS CON GRANIZO	ESTE RANGO DE DÍAS CON GRANIZO ABARCA LA PARTE ESTE, CENTRO, SURESTE Y NORESTE DEL MUNICIPIO RESPECTIVAMENTE, Y LOS MESES EN LOS CUALES TIENE MAYOR PROBABILIDAD DE PRESENTARSE DICHO FENÓMENO SON ABRIL Y MAYO PRINCIPALMENTE

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño, en las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

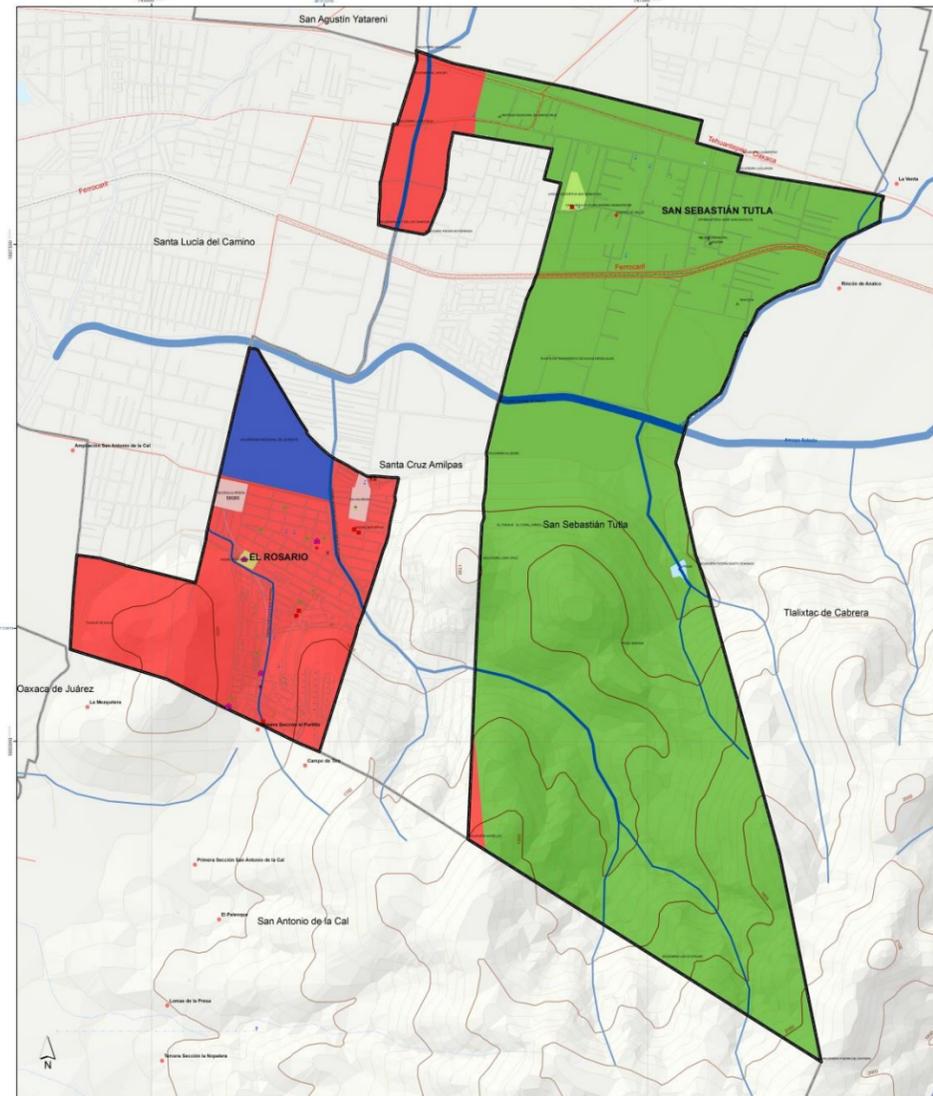
Figura 32. Mapa de Granizo para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



ATLAS DE RIESGOS
SAN SEBASTIÁN TUTLA, OAX. DICIEMBRE 2013.



CLAVE: **H4 PELIGRO POR TORMENTAS DE GRANIZO**



Simbología Temática

Descripción Técnica

Localización

INTENSIDAD
■ MUY BAJO
■ NO APLICA

Proyección del Mapa: DATUM CGCS WGS 84 UTM 214
 Meridiano Central: 105
 Falso este: 500,000
 Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales de INEGI



Escala: 1:8,500

Vías de Comunicación	Hidrología	Instalaciones Diversas	Topografía	Límites Administrativos
— Pavimentada	— Corriente de agua	— Antena	— Contorno de nivel	— Límite Municipal
— Terrestre	— Estanque	— Estación eléctrica	— Límite del Estado	— Límite del Municipio
— Calle de Paved Concrete	— Arroyo	— Estación de agua	— Límite del País	— Área Urbana
— Camión	— Equipamiento hidráulico	— Tanque de agua		
— Línea de Carretera	— Río	— Resquebraje		
— Línea de Tránsito	— Cauce de agua	— Equipamiento		
— Puente		— Corriente		
		— Centro de Asistencia Médica		
		— Escuela		
		— Instalación Deportiva o Recreativa		
		— Mercado		
		— Palacio de Gobierno		
		— Plaza		
		— Templo		

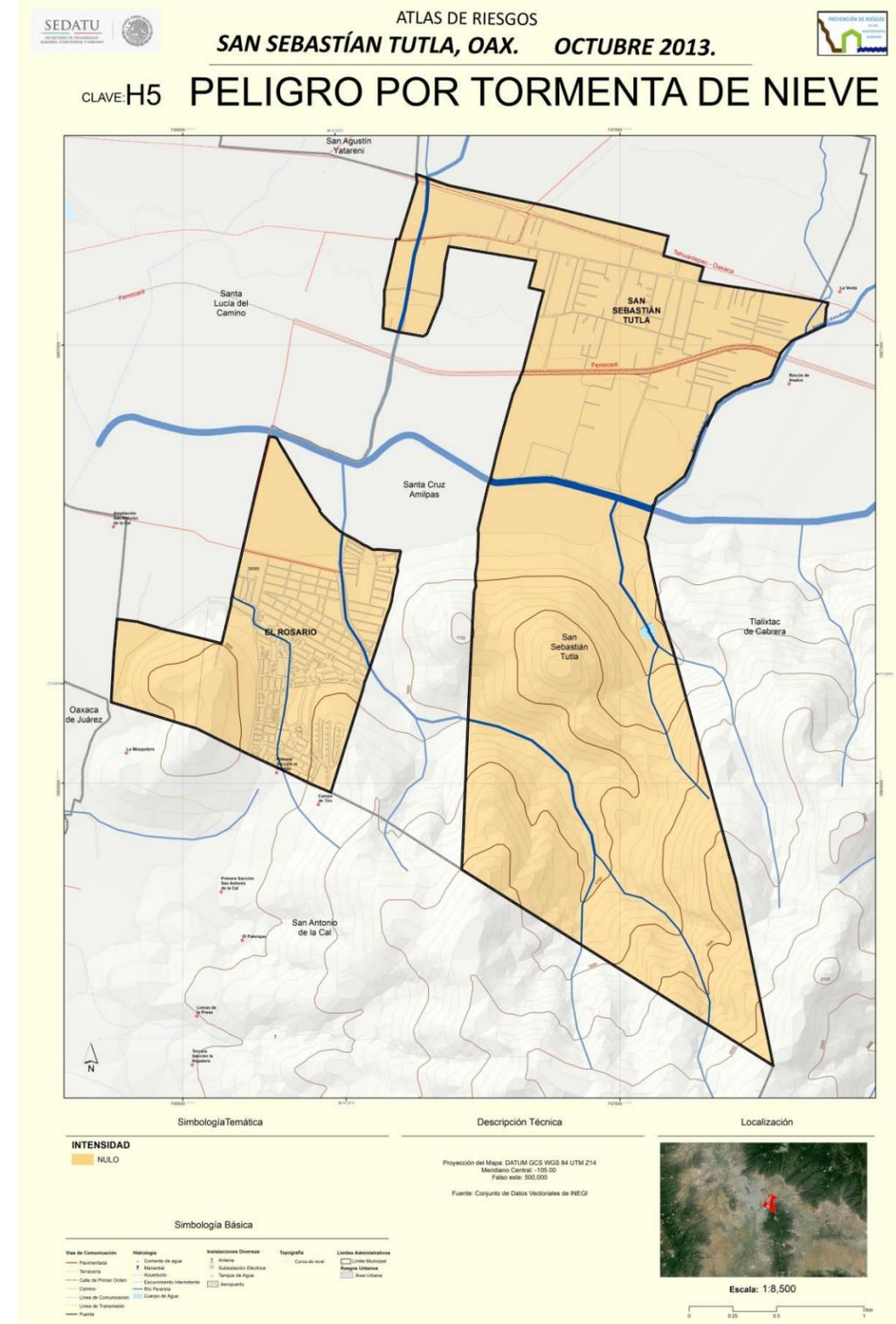
5.2.4 Tormentas de nieve

Las nevadas, también conocidas como tormentas de nieve, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones. Estas se presentan cuando la temperatura de la atmosfera, a nivel superficial, es igual o menos a los 0°C, además de otros factores como el viento, principalmente su componente vertical, y la humedad entre otras.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son los que ocurren generalmente durante el invierno, como son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas, y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve. Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas.

Con base en la información del mapa de grado de riesgo por nevadas elaborado por el CENAPRED y los registro de temperaturas mínimas de las estaciones meteorológicas que rodean la zona de estudio se observa que los meses que presentan las temperaturas más bajas son: diciembre, enero y febrero en un rango que va de los 0°C a -2°C, nieve por lo anterior, el grado de peligro de nevadas para el municipio es bajo.

Figura 33. Mapa de Tormentas de nieve para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



5.2.5 Ciclones Tropicales

HURACANES

El huracán, es el más severo de los fenómenos meteorológicos conocidos como ciclones tropicales. Estos son sistemas de baja presión con actividad lluviosa y eléctrica cuyos vientos rotan antihorariamente (en contra de las manecillas del reloj) en el hemisferio Norte, se forman en el mar en la época en que la temperatura del agua es superior a los 26 grados.

Con Base en la información del Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México (CENAPRED, 2002), un ciclón tropical se define como: "Una gran masa de aire cálida y húmeda con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Se originan en el mar entre los 5° y 15° de Latitud, tanto en el hemisferio norte como en el sur.

Los huracanes se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos, utilizando la escala de vientos de huracanes de Saffir-Simpson, en la cual los huracanes de categoría 1 tienen los vientos menos rápidos, mientras que los de categoría 5 presentan los más intensos.

Clasificación de Huracanes:

HURACÁN CATEGORÍA I:

Vientos de 74 a 95 millas por hora (64 a 82 nudos). Presión barométrica mínima igual o superior a 980 mb (28.94 pulgadas).

Efectos: Daños principalmente a árboles arbustos y casas móviles que no hayan sido previamente aseguradas, daños ligeros a otras estructuras, destrucción parcial o total de algunos letreros y anuncios pobremente instalados. Marejadas de 4 a 5 pies sobre lo normal, caminos y carreteras en costas bajas inundadas; daños menores a los muelles y atracaderos. Las embarcaciones menores rompen sus amarres en áreas expuestas.

HURACÁN CATEGORÍA II:

Daños moderados, vientos de 96 a 110 millas por hora (83 a 96 nudos). Presión barométrica mínima de 965 a 979 mb (28.50 a 28.91 pulgadas).

Efectos: Daños a árboles y arbustos, algunos derribados, grandes daños a casas móviles en áreas expuestas, extensos daños a letreros y anuncios, destrucción parcial de algunos techos, puertas y ventanas. Pocos daños a estructuras y edificios. Marejadas de 6 a 8 pies sobre lo normal.

Carreteras y caminos inundados cerca de las costas. Las rutas de escape en terrenos bajos se interrumpen 2 a 4 horas antes de la llegada del centro del huracán, las marinas se inundan. Las embarcaciones menores rompen amarras en áreas abiertas. Se requiere la evacuación de residentes de terrenos bajos en áreas costeras.

HURACÁN CATEGORÍA III:

Daños extensos, vientos de 111 a 130 millas por hora (96 a 113 nudos). Presión barométrica mínima de 945 a 964 mb (27.91 a 28.47 pulgadas).

Efectos: Muchas ramas son arrancadas de los árboles, grandes árboles derribados. Anuncios y letreros que no estén sólidamente instalados son llevados por el viento. Algunos daños a los techos de edificios y también a puertas y ventanas. Algunos daños a las estructuras de edificios pequeños. Casas móviles destruidas. Marejadas de 9 a 12 pies sobre lo normal, inundando extensas áreas de zonas costeras con amplia destrucción de muchas edificaciones que se encuentren cerca del litoral.

Las grandes estructuras cerca de las costas son seriamente dañadas por el embate de las olas y escombros flotantes. Las vías de escape en terrenos bajos se interrumpen 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán debido a la subida de las aguas. Los terrenos llanos de 5 pies o menos sobre el nivel del mar son inundados por más de 8 millas tierra adentro. Posiblemente se requiera la evacuación de todos los residentes en los terrenos bajos a lo largo de las zonas costeras.

HURACÁN CATEGORÍA IV:

Daños extremos, vientos de 131 a 155 millas por hora (114 a 135 nudos). Presión barométrica mínima de 920 a 944 mb (27.17 a 27.88 pulgadas).

Efectos: Árboles y arbustos son arrasados por el viento, anuncios y letreros son arrancados o destruidos. Hay extensos daños en techos, puertas y ventanas, se produce colapso total de techos y algunas paredes en muchas residencias pequeñas. La mayoría de las casas móviles son destruidas o seriamente dañadas. Se producen, marejadas de 13 a 18 pies sobre lo normal. Los terrenos llanos de 10 pies o menos sobre el nivel del mar son inundados hasta 6 millas tierra adentro.

Hay grandes daños a los pisos bajos de estructuras cerca de las costas debido al influjo de las inundaciones y el batir de las olas llevando escombros. Las rutas de escape son interrumpidas por la subida de las aguas 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera una evacuación masiva de todos los residentes dentro de un área de unas 500 yardas de la costa y también de terrenos bajos hasta 2 millas tierra adentro.

HURACÁN CATEGORÍA V:

Daños extremos, vientos de más de 155 millas por hora (135 nudos). Presión barométrica mínima por debajo de 920 mb (27.17 pulgadas).

Árboles y arbustos son totalmente arrasados por el viento con muchos árboles grandes arrancados de raíz, daños de gran consideración a los techos de los edificios. Los anuncios y letreros son arrancados, destruidos y llevados por el viento a una distancia considerable, ocasionando a su vez más destrucción. Daños muy severos y extensos a ventanas y puertas. Hay

colapso total de muchas residencias y edificios industriales, se produce una gran destrucción de cristales en puertas y ventanas que no hayan sido previamente protegidos.

Muchas casas y edificios pequeños derribados o arrasados. Destrucción masiva de casas móviles, se registran mareas muy superiores a 18 pies sobre lo normal. Ocurren daños considerables a los pisos bajos de todas las estructuras a menos de 15 pies sobre el nivel del mar hasta más de 500 yardas tierra adentro. Las rutas de escape en terrenos bajos son cortadas por la subida de las aguas entre 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera una evacuación masiva de todos los residentes en terrenos bajos dentro de un área de 5 a 10 millas de las costas. Situación caótica.

Las principales amenazas que generan los ciclones son:

Viento

Uno de los aspectos principales para dar la característica destructiva a un huracán, se desplaza siempre de las zonas de alta presión a las de baja presión. A este movimiento del aire se le llama viento y su velocidad es directamente proporcional a la diferencia de presión que existe entre los puntos por los que circula. Los vientos provocados por los huracanes son muy fuertes, en la categoría más baja (tormenta tropical) tienen una velocidad de 63 km/h, en niveles más fuertes se presentan vientos con una velocidad mayor a los 118 km/h, cuando ya adquieren la categoría de huracán.

El viento es el movimiento de aire con relación a la superficie terrestre. En las inmediaciones del suelo, aunque existen corrientes ascendentes y descendentes, predominan los desplazamientos del aire horizontales, por lo que se considera solamente la componente horizontal del vector velocidad. Al ser una magnitud vectorial habrá que considerar su dirección y velocidad. La dirección del viento no es nunca fija, sino que oscila alrededor de una dirección media que es la que se toma como referencia. Se considerará la rosa de vientos de ocho direcciones para definirlo.

Con base en la información del CENAPRED, la forma más refinada de regionalización del peligro por viento es la que se usa para fines de ingeniería, en las normas para diseño de edificios y de otras estructuras. Se emplea como parámetro la velocidad máxima del viento para un cierto período de retorno, y con ella se preparan mapas de curvas llamadas isotacas que corresponden a los sitios con una misma velocidad máxima de viento. El país se divide en cuatro zonas que representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 50 años, mismas que se describen a continuación:

Cuadro 48. Zonificación Eólica (CFE)

ZONA	VELOCIDAD DEL VIENTO
1	100 A 130 (KM/H)
2	130 A 160 (KM/H)
3	160 A 190 (KM/H)
4	190 A 220 (KM/H)

Fuente CFE

Las lluvias intensas

Estas pueden extenderse a grandes distancias de su región central, mientras más tiempo se mantenga el huracán en tierra desprenderá mayores niveles de lluvia. En ocasiones los parámetros que alertan sobre los huracanes están basados principalmente sobre la velocidad de los vientos, sin embargo, un huracán puede causar graves daños cuando mantiene una velocidad de vientos baja, pero que permanezca demasiado tiempo estacionado en áreas terrestres provocando lluvias intensas, generando un alto riesgo de inundación pluvial, y si existen montañas, la lluvia puede alcanzar valores extremos. Las fuertes precipitaciones pluviales que están asociadas a los huracanes, dependen de la prontitud con que este viaja, de su radio de acción y del área formada por nubes convectivas cumulonimbus. Este fenómeno se abordará puntualmente en el capítulo 5.2.10.

La marea de tormenta

Es una inundación costera asociada con un sistema atmosférico de baja presión (normalmente, con un ciclón tropical). La marejada ciclónica es principalmente producto de los vientos en altura que empujan la superficie oceánica. El viento hace que el agua se eleve por encima del nivel del mar normal. Cuando un ciclón tropical se acerca a la costa. La marea se agrega al oleaje que físicamente se está produciendo en el momento que se aproxima el huracán y por esta razón no es tan obvio percatarse de la existencia de dicha sobreelevación por lo que simplemente se reportan olas que tienen mayores alcances tierra adentro. El principal efecto de la marea de tormenta es la inundación de las zonas costeras con agua de mar, que dependiendo de la topografía, puede llegar a cubrir franjas de varios kilómetros.

