

# ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE SANTO DOMINGO TOMALTEPEC, OAXACA 2013

**No. DE OBRA:** 320519PP014149

**NO. DE EXPEDIENTE:** PP13/20519/AE/1/0019

**EMPRESA:** ESPECIALISTAS URBANOS MARTÍNEZ SÁNCHEZ Y ASOCIADOS S.A- de CV.

**DIRECCIÓN:** GALEANA No. 620 INT. No 3 "C", 2º PISO, COL. CENTRO,  
OAXACA, C.P. 68000





## Contenido

1.1. Introducción.....	4	5.1.2. Sismos.....	37
1.2. Antecedentes.....	4	5.1.3. Tsunamis o maremotos.....	39
1.3. Objetivos.....	5	5.1.4. Procesos gravitacionales (Deslizamientos).....	39
1.4. Alcances.....	5	5.1.5. Derrumbes.....	41
1.5. Metodología General.....	5	5.1.6. Flujos.....	42
1.6. Contenido del Atlas de Riesgo.....	7	5.1.7. Hundimientos.....	43
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio.....	8	5.1.8. Agrietamiento.....	45
2.1. Determinación de la Zona de Estudio.....	8	5.1.9. Erosión.....	45
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.....	10	5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico.....	47
3.1. <b>Fisiografía</b> .....	10	5.2.1. Ondas cálidas y gélidas.....	47
3.2. Geología.....	12	5.2.2. Sequías.....	52
3.3. Geomorfología.....	14	5.2.3. Heladas.....	53
3.4. Edafología.....	15	5.2.4. Tormentas de Granizo.....	54
3.5. Hidrología.....	17	5.2.5. Tormentas de nieve.....	55
3.6. Climatología.....	19	5.2.6. Ciclones Tropicales.....	56
3.7. Uso de suelo y vegetación.....	20	5.2.7. Tornados.....	60
3.8. Áreas naturales protegidas.....	21	5.2.8. Tormentas de polvo.....	62
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.....	22	5.2.9. Tormentas eléctricas.....	63
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.....	22	5.2.10. Lluvias extremas.....	65
4.2. Características sociales.....	25	5.2.11. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.....	66
4.3. Principales actividades económicas.....	31	5.4. Riesgo.....	78
4.4. Características de la Población Económicamente Activa.....	32	5.5. Medidas de mitigación y obras propuestas.....	88
4.5. Estructura urbana.....	33		
CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural.....	35		
5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico.....	35		
5.1.1. <b>Vulcanismo</b> .....	36		

## 1.1. 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 políticas, debido a la relación entre los desastres, el desarrollo económico, el medio ambiente y la sustentabilidad.

Tal como señala Ayala y Ulcina (2002) podemos entender al riesgo natural como la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita pueda verse afectado por un fenómeno natural de rango extraordinario. La catástrofe es el efecto perturbador que provoca sobre un territorio un episodio natural extraordinario y que a menudo supone la pérdida de vidas humanas. Si las consecuencias de dicho episodio natural alcanzan una magnitud tal que ese territorio necesita ayuda externa en alto grado se habla de desastre, concepto que alude al deterioro que sufre la economía de una región y al drama social provocado por la pérdida de numerosas vidas.

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, en muchas de las ciudades del país han provocando 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 físicos y 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 Santo Domingo Tomaltepec. 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 Santo Domingo Tomaltepec, 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 del territorio. La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 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 el 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 Santo Domingo Tomaltepec, 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.

## 1.2. Antecedentes

Este municipio se caracteriza por estar en las faldas de la Sierra Madre del Sur, y se divide en dos regiones, que son las planicies y la zona boscosa, condición significativa pues esto interviene en la variabilidad de altura sobre el nivel del mar, que oscilan entre 2,950 msnm hasta 1,580 msnm, así como a diversas características físicas. El río más importante del municipio se localiza al norte

y se nombre río Veinte, que atraviesa el municipio de norte a suroeste, y desemboca en la presa La Mina, hasta conectarse con la presa el Rosarito, ubicada en dicho municipio.

También cuenta con diversas escorrentías intermitentes que se conectan a este río en época de lluvia, su cauce desemboca en el río Zempoalatengo, el cual se ubica en la región habitada o urbana del municipio. Es importante señalar que a pesar de la gran capacidad hídrica que podría aparentar la región, en el año 2002 según datos publicados en el Diario Oficial de la Nación el 04 de octubre del 2010, el municipio junto con otros 217, se declaró Zona de Desastre Natural, en virtud de la sequía atípica que azotó el estado de Oaxaca durante ese año.

La vegetación en la población de Santo Domingo Tomaltepec, es diversa, en la zona de planicie, es escasa se observan himanches, mezquites, yaco, así como regiones de cultivo principalmente de maíz, frijol y alfalfa, flores silvestres como carrizales, nanchez rojos, pastizales, girasoles, azucenas y plantas medicinales. No obstante en la región boscosa localizada al norte del municipio se encuentra una gran diversidad de flora y fauna, su clasificación es bosque de coníferas, con pinos y encinos, y su variabilidad de animales son reptiles (lagartijas, culebras) anfibios y peces.

Los principales riesgos encontrados en la región implican los procesos de remoción en masa, causados por el alto grado de precipitación, y la generación de ríos intermitentes, aunado a la conformación del relieve accidentado, en las zonas más aledañas a la Sierra, y la mala planeación territorial, por asentamientos irregulares al borde de los ríos. También se puede observar, que la presencia de dos presas son un gran riesgo para la población, en el año del 2011 la presa "La Mina" se desbordó, y el cauce se dirigió a la presa "La Rosita" aledaña a zona habitacional, sin embargo su ubicación a pie de monte, y la convergencia de varios riachuelos aumenta la probabilidad de desbordamiento, ya que dicha presa es sobrepasada por la cantidad de agua, producto de la precipitación pluvial y el escurrimiento de los ríos.

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.

En Santo Domingo Tomaltepec la planeación de drenaje en el municipio, es escasa, no existen las alcantarillas y dichos canales no responde a las necesidades de la comunidad, pues estos son expuestos, y transportan el agua hacia los ríos, sin embargo en épocas de lluvia se ven revazadas ocasionando la inundación de la zona de cultivos, incomunicación con otros municipios.

### 1.3. Objetivos

Realizar el inventario de los peligros en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, para contar con un instrumento de análisis que sirve 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.

#### 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 Santo Domingo Tomaltepec, 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 determinan 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 aquellos 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, SANTO DOMINGO TOMALTEPEC, OAXACA	
<b>CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción</b> Introducción Antecedentes Objetivo Alcances Metodología General Contenido del Atlas de Riesgo	<b>CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural</b> <b>Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico</b> Fallas y Fracturas Sismos Tsunamis o maremotos Vulcanismo Deslizamientos Derrumbes Flujos Hundimientos Erosión
<b>CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio</b> Determinación de la Zona de Estudio	<b>Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico</b> Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) Tormentas eléctricas Sequías Temperaturas máximas extremas Vientos Fuertes Inundaciones Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)
<b>CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural</b> Fisiografía Geología Geomorfología Edafología Hidrología Climatología Uso de suelo y vegetación Áreas naturales protegidas Problemática ambiental	<b>CAPÍTULO VI. Medidas De Mitigación</b>
<b>CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos</b> 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	<b>CAPÍTULO VII. Anexo *</b> 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.

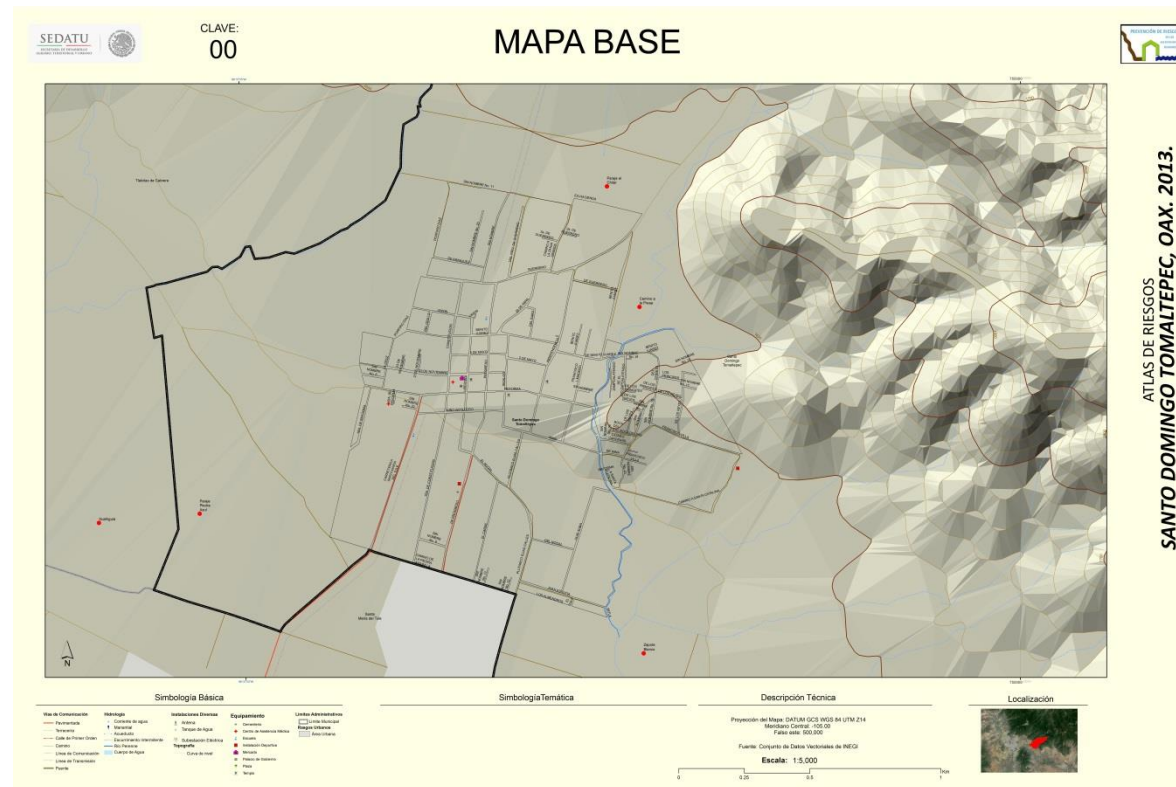
### CAPITULO VII.- Anexos:

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





Figura 4. Mapa base manzanero (escala 1:5,000)



Elaboración propia con base en INEGI

FENOMENO	NIVEL DE ANÁLISIS ALCANZADO	ESCALA DE REPRESENTACIÓN
<b>FENÓMENOS GEOLÓGICOS</b>		
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
<b>FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS</b>		
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

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.

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

#### 3.1. Fisiografía

El territorio del municipio de Santo Domingo Tomaltepec, se encuentra totalmente comprendido dentro de la Provincia Fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur, está considerada como la menos conocida del país, Se extiende 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.

Cuadro 2. Provincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE KM <sup>2</sup>
PROVINCIA	SIERRA MADRE DEL SUR	100	49.76
		100.00	49.76

Elaboración propia con base en INEGI

#### Subprovincias Fisiográficas

El territorio municipal de Santo Domingo Tomaltepec, está cubierto por dos Subprovincias Fisiográficas que son: Sierras Orientales y Sierras y Valles de Oaxaca.

Cuadro 3. Subprovincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE KM <sup>2</sup>
SUBPROVINCIA	SIERRAS ORIENTALES	85.34	42.47
SUBPROVINCIA	SIERRAS Y VALLES DE OAXACA	14.66	7.29
		100.00	49.76

#### SUBPROVINCIA SIERRAS ORIENTALES

Esta zona montañosa abarca desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta Salina Cruz, Oaxaca, y se extiende en el sur entre este puerto y el de Pochutla. La porción norte, conocida como sierra de Zongolica, es menos abrupta que el resto de la subprovincia, en la cual dominan las rocas calcáreas del Cretácico, que le dan afinidad con la Sierra Madre Oriental. En su extremo oriental presenta características cársticas, y afloran en ella esquistos asociados con aluviones antiguos. Su litología es compleja, con rocas metamórficas, aluviones antiguos, y en la parte sur, rocas ígneas y afloramientos calcáreos.

Esta subprovincia fisiográfica cubre una superficie aproximada de 42.47 km<sup>2</sup> lo que representa un 85.34% del territorio municipal y distribuyéndose en toda la parte norte, este y sureste del municipio.

#### SIERRAS Y VALLES DE OAXACA

Esta subprovincia fisiográfica cubre una superficie aproximada de 7.29 km<sup>2</sup> lo que representa un 14.66% del territorio municipal y se encuentra en la parte oeste del municipio.

Figura 5. Mapa de Fisiografía (Provincias)

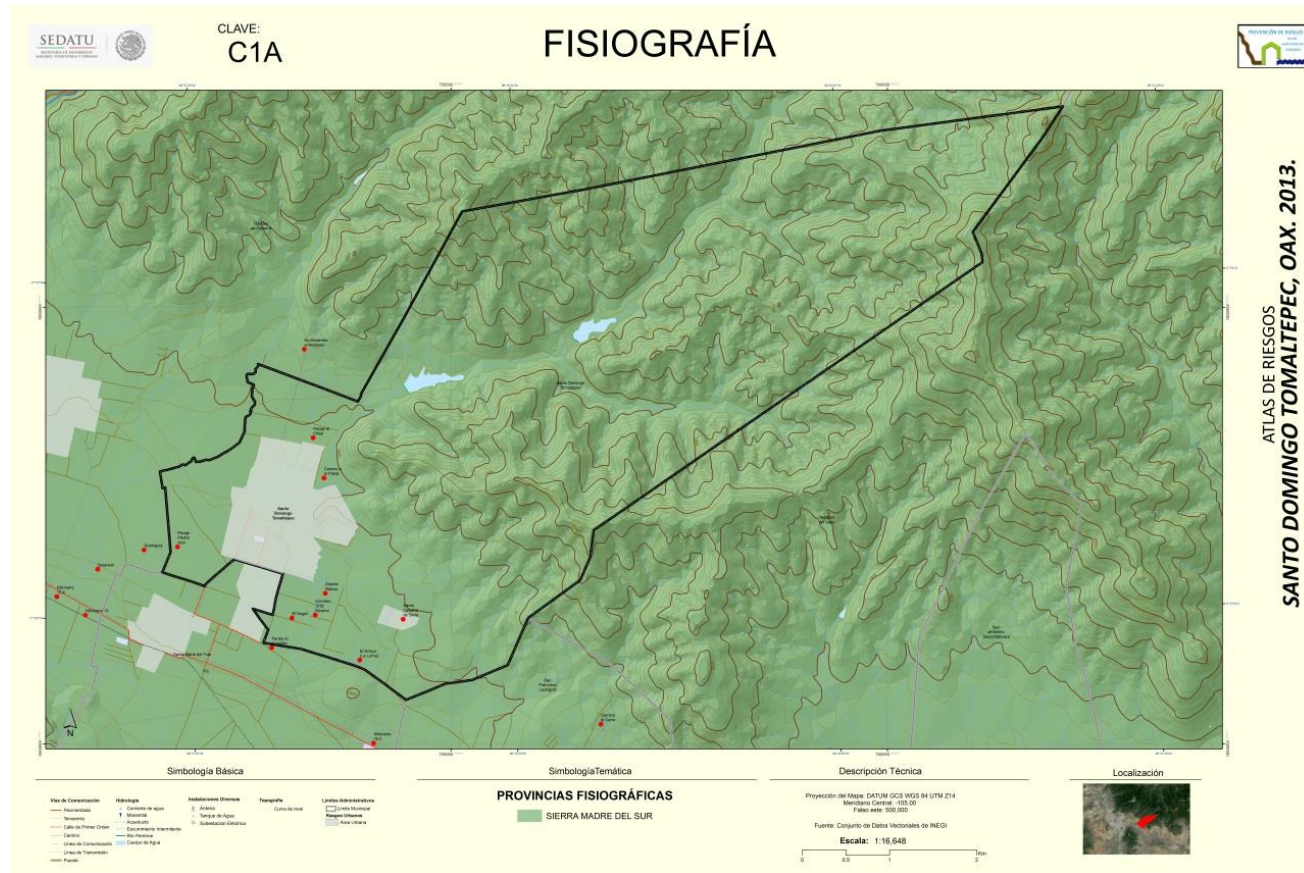
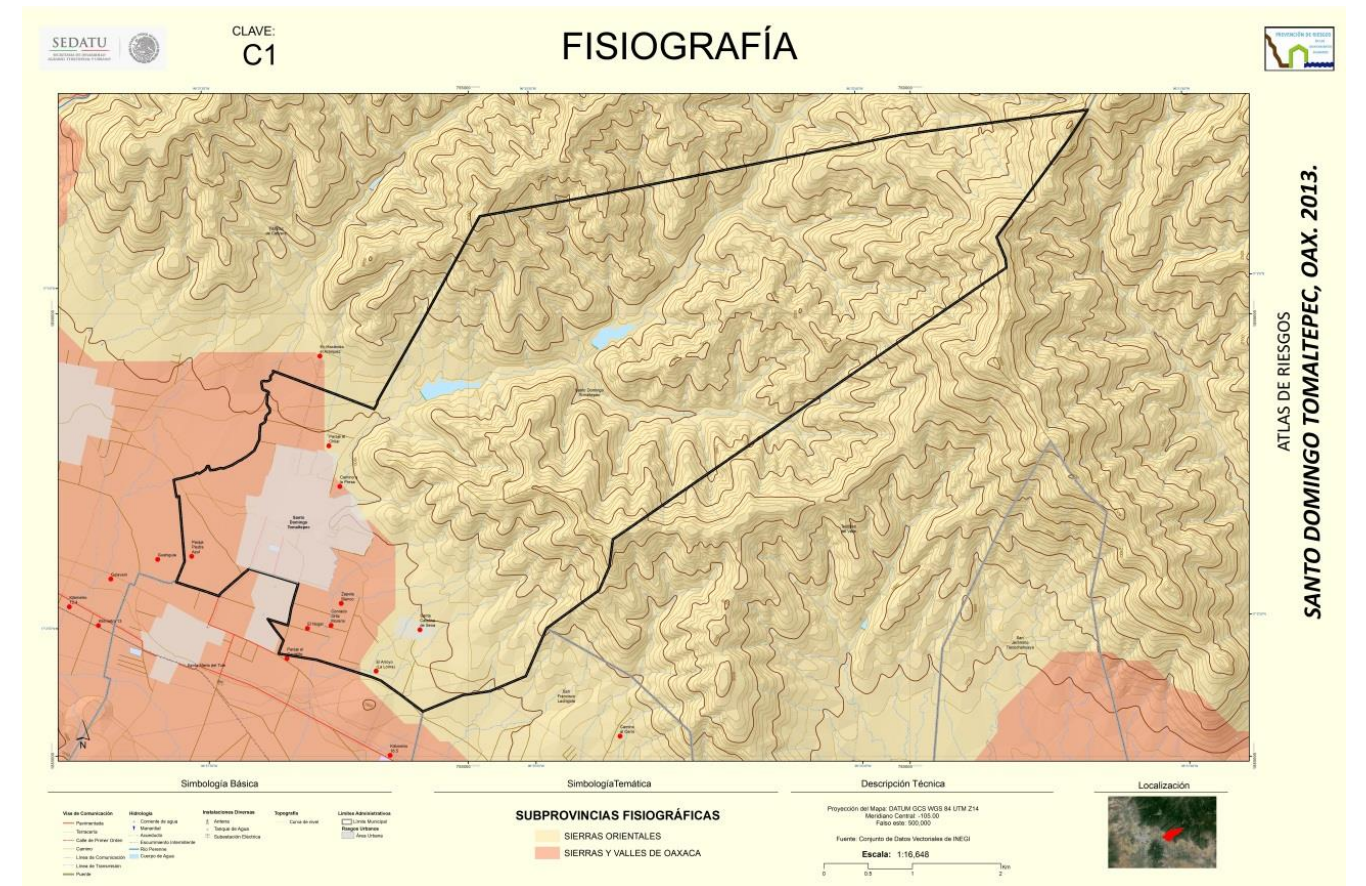


Figura 6. Mapa de Fisiografía (Subprovincias).



### 3.2. Geología

El municipio tiene una litología que se conforma de rocas metamórficas de tipo gneis, así como algunas rocas sedimentarias y de origen ígneo en menor proporción.

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

Cuadro 4. Unidades Geológicas

CLAVE	ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	SERIE	%	SUPERFICIE KM <sup>2</sup>
Q(s)	SUELO	N/A.	N/A	CENOZOICO	CUATERNARIO	N/A	14.32	7.12
Ki(lu-ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA	SEDIMENTARIA	LUTITA-ARENISCA	MESOZOICO	CRETACICO	CRETACICO INFERIOR	9.41	4.69
PE(Gn)	UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA	METAMORFICA	GNEIS	PRECAMBRI CO	N/D	N/D	63.17	31.44
Ts(iigei)	UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA	IGNEA EXTRUSIVA	IGNEA EXTRUSIVA BASICA	CENOZOICO	NEOGENO	N/D	13.09	6.51
							100.00	49.76

Elaboración propia con base en INEGI

#### 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 maquilaje geológico de la zona. Cubre una superficie aproximada de 7.12 km<sup>2</sup> lo que representa un 14.32% del territorio municipal y se localiza en la parte oeste del municipio.

#### Areniscas

Son rocas sedimentarias detríticas formadas en ambientes marinos, fluviales o de origen eólico. Con textura clástica y de grano normalmente fino, de un diámetro inferior a los 2 milímetros, formados por fragmentos de roca o minerales, básicamente cuarzo, calcita, micas o feldespatos, que pueden estar acompañados por otros, como la magnetita. El cemento puede ser calcáreo, silíceo, de óxido de hierro, arcilloso o dolomítico. Su color es variable y puede contener fósiles. Presenta matriz bien estratificada, incluso marcas de oleaje o de las dunas fosilizadas en ella.

#### Lutitas

Es una roca sedimentaria compuesta por partículas del tamaño de la arcilla y del limo. Estas rocas detríticas de grano fino constituyen más de la mitad de todas las rocas sedimentarias. Las partículas de estas rocas son tan pequeñas que no pueden identificarse con facilidad sin

grandes aumentos y por esta razón, resulta más difícil estudiar y analizar las lutitas que la mayoría de las otras rocas sedimentarias.

La combinación lutita-arenisca cubre una superficie aproximada de 4.69 km<sup>2</sup> lo que representa un 9.41% del territorio municipal, y está presente en una parte del sur y una pequeña porción al noroeste del municipio respectivamente.

#### Gneis

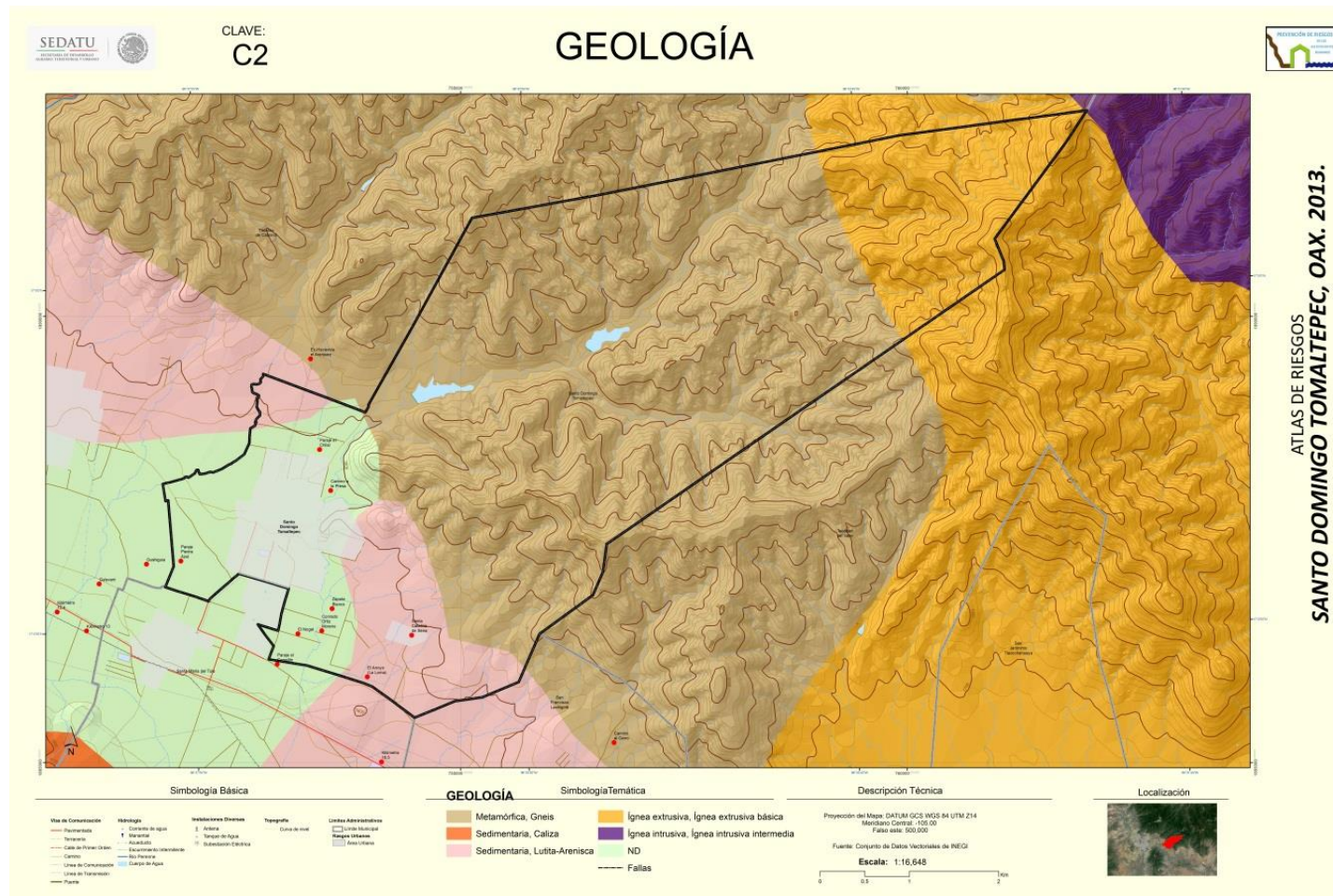
El termino Gneis es una vieja palabra alemana utilizada entre los mineros, desde entonces es aplicado a las rocas metamórficas bandeadas de grano medio a grueso en las que predominan los minerales alargados y granulares (en oposición a los aplanares). Los minerales más comunes en el gneis; son el cuarzo, el feldespato potásico y la plagioclasa rica en sodio. La mayoría de gneises también contiene cantidades menores de biotita, moscovita y anfíbol que desarrollan una orientación particular.

Estas rocas son de metamorfismo de grado alto, del tipo regional o de contacto, donde la migración iónica puede provocar la segregación de los minerales separando así los componentes claros y oscuros dando a los gneis un aspecto bandeado alternado. Este tipo de roca cubre una superficie aproximada de 31.44 km<sup>2</sup> lo que representa un 63.17% del territorio municipal y localiza en parte norte, este y centro del municipio.

#### Andesita

Roca volcánica oscura, de grano fino; es el equivalente extrusivo de la diorita. De composición intermedia entre el basalto y la riolita, la andesita se compone en su mayor parte de feldespato plagioclasa y cantidades menores de biotita o dehornblenda. La roca aparece en torrentes y diques de lava donde, de acuerdo con la teoría de la tectónica de placas, las placas de la corteza terrestre chocan unas con otras (en las islas Aleutianas, los Andes, la cordillera de las Cascadas, México, Japón y Siberia). Cubre una superficie aproximada de 6.51 km<sup>2</sup> lo que representa un 13.09% del territorio municipal y se localiza en la parte noreste del municipio.

Figura 7. Mapa de Geología



### 3.3. Geomorfología

El territorio municipal está representado principalmente por llanuras con lomeríos formados con materiales aluviales y algunas sierras altas. De acuerdo al mapa de Geomorfología, se pueden observar los siguientes sistemas de toposformas existentes en el municipio:

Cuadro 5. Topoformas

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	%	SUPERFICIE KM <sup>2</sup>
SIERRA	SIERRA ALTA COMPLEJA	85.34	42.46
LLANURA	LLANURA ALUVIAL CON LOMERIO	14.65	7.29
Total		100	49.76

Elaboración propia con base en INEGI

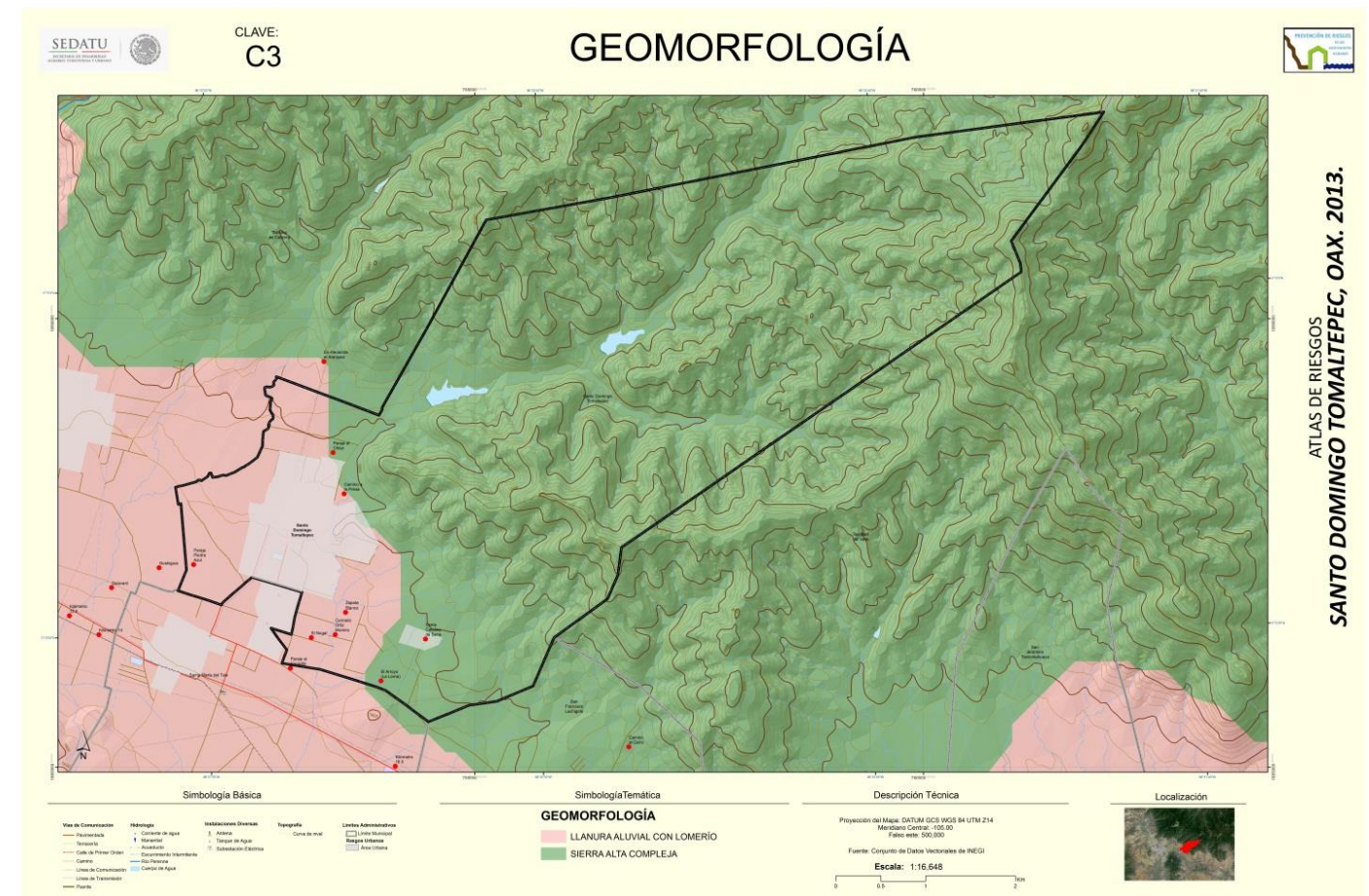
#### SIERRA ALTA COMPLEJA

Este sistema de toposformas se caracteriza por ser una zona de montañas con una elevación mayor al entorno geográfico, conformada por rocas de origen diverso. Cubre una superficie aproximada de 42.46 km<sup>2</sup> lo que representa un 85.34% del territorio municipal y se distribuyéndose en toda la parte norte, este y sureste del municipio.