Oleaje

La gran intensidad y extensión del campo de vientos generan fuertes oleajes que, al trasladarse pueden afectar en gran medida, inclusive para las zonas alejadas del punto de incidencia del huracán sobre la tierra. En México, los ciclones tropicales producen las condiciones de oleaje más severas, por lo que no es conveniente la navegación en esas condiciones y se considera en el diseño de las obras de protección costeras.

ONDAS TROPICALES

Las Ondas Tropicales son perturbaciones originadas en la zona de los vientos alisios conocida como Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), caracterizadas por la presencia de precipitaciones con fuertes rachas de viento, cuyo movimiento es hacia el oeste a una velocidad promedio de 15 km/hr, produciendo un fuerte proceso convectivo sobre la superficie que cruza. Su duración puede variar de una a dos semanas y su longitud va de los 1,500 km., hasta los 4,000 km., generando una zona de convergencia en la parte trasera de la onda y una zona de divergencia en el frente.

Las condiciones iniciales favorables para su formación y desarrollo son la presencia de aire húmedo en una amplia capa de la atmósfera, la cual se vuelve inestable por la saturación del aire por lo que tiende a elevarse a grandes altitudes generando un fuerte mecanismo de presión. También pueden producirse tormentas tropicales como resultado del choque de dos masas de aire frontal, en las que la ascendencia del viento puede generarse por la llegada de aire frío que se desliza por debajo de la masa de aire cálido y húmedo.

Cuadro 49. Clasificación de las ondas tropicales

CLASIFICACIÓN	NIVEL DE PRESIÓN EN MILIBARES (MB)
DEPRESIÓN TROPICAL	PRESIÓN DE 1008 A 1005 MB O VELOCIDAD DE LOS VIENTOS MENOR QUE 63 km/h
TORMENTA TROPICAL	PRESIÓN DE 1004 A 985 mb O VELOCIDAD DEL VIENTO ENTRE 63 Y 118 km/h

Aun cuando los huracanes pueden formarse desde principios de mayo en el Mar Caribe o en el Golfo de México, la temporada oficial de huracanes comienza el 1 de Junio y termina el 30 de noviembre. En la zona este del Pacífico Oriental, la temporada comienza oficialmente el 15 de mayo y termina el 30 de noviembre.

Por su ubicación geográfica y con base en los registros (SMN), el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales para el municipio de San Sebastián Tutla, es muy bajo, viéndose afectado de manera indirecta por estos fenómenos.

En lo que respecta al viento el grado de peligro por este fenómeno meteorológico es bajo ya que con base al mapa de regionalización de los valores de las intensidades máximas de viento en el país ocurridas una vez cada 50 años, elaborado por la Comisión Federal de Electricidad, indica que el municipio, es afectado por una zona eólica, cuyo rango de Velocidad va de los 100 a 130 Km/h.

Reseñas de las trayectorias de Ciclones (Huracanes y ondas tropicales), que han afectado de manera indirecta al municipio.

Pacífico

En lo que respecta a los huracanes y tormentas tropicales que se han generado en la zona del Pacífico, se tomó como base la información del programa "Busca Ciclones Tropicales Del

Cenapred", para verificar si alguno de estos fenómenos ha afectado de manera directa o indirecta la zona de estudio, encontrándose un par de ellos que datan de 1958 Tormenta Tropical y de 1961 "Simone" Depresión Tropical respectivamente.

Tormenta Tropical 1958

Se origina el 13 de junio de 1958 a unos 160 km de las costas de Guatemala con vientos de 45 km/h avanzando con dirección noroeste, para el día 14 de ese mes toca tierra en la zona de Oaxaca con vientos de 45 km/h y avanza hacia el noroeste para internarse en territorio nacional donde pierde fuerza para finalmente disiparse.

Depresión Tropical "Simone" [01 Noviembre – 03 Noviembre de 1961]

Esta depresión se origina en el Pacífico a unos 40 km frente a las costas de Guatemala, a las 6:00 am del 1 de noviembre de 1961, con velocidades de 25 km/h, avanzando con dirección oeste. Para el día 2 de noviembre "Simone" intensifico su actividad alcanzando vientos de 45 km/h y avanzando con dirección noroeste para tocar tierra en la zona de Oaxaca, avanzando hacia el norte para internarse territorio nacional donde fue perdiendo fuerza. Para el día 3 de noviembre la depresión tropical "Simone" se comenzó disiparse.

Atlántico

Huracán "Stan" [01 Octubre – 05 Octubre de 2005]

Con base en la información obtenida de CONAGUA Subdirección General Técnica Servicio Meteorológico Nacional, el día 1º de octubre por la mañana se generó la depresión tropical No. 20 del Océano Atlántico; se inició a una distancia aproximada de 180 km al sureste de Cozumel, Q. R., con vientos máximos sostenidos de 45 km/h, rachas de 65 km/h, presión mínima de 1007 hPa y desplazamiento hacia el oeste-noroeste a 9 km/h. Durante el resto del día, la DT-20 siguió su desplazamiento hacia el oeste-noroeste con vientos máximos sostenidos de 55 km/h. Cuando se encontraba a unos 20 km al este de la costa de Quintana Roo, en las cercanías de Punta Estrella, la DT-20 se desarrolló a la tormenta tropical "Stan" con vientos máximos sostenidos de 75 km/h y rachas de 90 km/h.

La tormenta tropical "Stan" tocó la costa de Quintana Roo, aproximadamente a las 7:00 horas del día 2, cuando su centro se localizó a 33 km al Este-Noreste de Felipe Carrillo Puerto con vientos máximos sostenidos de 75 km/h y rachas de 95 km/h. Durante el transcurso del día 2 "Stan" cruzó la Península de Yucatán con trayectoria hacia el Oeste-Noroeste; al avanzar sobre tierra empezó a perder fuerza por lo que al final del día, se encontraba a 10 km al Sureste de la población de Celestún, Yuc., como depresión tropical con vientos máximos sostenidos de 55 km/h.

En las primeras horas del día 3, la DT "Stan" salió al Golfo de México y a las 4:00 horas ya se encontraba nuevamente como tormenta tropical, con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h. Durante el resto de este día, "Stan" mantuvo su desplazamiento hacia el

oeste, cruzando la parte suroeste del Golfo de México mientras aumentaba gradualmente la fuerza de sus vientos y afectaba fuertemente con sus bandas nubosas a todos los estados del litoral de Golfo.

En la madrugada del día 4, cuando se encontraba a 75 km al Norte de Coatzacoalcos, Ver., el avión cazahuracanes reportó que la tormenta tropical "Stan" se había intensificado a huracán de categoría I, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h y rachas de 155 km/h. El huracán "Stan" siguió su trayectoria con rumbo hacia la costa de Veracruz, y poco antes de las 10:00 horas local, tocó tierra entre Punta Roca Partida y Monte Pío, Ver., a unos 20 km al noreste de San Andrés Tuxtla, Ver., con vientos máximos sostenidos de 130 km/h. Al tocar tierra, "Stan" empezó a perder fuerza y así, unas horas más tarde, cuando se encontraba a 25 km al este-sureste de Villa Azueta, Ver., se degradó a tormenta tropical, con vientos máximos sostenidos de 105 km/h y rachas de 130 km/h. Por la noche del día 4, al cruzar la sierra de la parte norte de Oaxaca, la tormenta tropical "Stan" se debilitó a depresión tropical, a una distancia de 30 km al Noreste de la ciudad de Oaxaca, Oax., presentando vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de 75 km/h. Finalmente, en la madrugada del día 5, después de haber avanzado sobre la región montañosa del estado de Oaxaca, la depresión tropical "Stan" entró en proceso de disipación, a una distancia de 60 km al oeste-suroeste de la ciudad de Oaxaca, Oax.

Tormenta tropical "Hermine" [20 septiembre – 25 septiembre de 1980]

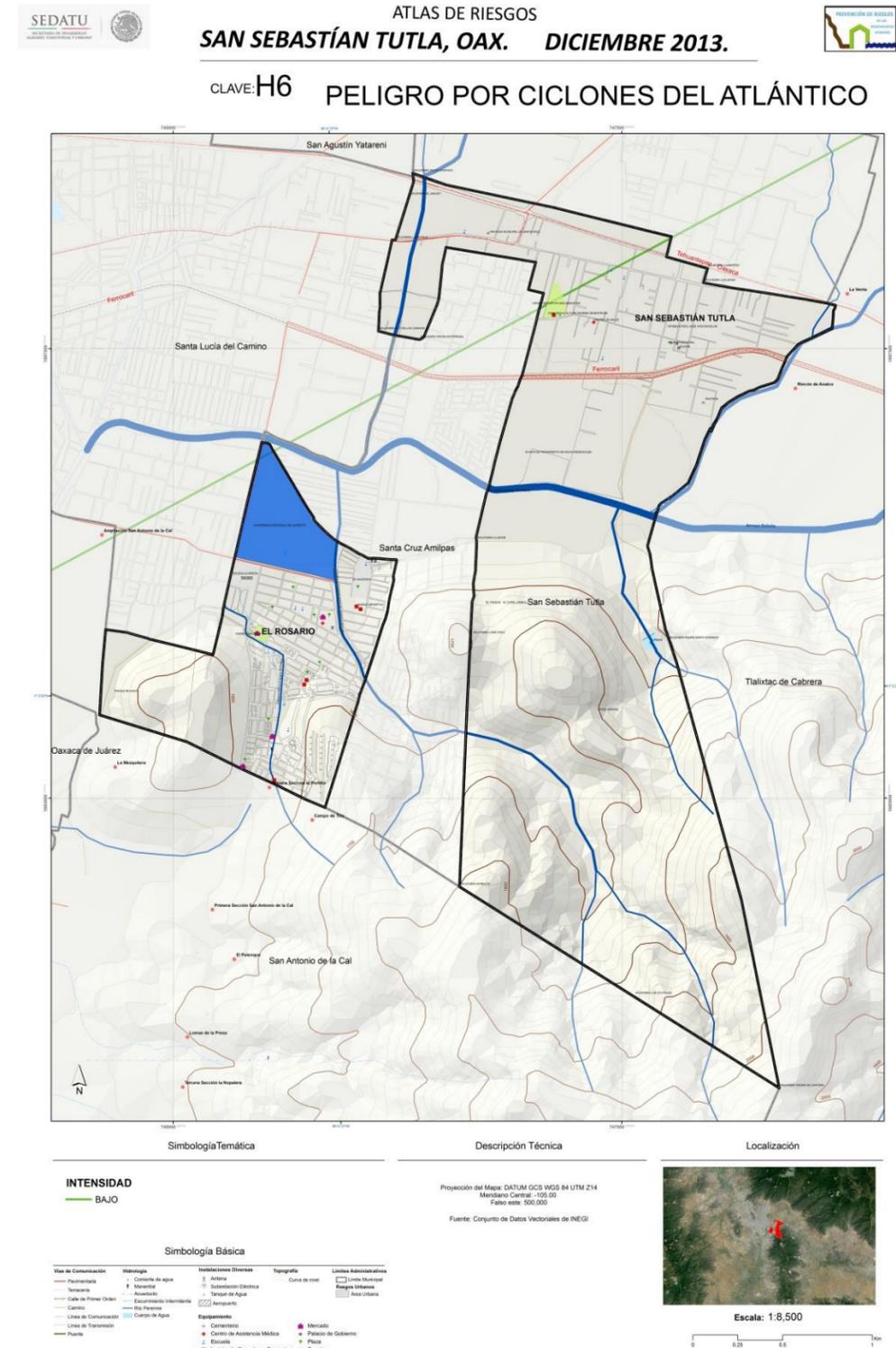
Se origina el 20 de septiembre de 1980 en el mar Caribe a unos 650 km de las costas hondureñas, con vientos de 25 km/h, para el 21 de septiembre la tormenta tropical se encontraba cerca de la costa de Honduras, después de rozar Honduras, la tormenta tropical "Hermine" tocó tierra justo al norte de la ciudad de Belice el 22 del mismo mes, dejando a su paso lluvias. Después de cruzar la península de Yucatán, la tormenta tropical "Hermine" salió brevemente a la bahía de Campeche donde volvió a tomar fuerza y retornó a las playas mexicanas. La tormenta se internó tierra adentro y finalmente se disipó el 25 de septiembre.

Depresión tropical "Fifi" [14 Septiembre – 22 Septiembre de 1974]

Comenzó como una onda tropical el 14 de septiembre de 1974, en la zona nor-oriental del Mar Caribe. El 16 de septiembre de ese año, la depresión se intensificó a Tormenta Tropical con nombre de seguimiento "Fifi" cerca de las costas de la Isla de Jamaica continuando ganando fuerza y extendiéndose en los días posteriores y alcanzando las costas de Honduras y Guatemala, ya con una magnitud de huracán categoría 2.

Después de tocar tierra, el huracán "Fifi" se debilitó rápidamente, convirtiéndose en una depresión tropical la noche del 20 de septiembre fecha en la que toco México, para el 21 de septiembre siguió su avance a través del territorio nacional con dirección oeste y dejando a su paso lluvias por la zona, finalmente para el 22 del mismo mes, después de haber atravesado la parte sur del territorio nacional, se disipó frente a las costas mexicanas del Pacífico.

Figura 34. Mapa de Huracanes para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



5.2.6 Tornados

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, resultado de una gran inestabilidad, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. De acuerdo con el Servicio Meteorológico de los EUA (NWS, 1992), los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad. Cuando se observa un tornado se puede distinguir una nube de color blanco o gris claro, mientras que el vórtice se encuentra suspendido de ésta; cuando el vórtice hace contacto con la tierra se presenta una nube de un color gris oscuro o negro debido al polvo y escombros que son succionados del suelo por la violencia del remolino. Estos vórtices llamados también chimeneas o mangas, generalmente rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y al contrario en el hemisferio sur. En algunas ocasiones se presentan como un cilindro, con dimensiones que pueden ser desde decenas de metros hasta un kilómetro; el diámetro puede variar ligeramente entre la base de la nube y la superficie del suelo. Algunos tornados están constituidos por un solo vórtice, mientras que otros forman un sistema de varios de ellos que se mueven en órbita alrededor del centro de la circulación más grande del tornado. Estos vórtices se pueden formar y desaparecer en segundos.

Los tornados pueden ser locales, pero la rapidez con que se desarrollan los hacen muy peligrosos para la gente. Los daños que ocasionan son diversos, entre los que destacan: pérdidas económicas a la agricultura, a las viviendas, a la infraestructura urbana, lesiones, cortaduras e incluso, pérdidas humanas. Los daños de los tornados son el resultado de la combinación de varios factores:

- La fuerza del viento provoca que las ventanas se abran, se rompan cristales, haya árboles arrancados de raíz y que automóviles, camiones y trenes sean lanzados por los aires.
- Los impactos violentos de los desechos que porta y que son lanzados contra vehículos, edificios y otras construcciones, etc.
- La baja presión del interior del tornado, provoca la falla de algunos elementos estructurales y no estructurales sobre las que se posa, como las ventanas.

Existen varias escalas para medir la intensidad de un tornado, pero la aceptada universalmente es la Escala de Fujita (también llamada Fujita-Pearson Tornado Intensity Scale), elaborada por Tetsuya Fujita y Allan Pearson de la Universidad de Chicago en 1971. Esta escala se basa en la destrucción ocasionada a las estructuras realizadas por el hombre y no al tamaño, diámetro o velocidad del tornado. Por lo tanto, no se puede calcular su intensidad a partir de la observación directa; se deben evaluar los daños causados por el meteoro. Hay seis grados (del 0 al 5) y se antepone una F en honor del autor.

A diferencia de los Estados Unidos de América, en México no existe sistema alguno que permita alertar la presencia de este fenómeno hidrometeorológico; sin embargo, ya comienza a haber instrumentación capaz de detectar superceldas y, tal vez, tornados, como es el caso del radar Doppler "Mozotal", recientemente instalado en el estado de Chiapas, operado por el Servicio Meteorológico Nacional, y cuya imagen puede ser consultada en la página de internet de esta institución (CENAPRED).

Cuadro 50. Escala de Fujita para tornados, basada en los daños causados (1971):

NÚMERO EN LA ESCALA	DENOMINACIÓN DE INTENSIDAD	VELOCIDAD DEL VIENTO KM/H	TIPO DE DAÑOS
F0	VENDAVAL	60-100	DAÑOS EN CHIMENEAS, ROTURA DE RAMAS, ÁRBOLES PEQUEÑOS ROTOS, DAÑOS EN SEÑALES Y RÓTULOS.
F1	TORNADO MODERADO	100-180	DESPRENDIMIENTO DE ALGUNOS TEJADOS, MUEVE COCHES Y CAMPER, ARRANCA ALGUNOS ÁRBOLES PEQUEÑOS.
F2	TORNADO IMPORTANTE	180-250	DAÑOS CONSIDERABLES. ARRANCA TEJADOS Y GRANDES ÁRBOLES DE RAÍZ, CASAS DÉBILES DESTRUIDAS, ASÍ COMO OBJETOS LIGEROS QUE SON LANZADOS A GRAN VELOCIDAD.
F3	TORNADO SEVERO	250-320	DAÑOS EN CONSTRUCCIONES SÓLIDAS, TRENES AFECTADOS, LA MAYORÍA DE LOS ÁRBOLES SON ARRANCADOS.
F4	TORNADO DEVASTADOR	320-340	ESTRUCTURAS SÓLIDAS SERIAMENTE DAÑADAS, ESTRUCTURAS CON CIMIENTOS DÉBILES ARRANCADAS Y ARRASTRADAS, COCHES Y OBJETOS PESADOS ARRASTRADOS.
F5	TORNADO INCREÍBLE	420-550	EDIFICIOS GRANDES SERIAMENTE AFECTADOS O COLAPSADOS, COCHES LANZADOS A DISTANCIAS SUPERIORES A LOS 100 METROS, ESTRUCTURAS DE ACERO SUFREN DAÑOS.