#### LLANURA ALUVIAL CON LOMERÍO

Este sistema de toposformas de caracteriza por ser un terreno relativamente plano (sin elevaciones o depresiones prominentes) con un conjunto de lomas. Cubre una superficie aproximada de 7.29 km<sup>2</sup> lo que representa un 14.65% del territorio municipal y se encuentra en la parte oeste y suroeste del municipio.

Figura 8. Mapa de Geomorfología



ATLAS DE RIESGOS SANTO DOMINGO TOMALTEPEC, OAX. 2013.

### 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 Santo Domingo Tomaltepec:

Cuadro 6. Unidades Edafológicas

CLAVE	NOMBRE DEL SUELO 1	NOMBRE DEL SUBSUELO 1	NOMBRE DEL SUELO 2	NOMBRE DEL SUBSUELO 2	NOMBRE DEL SUELO 3	NOMBRE DEL SUBSUELO 3	TEXTURA	FASE FISICA	%	SUPERFICIE KM <sup>2</sup>
Re+Lv+Bh/2/L	REGOSOL	EUTRICO	LUVISOL	VERTICO	CAMBISO L	HOMICO	MEDIA	LÍTICA	65.86	32.77
Hh+Vc/2	FEUZEM	HEPLICO	VERTISOL	CROMICO			MEDIA		1.36	0.68
Bk+Kk/2/P	CAMBISOL	CALCICO	CASTAÑOZE M	CÁLCICO			MEDIA	PEDREGO SA	32.78	16.31
Total									100	49.76

Elaboración propia con base en INEGI

#### SUELOS DOMINANTES:

##### Regosol

Proviene del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen.

En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate (INEGI). Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. El símbolo cartográfico para su representación es (R).

Dentro del territorio municipal este tipo de suelo abarca una superficie aproximada de 32.27 km<sup>2</sup>, lo que representa un 65.86% del territorio municipal y se localiza en la parte este, norte y noreste del municipio.

##### 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 0.68 km<sup>2</sup>, lo que representa un 1.36% del territorio municipal y se localiza en un par de áreas muy pequeñas al suroeste del municipio.

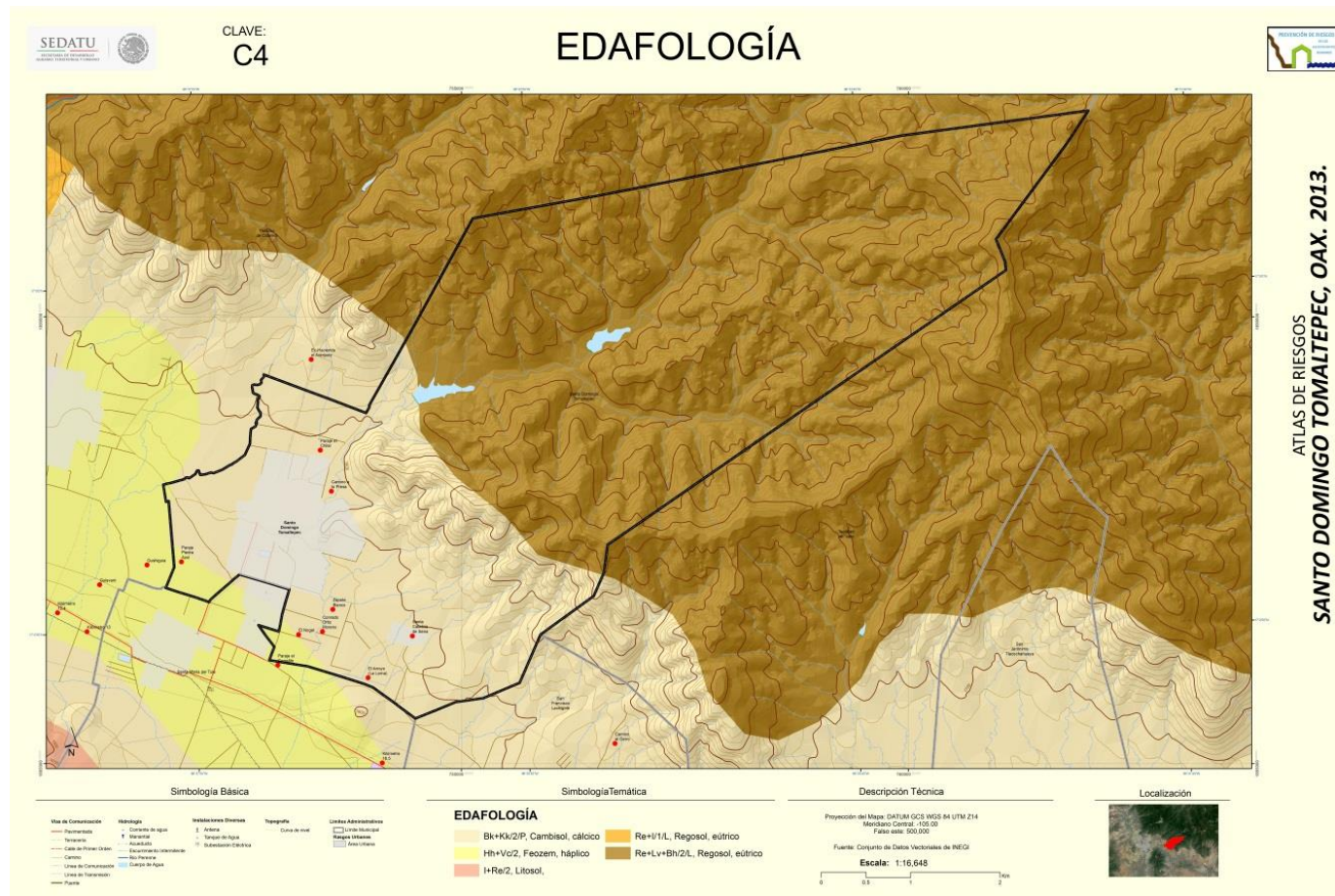
##### Cambisol

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 16.31 km<sup>2</sup>, lo que representa un 32.78% del territorio municipal y se localiza en la parte oeste y una porción del centro del municipio.

Figura 9. Mapa de Edafología





### 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 Santo Domingo Tomaltepec se halla inmerso en la región Hidrológica 20 Costa Chica-Río Verde, en la cuenca R. Atoyac (100%) y en las subcuenca R. Atoyac-Oaxaca de Juárez (100%) respectivamente.

Cuadro 7. Región Hidrológica Costa chica Rio Verde

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	20
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH20
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
ÁREA (KM2)	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 - RÍO VERDE
CLAVE CUENCA	A
NOMBRE CUENCA	R. ATOYAC
ÁREA (KM2)	18,258.49
PERIMETRO (KM)	1,005.39

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

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 JUAREZ
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 (KM2)	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 MAXIMA EN LA SUBCUENCA (M)	3,300
ELEVACIÓN MINIMA EN LA SUBCUENCA (M)	1,200
PENDIENTE MEDIA DE LA SUBCUENCA (%)	29.72
ELEVACIÓN MAXIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	2671
ELEVACIÓN MINIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	1190
LONGITUD DE CORRIENTE PRINCIPAL (M)	19,7040
PENDIENTE DE CORRIENTE PRINCIPAL (%)	0.751
SINUOSIDAD DE CORRIENTE PRINCIPAL	2.089119828

Cuadro 10. Esguimientos presentes

ESGURIMIENTOS PRESENTES
RÍO EL VEINTE (INTERMITENTE)
RIO LA PALMA (INTERMITENTE)

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

### 3.6. Climatología

El territorio municipal es cubierto por cuatro de climas; dos de tipo Templado subhúmedo que se caracterizan por su temperatura media anual entre 12°C y 18°C, un clima semiárido cálido con una temperatura media anual mayor a 22 °C y un clima semicálido subhúmedo con una temperatura media anual mayor a 18 °C respectivamente.

Cuadro 11. Características Climáticas

TIPO DE CLIMA	DESCRIPCIÓN TEMPERATURA	DESCRIPCIÓN PRECIPITACIÓN	%	SUPERFICIE KM <sup>2</sup>
C(w o)	TEMPLADO SUBHUMEDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL ENTRE 12°C Y 18°C, TEMPERATURA DEL MES MÁS FRIO ENTRE -3°C Y 18°C Y TEMPERATURA DEL MES MÁS CALIENTE BAJO 22°C.	PRECIPITACION EN EL MES MAS SECO MENOR DE 40 MM; LLUVIAS DE VERANO CON INDICE P/T MENOR DE 43.2 Y PORCENTAJE DE PRECIPITACION INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	38.78	19.30
C(w 1)	TEMPLADO SUBHUMEDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL ENTRE 12°C Y 18°C, TEMPERATURA DEL MES MÁS FRIO ENTRE -3°C Y 18°C Y TEMPERATURA DEL MES MÁS CALIENTE BAJO 22°C.	PRECIPITACION EN EL MES MÁS SECO MENOR DE 40 MM; LLUVIAS DE VERANO CON INDICE P/T ENTRE 43.2 Y 55 Y PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	3.86	1.92
(A) C(w o)	SEMICALIDO SUBHUMEDO DEL GRUPO C, TEMPERATURA MEDIA ANUAL MAYOR DE 18°C, TEMPERATURA DEL MES MÁS FRIO MENOR DE 18°C, TEMPERATURA DEL MES MÁS CALIENTE MAYOR DE 22°C.	PRECIPITACION DEL MES MAS SECO MENOR DE 40 MM; LLUVIAS DE VERANO CON INDICE P/T MENOR DE 43.2, Y PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	49.52	24.64
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.	7.83	3.89
			100.00	49.76

Elaboración propia con base en INEGI

Tipos de clima presentes en el municipio:

C(WO)

Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice p/t menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima abarca una superficie aproximada de 19.30 km<sup>2</sup>, lo que representa un 38.78% del territorio municipal. Se presenta en la parte este y noreste del municipio.

C(W1)

Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice p/t entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima abarca una superficie aproximada de 1.92

km<sup>2</sup>, lo que representa un 3.86% del territorio municipal. Se presenta en una pequeña zona de la parte noreste del municipio.

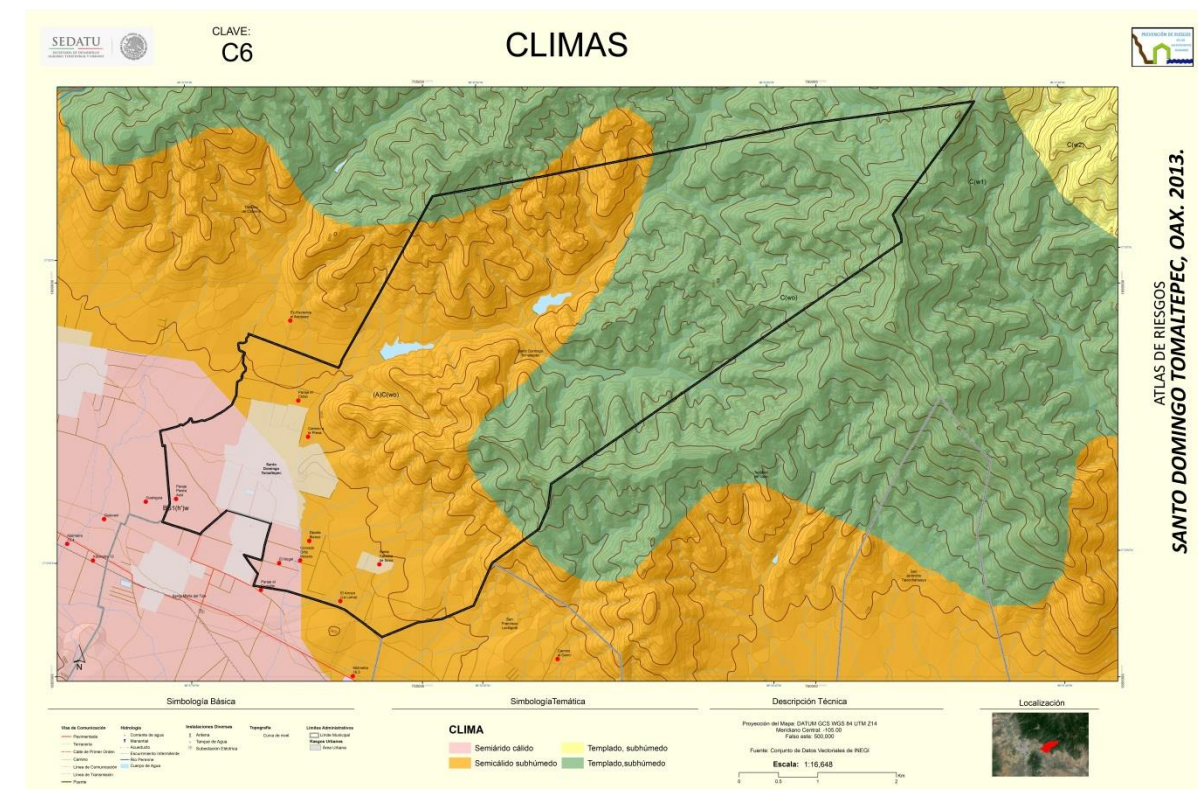
(A)C(WO)

Semicálido subhúmedo del grupo c, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice p/t menor de 43.2, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima abarca una superficie aproximada de 24.64 km<sup>2</sup>, lo que representa un 49.52% del territorio municipal. Se presenta en la parte centro y norte del 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 abarca una superficie aproximada de 3.89 km<sup>2</sup>, lo que representa un 7.83% del territorio municipal. Se localiza en la parte suroeste del municipio.

Figura 10. Mapa de Climas



### 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 Santo Domingo Tomaltepec los usos de suelo y vegetación de distribuyen de la siguiente forma:

Cuadro 12. Tipo de Vegetación

ENTIDAD	TIPO	VEGETACIÓN SECUNDARIA	EROSIÓN	%	SUPERFICIE KM <sup>2</sup>
BOSQUE	BOSQUE DE PINO-ENCINO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	18.03	8.97
ÁREA AGRICOLA-PASTIZAL	AGRICULTURA DE TEMPORAL, PASTIZAL INDUCIDO	NINGUNO	CON EROSIÓN APRECIABLE	3.70	1.84
SELVA-PASTIZAL	VEGETACION SECUNDARIA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA, PASTIZAL INDUCIDO	VEGETACION SECUNDARIA APARENTE	SIN EROSIÓN APRECIABLE	36.34	18.08
BOSQUE	BOSQUE DE ENCINO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	30.28	15.07
ÁREA AGRICOLA	AGRICULTURA DE RIEGO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	0.19	0.10
ÁREA AGRICOLA	AGRICULTURA DE TEMPORAL	NINGUNO	CON EROSIÓN APRECIABLE	11.46	5.70
				100.00	49.76

#### BOSQUE DE PINO-ENCINO

Esta comunidad, junto con los bosques de encino-pino se consideran fases de transición en el desarrollo de bosques de pino o encino puros. Este tipo de bosque se distribuye ampliamente en la mayor parte de la superficie forestal de las partes altas de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*); siendo dominantes los pinos (INEGI).

Cubre una superficie aproximada de 8.97 km<sup>2</sup> lo que representa un 18.03% del territorio municipal y se localiza en la parte noreste del municipio.

#### AREA AGRICOLA-PASTIZAL

En este tipo de uso de suelo se combinan porciones de pastizal inducido con agricultura de temporal siendo los cultivos de mayor producción los de maíz, frijol, hortalizas y alfalfa.

Cubre una superficie aproximada de 1.84 km<sup>2</sup> lo que representa un 3.70% del territorio municipal y se localiza en la parte oeste del municipio.

#### SELVA-PASTIZAL

En este tipo de uso de suelo se combinan porciones de pastizal inducido con selva baja caducifolia. Cubre una superficie aproximada de 18.08 km<sup>2</sup> lo que representa un 36.34% del territorio municipal y abarca parte del norte y este 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 (INEGI).

Cubre una superficie aproximada de 15.07 km<sup>2</sup> lo que representa un 30.28% del territorio municipal y abarca parte del sur, centro y este del municipio.

#### AGRICULTURA DE TEMPORAL

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua. Los principales productos agrícolas son: maíz, frijol, hortalizas y alfalfa. Cubre una superficie aproximada de 5.70 km<sup>2</sup> lo que representa un 11.46% del territorio municipal y se localiza en la parte suroeste del municipio.