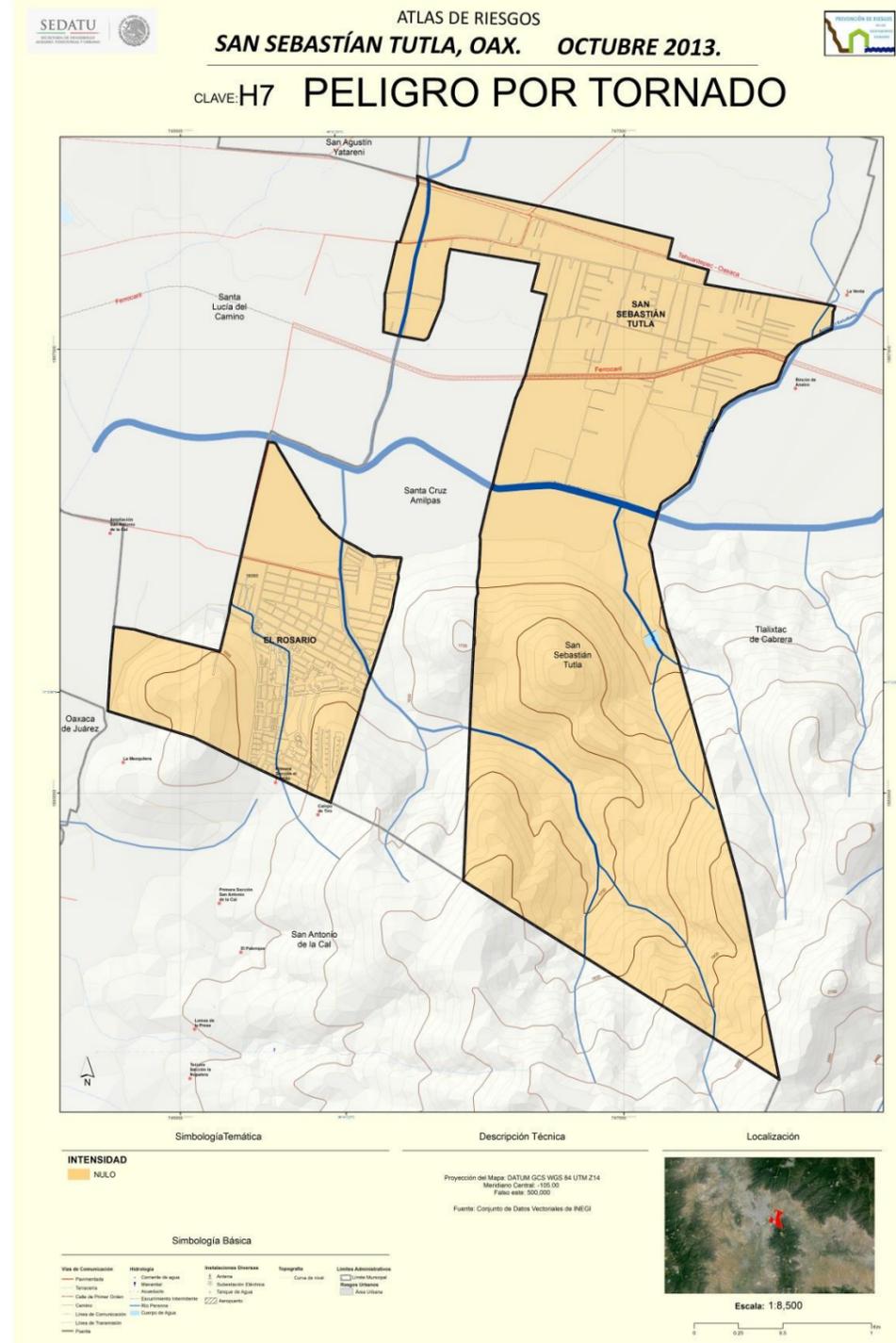
Fuente. CENAPRED

En nuestro país se presentan las condiciones meteorológicas necesarias para la formación de los tornados superceldas y no-superceldas (Macías, 2001). En algunos lugares se presentan estacionalmente y en otros esporádicamente.

En la actualidad, se cuenta con una base de datos muy pequeña de estos fenómenos remitiéndose exclusivamente a una recopilación de información existente entre testimonios históricos en la época de 958-1822, siglo XIX-XX, notas periodísticas 2000-2007 e información popular obtenida en trabajo de campo (CENAPRED).

Para el municipio de San Sebastián Tutla, no se cuenta con algún registro de la presencia de dicho meteoro en el territorio municipal y con base en la información del mapa de presencia de tornados en municipios de México elaborado por el CENAPRED, dicho municipio es considerado como una zona sin presencia de Tornados.

Figura 35. Mapa de Peligro de Tornados para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



5.2.7 Tormentas de polvo

Las tormentas de polvo son un fenómeno meteorológico muy común en las zonas áridas y semiáridas del planeta. Se levantan cuando una ráfaga de viento es lo suficientemente fuerte como para elevar las partículas de polvo o arena que se encuentran asentadas en el suelo.

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

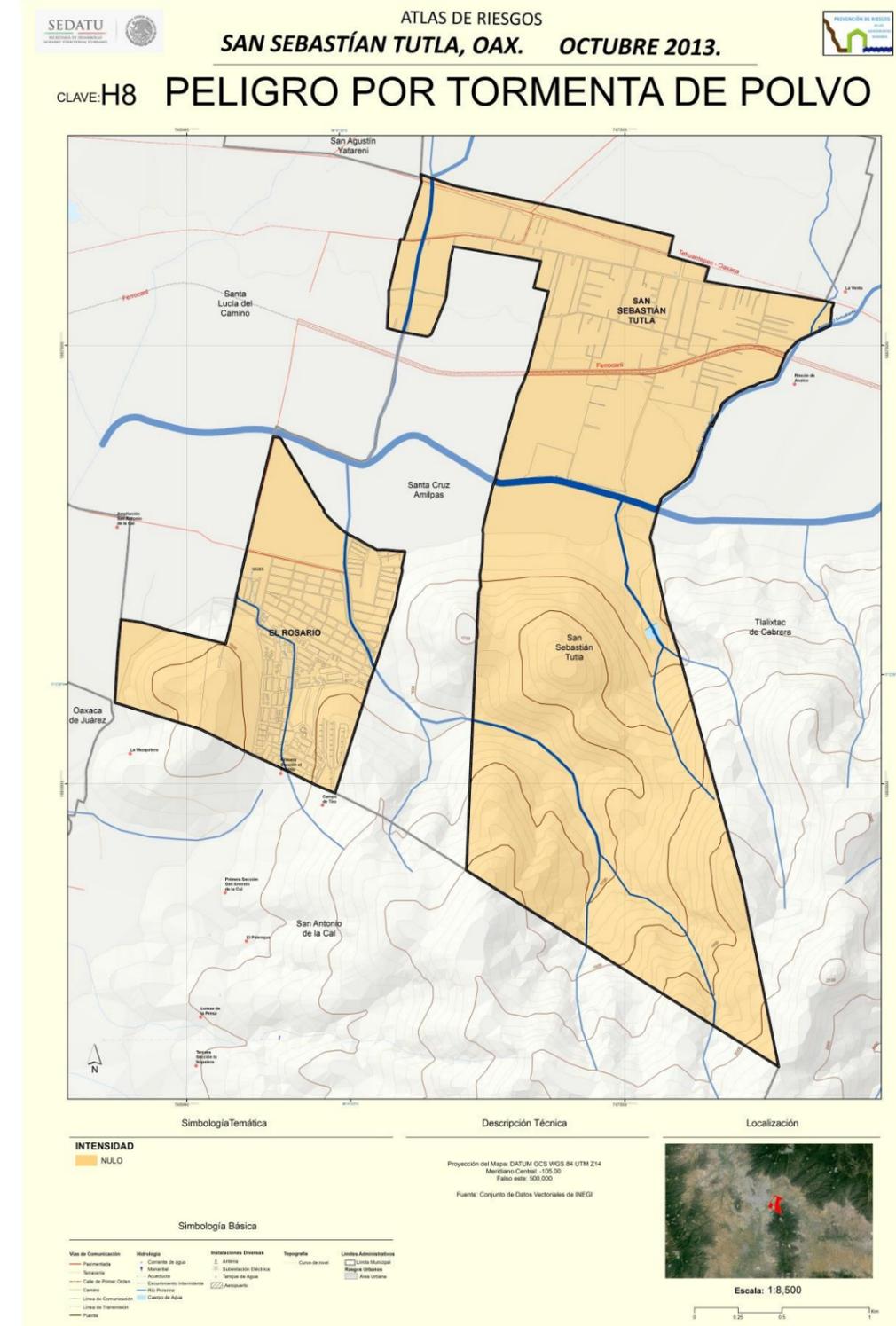
Los daños que ha sufrido el planeta como es la deforestación, el efecto invernadero, la contaminación, etc, han contribuido a que las tormentas sean más constantes.

Grupos vulnerables

- Bebes, niños, y adolescentes
- Personas ancianos
- Personas con asma, bronquitis, enfisema, u otros problemas respiratorios
- Personas con problemas cardíacos
- Mujeres embarazadas
- Adultos sanos que trabajan o ejercitan vigorosamente afuera (por ejemplo, trabajadores de agricultura y construcción, o corredores)

El grado de peligro por presencia de tormentas de polvo para el municipio de San Sebastián Tutla, es bajo.

Figura 36. Mapa de Peligro por Tormentas de Polvo para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



5.2.8 Tormentas eléctricas

El concepto de tormenta se utiliza para identificar a una perturbación producida a nivel atmosférico, que se desarrolla de manera violenta y que conjuga vientos y precipitaciones. Su origen está en el choque de masas de aire con temperaturas distintas, lo que provoca la formación de nubes y quiebra la estabilidad del ambiente. Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno).

Las tormentas se asocian a nubes convectivas (cumulonimbus) y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo (OMM, 1993). Son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados.

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar a éste, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas vienen acompañadas de fenómenos eléctricos: rayos, relámpagos y truenos. La atmósfera contiene iones, pero durante una tormenta se favorecen la formación de los mismos que tienden a ordenarse. Los iones positivos en la parte alta y los negativos en la parte baja de la nube. Además la tierra también se carga de iones positivos. Todo ello genera una diferencia de potencial de millones de voltios que acaban originando fuertes descargas eléctricas entre distintos puntos de una misma nube, entre nubes distintas o entre la nube y la tierra: a dicha descarga eléctrica la denominamos rayo. El relámpago es el fenómeno luminoso asociado a un rayo, aunque también suele darse este nombre a las descargas eléctricas producidas entre las nubes.

Para la determinación de las zonas de posible caída de rayos a la superficie terrestre dentro del municipio de San Sebastián Tutla, se utilizó como base la información de tormentas eléctricas de 9 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, que rodean el municipio (Cuadro Relación de estaciones meteorológicas para establecer las zonas de mayor peligrosidad por la presencia de tormentas eléctricas).

Cuadro 51. Relación de Estaciones Meteorológicas para Establecer Las Zonas De Mayor Peligrosidad por la presencia de Tormentas Eléctricas.

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	DÍAS CON TORMENTAS ELÉCTRICAS	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	0.6	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	14.1	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	11.7	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	12.6	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	0.2	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	45.1	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	1.6	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	4.1	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DIAZ ORDAZ	0.6	16°59'50"	96°25'57"	1,713

Fuente. ERIC

A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de tormentas eléctricas, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 52. Peligro por Tormentas Eléctricas del Municipio De San Sebastián Tutla

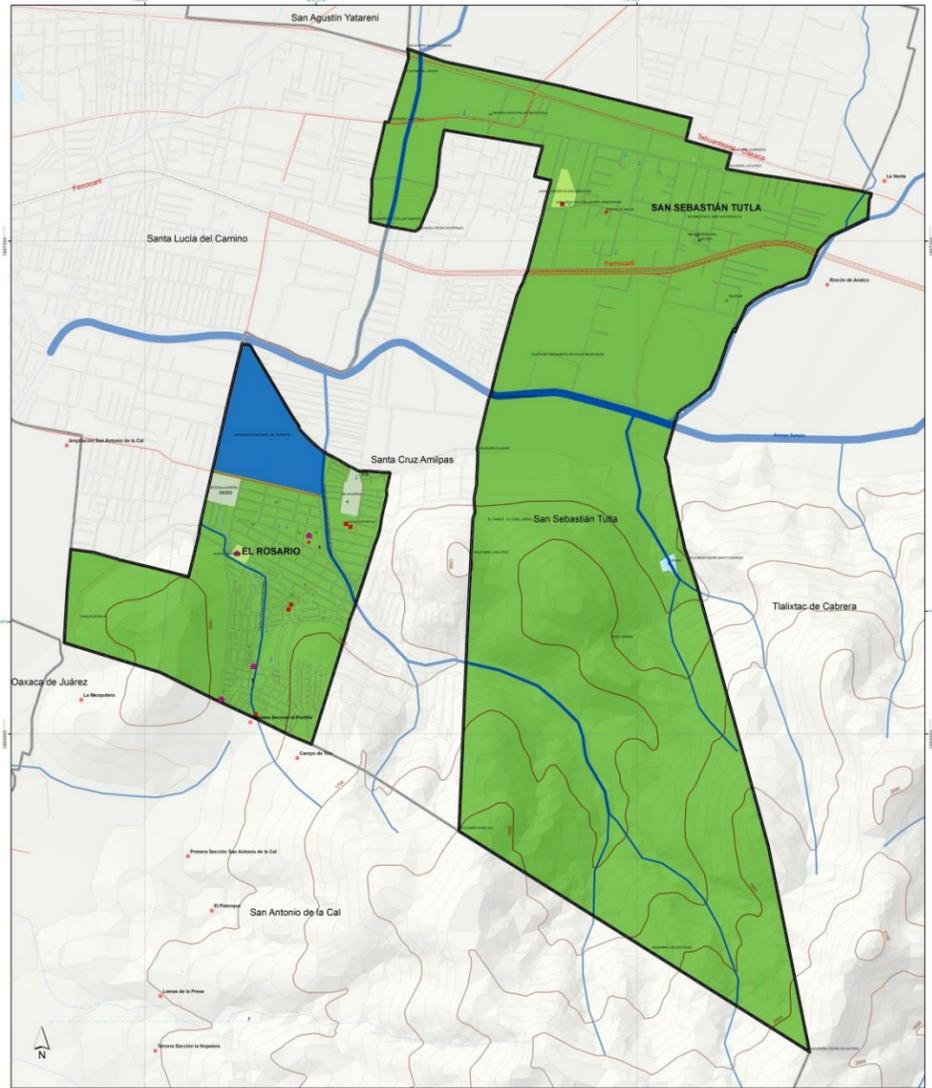
PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MUY BAJO DE 0 A 2 DIAS CON T.E.	ESTE RANGO DE TORMENTAS CUBRE UNA PEQUEÑA ZONA UBICADA EN LA PARTE SURESTE DEL TERRITORIO MUNICIPAL Y LOS MESES EN LOS CUALES TIENE MAYOR PROBABILIDAD DE PRESENTARSE DICHO FENÓMENO SON: JUNIO Y JULIO PRINCIPALMENTE
MUY BAJO DE 2 A 5 DIAS CON T.E.	ESTE RANGO DE TORMENTAS CUBRE LA MAYOR PARTE DEL MUNICIPIO Y ABARCA LA ZONA SUR, CENTRO Y NORTE DEL TERRITORIO MUNICIPAL RESPECTIVAMENTE Y LOS MESES EN LOS CUALES TIENE MAYOR PROBABILIDAD DE PRESENTARSE DICHO FENÓMENO SON: JUNIO Y JULIO PRINCIPALMENTE
MUY BAJO 5 A 10 DIAS CON T.E.	ESTE RANGO DE TORMENTAS CUBRE EL EXTREMO OESTE DEL TERRITORIO MUNICIPAL, Y LOS MESES EN LOS CUALES TIENE MAYOR PROBABILIDAD DE PRESENTARSE DICHO FENÓMENO SON: JUNIO Y JULIO PRINCIPALMENTE

Figura 37. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.

SEDATU
SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO,
INFRAESTRUCTURA Y TERRITORIO

ATLAS DE RIESGOS
SAN SEBASTIÁN TUTLA, OAX. DICIEMBRE 2013.

CLAVE: **H9** PELIGRO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS



<p>Simbología Temática</p> <p>INTENSIDAD</p> <p> MUY BAJO</p>	<p>Descripción Técnica</p> <p>Proyección del Mapa: DATUM GCS WGS 84 UTM Z14 Meridiano Central: -105.00 Falso este: 500,000</p> <p>Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales de INEGI</p>	<p>Localización</p> <p>Escala: 1:8,500</p>							
<p>Simbología Básica</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Vías de Comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> Interestados Carreteras Carreteras Federales Carreteras Estadales Carreteras Municipales Puentes </td> <td style="vertical-align: top;"> <p> Hidrología</p> <ul style="list-style-type: none"> Corrientes de agua Lagos Embalses Embalses Canales </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Instalaciones Diversas</p> <ul style="list-style-type: none"> Aeropuertos Subestaciones Eléctricas Torres de Agua Alcantarillado </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Topografía</p> <ul style="list-style-type: none"> Contorno de nivel </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Límites Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Límites Municipales Límites Estadales </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Equipamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Escuelas Centros de Asistencia Médica Comisariatos Instalación Deportiva o Recreativa </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Límites Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipios Puestos de Gobierno Puestos Templos </td> </tr> </table>			<p>Vías de Comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> Interestados Carreteras Carreteras Federales Carreteras Estadales Carreteras Municipales Puentes 	<p> Hidrología</p> <ul style="list-style-type: none"> Corrientes de agua Lagos Embalses Embalses Canales 	<p>Instalaciones Diversas</p> <ul style="list-style-type: none"> Aeropuertos Subestaciones Eléctricas Torres de Agua Alcantarillado 	<p>Topografía</p> <ul style="list-style-type: none"> Contorno de nivel 	<p>Límites Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Límites Municipales Límites Estadales 	<p>Equipamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Escuelas Centros de Asistencia Médica Comisariatos Instalación Deportiva o Recreativa 	<p>Límites Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipios Puestos de Gobierno Puestos Templos
<p>Vías de Comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> Interestados Carreteras Carreteras Federales Carreteras Estadales Carreteras Municipales Puentes 	<p> Hidrología</p> <ul style="list-style-type: none"> Corrientes de agua Lagos Embalses Embalses Canales 	<p>Instalaciones Diversas</p> <ul style="list-style-type: none"> Aeropuertos Subestaciones Eléctricas Torres de Agua Alcantarillado 	<p>Topografía</p> <ul style="list-style-type: none"> Contorno de nivel 	<p>Límites Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Límites Municipales Límites Estadales 					
<p>Equipamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Escuelas Centros de Asistencia Médica Comisariatos Instalación Deportiva o Recreativa 	<p>Límites Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipios Puestos de Gobierno Puestos Templos 								

5.2.9 Lluvias extremas

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

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

Cuando el agua condensada alcanza una masa crítica, se hace más pesado que el aire que la circunda y "precipita". Según el mecanismo por el cual dichas masas de aire son obligadas a ascender se pueden clasificar las precipitaciones según sean: frontales, convectivas u orográficas.

Precipitación frontal: ocurre cuando dos masas de aire de distintas presiones, tales como la fría (más pesada) y la cálida (más liviana) chocan una con la otra.

Precipitación convectiva: se produce, generalmente, en regiones cálidas y húmedas cuando masas de aire cálidas, al ascender en altura se enfrían, generándose de esta manera la precipitación.

Precipitación orográfica. Efecto Foëhn: cuando una masa de aire húmedo circula hacia una masa montañosa se eleva hasta llegar a la cima de la montaña. Al ascender se enfría y el agua que contiene se condensa, por lo que se producen las precipitaciones y la masa de aire pierde humedad. Al pasar a la otra ladera de la montaña, el aire seco desciende y se calienta; se genera un viento seco y cálido que puede producir deshielo.

La lluvia

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

Las gotas de agua no tienen forma de lágrima, redondas por abajo y puntiagudas por arriba, como se suele pensar. Las gotas pequeñas son casi esféricas, mientras que las mayores están

achatadas. Su tamaño oscila entre los 0.5 y los 6.35 mm, mientras que su velocidad de caída varía entre los 8 y los 32 km/h, dependiendo de su volumen.

La lluvia depende de tres factores: presión, temperatura y, en especial, radiación solar.

En las últimas décadas se ha producido un fenómeno que causa lluvias con mayor frecuencia cuando la radiación solar es menor, es decir, por la noche.

La lluvia no cae en la misma cantidad alrededor del mundo, e incluso, en diferentes partes de un mismo país La precipitación pluvial se mide en milímetros (mm), que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación, sobre una superficie plana e impermeable. La medición de la precipitación se efectúa por medio de pluviómetros o pluviógrafos; los segundos son utilizados principalmente cuando se tratan de determinar precipitaciones intensas de corto periodo. Para que los valores sean comparables en las estaciones pluviométricas, se utilizan instrumentos estandarizados.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de San Sebastián Tutla, fueron considerados los datos promedio de precipitación mensual máxima de 9 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 53. Relación de Estaciones Meteorológicas para Establecer las Zonas de Mayor Peligrosidad por la Presencia de Lluvias Extremas

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN mm	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	193.0	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	245.4	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	177.6	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	185.8	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	137.0	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	163.6	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	164.4	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	147.9	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DÍAZ ORDAZ	163.1	16°59'50"	96°25'57"	1,713

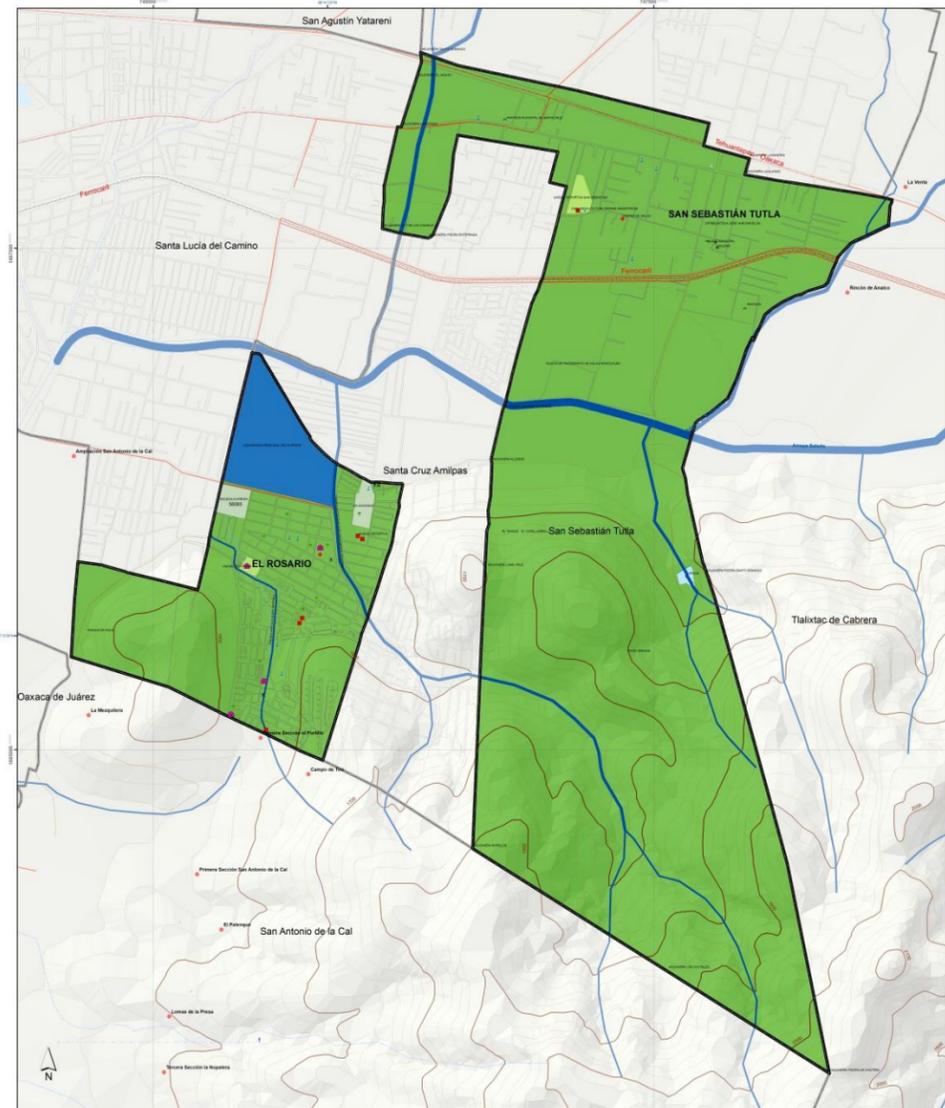
A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de precipitación mensual máxima, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 54. Peligro por Lluvias Extremas Municipio De San Sebastián Tutla

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MUY BAJO DE 150 A 200 MM.	ESTE RANGO DE PRECIPITACIÓN CUBRE EL TOTAL DEL TERRITORIO MUNICIPAL, Y LOS MESES EN LOS CUALES TIENE MAYOR PROBABILIDAD DE PRESENTARSE DICHO FENÓMENO JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE PRINCIPALMENTE

Figura 38 Mapa de Peligro por Lluvias Extremas para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.

CLAVE: H10 PELIGRO POR LLUVIAS EXTREMAS



Simbología Temática

Descripción Técnica

Localización

INTENSIDAD
MUY BAJO

Proyección del Mapa: DATUM GCS WGS 84 UTM Z14
Meridiano Central: -105.00
Falso este: 500,000
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales de INEGI



Escala: 1:8,500



Simbología Básica

Vías de Comunicación	Hidrología	Instalaciones Diferentes	Topografía	Límites Administrativos
— Pavimentada	— Concreto de agua	— Antena	— Curva de nivel	— Límite Municipal
— Terracería	— Estanque	— Subestación Eléctrica	— Línea de nivel	— Límite Urbano
— Calle de Primer Orden	— Alcantarilla	— Tanque de Agua	— Línea de nivel	— Área Urbana
— Camino	— Equipamiento de drenaje	— Tanque de Agua	— Línea de nivel	
— Línea de Comunicación	— Campo de Agua	— Alcantarilla		
— Línea de Transmisión		— Cementerio		
— Puente		— Centro de Asistencia Médica		
		— Escuela		
		— Instalación Deportiva o Recreativa		
		— Mercado		
		— Palacio de Gobierno		
		— Plaza		
		— Templo		

5.2.10 Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres

El municipio de San Sebastián Tutla geográficamente está dividido en dos áreas: la parte principal es la de mayor tamaño y se encuentra al este, la fracción restante es la de menor tamaño y se encuentra al oeste. En las dos áreas se presentan inundaciones pero de diferente origen, en la parte principal se puede hablar de inundaciones de origen fluvial y en la otra parte son de origen pluvial. Las áreas de peligro a inundación se obtuvieron a partir de las referencias obtenidas por los pobladores, por el trabajo en campo que se realizó, por las unidades geomorfológicas fluviales y por las diversas evidencias que se observan en las imágenes de satélite que se trabajaron.

Figura 39 Peligro por inundación en el municipio de San Sebastián Tutla y distribución de los puntos que se realizaron durante el trabajo en campo (En rojo se áreas de mayor peligro; amarillo con un nivel medio; nivel bajo a inundaciones)



Las inundaciones en el municipio de San Sebastián Tutla se presentan en un área muy extensa del municipio, correspondiente a la unidad geomorfológica clasificada como llanura fluvial, asimismo esta área propensa a inundación coincide con el área menos poblada de dicha llanura en el municipio.

Figura 40. Peligro por inundación y distribución de los puntos parte este de San Sebastián Tutla



En la figura anterior se observa la distribución de los puntos realizados en campo con los que se verificó la información obtenida en gabinete, los mismos se detallan a continuación.

En el punto 01 se visitó el río La Venta, este escurrimiento causa daños periódicamente al cubrir de agua a su zona adyacente; en los años 2010 y 2011 se desbordó causando inundaciones y afectando la vialidad El Ferrocarril, la cual es una de las vías importantes para el acceso al municipio y a la ciudad de Oaxaca de Juárez. En la siguiente imagen se puede observar el canal sin agua, pero que en temporada de lluvia crece a tal nivel que causa daños a su alrededor.

Figura 41. Mapa de Peligro de Inundación

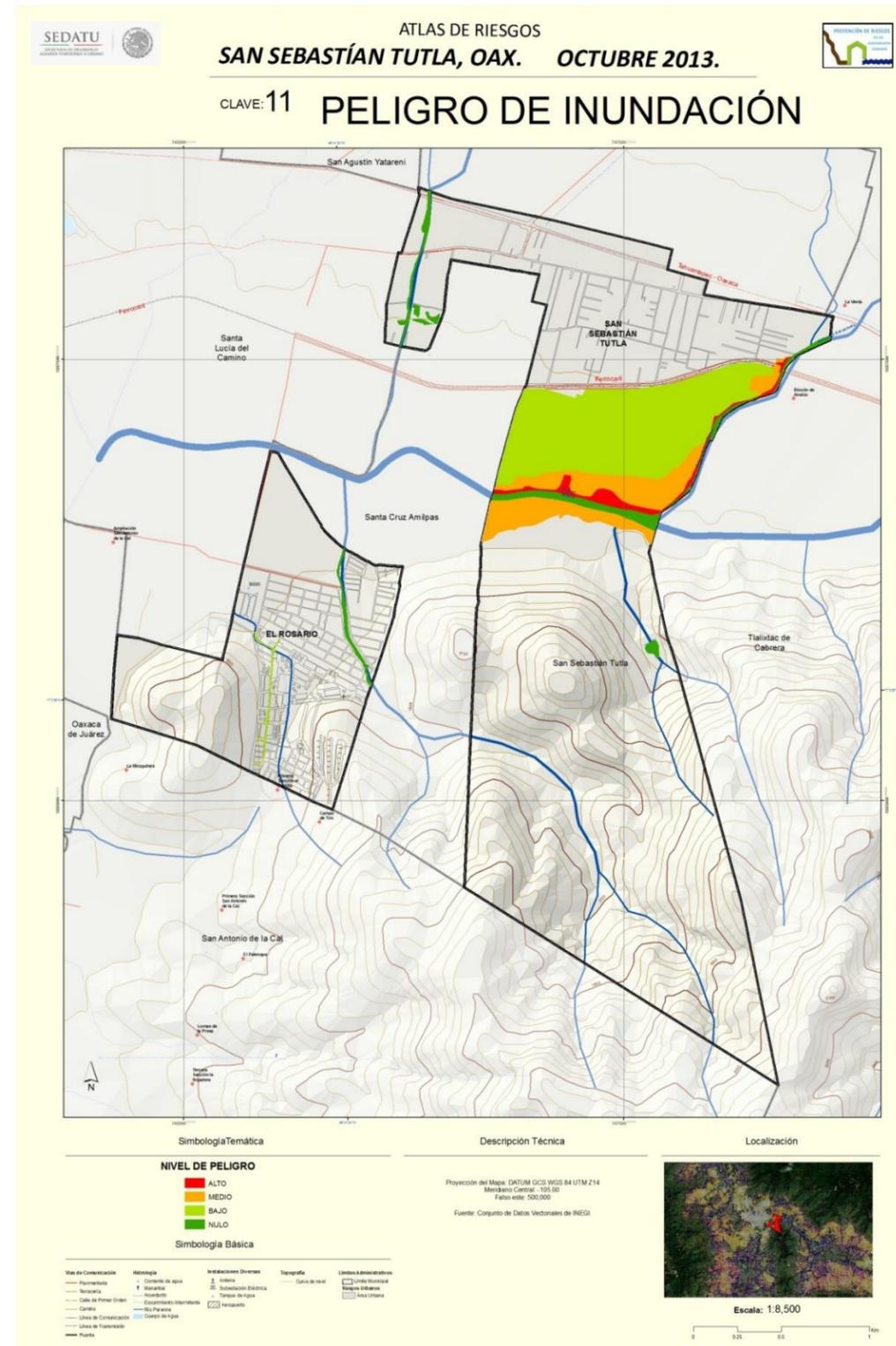


Figura 41. Zona inundable en río La Venta.



En el punto 02 se visitaron viviendas afectadas en inundaciones que ocurrieron en los años de 2009 y 2010, el nivel del agua alcanzó una altura aproximada de 50cm, en la siguiente imagen se puede observar marcas de esa altura en viviendas.

Figura 42. Viviendas afectadas por inundaciones.



Figura 43. Calle de zona inundable (punto 3)



En el punto 05 se visitó otra de las viviendas afectadas durante la temporada de lluvia. La cual está rodeada por la zona de cultivo y algunas otras construcciones.

Figura 45. Punto 5



La cantidad de viviendas afectadas en la zona correspondiente al punto 03 es superior a las 20 viviendas que se encuentran en el área deprimida, se visitó el área y se ponderaron los efectos de los eventos de inundación en el año 2009, en la que el nivel del agua alcanzó los 30cm aproximadamente, en ese evento resultaron varias viviendas afectadas.

En el punto 06 se recorrieron otras viviendas afectadas por inundaciones, en las que el nivel del agua alcanzó por lo menos 50cm de altura.

En el punto 04 se observó que a pesar de que en temporada de estiaje el río La Venta no cuenta con agua, sin embargo durante la temporada de lluvias se satura y en los años que existe más lluvia se desborda y afecta a los campos de cultivos y a las viviendas cercanas.

Figura 46. Vivienda de alta vulnerabilidad en zona de peligro de inundaciones (punto 6)



Figura 44. Cauce río La Venta (punto 4)



Figura 47. Zona de alta vulnerabilidad en zona de peligro de inundaciones (punto 7)



recorrido y se tomó el punto 09 donde se visitó una de las áreas afectadas en las inundaciones de 2010 y 2011 que se presentaron a partir del desbordamiento del río El Salado.

Figura 49. Calle del Toro en las cercanías del río Salado (punto 9)



Se hizo un recorrido al oeste de la zona urbana en la parte mayor de municipio por la calle Boca de Palo al sur de la avenida Ferrocarril en donde se determinaron zonas de alta vulnerabilidad con viviendas y cultivos en con alta susceptibilidad a ser afectados por inundaciones (punto 07).

Al sur de la calle de Macedonio Alcalá o Morelos se identificó una zona de desbordamiento ribereño en la margen derecha de El Salado ahí, en el punto 08 se recorrió otra de las áreas afectadas en inundaciones históricas. Una de las principales causas son las precipitaciones intensas que se presentan que saturan el suelo del municipio y hacen que el río eleve su caudal.

Figura 50. Zona de confluencia del río La Venta en el río El Salado (punto 10)



Figura 48. Terminación de la calle Morelos en el río El Salado (punto 8)



En la siguiente imagen se observa la distribución de los puntos realizados durante el trabajo de campo en la fracción menor (zona oeste) del municipio. Cabe señalar que en esta zona las inundaciones que se presentan son de origen pluvial y están asociadas a las cuencas de respuesta rápida que colecta el agua que baja por las calles de Circuito desde las zonas serranas ubicadas al sureste de dicha zona.

Al sur de la zona urbana de la Cabecera municipal de San Sebastián Tutla, siguiendo por la calle Del Toro hasta pasar por el puente que cruza El Salado, se accede a una zona de cultivos en donde hay muy pocas viviendas y que tiene un alto peligro de inundaciones, aquí se verificó un

Figura 51. Zona oeste de San Sebastián Tutla



Las características de esta zona del municipio son totalmente diferentes, ya que las inundaciones se presentan en áreas totalmente urbanizadas y alteradas en cuanto a sus patrones de drenaje natural. Por tanto se pueden presentar avenidas súbitas de agua que baja por dicho circuito, lo cual puede generar graves problemas de arrastre de basura, rocas vegetación e incluso automóviles. En temporadas de lluvias normales se presenta dicha problemática pero solo en vialidades en forma de encharcamientos.

En el punto 11 se visitó la Colonia el Rosario que según las referencias que se recopilaron en campo, no ha tenido problemas de desbordamiento. Sin embargo al ser una salida estrecha y con una tubería que le cruza tiene un alto potencial de transformarse en un tapón que represe el agua que baja de las elevaciones del sureste, por lo que existe un peligro medio a inundación, ya que en su cauce existe una gran cantidad de basura y vegetación que al fluir el agua pueden ser arrastrados y atorarse en los angostos túneles que existe, como el que se observa en la siguiente figura.

Figura 52. Canal en la Colonia el Rosario



El punto 12 es una sección arriba del canal del antes mencionado, en esta parte, el canal, tampoco se ha desbordado pero por tiene gran capacidad de socavamiento y de arrastre de materiales, por ello se determinó como una zona de peligro medio, principalmente por la basura y la vegetación que se encuentran en su cauce; en este punto a diferencia del anterior también existe un acarreo de material, lo cual indica de un proceso de erosión que si no es controlado puede afectar a las viviendas o vialidades próximas al mismo.