#### AGRICULTURA DE RIEGO

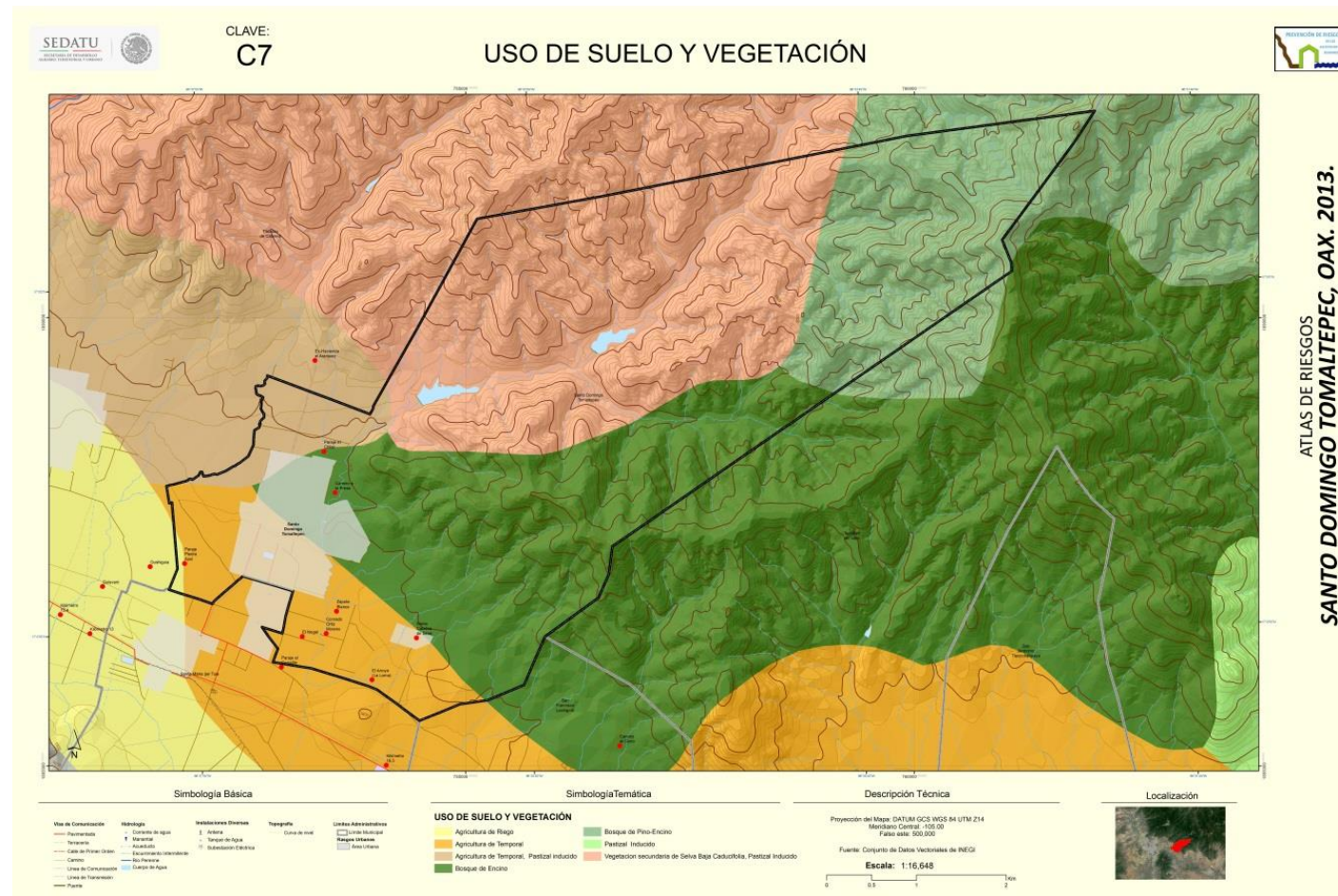
Este tipo de agricultura utiliza agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta). Los principales productos agrícolas son: maíz, frijol, hortalizas y alfalfa (INEGI).

Cubre una superficie aproximada de 0.10 km<sup>2</sup> lo que representa un 0.19% del territorio municipal y se localiza en una pequeña área al oeste del municipio.

Figura 11. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación

### 3.8. Áreas naturales protegidas

No existe área natural protegida federal ni estatal en Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca



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

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

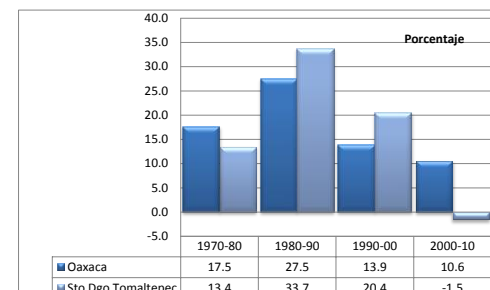
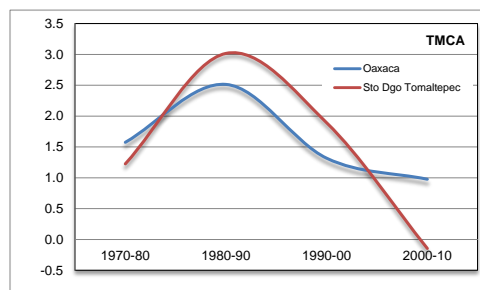
El municipio de Santo Domingo Tomaltepec históricamente ha presentado un reducido crecimiento de su población, lo que se traduce en tasas de crecimiento, reducidas que van de 3 por ciento en los años noventa a -0.1 por ciento en la última década. En términos de su volumen de población, el municipio tuvo un incremento que le llevo de casi 1.5 mil habitantes en 1970 a 2.8 mil en 2000 y se redujo en 2010 un total de 2.7 mil personas. Por esa situación su participación en la población estatal ha sido muy marginal, con porcentajes menores al 1 por ciento y con menor participación en cada década.

Cuadro 13. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec : Población y crecimiento promedio anual 1970-2010

Año	Oaxaca		Santo Domingo Tomaltepec		Participación del municipio (%)
	Total	TCMA (%)	Total	TCMA (%)	
1970	2,015,424		1,552		0.08
1980	2,369,076	1.6	1,760	1.2	0.07
1990	3,019,560	2.5	2,353	3.0	0.08
2000	3,438,765	1.3	2,834	1.9	0.08
2010 <sup>1</sup>	3,801,962	1.0	2,791	-0.1	0.07

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 Santo Domingo Tomaltepec 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 importante decremento poblacional, aunque en los últimos años se ha estabilizado. Esta tendencia se refleja también en las proyecciones de población, las cuales indican una reducción sostenida de los habitantes del municipio. Aunque es aún reducido el volumen de población de Santo Domingo Tomaltepec, tenderá a decrecer con mayor rapidez que la entidad, por lo cual se espera que a futuro su población solo sea de 3.2 mil habitantes en el 2030 y representar el 0.08 por ciento del total de los habitantes de Oaxaca. Se estima que el crecimiento futuro del municipio se mantenga estable alrededor del 0.1 por ciento anual.

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
Santo Domingo Tomaltepec	2,353	2,834	2,839	3,195	3,214
% Respecto al Estado	0.08%	0.08%	0.07%	0.08%	0.08%
<b>Tasa de Crecimiento Media Anual</b>		<b>90 - 00</b>	<b>00 - 10</b>	<b>10-20</b>	<b>20 - 30</b>
Oaxaca		1.3	1.0	0.7	0.1
Santo Domingo Tomaltepec		1.9	0.0	1.2	0.1
<b>Crecimiento Relativo</b>		<b>90 - 00</b>	<b>00 - 10</b>	<b>10-20</b>	<b>20 - 30</b>
Oaxaca		13.9	10.6	7.7	0.9
Santo Domingo Tomaltepec		20.4	0.2	12.6	0.6

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 Santo Domingo Tomaltepec es, en su mayoría, de mujeres, las cuales representan 51.0 por ciento del total, y por ello, el municipio tiene un índice de masculinidad de 96.1 hombres por cada cien mujeres, mayor al promedio estatal (91.7). En términos de la edad mediana, en Santo Domingo Tomaltepec es mayor al promedio de la entidad, con 30 años la mediana, mientras que en los hombres es de 28 años y las mujeres de 32.

Por otra parte, mientras en Oaxaca el promedio es de 2.85 hijos vivos, en Santo Domingo Tomaltepec es de 3.3, dato que indica una condición de salud precaria de la población respecto al promedio del estado.

Cuadro 15. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec : Características de la población, 2010

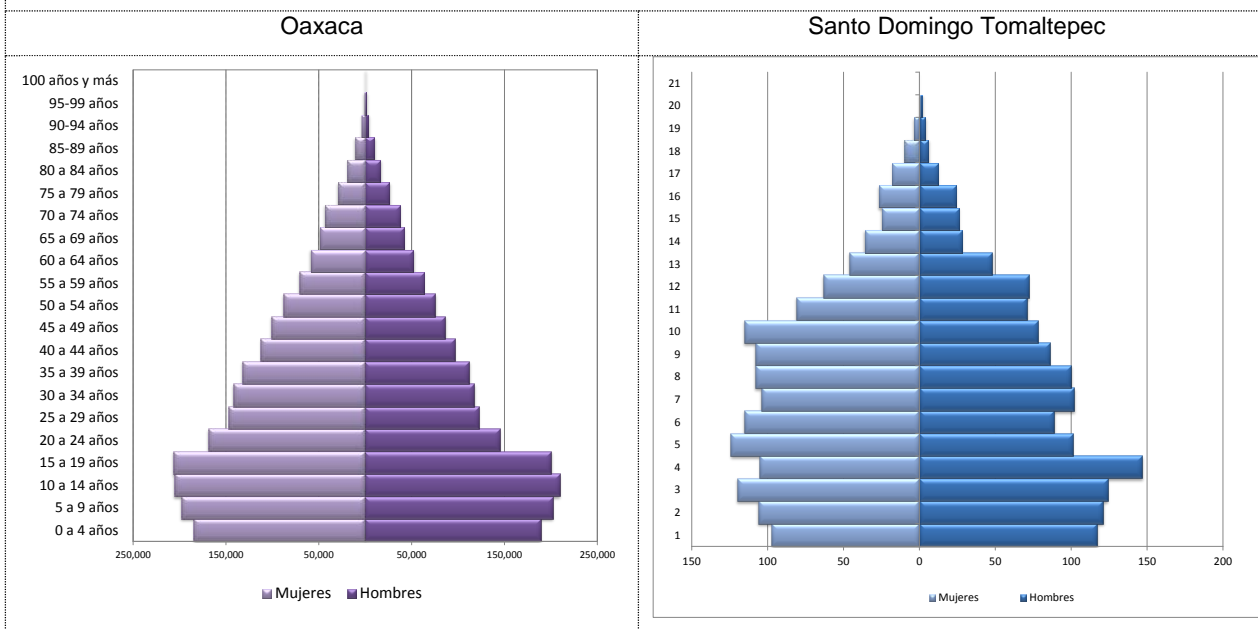
Estado Municipio	Población por sexo			Índice de masculinidad <sup>1</sup>	Edad mediana			Promedio de hijos nacidos vivos <sup>2</sup>
	Total	% Hombres	% Mujeres		Total	Hombres	Mujeres	
Oaxaca	3,801,962	47.8	52.2	91.7	24	23	25	2.85
Santo Domingo Tomaltepec	2,790	49.0	51.0	96.1	30	28	32	3.3

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 Santo Domingo Tomaltepec en 2010. Resaltan en el municipio una distribución con una base amplia de niños y jóvenes, los cuales disminuyen a partir de los 20 años por efecto de la migración a otras ciudades de sus habitantes. Por otra parte se nota el reducido número de hombres respecto al conjunto de mujeres, salvo entre los 30 y 35 años, dado que la mayoría tiende a emigrar y el predominio de mujeres más allá de los 60 años.

Gráficas 3. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec Pirámides de población por grupos quinquenales de edad, 2010



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

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 mujeres en edades adultas. 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 y siendo jefas de hogares.

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, Santo Domingo Tomaltepec tiene casi 6 puntos porcentuales menos que Oaxaca; en cambio, de la población en edad activa, es mayor al promedio de la entidad (63.9 en el municipio y 58.3 en la entidad). Y por el contrario, la proporción de adultos mayores en el municipio es mayor en 0.5 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 685 niños y jóvenes, el de adultos mayores de 316 personas y los habitantes en edad activa son 1,769, 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 Santo Domingo Tomaltepec: Población por grandes grupos de edad y razón de dependencia, 2010

Estado/ Municipio	Población total <sup>1</sup>	Grupos de edad			Razón de dependencia <sup>2</sup>		
		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
Santo Domingo Tomaltepec	2,770	24.7	63.9	11.4	56.6	38.7	17.9

Notas

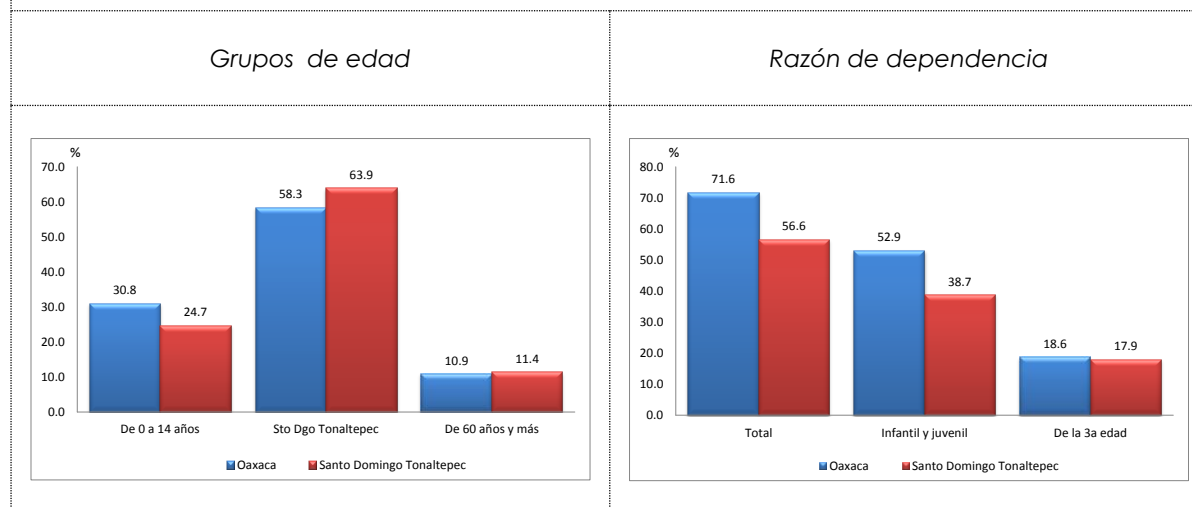
1/ Excluye a la población con edad no especificada

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 38.7 niños y jóvenes menores de 15 años menor al promedio estatal; de igual forma, por cada cien personas activas, en el municipio hay 17.9 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 medio en el municipio, En total, la dependencia de esos grupos de edad respecto a los adultos en edades activas es de 56.6, frente a 71.6 que se presentan en la entidad (graficas 4 y 5).

Gráficas 4 y 5.- Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec , Distribución de población por grandes grupos de edad, y razón de dependencia, 2010



**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.

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 Santo Domingo Tomaltepec en el año 2010 no se presentaron defunciones de menores de un año. En el mismo año el Municipio de Santo Domingo Tomaltepec registró 17 defunciones es decir el 0.06 por ciento respecto al total de defunciones en el Estado de Oaxaca.

El número de nacimientos de Santo Domingo Tomaltepec representan el 0.04 por ciento del total de nacimientos a nivel estatal, cifra que repercute en lento incremento de población, ya que en el año 2010 nacieron 69 niños (Cuadro 17).

Cuadro 17. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec : Nacimientos y Mortalidad, 2009

Concepto	Estado de Oaxaca	Santo Domingo Tomaltepec	
	Total	Total	% del total estatal
Defunciones generales por residencia habitual, 2010	20,328	17	0.06
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido 2010	922	0	0.000
Nacimientos, 2010	108,978	69	0.044
Esperanza de vida al nacimiento, 2010	74.9		

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

El cuadro 6 señala que Santo Domingo Tomaltepec es un municipio de expulsión migratoria que en términos de su volumen representa 30 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 1.2 por ciento, superior al promedio estatal; en consecuencia existe en el municipio un balance a favor de los inmigrantes, estimado en 5.7 por ciento, pero se puede considerar el municipio de equilibrio migratorio.

Cuadro 18. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec : Migración interna 2005-2010

Absolutos	Oaxaca	Santo Domingo Tomaltepec
Inmigrantes	158,882	134
Emigrantes	178,851	30
Saldo neto	-19,969	104
<b>Tasas (por cada mil hab)</b>		
Inmigrantes	4.36	5.72
Emigrantes	3.58	1.28
Saldo neto	0.78	4.44
Condición migratoria	Equilibrio	Equilibrio

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

La distribución territorial de la población indica que sus habitantes residen en localidades rurales, menores de 2,500 habitantes, siendo localidades muy pequeñas las que existen en el municipio (Cuadro 19).

Cuadro 19. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec : Distribución territorial de la población, 2010

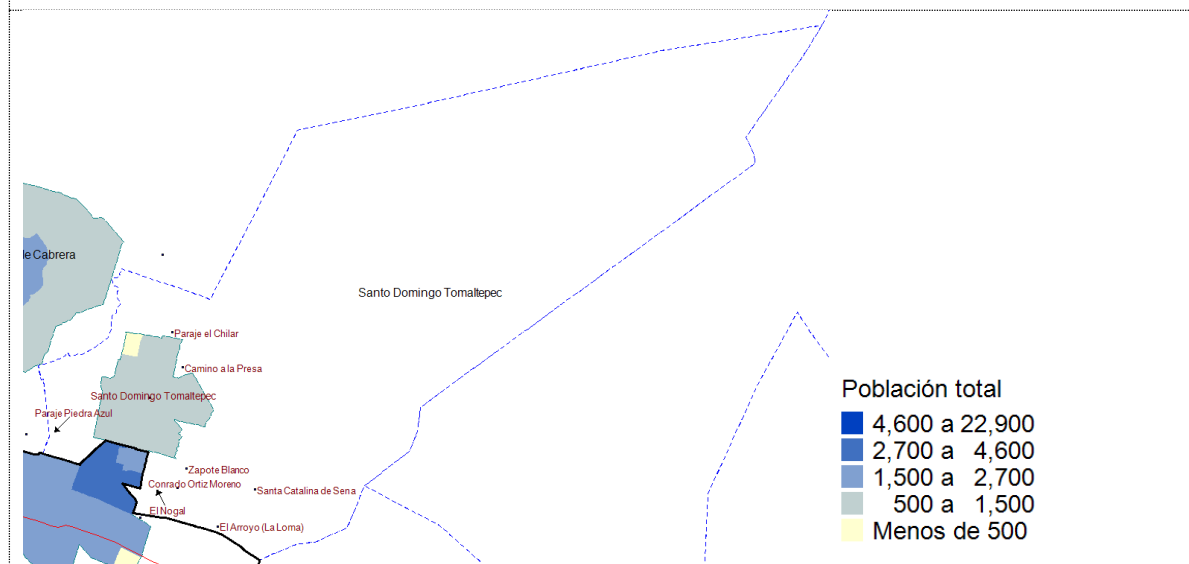
Tamaño de localidad	Oaxaca			Santo Domingo Tomaltepec		
	Localidades	Población	% Pob.	Localidades	Población	% Pob.
Total	10,496	3,801,962	100.0	8	2,790	100.0
De 1 a 2,499 hab	10,321	2,002,757	52.7	8	2,790	100.0
De 2,500 a 14,999 hab.	156	839,780	22.1	0	0	0.0
De 15,000 y más hab.	19	959,425	25.2	0	0	0.0

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

El municipio de Santo Domingo Tomaltepec forma parte de la zona metropolitana de Oaxaca y se ubica al oriente de la misma. Sus principales localidades se ubican al sur en dirección a la carretera a Tehuantepec y conurbados prácticamente a Santa María del Tule.



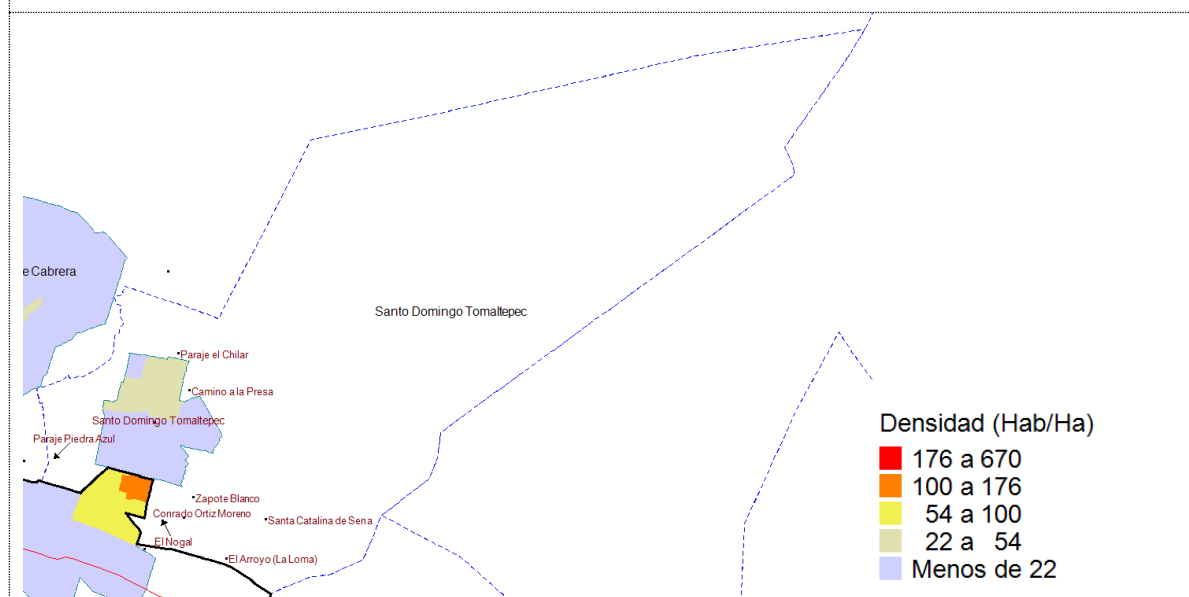
Figura 1. Santo Domingo Tomaltepec Principales localidades, 2010



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

De igual forma, la densidad habitacional es de menos de 25 habitantes por hectáreas, lo que revela un escaso poblamiento del municipio y de su cabecera municipal.

Figura 2. Santo Domingo Tomaltepec Densidad en las principales localidades, 2010



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

## 4.2. Características sociales

### 4.2.1. Población de Habla Indígena

En Santo Domingo Tomaltepec, es reducido el número de personas que habla alguna lengua indígena, donde solo 534 personas de 3 años y más son de adscripción indígena. De esta población todos son bilingües y son predominantes las mujeres.

Cuadro 20. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec. Población mayor de 3 años que hablan lengua indígena, 2010

Entidad municipio	Población de 3 años y más que habla lengua indígena <sup>1</sup>	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
Santo Domingo Tomaltepec	534	533	28.0	72.0	1	0.0	100.0

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.

### 4.2.2. Analfabetismo y educación

En cuanto al nivel de analfabetismo en Santo Domingo Tomaltepec, una proporción reducida de su población de 15 años y más es analfabeta (7.9%), porcentaje que es reducido en relación 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 dos de cada tres 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 Santo Domingo Tomaltepec Población de 15 años y más por condición de alfabetismo, 2010

Entidad municipio	Población de 15 años y más <sup>1</sup>	Alfabetos	%	Analfabetas			
				Total	%	Hombres %	Mujeres %
Oaxaca	2,591,966	2,153,325	83.1	421,810	16.3	34.5	65.5
Santo Domingo Tomaltepec	2,085	1,908	91.5	165	7.9	36.4	63.6

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 Santo Domingo Tomaltepec el 90.4 por ciento están en esa condición, más que el promedio estatal; esto es, casi 7 por ciento de niños y

jóvenes en el municipio no saben leer y escribir, de los cuales poco mas de la mitad son hombres y el resto son mujeres (cuadro 10).

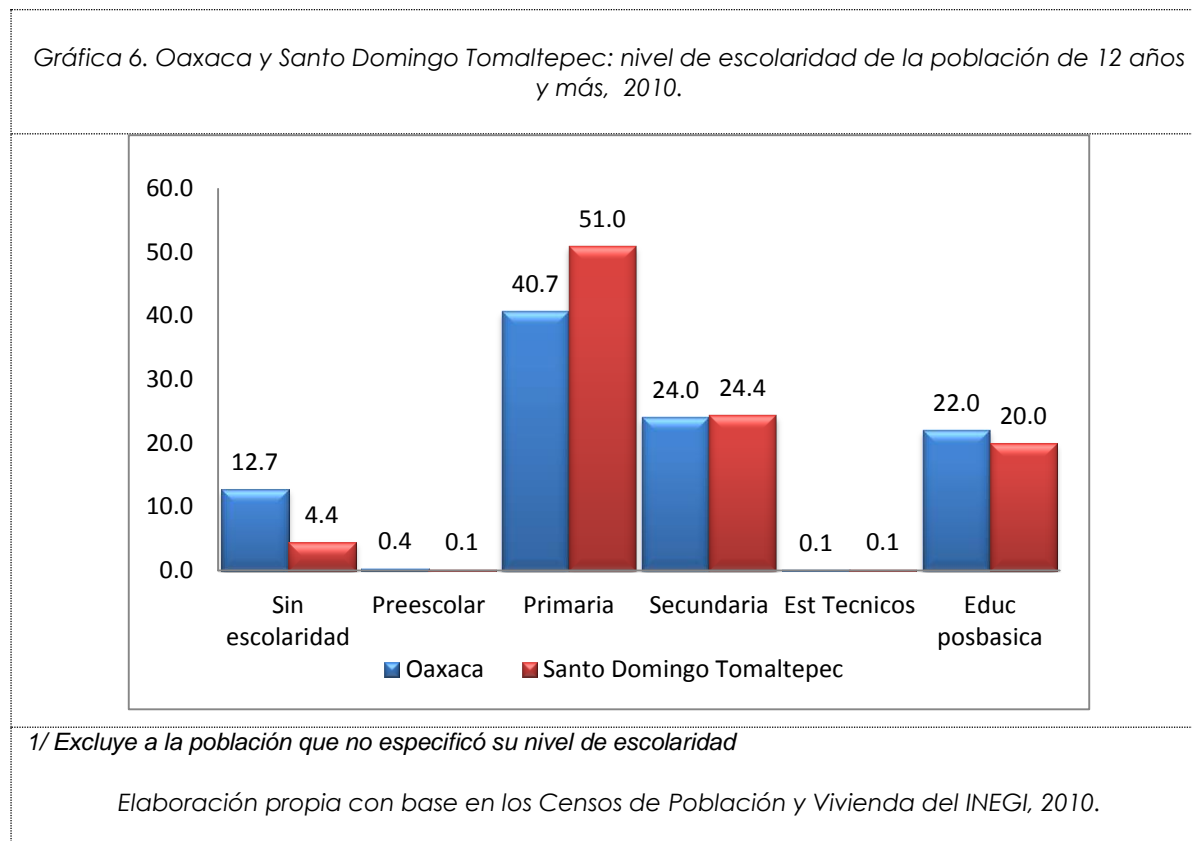
Cuadro 22. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec : Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir, 2010

Entidad municipio	Población de 6 a 14 años <sup>1</sup>	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
Santo Domingo Tomaltepec	428	387	90.4	29	6.8	51.7	48.3

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 Santo Domingo Tomaltepec tiene un nivel de educación primaria (51%) y secundaria (24.4%), En particular, la población sin escolaridad es menor al promedio de Oaxaca. En cambio, en los niveles de mayor escolaridad, el municipio se encuentra debajo de la media estatal: en educación posbásica la brecha se abre más en 2 puntos porcentuales.



#### 4.2.3. Servicios Médicos

Un factor importante de las condiciones generales de vida en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec 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 43.5% con 1,202 derechohabientes, menor al promedio estatal de 56.5 por ciento.

El 71.2% de los derechohabientes están cubiertos por los servicios de salud que otorga el Seguro Popular, 13.6 puntos porcentuales más que la entidad; el Instituto Mexicano del Seguro Social cubre al 18.4 por ciento de los derechohabientes del municipio, En cuanto al resto de derechohabientes de otras instituciones, su aportación es marginal respecto a los descritos.

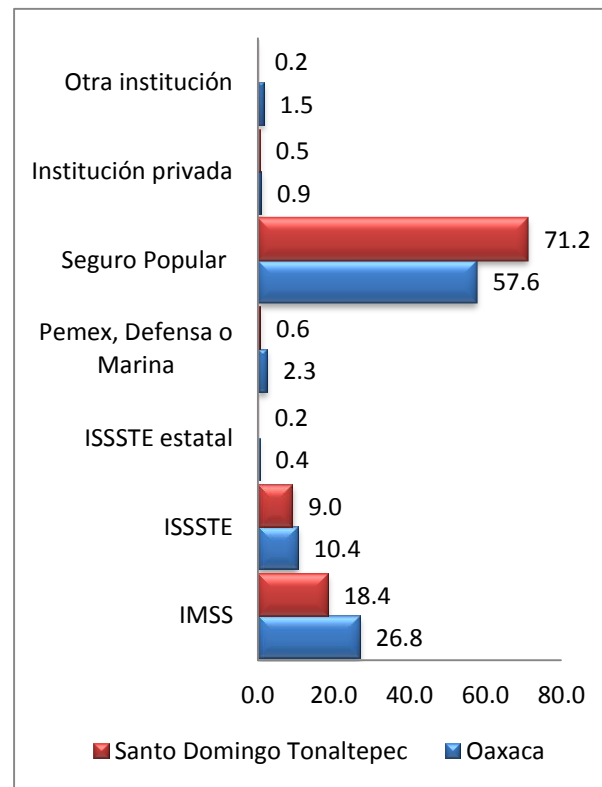
Cuadro 23. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec : Población según condición de derechohabiencia, 2010

Entidad municipio	Población total <sup>1</sup>	Condición de derechohabiencia			
		Derechohabiente		No derechohabiente	
		Abs	%	Abs	%
Oaxaca	3,766,908	2,129,000	56.5	1,637,908	43.5
Santo Domingo Tomaltepec	2,765	1,202	43.5	1,563	56.5

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 Santo Domingo Tomaltepec, Servicios de salud, 2010.



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

#### 4.2.4. Características de la Vivienda

En Santo Domingo Tomaltepec para el año 2010 se registraron 767 viviendas particulares habitadas en el municipio con un promedio de 4.5 habitantes por vivienda, ligeramente por encima del promedio del estado (4.1 ocupantes por vivienda). El servicio de agua entubada dentro de la vivienda tiene una cobertura del 72.3 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 de 91.9 por ciento, 22.2 por ciento de las viviendas tiene piso de tierra y 6.1 por ciento de las viviendas tienen 2.5 habitantes por cuarto, cuando la media estatal es de 13.6 por ciento (cuadro 12).