Figura 53. Vivienda junto en circuito 1 oriente al margen del escurrimiento en Calle 78 y circuito 1 oriente (punto 12)..



Figura 54. Canal en circuito 1 oriente



En el punto 13 se ubica un pequeño cauce en la calle Tehuantepec, que a pesar de ser pequeño y tener su origen cercano al punto, se pueden presentar algunos encharcamientos en la zona debido a la gran cantidad de basura que se encuentra dentro de su cauce, lo cual evita el libre fluir del agua.

Figura 55. Cauce en la calle de Tehuantepec.



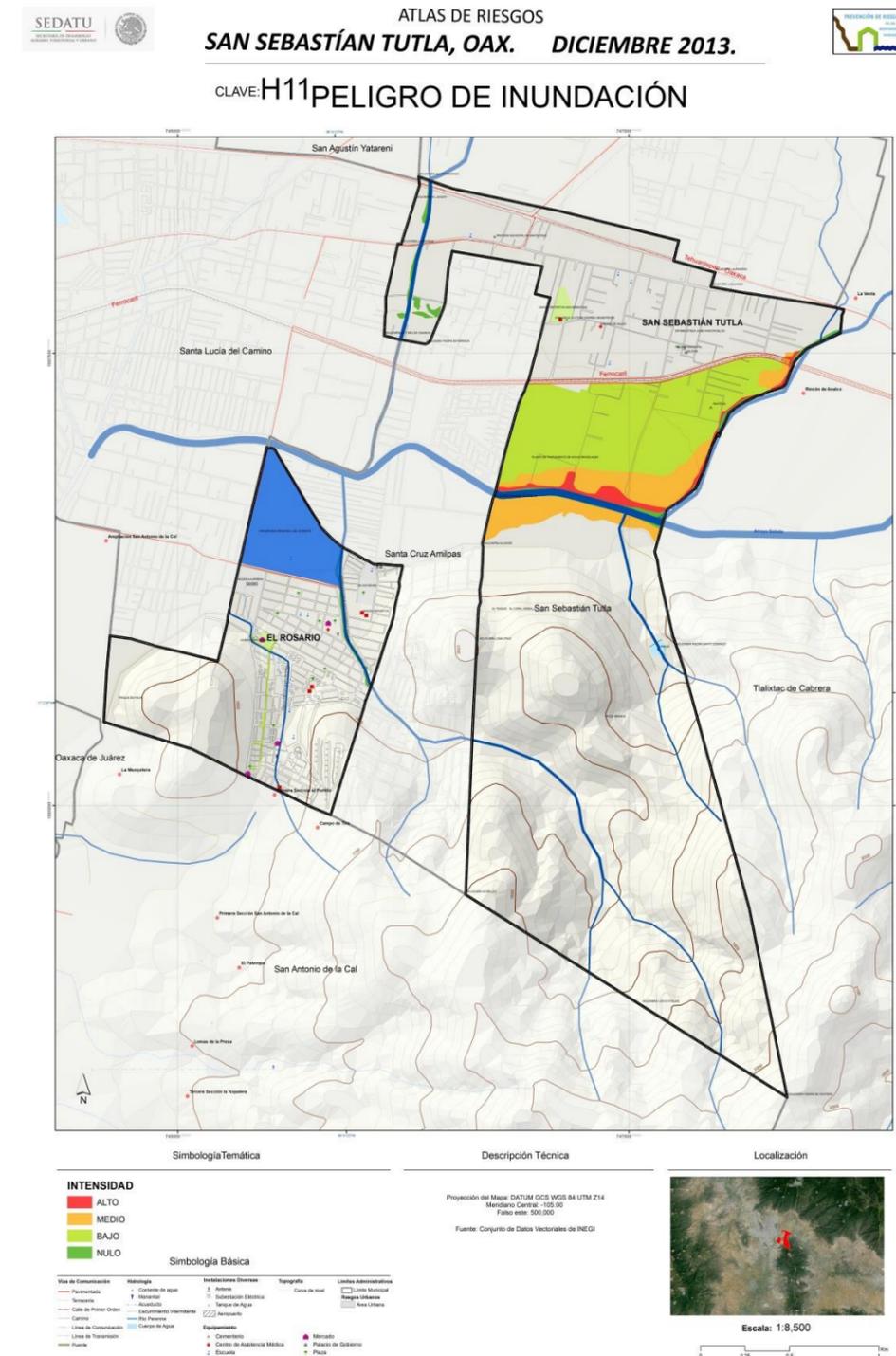
En la colonia El Rosario se presentan algunos puntos bajos que provocan inundaciones y encharcamientos (punto 14), hay en esta colonia algunos cauces y calles bocas de tormenta (coladeras) que indican de la gran cantidad de agua que se pretende recolectar, la cual escurre por las diversas calles de dicha colonia, sobre todo porque son calles con una gran pendiente. El problema se ve agudizado por la gran cantidad de basura que limita su capacidad, lo que provocaría que el agua se encharcara en la zona afectando principalmente las vialidades.

Figura 56. Zona baja en colonia El Rosario.



En el punto 15 se recorrió el inicio del cauce que se visitó en la calle Tehuantepec. es un canal muy angosto que evita que los diversos escurrimiento que se presentan en las laderas próximas al desarrollo inunden sus calles, pero al no tener un mantenimiento adecuado se vuelve más peligroso de que fuese si se dejara el paso libre a todos esos escurrimientos.

Figura 57. Mapa de Peligro por Inundaciones para el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca.



5.3. Índice de vulnerabilidad social

Metodología

La determinación de la vulnerabilidad social aplicada a la zona de estudio, se basa en una variante de la metodología desarrollada por el CENAPRED¹, actualizada a nivel de AGEB y con los indicadores socioeconómicos y demográficos del Censo de Población y Vivienda, 2010, así como los datos obtenidos en campo y con las autoridades respectivas.

En la Guía Básica se define la vulnerabilidad como “una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre”, y que, operativamente se traduce como “el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la misma población”.

La metodología de CENAPRED divide en tres grandes etapas a la vulnerabilidad:

a) Indicadores socioeconómicos.

Que miden las condiciones de bienestar y desarrollo de los individuos en la zona de estudio, a partir del acceso a los bienes y servicios básicos, de la oportunidad de acceder a la educación, salud, vivienda entre otros, e indican el nivel de desarrollo, identificando las condiciones que inciden o acentúan los efectos ante un desastre.

Este se elabora a partir de información censal² y corroborada en campo y se divide en los siguientes aspectos:

Tema	No	Indicador	Rangos (%)	Condición de vulnerabilidad	Valor
Salud	1	Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años	0.0 a 0.1	Muy baja	0.00
			0.1-2.0	Baja	0.25
			2.0 a 3.5	Media	0.50
			3.6 a 6.0	Alta	0.75
			6.0 a 63.6	Muy Alta	1.00
	2	Porcentaje de población sin derechohabencia a algún servicio de salud pública	0 a 2.9	Muy baja	0.00
			2.9 a 23.7	Baja	0.25
			23.7 a 35.7	Media	0.50
			35.7 a 51.6	Alta	0.75
			51.6 a 100.0	Muy Alta	1.00
Educación	3	Porcentaje de Población de 6 a	0.0 a 0.15	Muy baja	0.00

¹ Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. 2006.

² Respecto a los indicadores que señala la Guía básica se ajustaron para este estudio en relación con los datos disponibles a nivel de AGEB urbana del Censo de Población y Vivienda 2010.

Vivienda	4	Porcentaje de población de 15 años y más sin secundaria completa	0.15 a 3.02	Baja	0.25		
			3.02 a 5.54	Media	0.50		
			5.54 a 10.5	Alta	0.75		
			10.5 y más	Muy alta	1.00		
	Vivienda	5	Porcentaje de viviendas particulares sin agua al interior de la vivienda	0.0 a 0.70	Muy baja	0.00	
				0.70 a 24.2	Baja	0.25	
				24.2 a 39.9	Media	0.50	
				39.9 a 56.1	Alta	0.75	
				56.1 a 100.0	Muy Alta	1.00	
		Vivienda	6	Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica	0.0 a 8.1	Muy baja	0.00
					8.1 a 25.3	Baja	0.25
					25.3 a 48.5	Media	0.50
48.5 a 76.3					Alta	0.75	
76.3 a 100.0					Muy Alta	1.00	
Vivienda			7	Porcentaje de viviendas particulares sin excusado con conexión de agua	0.0 a 3.3	Muy baja	0.00
					3.3 a 11.5	Baja	0.25
	11.5 a 26.5				Media	0.50	
	26.5 a 53.5				Alta	0.75	
	53.5 a 100				Muy Alta	1.00	
	Vivienda		8	Porcentaje de viviendas particulares sin excusado con conexión de agua	0 a 10.4	Muy baja	0.00
					10.4 a 28.4	Baja	0.25
		28.4 a 49.9			Media	0.50	
		49.9 a 74.6			Alta	0.75	
		74.6 a 100.0			Muy Alta	1.00	
		Vivienda	9	Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra	0 a 2.5	Muy baja	0.00
					2.5 a 6.9	Baja	0.25
6.9 a 14.9					Media	0.50	
14.9 a 31.1					Alta	0.75	
31.1 a 100.0					Muy Alta	1.00	
Vivienda			10	Porcentajes de viviendas particulares con hacinamiento	0.5 a 17.0	Muy baja	0.00
					17.0 a 29.8	Baja	0.25
	29.8 a 41.3				Media	0.50	
	41.3 a 53.9				Alta	0.75	
	53.9 a 95.9				Muy Alta	1.00	
	Calidad de vida		11	Razón de dependencia por cada cien personas activas	0.7 a 46.7	Muy baja	0.00
					46.7 a 59.3	Baja	0.25
		59.3 a 85.6			Media	0.50	
		85.6 a 156.3			Alta	0.75	
		156.3 y más			Muy Alta	1.00	
		Calidad de vida	12	Densidad (hab/ha)	0 a 25.7	Muy baja	0.00
					25.7 a 62.3	Baja	0.25
62.3 a 117.5					Media	0.50	
117.5 a 213.5					Alta	0.75	
213.5 y más					Muy Alta	1.00	
Calidad de vida			13	Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador	0.0 a 6.4	Muy baja	0.00
					6.4 a 14.7	Baja	0.25
	14.7 a 27.5				Media	0.50	
	27.5 a 49.3				Alta	0.75	
	49.3 y más				Muy Alta	1.00	

b) Capacidad municipal de prevención y respuesta.

Describe la capacidad de prevención y respuesta se refiere a la preparación antes y después de un evento por parte de las autoridades y de la población. Principalmente se compone de considerar el grado en el que el municipio se encuentra capacitado para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia, a partir de contar con instrumentos o capacidades de atención a los habitantes en caso de situación de peligro ante un fenómeno natural.

Tema	No	Indicador	Rangos (%)	Valor	
Capacidad de prevención	1	El municipio cuenta con unidad de Protección Civil, comité u organización comunitaria	Si	0.0	
			No	1.0	
	2	El municipio tiene plan o programa de emergencia	Si	0.0	
			No	1.0	
	3	El municipio cuenta con Consejo municipal que integra autoridades y sociedad civil	Si	0.0	
			No	1.0	
	4	Se realizan simulacros en instituciones públicas y se promueve información al respecto	Si	0.0	
			No	1.0	
	Capacidad de respuesta	5	El municipio cuenta con canales de comunicación para alertas en situación de peligro	Si	0.0
				No	1.0
6		El municipio cuenta con rutas de evacuación y acceso	Si	0.0	
			No	1.0	
7		El municipio cuenta con refugios temporales	Si	0.0	
			No	1.0	
8		El municipio cuenta con convenios para la operación de albergues y distribución de alimentos o materiales ante situaciones de riesgo	Si	0.0	
			No	1.0	
9		El municipio cuenta con personal capacitado para comunicar en caso de emergencias	Si	0.0	
			No	1.0	
10	El municipio cuenta con equipo de comunicación móvil	Si	0.0		
		No	1.0		

c) Percepción local. Incluye el análisis de algunos factores que evalúa la población para conocer si reconocer peligros en su entorno y la capacidad de respuesta ante un desastre.

Tema	No	Indicador	Rangos (%)	Valor
Reconocimiento de peligros locales	1	¿Cuántas fuentes de peligro se identifican en su localidad?	1 a 5	0.0
			6 a 13	0.5
			14 ó más	1.0
	2	¿Ha sufrido la pérdida de algún bien por causa de algún fenómeno natural?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
3	¿En su comunidad se han construido obras para disminuir efectos de fenómenos naturales?	Si	0.0	
		No	1.0	
		No sabe	0.5	
Mecanismos de prevención local	4	¿En su comunidad se han llevado a cabo campañas de información sobre peligros existentes en ella?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
	5	¿Sabe ante quién acudir en caso de emergencia?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
	6	¿En su comunidad existe un sistema de alertas ante alguna emergencia?	Si	0.0
			No	1.0
7	¿Se difunde la información necesaria para saber actuar en un caso de emergencia?	No sabe	0.5	
		Si	0.0	
		No	1.0	
8	¿Sabe donde se encuentra la unidad de Protección Civil de la localidad?	Si	0.0	
		No	1.0	
		No sabe	0.5	

Estimación

Una vez determinados los criterios de calificación para cada variable, se le califica con el valor correspondiente según su ubicación en el rango respectivo. Los valores que se establecen para cada rango serán de entre 0 y 1, donde 1 corresponde al nivel más alto de vulnerabilidad, y 0 al nivel más bajo.

Para el caso de los indicadores socioeconómicos se obtiene el promedio para cada rubro por lo que existirá un promedio para salud, uno para vivienda, etc. Se calcula el promedio simple de los indicadores para dar el mismo peso a cada indicador. Una vez obtenido, se sumarán los resultados de cada gran rubro (educación, salud, vivienda, etc.) se dividirá entre cuatro para obtener el promedio total.

Para el caso de los indicadores de capacidad municipal de prevención y respuesta, el valor más bajo será para "Sí" ya que este representará una mayor capacidad de prevención y respuesta y por consiguiente menor vulnerabilidad. Inversamente, el "No" representará más vulnerabilidad y tendrá un valor más alto. Una vez obtenidos los resultados se suman en cada rubro y se dividen entre dos.

Para el caso de los indicadores de percepción, se realiza una evaluación similar, al anterior, siendo la respuesta "No" la que indicará una mayor vulnerabilidad con valores más altos, y se sumaran los resultados en cada rubro divididos entre dos para obtener el promedio.

Una vez que se tienen los tres promedios de cada rubro, se pondera de forma que los indicadores socioeconómicos tengan un peso del 60%, los de capacidad de prevención y respuesta de 20% y los de percepción del riesgo de 20%.

El Grado de Vulnerabilidad Social a obtener se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$GVS = (R1 * 0.6) + (R2 * 0.2) + (R3 * 0.2)$$

Donde:

GVS = Es el grado de Vulnerabilidad Social

R1 = Promedio de indicadores socioeconómicos

R2 = Promedio de indicadores de prevención de riesgos y respuesta

R3 = Promedio de percepción local de riesgo

De acuerdo con el resultado obtenido se obtiene un valor que va de 0 a 1 en el cual el 0 representa la menor vulnerabilidad y el 1 la mayor vulnerabilidad social, la cual se estratifica de la siguiente manera:

Valor	Grado de vulnerabilidad
0.0 a 0.2	Muy Bajo
0.21 a 0.40	Bajo
0.41 a 0.60	Medio
0.61 a 0.80	Alto
Más de 0.80	Muy Alto

Estimación del grado de vulnerabilidad para el municipio de San Sebastián Tutla.

Para el caso de la localidad de San Sebastián Tutla, estado de Oaxaca se encuentran 16 AGEB, las cuales se evaluaron de acuerdo con la metodología presentada. Para este efecto se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Indicadores socioeconómicos

Salud

AGEB	Población Total	% de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años		% de población sin derechohabencia a algún servicio de salud		PROMEDIO
		Ind	Valor	Ind	Valor	
2035000010025	4,534	2.4	0.50	38.8	0.75	0.63
2035000020059	2,840	1.8	0.25	23.2	0.25	0.25
2035000020063	2,167	3.4	0.50	25.4	0.50	0.50
2035000020082	2,511	3.0	0.50	27.1	0.50	0.50
2035000020097	2,670	1.7	0.25	29.7	0.50	0.38
203500002010A	1,307	1.7	0.25	27.4	0.50	0.38
2035000020129	212	17.4	1.00	44.3	0.75	0.88

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

Educación

AGEB	Población Total	% de Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela		% de población de 15 años y más sin secundaria completa		PROMEDIO
		Ind	Valor	Ind	Valor	
2035000010025	4,534	2.5	0.25	29.3	0.50	0.38
2035000020059	2,840	1.4	0.25	12.3	0.25	0.25
2035000020063	2,167	2.9	0.25	11.1	0.25	0.25
2035000020082	2,511	2.5	0.25	9.8	0.25	0.25
2035000020097	2,670	1.3	0.25	13.8	0.25	0.25
203500002010A	1,307	1.9	0.25	14.7	0.25	0.25
2035000020129	212	0.0	0.00	52.1	0.75	0.38

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

Vivienda

AGEB	% de viviendas particulares sin agua al interior de la vivienda		% Viviendas part. sin drenaje conectado a la red pública		% Viviendas particulares sin excusado		% Viviendas particulares con piso de tierra		% Viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento		PROMEDIO
	Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	
2035000010025	20.8	0.25	1.1	0.00	33.5	0.50	7.0	0.50	30.7	0.50	0.35
2035000020059	0.0	0.00	0.0	0.00	0.8	0.00	0.3	0.00	11.5	0.00	0.00
2035000020063	0.7	0.00	0.0	0.00	2.8	0.00	2.0	0.00	12.8	0.00	0.00
2035000020082	2.0	0.00	0.0	0.00	0.3	0.00	0.3	0.00	13.5	0.00	0.00
2035000020097	0.5	0.00	0.0	0.00	1.5	0.00	0.1	0.00	17.4	0.25	0.05
203500002010A	0.0	0.00	0.0	0.00	2.1	0.00	0.0	0.00	16.5	0.00	0.00
2035000020129	36.4	0.50	4.5	0.25	53.5	0.75	29.5	0.75	47.7	0.75	0.60

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

b) Capacidad municipal de prevención y respuesta

Capacidad de prevención

Municipio	El municipio cuenta con unidad de Protección Civil, comité u organización comunitaria		El municipio tiene plan o programa de emergencia		El municipio cuenta con Consejo municipal que integra autoridades y sociedad civil		Se realizan simulacros en instituciones públicas y se promueve información al respecto		PROMEDIO
	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	
20350	No	1.0	No	1.0	No	1.0	No	1.0	1.0

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Capacidad de respuesta

Municipio	El municipio cuenta con canales de comunicación para alertas en situación de peligro		El municipio cuenta con rutas de evacuación y acceso		El municipio cuenta con refugios temporales		El municipio cuenta con convenios para la operación de albergues y distribución de alimentos		El municipio cuenta con personal capacitado para comunicar en caso de emergencias		El municipio cuenta con equipo de comunicación móvil		PROMEDIO
	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	
20350	No	1.0	No	1.0	No	1.0	No	1.0	1.0	No	1.0	No	1.0

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores capacidad de prevención y respuesta

Municipio	PROMEDIO
20350	1.0

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

c) Percepción local.