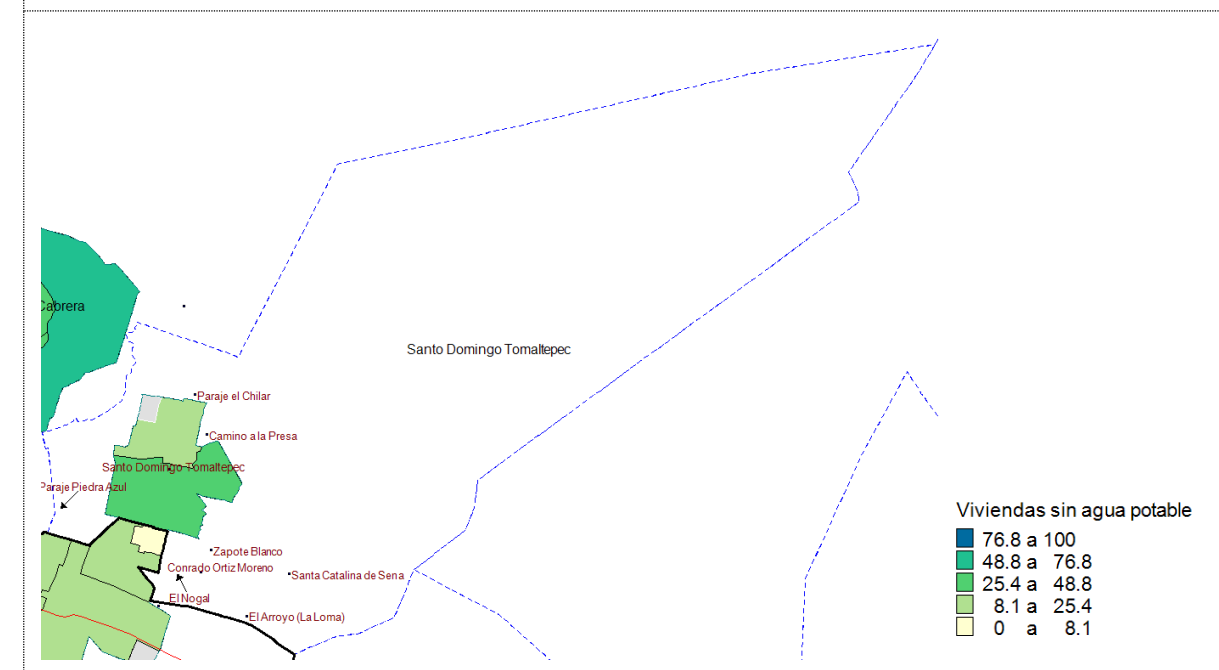
Cuadro 24. Santo Domingo Tomaltepec, Características de la vivienda, 2010

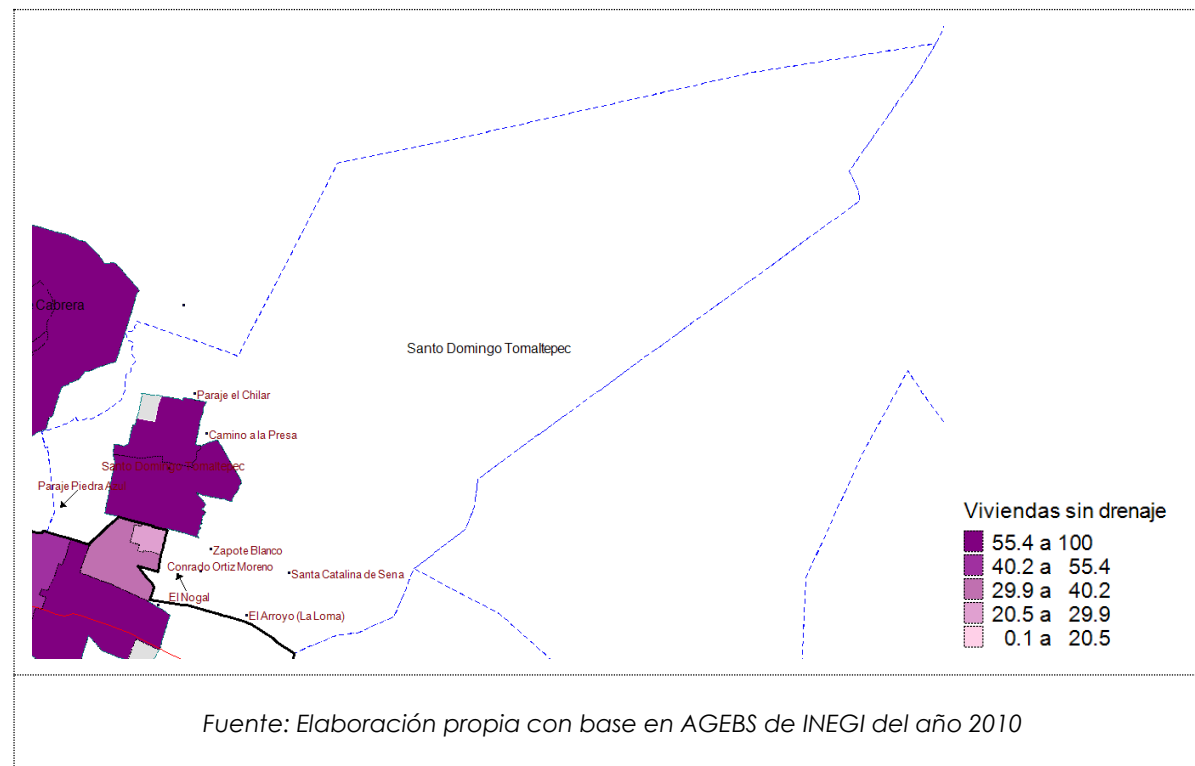
Viviendas	Oaxaca	Santo Domingo Tomaltepec
Total de viviendas particulares habitadas	934,055	767
Viviendas que disponen de agua entubada al interior de la vivienda (%)	32.0	72.3
Viviendas que disponen de drenaje a la red pública (%)	35.4	91.9
Viviendas con piso de tierra (%)	18.7	22.2
Vivienda con 2.5 habitantes por cuarto (%)	13.6	6.1

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

Las zonas de cobertura se identifican en el municipio, con una mayor cobertura en la proximidad a Santa María del Tule y disminuyendo la cobertura hacia la zona norte de la cabecera municipal de Santo Domingo. La cobertura de drenaje se muestra con déficit en toda la cabecera municipal.

Figuras 2 y 3. Santo Domingo Tomaltepec. Porcentaje de vivienda sin agua potable y sin drenaje, 2010





Cuadro 25. Viviendas vulnerables ante fenómenos naturales en el Municipio Santo Domingo Tomaltepec 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
Santo Domingo Tomaltepec	9.6	7.2	83.1	61.4	30.1	22.2

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

madera o adobe. En cambio, 22.2 por ciento de las viviendas tienen pisos de tierra., Santo Domingo Tomaltepec tiene una alta proporción de viviendas con materiales precarios 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 Santo Domingo Tomaltepec, el nivel de marginación es medio, de acuerdo con los datos del Índice de Marginación como muestra el cuadro 14.

Cuadro 26. Santo Domingo Tomaltepec, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

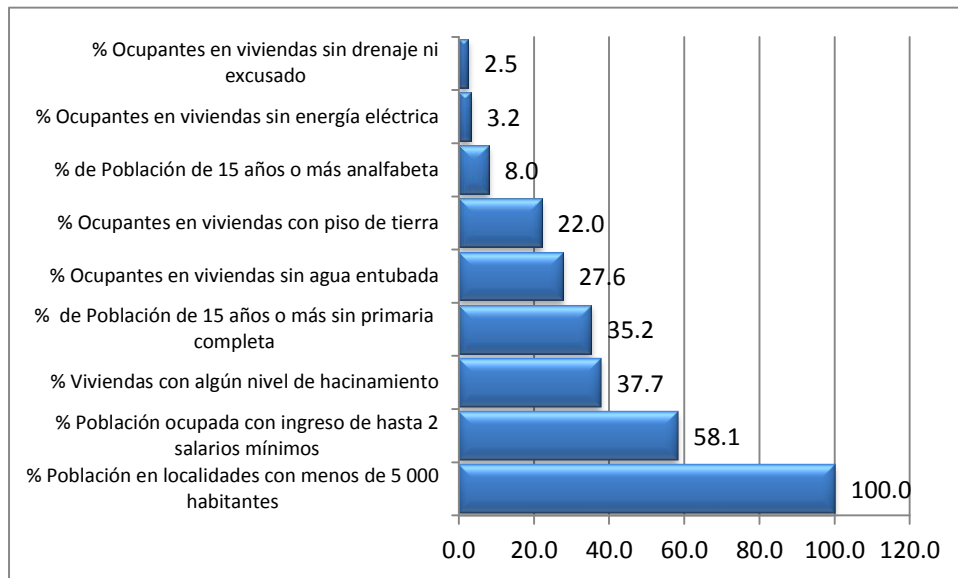
Municipio	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Oaxaca	3,801,962	2.14623	Muy alto	80.48110959	3
Santo Domingo Tomaltepec	2,790	0.027003389	Medio	27.97761368	1,173

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 la habitabilidad de los ocupantes en localidades pequeñas, el promedio del salario mínimo, que es de 58.1 por ciento de la PEA. En seguida las mayores problemáticas del municipio se ubican en la escolaridad de sus habitantes, los materiales de la vivienda y el hacinamiento en las mismas.

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 Santo Domingo Tomaltepec, en el año 2010 el 9.6% del total de las viviendas tiene losa de concreto, y 7.2 por ciento de teja, por lo que una de cada tres viviendas tienen techos de materiales no durables (83.1%). En cuanto a paredes, 61.4 por ciento tiene paredes durables y 30.1 por ciento tiene paredes que pueden ser durables con mantenimiento adecuado, de

Gráfica 8. Santo Domingo Tomaltepec, Indicadores del Índice de marginación municipal, 2010.



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación, 2010.

Todas las localidades del municipio presentan fuertes rezagos sociales, lo que indica que la marginación tenga un grado alto, por lo que indica situaciones de vulnerabilidad social altos ante fenómenos perturbadores,

Cuadro 27. Santo Domingo Tomaltepec, 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
Santo Domingo Tomaltepec	2,483	-0.6360130	Alto	9.603	7,235
El Arroyo (La Loma)	29	1.1581425	Muy alto	23.846	1,320
Camino A la Presa	22	-0.6399570	Alto	9.572	7,248
Conrado Ortiz Moreno	16	0.2123879	Alto	16.338	4,068
El Nogal	179	-1.2577782	Bajo	4.667	8,044
Paraje el Chilar	12	-1.1432954	Bajo	5.576	7,987
Zapote Blanco	12	0.9310390	Muy alto	22.043	1,801
Paraje Piedra Azul	37	-0.5532413	Alto	10.260	7,019

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

La cabecera municipal de Santo Domingo Tomaltepec tiene 2 AGEB cuyo grado de marginación es alto, Aunque se ubica conurbado a Santa María del Tule, la localidad presenta fuertes rezagos sociales que aumentan su vulnerabilidad ante fenómenos naturales.

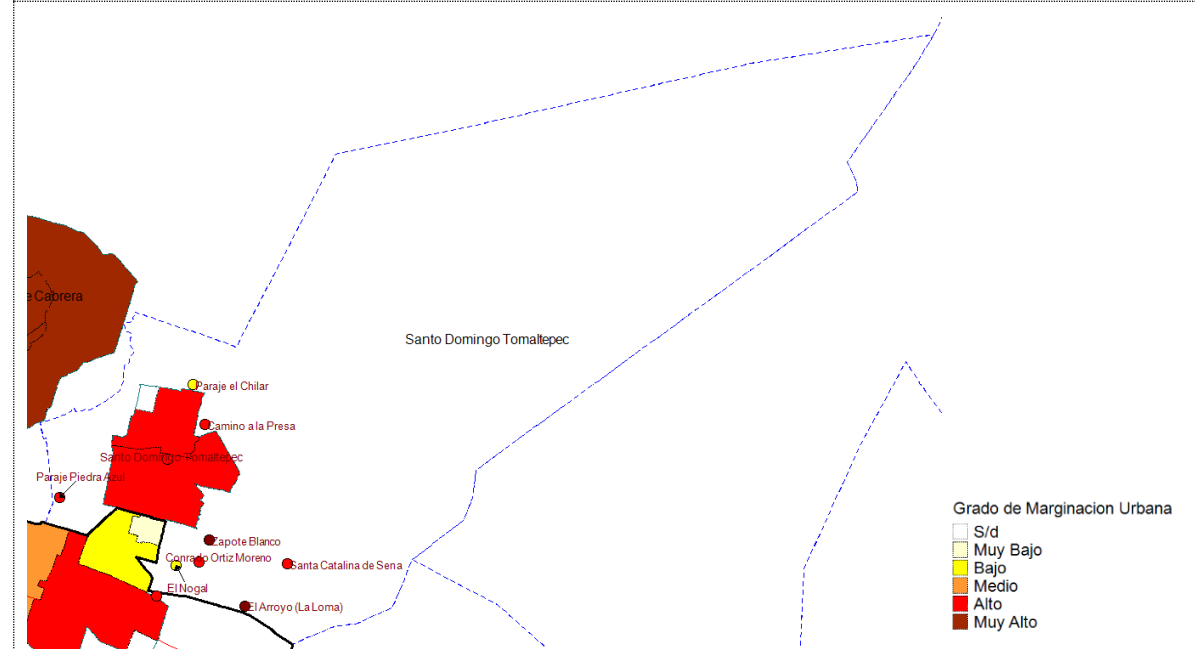
Cuadro 28. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec : AGEB urbanas según grado de marginación, 2010

Localidad	AGEB urbanas	Grado de marginación urbana				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Santo Domingo Tomaltepec	2	2				

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.

Figuras 4. Santo Domingo Tomaltepec. 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 Santo Domingo Tomaltepec en relación con Oaxaca presenta condiciones similares dado que reporta solo 5 puntos porcentuales menos pobres que a nivel estatal; su condición rural la proporción de pobres extremos es de 17.9 por ciento 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 Santo Domingo Tomaltepec presenta una proporción de 62.4 por ciento, situación menos favorable que la entidad, cuya proporción es de 36.8 por ciento (cuadro 29).

Cuadro 29. Santo Domingo Tomaltepec, 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
Sto Dgo.	2,660	62.1	1,651	17.9	477	62.4	1,661

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.

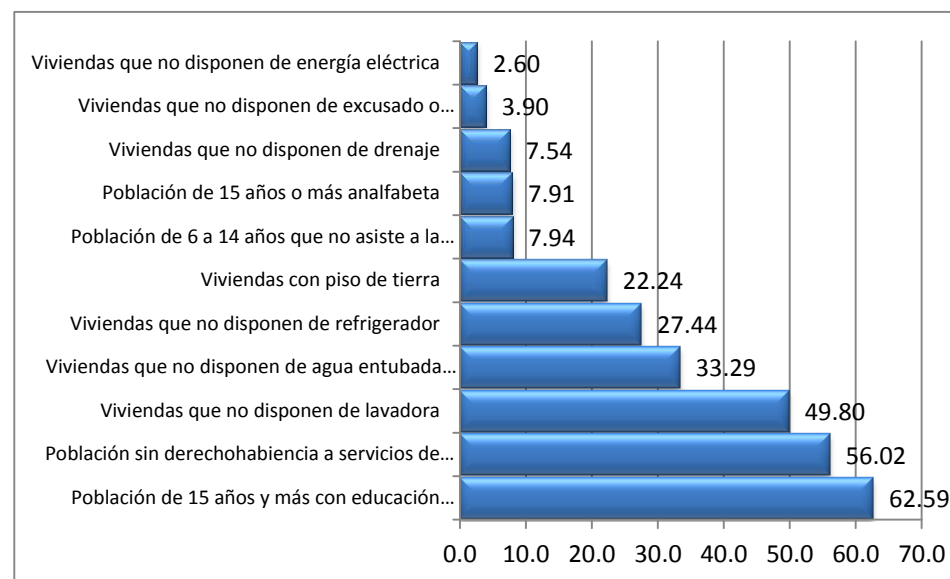
Cuadro 30. Santo Domingo Tomaltepec, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

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
Santo Domingo Tomaltepec	2,790	-0.0046136	Bajo	1,110

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 Santo Domingo Tomaltepec, las dos categorías de mayor rezago se ubican en la proporción de población de 15 años y más sin educación básica (62.5%) y derechohabencia a los servicios de salud (56%) y disponibilidad de lavadora (49.8%).

Gráfica 9. Santo Domingo Tomaltepec, 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 Santo Domingo Tomaltepec cuenta con 215 habitantes que presentan algún tipo de limitación para realización de actividades, para caminar o moverse independientemente, debilidad visual o auditiva.

### 4.3. Principales actividades económicas

El Municipio de Santo Domingo Tomaltepec tiene una escasa participación económica en la entidad dado que concentra el 0.005 por ciento del personal ocupado de la entidad y 0.003 por ciento de las unidades económicas, pero su aportación económica es nula en el Valor Agregado Censal Bruto (VACB). Esto indica que la economía local es muy débil, lo que se manifiesta en la creación de sólo 20 empleos locales, que no satisfacen las necesidades laborales de la población residente y se tiene que trasladar a la capital de la entidad (cuadro 21).