Reconocimiento de peligros locales

AGEB	¿Cuántas fuentes de peligro se identifican en su localidad?			¿Ha sufrido la pérdida de algún bien por causa de algún fenómeno natural?			¿En su comunidad se han construido obras para disminuir efectos de fenómenos naturales?			PROMEDIO
	1 a 5	6 a 13	14 ó más	Si	No	No sabe	Si	No	No sabe	
2035000010025	0.0					0.5			1.0	0.50
2035000020059	0.0					1.0			1.0	0.67
2035000020063	0.0					1.0			1.0	0.67
2035000020082	0.0					1.0			1.0	0.67
2035000020097	0.0					1.0			1.0	0.67
203500002010A	0.0					1.0			1.0	0.67
2035000020129	0.0					1.0			1.0	0.67

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Calidad de vida

AGEB	Población Total	Razón de dependencia por cada cien habitantes		Densidad (Hab/ha)		% Viviendas particulares sin refrigerador		PROMEDIO
		Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	
2035000010025	4,534	48.1	0.25	21.42	0.0	13.6	0.25	0.17
2035000020059	2,840	27.2	0.0	134.03	0.75	2.3	0.00	0.25
2035000020063	2,167	29.6	0.0	90.13	0.50	2.0	0.00	0.17
2035000020082	2,511	32.1	0.0	111.28	0.50	4.4	0.00	0.17
2035000020097	2,670	37.8	0.0	256.54	1.00	4.1	0.00	0.33
203500002010A	1,307	29.0	0.0	50.92	0.25	3.2	0.00	0.08
2035000020129	212	59.4	0.5	165.68	0.75	22.7	0.50	0.58
2035000010025	4,534	48.1	0.25	21.42	0.0	13.6	0.25	0.17

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

Resumen indicadores socioeconómicos

AGEB	PROMEDIO
2035000010025	0.3792
2035000020059	0.1875
2035000020063	0.2292
2035000020082	0.2292
2035000020097	0.2521
203500002010A	0.1771
2035000020129	0.6083

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

Mecanismos de prevención local

AGEB	¿En su comunidad se han llevado a cabo campañas de información sobre peligros existentes en ella?			¿Sabe ante quién acudir en caso de emergencia?			¿En su comunidad existe un sistema de alertas ante alguna emergencia?			¿Se difunde la información necesaria para saber actuar en un caso de emergencia?			¿Sabe donde se encuentra la unidad de Protección Civil de la localidad?			PROMEDIO			
	1 a 5	6 a 13	14 ó más	Si	No	No sabe	Si	No	No sabe	Si	No	No sabe	Si	No	No sabe				
2035000010025	0.0					0.5									1.0			0.5	0.60
2035000020059	0.0			0.0											1.0		0		0.40
2035000020063	0.0				1.0										1.0				0.80
2035000020082	0.0			0.0											1.0				0.60
2035000020097	0.0				1.0										1.0				0.80
203500002010A	0.0				1.0										1.0				0.80
2035000020129	0.0				1.0										1.0				0.80

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores de percepción local

AGEB	Promedio
2035000010025	0.55
2035000020059	0.53
2035000020063	0.73
2035000020082	0.63
2035000020097	0.73
203500002010A	0.73
2035000020129	0.73

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

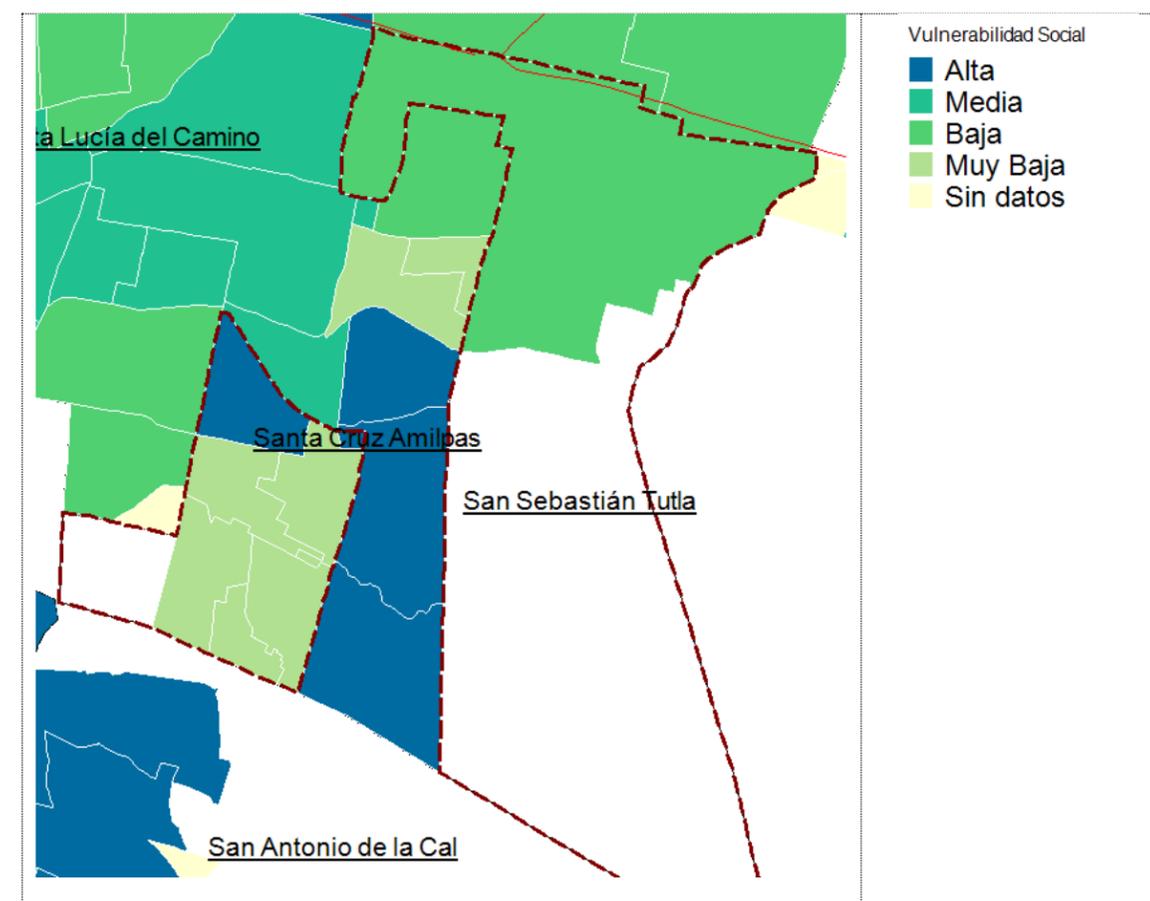
Índice de vulnerabilidad social por AGEB

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que 15 Áreas Geoestadísticas Básicas en la cabecera de San Sebastián Tutla, tienen un grado de vulnerabilidad alto, mientras que sólo 3 tienen un grado medio de vulnerabilidad. En términos de su población implica que de los 19,653 habitantes de la cabecera municipal, 80 por ciento residen en las 15 AGEB con vulnerabilidad alta, mientras que el 20 por ciento restante se ubican en las 3 restantes (3.9 mil personas).

AGEB	Socioeconómicos	Capacidad prevención y respuesta	Percepción local	Índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
2035000010025	0.38	1.00	0.55	0.64	Bajo
2035000020059	0.19	1.00	0.53	0.57	Muy bajo
2035000020063	0.23	1.00	0.73	0.65	Muy bajo
2035000020082	0.23	1.00	0.63	0.62	Bajo
2035000020097	0.25	1.00	0.73	0.66	Bajo
203500002010A	0.18	1.00	0.73	0.64	Muy bajo
2035000020129	0.61	1.00	0.73	0.78	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010 y trabajo en campo.

San Sebastián Tutla: Distribución de las AGEB por el Índice de Vulnerabilidad Social, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010 y trabajo en campo.

Figura 58. Mapa de Riesgo Volcánico

5.4. Riesgo

Los peligros naturales pueden llegar a afectar las actividades humanas, lo que ocasiona perturbación en las condiciones socio-económico y políticas de una población, como a su vez en casos particulares también las culturales. En las últimas dos décadas se han desarrollado múltiples trabajos que se enfocan al estudio de los desastres, su origen e impacto en la sociedad. La UNDRR junto con la UNESCO se dio a la tarea de definir, con ayuda de especialistas los conceptos básicos para el reconocimiento de un desastre natural.

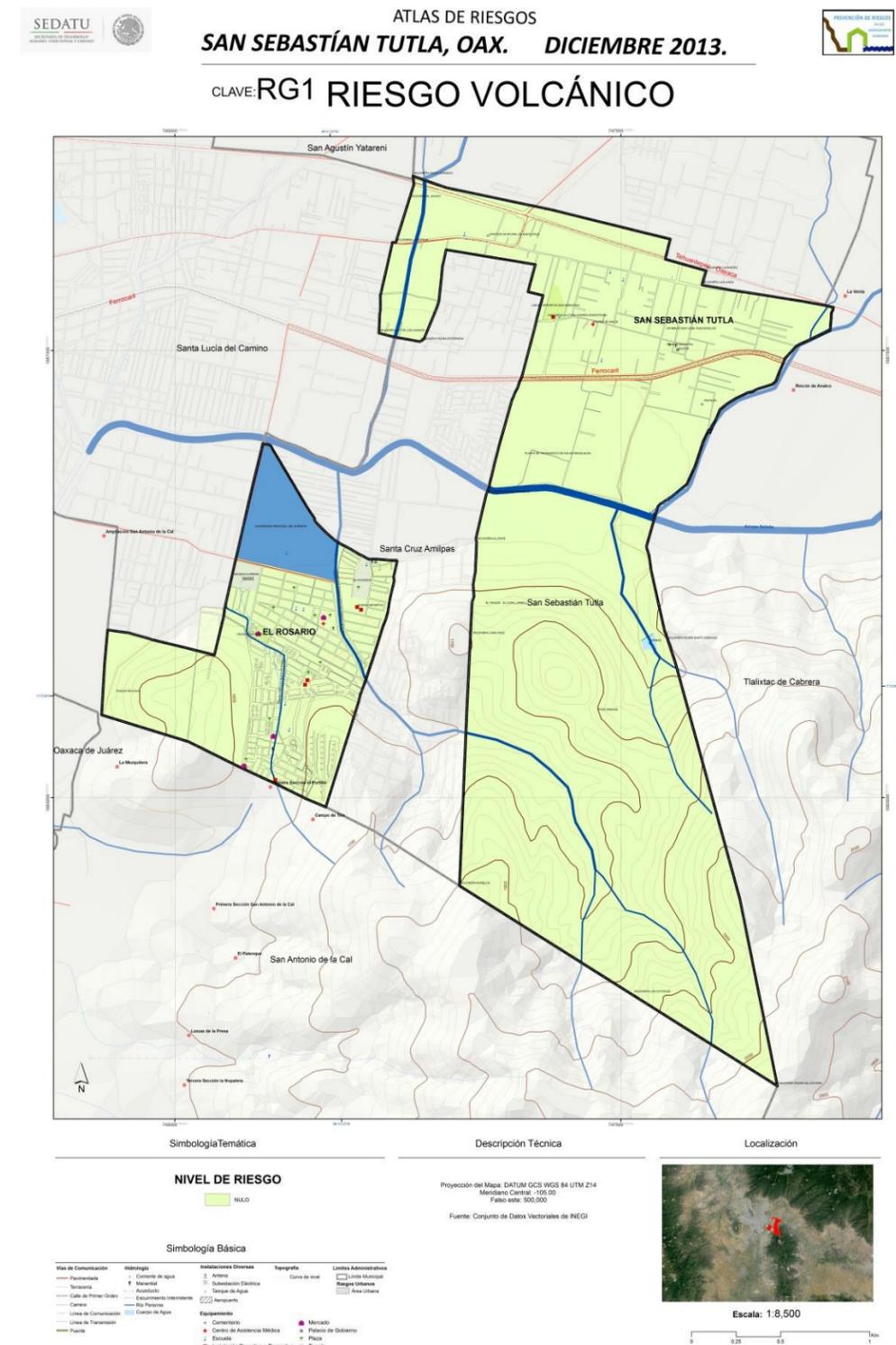
En este sentido los más importantes son los conceptos de Amenaza o Peligro, a la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural que afecte a la población e infraestructura en un sitio particular; Vulnerabilidad, al grado de pérdida de un elemento o grupo de los mismo resultado de un evento peligroso; y Riesgo, al grado de pérdidas esperadas en caso de presentarse un peligro en una comunidad vulnerable. Es decir la evaluación del riesgo depende de la exposición de una comunidad vulnerable a un peligro específico. Con este contexto, el riesgo solo puede ser considerado si se conoce la vulnerabilidad (física global) de una población o sociedad y el territorio en donde se asienta presenta alguna probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural peligroso.

El estudio de vulnerabilidad de las localidades inmersas en el municipio de San Sebastián Tutla, Oaxaca fue cotejado con los mapas de peligros geológicos-geomorfológicos de su territorio. El resultado fue una matriz de datos con las escalas de alto, medio, bajo y muy bajo. Posteriormente se reclasificó la matriz de datos, para clasificar al territorio y localidad en riesgo alto, medio y bajo.

Los valores obtenidos las zonas de mayor importancia son aquellas en donde existe una alta probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente peligroso, junto con condiciones sociales y económicas precarias. Lo que da como resultado zonas de riesgo alto. En cambio aquellas que tienen una media probabilidad de ocurrencia de peligros y/o alta vulnerabilidad o riesgo bajo ocurren cuando el peligro es bajo y la vulnerabilidad es alta, fueron consideradas como zonas de riesgo medio. También cuando el peligro es bajo y la vulnerabilidad media o baja, el riesgo se reclasificó en bajo. En caso de que no ocurra un fenómeno potencialmente peligroso pero la zona presente alta vulnerabilidad, la ecuación que produce el riesgo no puede realizarse.

Volcanismo

El riesgo producto de este fenómeno geológico no está presente.

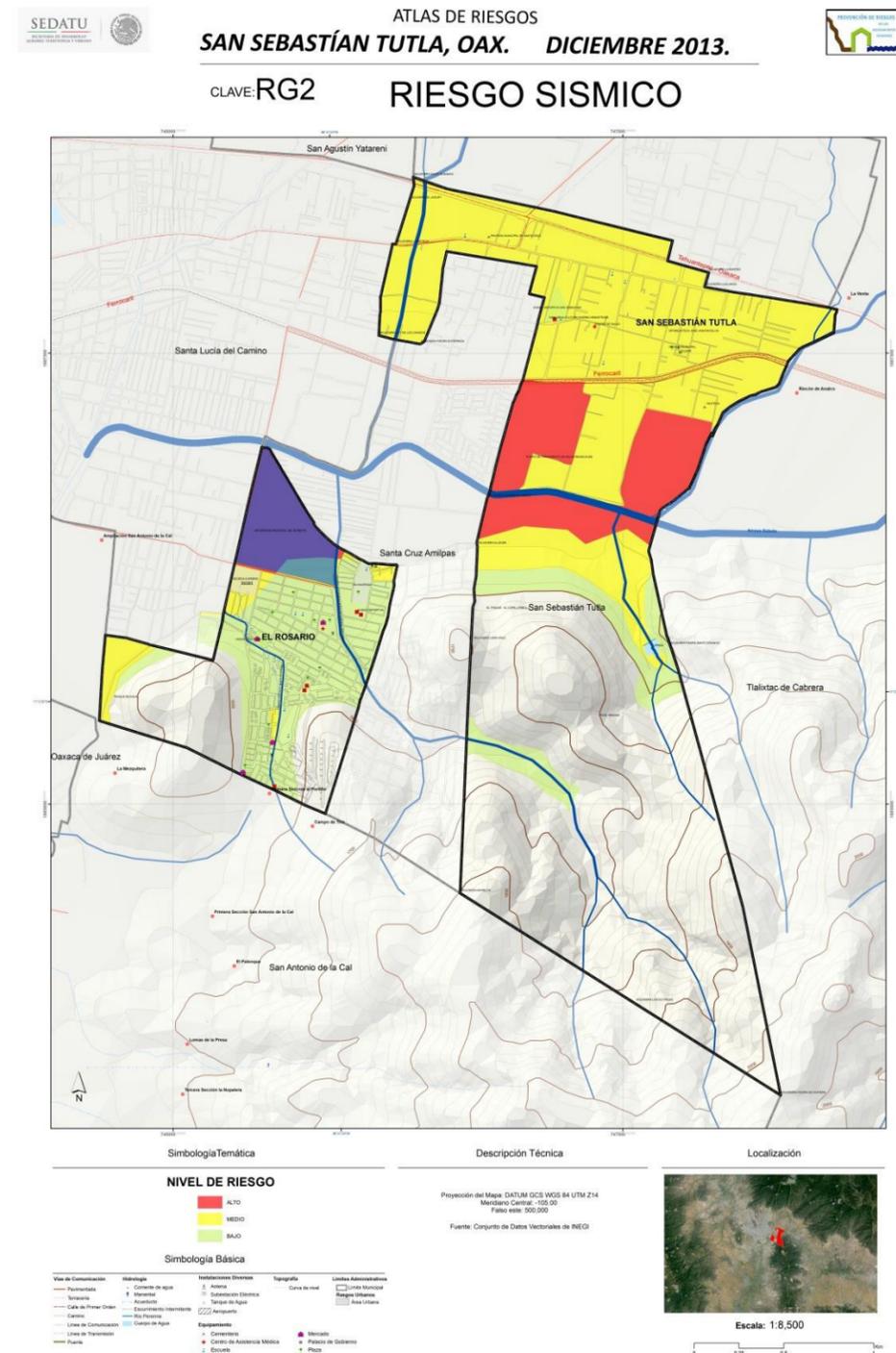


Sísmico

El riesgo sísmico está determinado por la alta probabilidad de ocurrencia de un sismo en el municipio y sus alrededores. La cercanía con la zona sismogeneradora y los rasgos tectónicos activos en la provincia fisiográfica en al que se encuentra el municipio hace susceptible al territorio de experimentar este fenómeno. Aunque las construcciones no rebasan los 5 pisos de altura, la afectación por este fenómeno se incrementa debido a los valores de vulnerabilidad en la cercanía al río y planicie de inundación. Por esta razón gran parte de la mancha urbana que constituye a San Sebastián Tutla y El Rosario, así como Santa Lucía del Camino, se encuentran en un rango de riesgo sísmico medio y alto principalmente. El riesgo bajo se encuentra en las laderas al sur de la localidad de El Rosario. Es importante considerar las normas de construcción establecidas en zonas con amplitud sísmica, como la Cd. de México, en los planes de urbanización.