Cuadro 33. Indicadores de la participación del municipio Santo Domingo Tomaltepec 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
Santo Domingo Tomaltepec	6	20	84
%	0.003	0.005	0.000

*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 Santo Domingo Tomaltepec, el sector comercio al por menor prevalece como la principal actividad económica, con 2 unidades económicas. Este rubro ocupa al mayor porcentaje de la población económicamente activa, representando el 30 por ciento del total de la PEA ocupada, sin embargo genera el 10.4 por ciento del VACB.

Dentro de la economía municipal, el segundo sector en importancia es otros servicios excepto actividades gubernamentales donde se emplean a 12 personas.

Cuadro 31. Santo Domingo Tomaltepec. 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	2,517	90.3
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	178	6.4
Población con limitación para ver, aún usando lentes	50	1.8
Población con limitación para escuchar	20	0.7
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	7	0.3
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	3	0.1
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	1	0.0
Población con limitación mental	11	0.4

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. Santo Domingo Tomaltepec. 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
Santo Domingo Tomaltepec	244	177	46	7	20	3	1	11	2,218
El Arroyo (La Loma)	2	0	2	0	0	0	0	0	24
Camino a la Presa	0	0	0	0	0	0	0	0	22
Conrado Ortiz Moreno	1	1	0	0	0	0	0	0	15
El Nogal	0	0	0	0	0	0	0	0	179
Paraje el Chilar	2	0	2	0	0	0	0	0	10
Zapote Blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Paraje Piedra Azul	0	0	0	0	0	0	0	0	37

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

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

Clave	Sector económico	Unidad Econom	Pob Ocupada	Valor Agregado censal Bruto
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas	*	2	-2
46	Comercio al por menor	*	5	31
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	*	1	54
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	*	12	1

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 Santo Domingo Tomaltepec, del total de la población de 12 años y más, 74.2 por ciento tiene alguna actividad y cerca del 25.8 por ciento no es activa. De los casi 181 personas de la PEA el 98.8 por ciento se encuentra ocupada y solo un 1.2 por ciento no esta ocupada. En comparación con el promedio de Oaxaca este municipio se encuentra en condiciones favorables en el empleo generado.

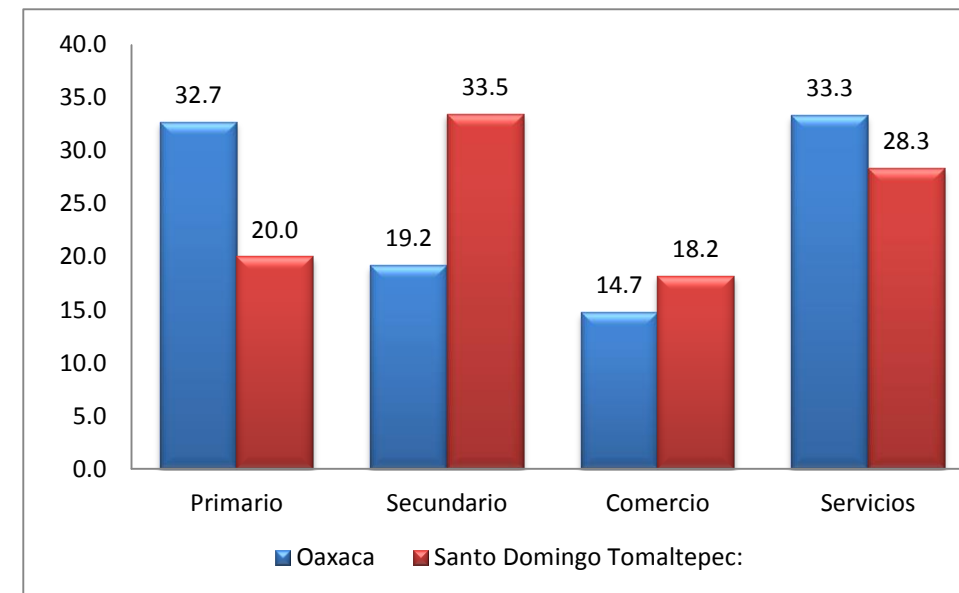
Cuadro 35. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec : Condición de actividad económica, 2010

Entidad /municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica					%
		Total	%	Ocupada	Desocupada	Población no económicamente activa	
Oaxaca	2,825,071	1,343,189	47.5	96.7	3.3	1,481,882	52.5
Santo Domingo Tomaltepec	2,206	1,251	56.7	97.6	2.4	955	43.3

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

Por sectores, la población económicamente activa de Santo Domingo Tomaltepec se emplea principalmente en el sector secundario y comercio, donde mas de la mitad de los empleados se ubican (gráfica 10). En cambio, en actividades de servicios y el sector primario el municipio se encuentra por debajo del estado.

Gráfica 10. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec, Distribución por sectores económicos de la PEA Ocupada, 2010

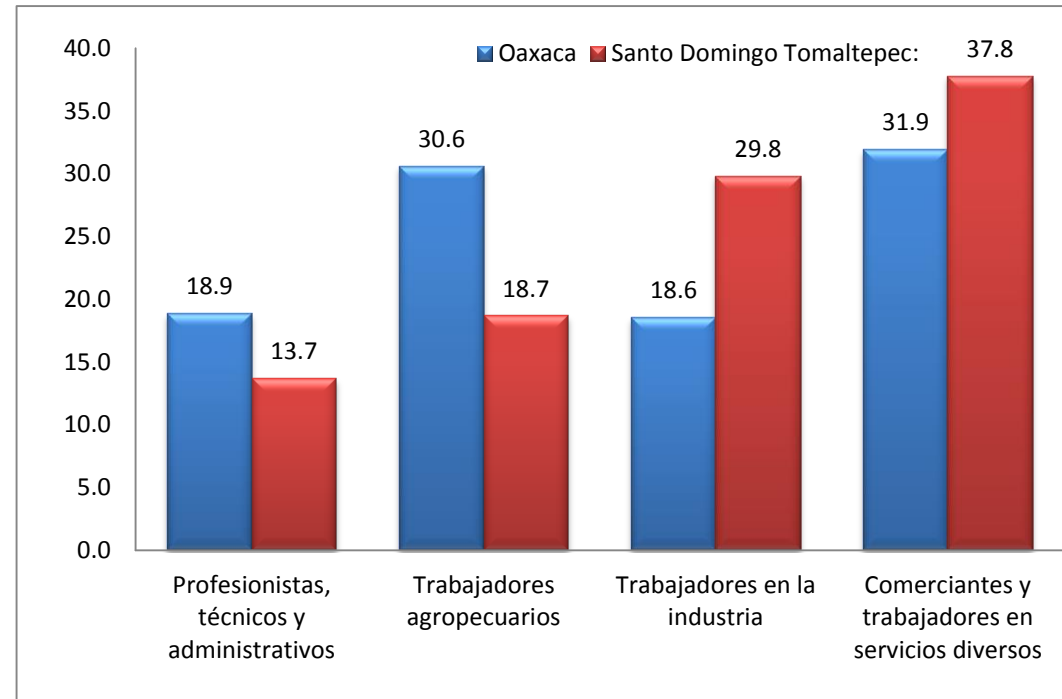


Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Por tipo de ocupaciones, se observa que una proporción importante de la PEA son trabajadores en comercio e industria siendo escasa la participación de profesionistas, trabajadores agropecuarios. (Gráfica 11).

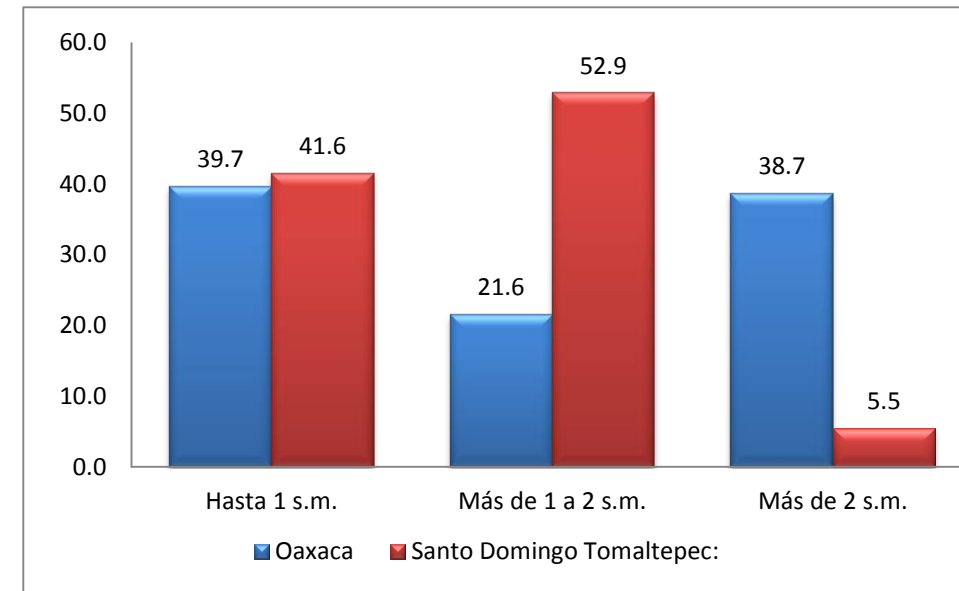


Gráfica 11. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec, Distribución por división ocupacional de la PEA Ocupada, 2010



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

Gráfica 12. Oaxaca y Santo Domingo Tomaltepec, Distribución por nivel de ingreso 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 la mitad de la PEA recibe de 1 a 2 vsm proporción mayor al promedio estatal y también hasta 1 vsm, lo que es indicativo de la precariedad salarial y la debilidad económica del municipio.

En síntesis, el municipio de Santo Domingo Tomaltepec tiene una mayor vulnerabilidad socioeconómica que se relacionan tanto con el estado de la vivienda, en términos de las actividades económicas generadas. 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 Santo Domingo Tomaltepec pertenece a la región de los Valles Centrales del Estado de Oaxaca, situado al oriente de la ciudad capital, su distancia aproximada es de 16 kilómetros (aprox. 20 minutos), sobre la carretera Internacional al Istmo de Tehuantepec. El acceso principal es por el municipio de Santa María El Tule (Carretera antigua al Tule).

El Territorio municipal, comprende una superficie total de 49.7 Km cuadrados, colinda al Poniente con Tlaxiact de Cabrera, al Sur con Santa Catalina de Sena, Tlaxiact de Cabrera, al Oriente con Teotitlán del Valle y Santiago Ixtaltepec y al Norte con Santa Catarina Ixtepeji.

La zona urbana comprende aproximadamente el 9% de la superficie total Municipal.

La vía de comunicación corta y más importante para comunicarse con la ciudad de Oaxaca es la carretera pavimentada que tiene acceso por el vecino municipio de Santa María el Tule, pero se encuentra actualmente con baches, por lo que el tránsito es muy lento, por falta de mantenimiento.

El segundo camino largo en importancia es por el Fraccionamiento habitacional el Retiro perteneciente también a Santa María el Tule.

Figura 4. Estructura urbana de Santo Domingo Tomaltepec y El Rosario



Santo Domingo Tomaltepec

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

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

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

Los fenómenos naturales ocurren en la superficie de manera constante en el tiempo, pero variable en cuanto a magnitud. Un fenómeno se convierte en peligro natural cuando altera parcial o totalmente algún aspecto físico de un territorio, mismo en donde se encuentra asentada la población. De esta manera cualquier fenómeno natural que ocurra en los sistemas atmosférico, biótico, litosférico, hidrológico, etc., o entre ellos, y presente una probabilidad de afectación del ser humano y sus actividades, debe ser considerado peligro. A lo largo de la historia del poblamiento de un territorio, la sociedad ha estado expuesta a diferentes fenómenos naturales, algunos de éstos han causado algún tipo de daño o afectación a la infraestructura, actividades o en las vidas mismas de la población (Campos-Vargas et al., 2010).

Los fenómenos naturales que se producen por la dinámica de la superficie de la corteza terrestre y que la modifican, se consideran fenómenos naturales geológicos y/o geomorfológicos, los primeros cuando se deben a la dinámica interna del planeta y los procesos de litificación; los segundos cuando modifican la forma del relieve en un paisaje determinado, ya sea producto de la interacción interna del planeta – procesos endógenos- o por la externa –procesos exógenos. Cuando un fenómeno, de índole geológico-geomorfológico, afecta de alguna forma las actividades o vida de la población, se convierte en peligro. Cuando la población no tiene la capacidad, en cuanto al conocimiento del fenómeno, de organización social y económica para afrontarlo, así como incapacidad política para mitigar y reducir el grado de afectación de la población con respecto al peligro, el escenario resultante será el de un desastre, mal llamado, natural.

Así la capacidad de solventar un peligro por parte de la sociedad, determina su grado de vulnerabilidad. En este sentido pueden distinguirse varios tipos de vulnerabilidades, por ejemplo cuando una sociedad tiene la capacidad en maquinaria o tecnológica para reparar casi en su totalidad los daños producidos por un peligro natural, se dice que su vulnerabilidad educativa o tecnológica es alta. Por esta razón, el reconocimiento en la naturaleza de los peligros, como su origen, tipología, mecánica, características, duración e intensidad así como recurrencia, es vital para su prevención y mitigación.

El municipio de Santo Domingo Tomaltepec se encuentra inmerso un relieve vulnerable a diferentes fenómenos naturales. El territorio en el que se encuentra asentada la población, puede generalizarse en dos grandes regiones, la montañosa en el sector norte y una superficie sub-horizontal clasificada genéticamente como llanura aluvial (Fig. 17). Estas dos unidades hacen que el municipio sea propenso al incremento de ondas sísmicas en la llanura, así como al desarrollo de subsidencias. Estos pueden ser considerados los dos principales fenómenos naturales que afectan a la población.



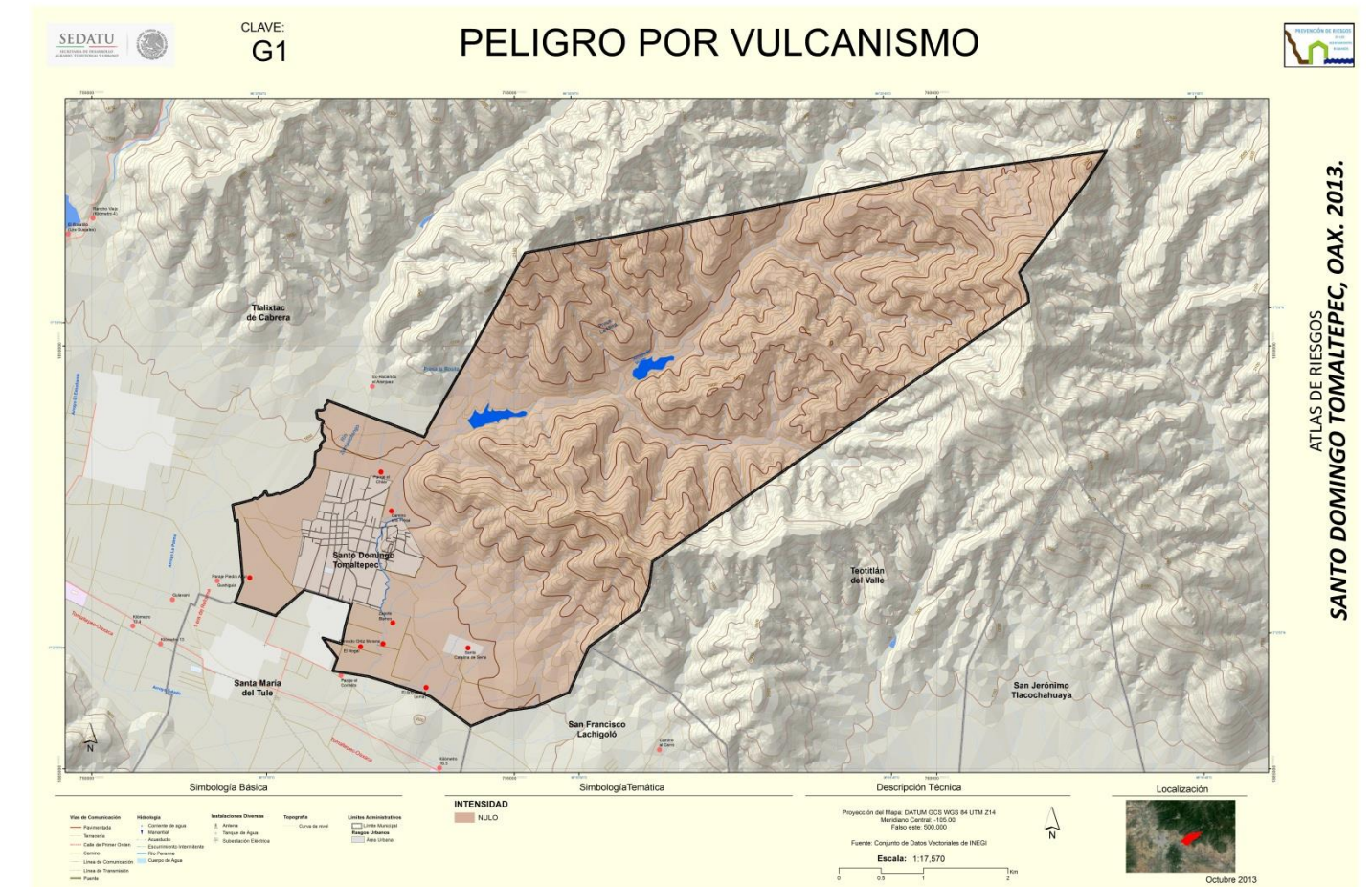
Figura 12 Panorámica del relieve en donde se encuentra Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca. La sierra se observa al fondo y la llanura inundable en el primer plano. Camino a el relleno sanitario.