Es importante considerar que en este rubro, no significa alto potencial de decesos en el caso de que se presente un sismo de gran magnitud con epicentro cercano. Lo que indica este análisis y el mapa de riesgos, es que la afectación de la cabecera municipal, en un escenario sísmico de alta magnitud, llegará a tener una afectación importante en todas las zonas marginales o vulnerables.

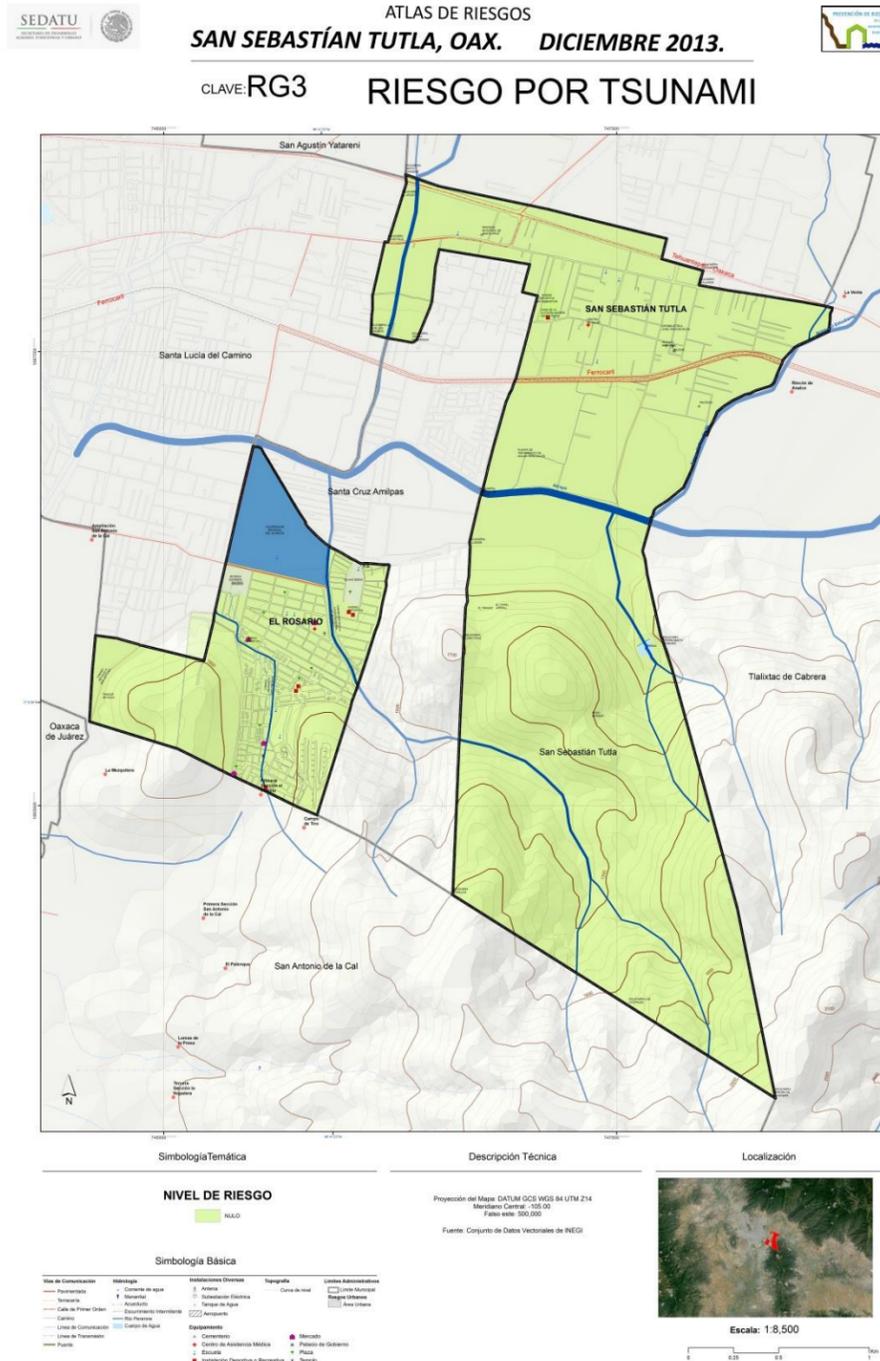
Figura 59. Mapa de Riesgo Sísmico



Tsunamis

El riesgo producto de este fenómeno geológico no está presente.

Figura 60. Mapa de Riesgo por Tsunamis

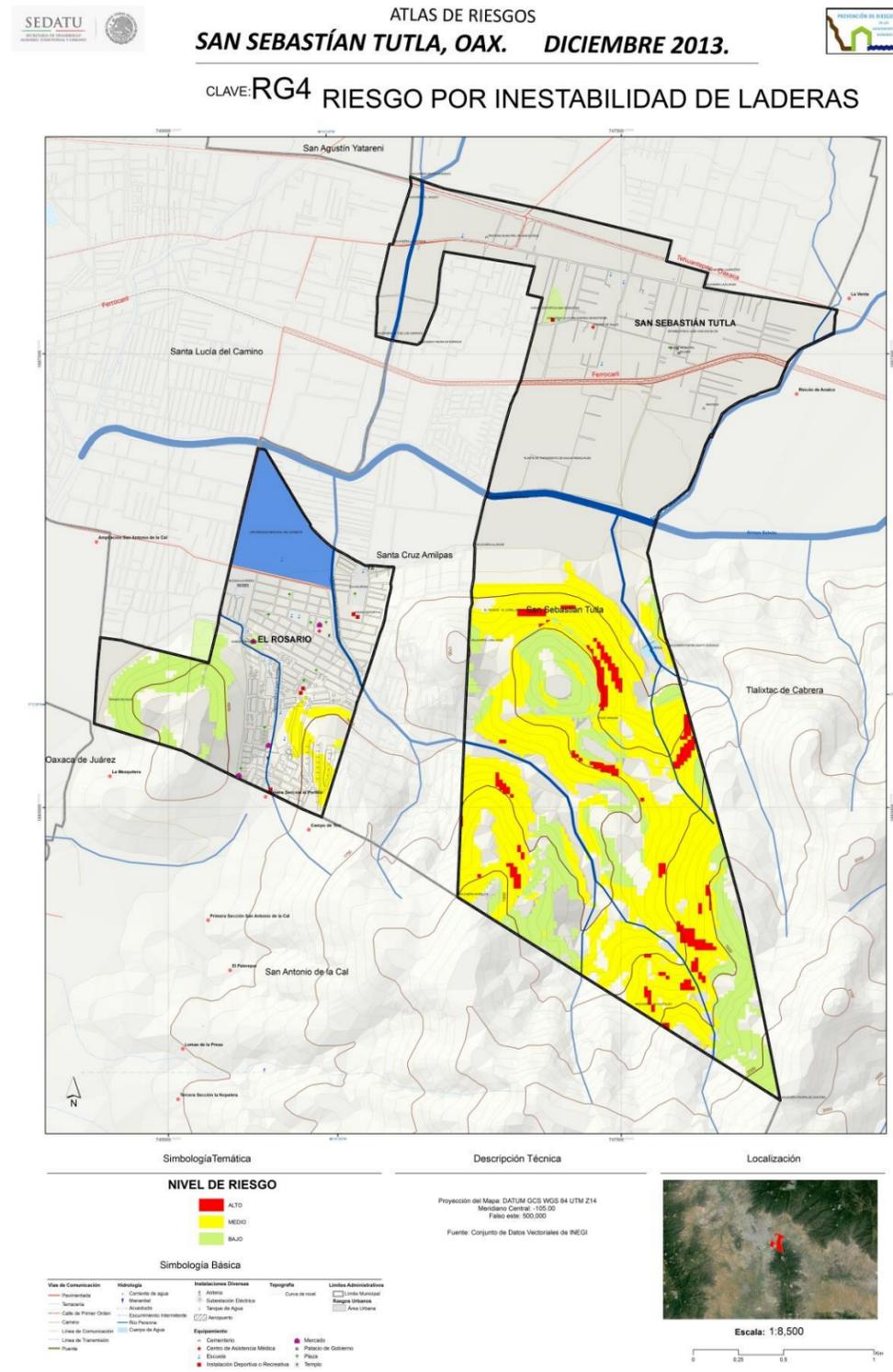


Inestabilidad de laderas

El mapa de peligros por deslizamientos muestra que la cabecera municipal no contiene nivel de riesgo. La probabilidad de desestabilización de las laderas que se presenta en el territorio, no es alta, por lo que no puede desarrollarse este fenómeno. En cambio en el territorio ocupado por El Rosario, si muestra dos sectores con riesgo a presentar remoción en masa. El sector suroeste muestra valores de riesgo bajo, mientras que al sureste existen manchones con riesgo medio. Al oeste cerca de la localidad Santa Lucía del Camino se encuentra directamente en la zona de depósito por efecto de remoción en masa.

Es importante señalar que definir las áreas de riesgo es el inicio del estudio y monitoreo de las áreas potenciales a deslizarse o moverse. Sin la definición de estas áreas, el desconocimiento de la mecánica de ocurrencia de los fenómenos geológicos y la falta de acción por parte de los tomadores de decisiones; la magnitud de los múltiples escenarios de desastres naturales se incrementa sustancialmente.

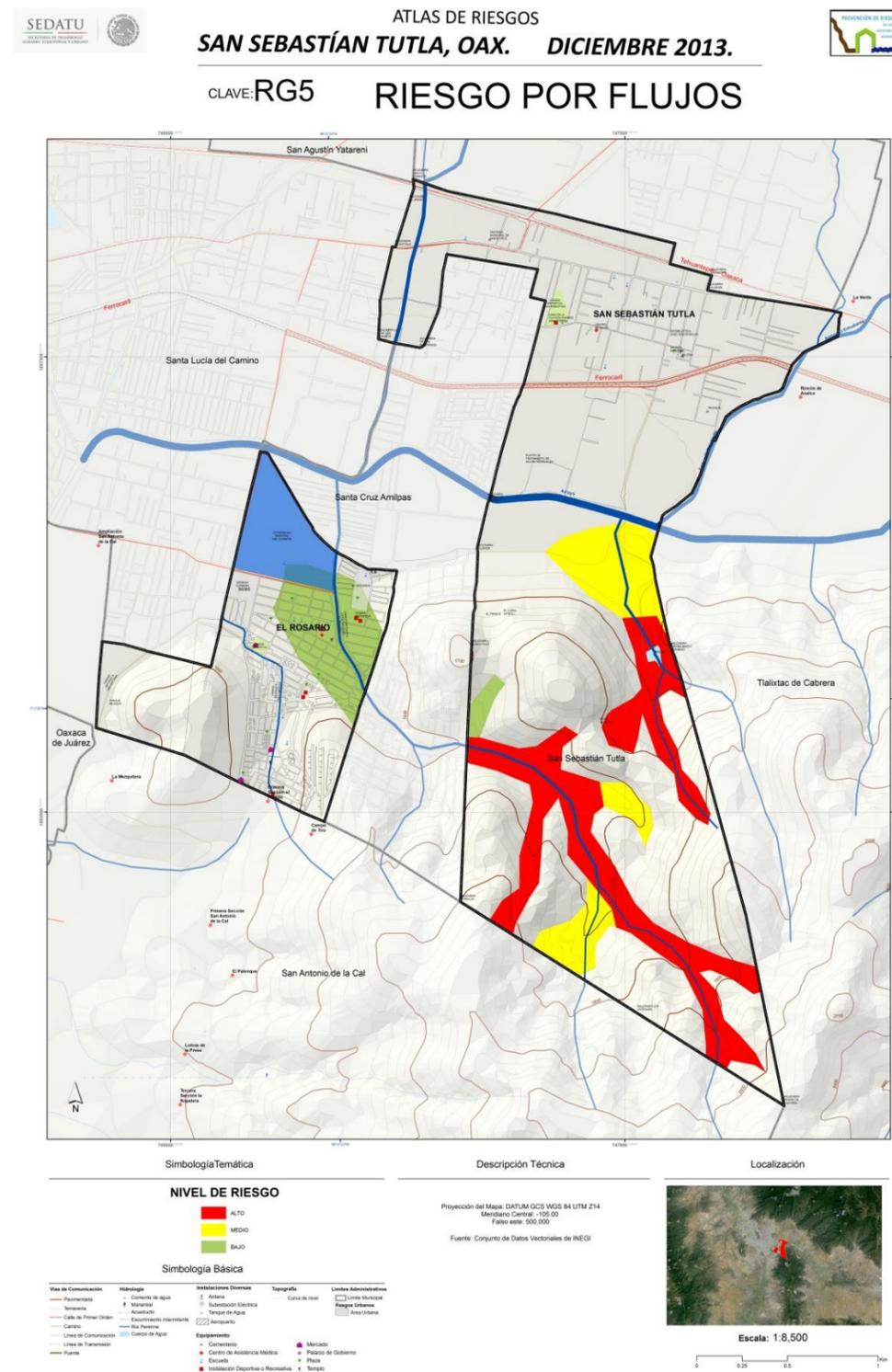
Figura 61. Mapa de Riesgo por Inestabilidad de Laderas



Flujos

Los corredores de escombros o flujos por gravedad, son fenómenos de gran impacto pero que requieren de algunas particularidades en el material o litología y geometría del relieve. En San Sebastián Tutla, no se observan las condiciones necesarias para que los flujos se consideren un fenómeno de gran impacto. En cambio en la localidad de El Rosario, se encuentra que parte de la mancha urbana ocupa un espacio con potencial de ocurrencia y vulnerable, por lo que el riesgo es bajo. El área con alto potencial de ocurrencia de flujos se observa al sur del municipio, en las elevación que cobijan a la cabecera municipal. Por lo que cualquier plan de desarrollo urbano debe, no sólo considerar este peligro, si no los restantes fenómenos geológicos e hidrometeorológicos.

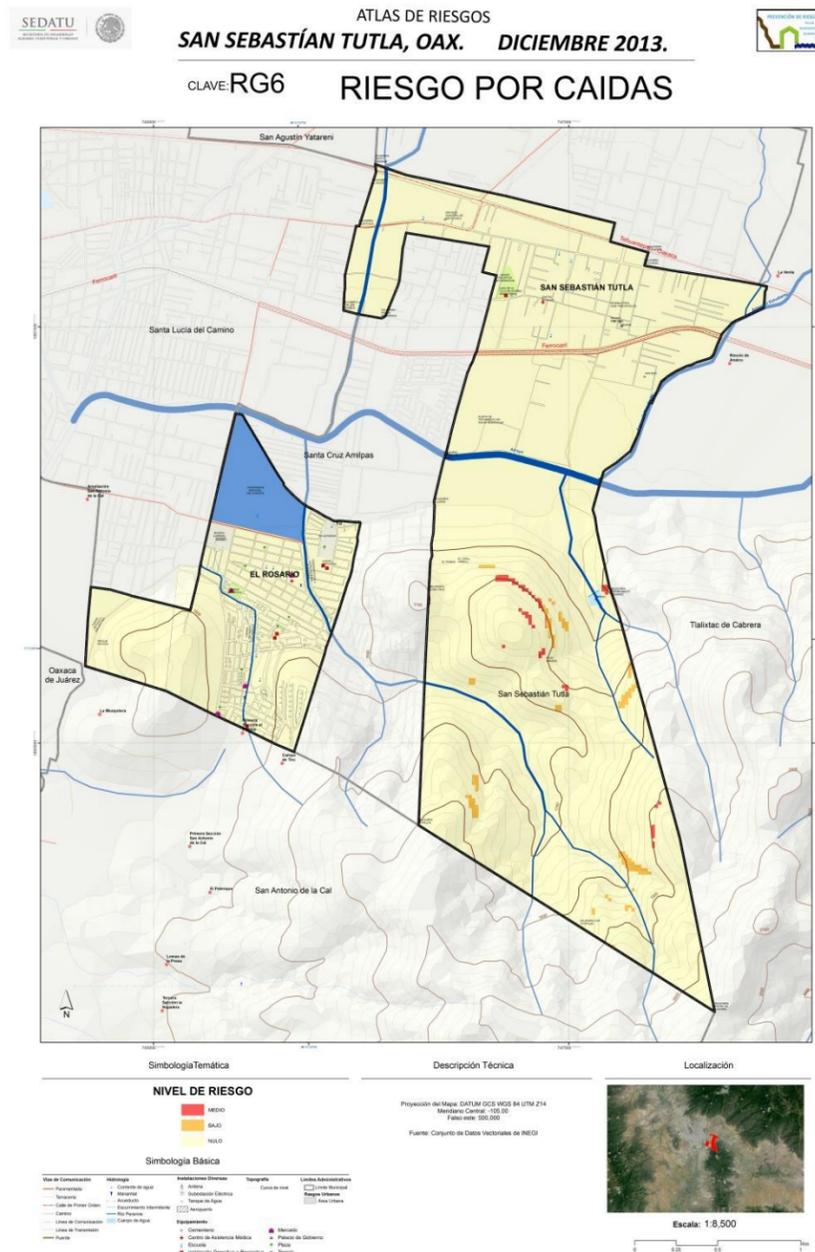
Figura 62. Mapa de Riesgo por Flujos



Caídas

Las zonas propensas a presentar caída de bloques y escombros se encuentran alejadas de cualquier tipo de infraestructura urbana, de equipamiento y de comunicaciones. El riesgo por este fenómeno es nulo.

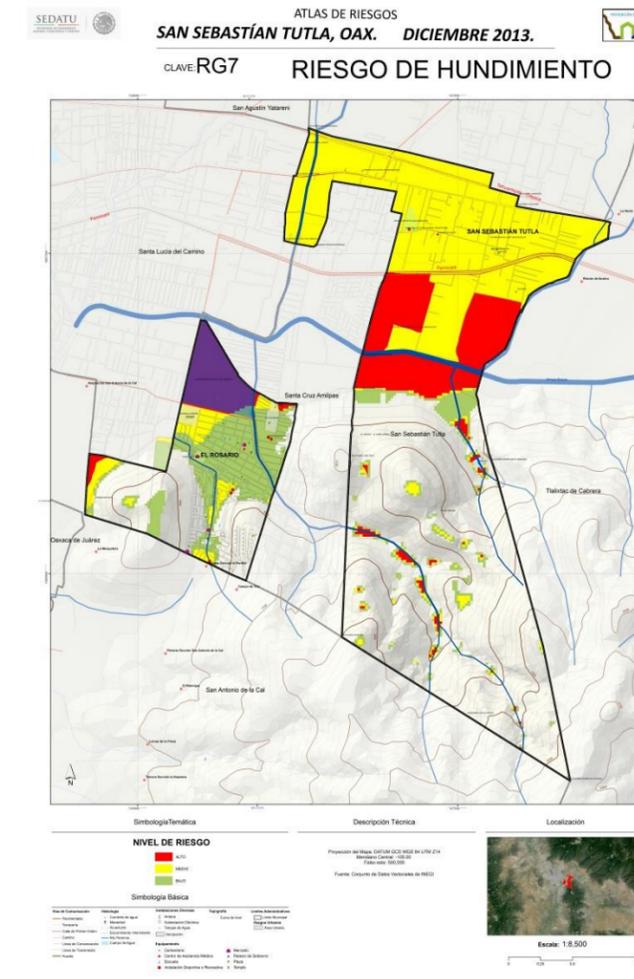
Figura 63. Mapa de Riesgo por Caída de Rocas



Hundimientos y subsidencias

En el caso del riesgo por hundimientos se observa que la cabecera municipal, contienen los valores de riesgo alto y medio, en cambio en El Rosario predomina el riesgo bajo y nulo. Esto se produce debido a la friabilidad del material en donde se encuentra asentado (aluvión), el cual en caso de presentarse sismicidad puede verse afectadas por el fenómeno de licuefacción lo que provocaría la subsidencia del sustrato. Es evidente la afectación de la cabecera municipal con valores altos en las construcciones cercanas al río. Toda la zona urbana de San Sebastián Tutla, se encuentra en riesgo medio por efecto de fenómenos de hundimiento y subsidencia. Esto no significa que de un momento a otro todas las construcciones colapsarán, esto significa que de manera gradual pueden verse afectadas construcciones que se encuentren en la planicie de inundación del río principal.

Figura 64. Mapa de Riesgo por Hundimientos



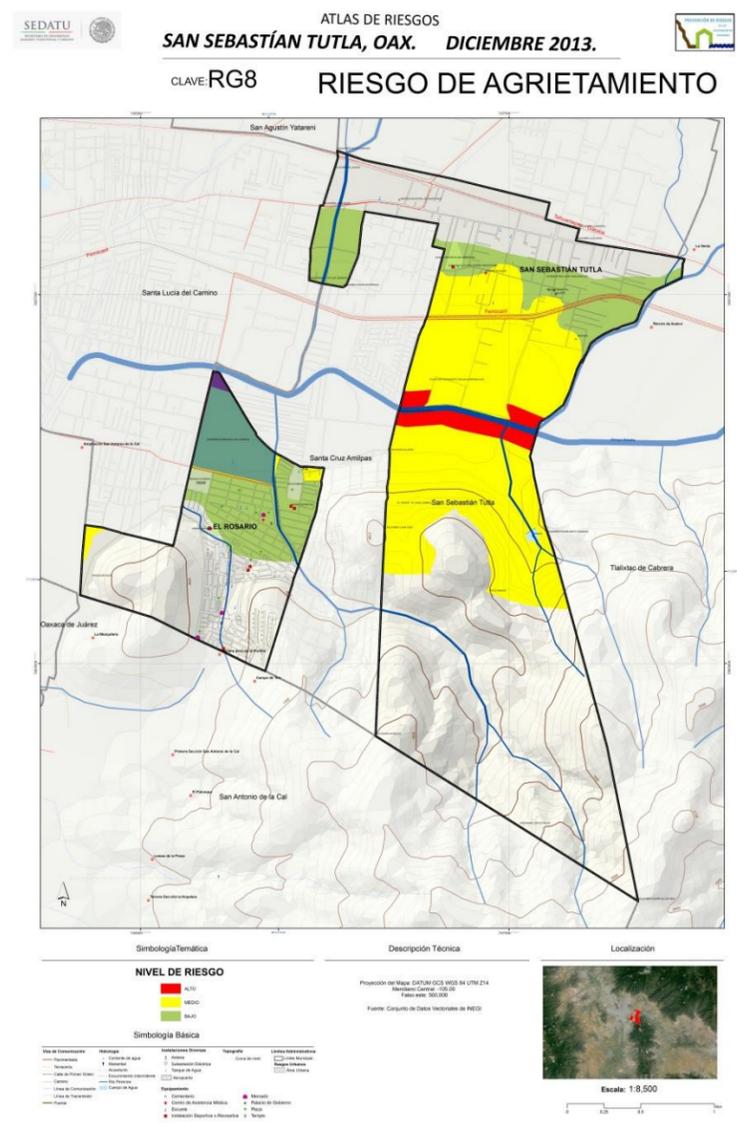
Agrietamiento

En el caso del riesgo por agrietamiento del terreno, las zonas de posible afectación son similares a las generadas por el mapa de riesgo por hundimiento y subsidencia. Pero aquí se forman franjas respecto a la cercanía al río principal. De esta manera, las construcciones localizadas al sur de la cabecera municipal se encuentran en riesgo medio y conforme nos alejamos en riesgo bajo. El Rosario muestra el mismo comportamiento, pero aquí la franja ocupada al norte de la localidad se encuentra en riesgo alto y medio, conforme nos alejamos del río, llega a riesgo bajo y nulo.

Figura 65. Mapa de Riesgo por Agrietamiento

Erosión

En el caso de la erosión, es difícil evaluar el impacto que tiene la remoción de partículas por efecto hídrico, eólico y antrópico. Aun así se observa que casi la totalidad de la zona urbana, es decir, San Sebastián Tutla y El Rosario tienen bajos niveles de riesgo por erosión. Solo al norte de El Rosario se encuentra una pequeña zona de riesgo medio. Esto debido principalmente al efecto del río cercano a ese punto.



Riesgos Hidrometeorológicos

A partir de la identificación y caracterización de los fenómenos hidrometeorológicos que se presentan en la región, se definió el nivel de riesgo de las localidades del municipio, tomando como base la información de peligro y vulnerabilidad de las mismas, ante la presencia de dichos fenómenos. Obteniéndose los siguientes resultados:

INDICADORES DE RIESGO		
PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
ALTO	MUY BAJO	BAJO
ALTO	BAJO	MEDIO
ALTO	MEDIO	ALTO
ALTO	ALTO	MUY ALTO
ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO

INDICADORES DE RIESGO		
PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
MUY ALTO	MUY BAJO	MEDIO
MUY ALTO	BAJO	MEDIO
MUY ALTO	MEDIO	ALTO
MUY ALTO	ALTO	ALTO
MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO

MUNICIPIO DE SAN SEBASTIAN TUTLA				
CUADRO SINTÉTICO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR HELADAS				
LOCALIDAD URBANA	AGEB	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
SAN SEBASTIAN TUTLA	2035000010025	ALTO	BAJO	MEDIO
EL ROSARIO	2035000020082	ALTO	MUY BAJO	BAJO
EL ROSARIO	2035000020114	ALTO	ALTO	MUY ALTO
EL ROSARIO	2035000020063	ALTO	MUY BAJO	BAJO
EL ROSARIO	2035000020059	ALTO	MUY BAJO	BAJO
EL ROSARIO	203500002010A	ALTO	MUY BAJO	BAJO
EL ROSARIO	2035000020097	ALTO	BAJO	MEDIO
EL ROSARIO	2035000020129	ALTO	ALTO	MUY ALTO

Inundación

El mapa de riesgo a inundación es el resultado del cruce entre el mapa de peligro y el análisis de la infraestructura que sólo existe en el área propensa a inundación. Las áreas en azul presentan un riesgo nulo debido a que es el área natural de crecimiento de las diversas corrientes; las áreas en verde presentan un riesgo bajo, ya que son aquellas áreas en las que presentan un nivel de peligro a inundaciones bajo, también comprende las vialidades secundarias; las áreas en amarillo son aquellas en que presentan un nivel de peligro medio a inundaciones, así como las construcciones de viviendas o negocios ubicadas en un nivel de peligro bajo, también abarca las áreas con peligro a inundación alto en zonas de cultivo y por último las vialidades secundarias en áreas con peligro a inundación alto; por último, las áreas con un riesgo alto a inundación son aquellas construcciones de viviendas o comercios ubicadas en áreas con peligro a inundación medio o alto.



En la fracción menor (zona oeste) del municipio de San Sebastián Tutla, debido al origen pluvial de las inundaciones que se presentan en esa sección del municipio no son muy extensas las áreas de inundación por tanto solo presenta dos zonas de inundación por desbordamiento, si embargo no hay que dejar de lado la peligrosidad de las avenidas súbitas. El área con un riesgo bajo a inundación se observa en verde, va paralela y a una calle del canal que esta construido entre las viviendas y la ladera de los lomeríos. Las inundaciones se pueden presentar como encharcamientos ubicados en la parte baja y su extensión sería no mayo a dos calles.

Figura 68. Mapa de riesgo de inundación

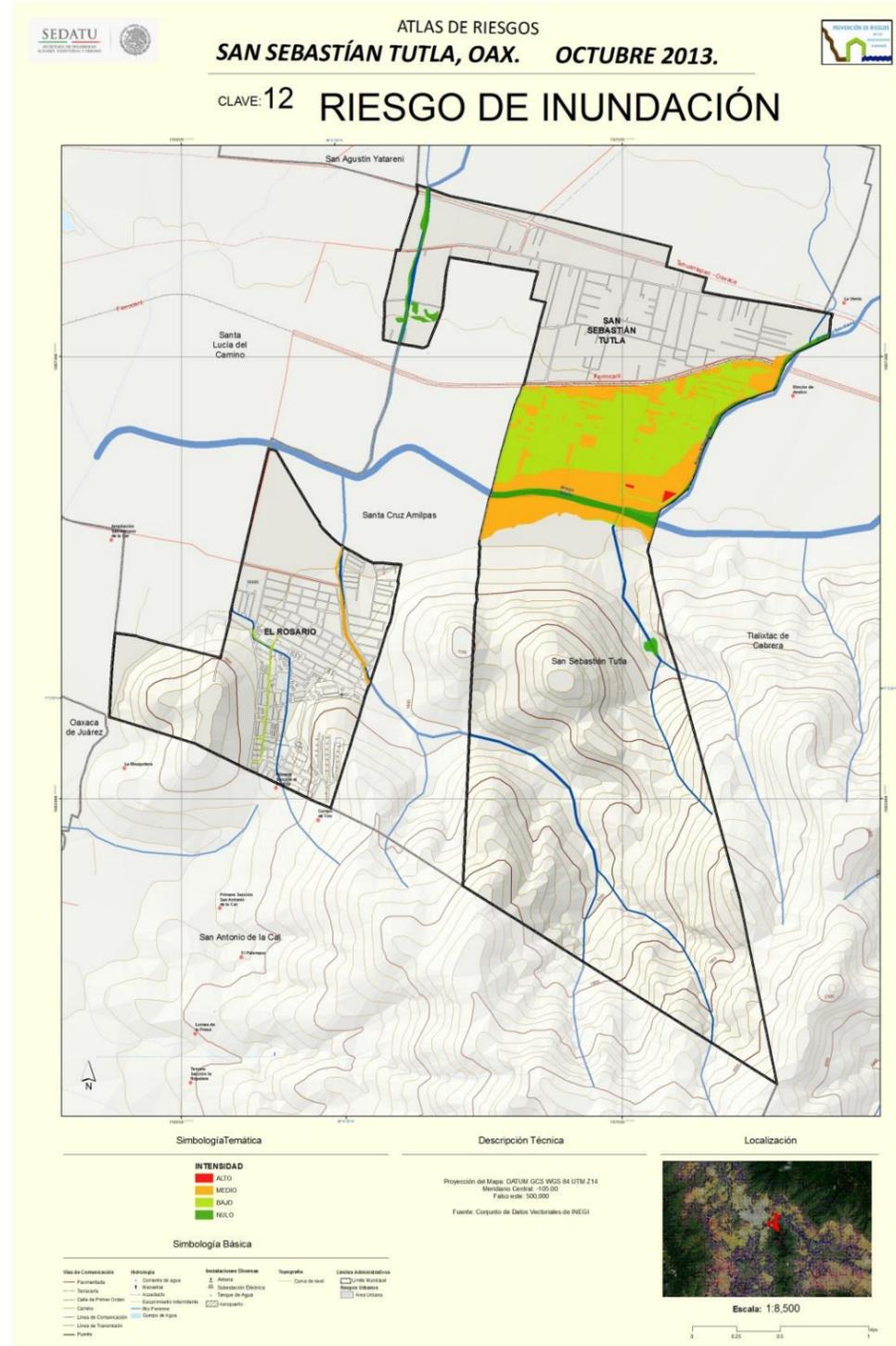


Figura 69. Línea verde Col El Rosario, línea amarilla Canal del Circuito.



Figura 70. Zona de desagüe detrás de la unidad habitacional.



El área con un nivel de riesgo medio, es el canal que se ubica entre las avenidas Circuito 1 y Circuito 2, a pesar de que es un canal que nunca se ha desbordado, las condiciones en las que se encuentra en parte de su recorrido por la falta de mantenimiento en la parte superior, hacen que su nivel sea medio, ya que poco a poco todos los escombros, basura y sedimentos van a provocar que reduzca su capacidad en algunas secciones de su recorrido.

5.5. Medidas de mitigación y obras propuestas

Geológicas

Medidas de mitigación y obras propuestas

Actualización de las condiciones estructurales de las viviendas y construcciones asentadas en zonas de riesgo sísmico y de hundimiento, alto y medio. Con el fin de identificar las zonas de mayor potencial de colapso.

Adoptar las normas de construcción vigentes en el Distrito Federal, México.

Desincentivar el crecimiento urbano vertical en las zonas de peligros sísmico y por hundimiento de nivel alto y medio.

Proyecto hídrico municipal. Desarrollar un estudio del acuífero, con la finalidad de explotar este recurso de manera sostenible y reducir la posibilidad de ocurrencia de hundimientos y subsidencias. En este sentido es importante considerar la implementación de una estación hidrometeorológica en el municipio y en la cuenca alta que alimenta al río principal.

Importancia del atlas de riesgo. Reconocer de forma institucional el valor del atlas de riesgos

Medidas preventivas por precipitación

- Retirar del exterior de la vivienda, aquellos objetos que puedan ser arrastrados por el agua.
- Revisar, cada cierto tiempo, el estado del tejado, el de las bajadas de agua de las viviendas y de los desagües próximos.
- Colocar los documentos importantes y, sobre todo, los productos peligrosos, en aquellos lugares de la casa en los que la posibilidad de que se deterioren por la humedad o se derramen, sea menor.
- Mantener alerta a las localidades a los comunicados de las autoridades y las medidas establecidas por la Dirección de Protección Civil
- Ubica los refugios temporales y albergues en su municipio

Medidas preventivas por viento

- Promover con la población y gestionar apoyos federales y estatales para evitar el uso de techos de lámina en las viviendas, para impedir que estas sean afectadas por los vientos.
- Establecer apoyo técnico con universidades locales para que asesoren a la población en general y a las autoridades locales en métodos constructivos en techos para prevenir daños por vientos fuertes.
- Aumentar la vigilancia sobre el cumplimiento del reglamento de construcción, en caso de otorgar permisos para colocar espectaculares, estos, deberán apegarse a las medidas de seguridad establecidas para las estructuras ligeras (las señales de tránsito, postes, árboles,

anuncios publicitarios) e inspeccionar el estado de las mismas con respecto a la población asentadas próximas a ellas.

- Previo a la temporada de lluvias realizar el podado de los árboles que se encuentran en calles para evitar que puedan causar daños a personas, equipamiento urbano o vehículos.

Medidas preventivas por tormentas eléctricas

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

Medidas preventivas en zonas de peligro por granizadas, heladas y nevadas.

- Promover con la población y gestionar apoyos federales y estatales para evitar el uso de techos de lámina en las viviendas, para impedir que estas sean afectadas por las heladas, granizadas y nevadas.
- Divulgar con anticipación acerca de los fenómenos meteorológicos
- Dar información acerca de la ubicación de albergues temporales
- Capacitar acerca del uso de calefactores, estufas, fogatas y otros medios para procurar calor dentro de viviendas.

OBRAS DE MITIGACIÓN

Se identificó de acuerdo con los resultados del Atlas la necesidad de realizar las siguientes obras de mitigación.

- Drenaje pluvial monumento Cabo-kennedy
- Puente sobre Arroyo La Raya
- Muros de gavión en Arroyo La Raya
- Estudio de reubicación de planta de tratamiento
- Estudio de captación de aguas tratadas
- Drenaje pluvial en calle Macedonio Alcalá
- Puente sobre el Rio Salado
- Ruta de evacuación tramo calle del Toro-Antiguo Camino a Ex-Hacienda El Rosario
- Drenaje sanitario y pluvial en el antiguo camino a Ex-Hacienda El Rosario
- Construcción de bordos en el Arroyo La Venta y el Rio Salado
- Mantenimiento preventivo en la represa
- Reforestación para el área ejidal y municipal
- Construcción de bordos en arroyo Ex-Hacienda El Rosario
- Construcción de muros de contención en fracc. Punta vizcaya