### 5.1.1. Vulcanismo

El municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca, se localiza en el límite sur del estado de Oaxaca. Alejado de la zona sismogeneradora y de generación de magmas por excelencia para México (Trinchera mesoamericana y Cinturón Volcánico Mexicano, respectivamente) a aproximadamente 200 km de la Trinchera. Para que se genere magmatismo es necesario que la placa que se introduce por debajo de la placa de Norteamérica llegue a una profundidad aproximada de 90 a 120 km, cuando las condiciones petrográficas cambian y se produce la fusión. En México este fenómeno supone que ocurre a cada 350 km al interior del continente, justo en el centro del país. Por esta razón la probabilidad de que se emplace un volcán al interior del municipio es escasa, ya que se localiza a 200 km alejado de la zona de subducción y a 220 km del volcán Pico de Orizaba en Puebla y el complejo de Los Tuxtlas en Veracruz.

Por otro lado también es importante considerar que los volcanes tienen la capacidad de afectar un radio a su alrededor. Dependiendo de los productos expulsados por el volcán será el alcance de los mismos. Los volcanes de mayor actividad en México, más cercanos al municipio, son el Pico de Orizaba y Los Tuxtlas. La lejanía del municipio respecto a los grandes volcanes hace difícil que se vea afectado en caso de que ocurra una erupción de gran magnitud. Incluso en el Este se encuentra el volcán Chichonal que tuvo una erupción en 1982 y afectó grandes zonas en el sur de México. La distancia de este volcán es de 360 km. Lo que hace muy difícil que el municipio se vea afectado por la actividad volcánica. De acuerdo con lo anterior en el escenario donde alguno de estos volcanes presente actividad el municipio está sujeto a un nivel de peligrosidad volcánica nulo (Fig. 18).

Figura 13 Mapa de peligro volcánico para el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.



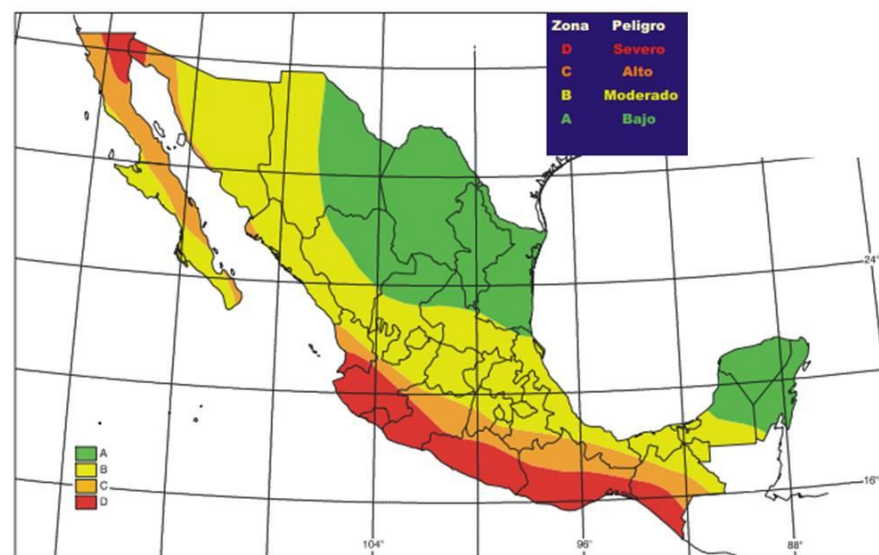
### 5.1.2.Sismos

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. 19). 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.

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 14. Regiones sísmicas (Fuente SSN, 2001).



El municipio de Santo Domingo Tomaltepec 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 registró 1 sismo al interior del municipio (Cuadro 36). Este sismo ocurrió el 2 de Abril del 2001 con una magnitud de 4.1 y epicentro a 73 km de profundidad. 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 Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Magnitud
19/01/2006	17.13	96.75	65	4.2
09/06/2012	17.18	96.63	55	4.2
02/04/2001	17.07	96.62	73	4.1
01/10/2000	16.98	96.7	65	4
25/05/2013	17.1	96.68	45	4
22/05/2002	17	96.55	64	3.9
20/03/2011	17.13	96.67	71	3.9
11/12/1999	17.01	96.72	64	3.8
17/10/2007	16.98	96.63	66	3.7
31/10/2012	16.99	96.48	62	3.7
17/12/2012	17.18	96.51	72	3.7
06/09/2011	17.09	96.64	78	3.5
18/10/2011	17.09	96.46	77	3.5
13/12/2011	16.95	96.6	66	3.5
07/02/2009	17.18	96.57	77	3.4

El municipio presenta rocas sedimentarias en la zona de montaña, mientras que al Sur del municipio la constituyen depósitos aluviales. Bajo este contexto el municipio puede definirse tres zonas claras (Fig. 4). La zona de riesgo sísmico nulo, se encuentra en zonas de litología sedimentaria, metamórfica y plutónica. 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. Por esta razón la zona de peligro bajo se encuentra alrededor de los valles fluviales y la llanura aluvial al sur y suroeste del municipio. La zona de peligro medio es una zona de transición de depósitos profundos constituido por depósitos mejor clasificados y constituidos por solidos 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 (Fig. 21). Las localidades de Zapote Blanco, El Nogal, Conrado Ortiz y el Arroyo, junto con el sector oriental de la zona urbana de Santo Domingo Tomaltepec se encuentran en zonas con peligro sísmico medio. Sólo las partes bajas del

municipio, en donde se encuentra parte de la zona urbana junto con las localidades de Camino a la Presa, Paraje el Chilar y Piedra Azul, se encuentran en la zona de peligro alto.

Figura 15. Mapa de peligro sísmico de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.



Fig. 5. Zona de cultivos del sector norte del municipio, se observa la superficie plana de la llanura de inundación, además se identifica el suelo arenoso (aluvión) que produce un efecto de sitio en el momento de que lo impactan las ondas sísmicas.

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. Las 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 (Fig. 6). Es importante señalar que este tipo de peligro debe reportarse como subsidencia del sustrato, pero la actividad sísmica y el material frías en el que se observa, son las principales fuentes de esta problemática. Se tratará más adelante en el apartado de hundimientos.



Figura 16. Agrietamiento en construcciones antiguas encontradas alrededor de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.

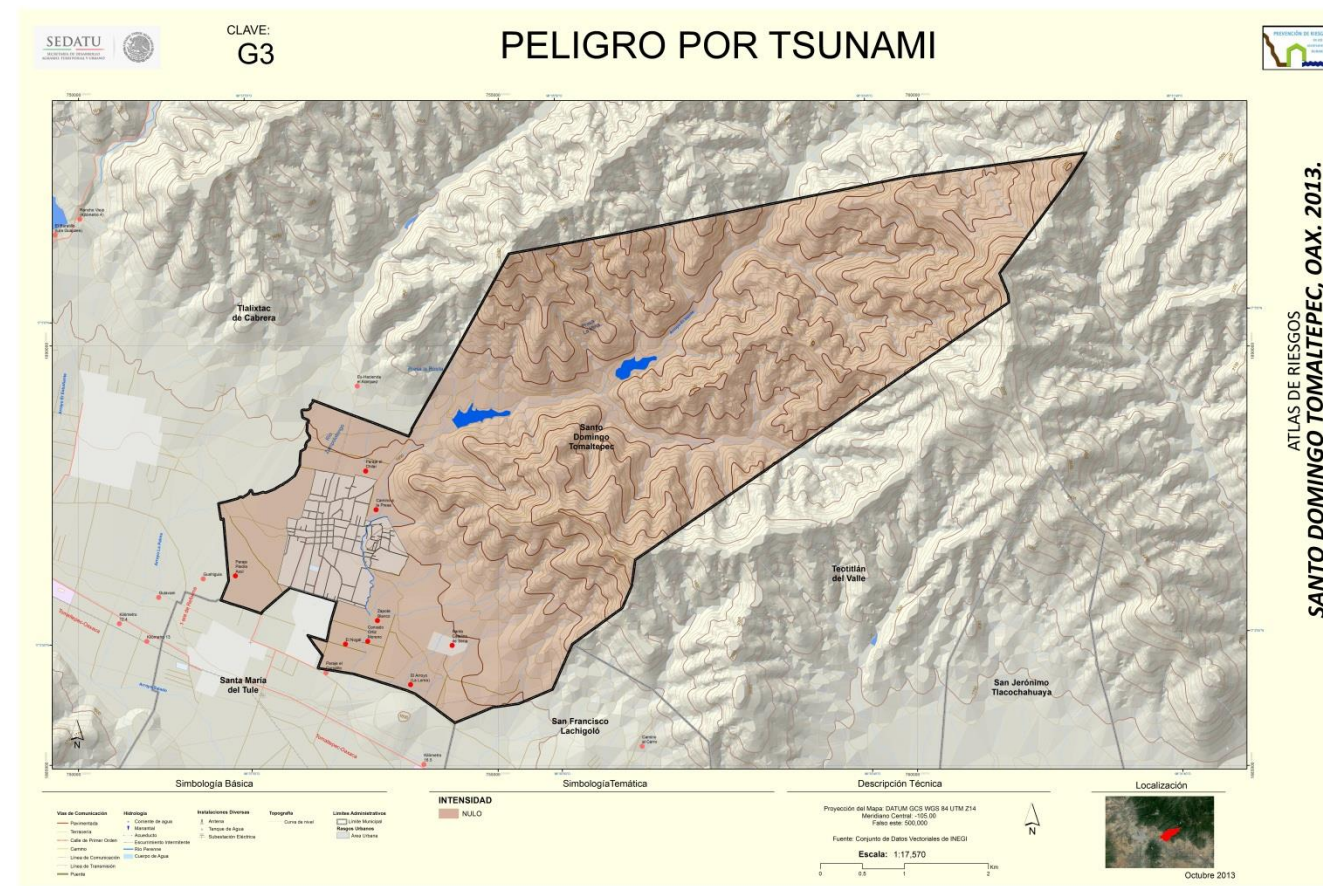
### 5.1.3. Tsunamis o maremotos

Los tsunamis son considerados como una secuencia de olas que se generan cuando ocurre 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 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 1,000 km de distancia de la costa, por lo tanto el oleaje puede tardar de varias horas hasta un día en arribar.

Considerando lo anterior el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca se encuentran a aproximadamente 140 km de la costa del Pacífico. Además el territorio tiene una altura mínima de 1560 metros sobre el nivel del mar, por lo que este tipo de peligro se considera nulo, en cuanto a la probabilidad de afectación al municipio (Fig. 19).

Figura 17. Mapa de Peligro por Tsunamis del municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.



### 5.1.4. Procesos gravitacionales (Deslizamientos<sup>1</sup>)

Los deslizamientos son fenómenos naturales que ocurren en cualquier superficie en desequilibrio, es decir, una superficie que se vea afectada por una fuerza ajena a las propiedades físicas de los materiales que la conforman. A este tipo de fenómenos que involucran el movimiento de una ladera o superficie se le conoce como proceso de remoción en masa (PRM). Un proceso de remoción en masa, es el movimiento ladera abajo del material que la conforma (suelos, tierra, detritos, rocas, etc), debido a la influencia de la gravedad, con velocidades variables, y favorecido en algunos casos por un agente acelerador como hielo o agua (Cruden y Varnes., 1996).

La naturaleza montañosa del territorio nacional constituye a los PRM como 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 carretera 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.

Al tomar en cuenta los aspectos anteriores se realizó el mapa de susceptibilidad de procesos de remoción en masa, para el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca (Fig. 8). El presente mapa caracteriza el relieve de acuerdo con dos factores primordiales, la pendiente de las laderas y la competencia del material. El mapa de peligros por deslizamientos es la combinación de los mapas correspondientes a la geología (litología), el relieve (pendiente) y los procesos geodinámicos endógenos como la cercanía de fallas y fracturas como de modelado como los son erosivos fluviales (distancia a ríos). Cabe mencionar que la resolución de espacial (píxel) del análisis es de 20 x 20 m. Por lo que cualquier deslizamiento con magnitudes menores a los 400 m<sup>2</sup> no pueden ser representados.

Además de la variables antes mencionadas es importante señalar que el mapa define las áreas susceptibles para la ocurrencia de deslizamientos, entendiendo por estos solo a los tres tipos principales: translacionales, rotacionales y complejos. Los deslizamientos son movimientos de un sector de la ladera presente sobre una superficie de ruptura en la misma dirección que la pendiente (Gutiérrez Elorza, 2008). La superficie de ruptura define cada tipo de deslizamientos, para el rotacional, la ruptura tiene una geometría cóncavas o curvas; los translacional superficies planas u onduladas y los complejos cuando hay una combinación de ambas (Gutiérrez Elorza, 2008).

El modelado fluvial y el impacto de la población junto con el material metamórfico y sedimentario que predomina en el territorio hacen susceptible al municipio a verse afectado a presentar PRM, particularmente deslizamientos. De esta manera se obtuvo un mapa de peligros por deslizamientos con tres rubros: alto, medio y bajo.

Prácticamente todo el terreno montañoso del municipio es considerado como peligroso o susceptible a presentar PRM, por esta razón el sector norte del municipio, al presentar pendientes mayores a los 15 ° fue clasificado como con zona susceptible a presentar una alta inestabilidad. Esto se hace evidente cuando

<sup>1</sup> Nota: El término "Deslizamientos" solo se refiere a un tipo de proceso, se sugiere usar "Procesos Gravitacionales o de Remoción en Masa".

prácticamente toda la sierra está constituida por rocas sedimentarias (lutitas y areniscas) fácilmente frías o removibles (Fig. 23).



Figura 18. Mapa de áreas susceptibles a presentar deslizamientos de tierra, en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.

Laderas con un gradiente de inclinación heterogéneo que las hace susceptibles a presentar procesos de remoción en masa.

Mientras que las zonas con pendientes mayores a 15° tienen una mayor probabilidad de presentar debilidades estructurales en las laderas, y más al considerar la profundidad y acción erosiva de los ríos al sur y occidente del municipio. De esta manera se observan distribuidos a manera de franjas cercanas a las laderas altas y paralelos a los ríos las zonas con peligrosidad media. Por último el peligro alto, lo define las zonas con pendientes mayores a 30°, con una morfología de cabecera erosiva y cercana al valle o corriente fluvial que debilita la parte basal de la ladera. Estas unidades se encuentran a lo al oeste del municipio.

Figura 19. Mapa de áreas susceptibles a presentar deslizamientos de tierra, en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca





### 5.1.5. Derrumbes

Otro PRM que hace referencia a la caída libre de material (rocas, detritos o suelos) en una ladera son los denominados derrumbes o caídas. Por lo general se presentan en superficies con una pendiente mayor a  $33^\circ$ ; el material desprendido necesita ser sometido a procesos como el intemperismo. Para la ocurrencia de este mecanismo los factores importantes son la gravedad y peso, desarticulación de la ladera y agrietamientos o fallas. Con la excepción que la masa desplazada sufra socavamiento o incisión; estos eventos ocurren en las montañas con pendientes muy escarpadas, rocosas o acantilados, esto permite que el material pueda rebotar, rodar, deslizarse o tener una caída libre.

Dentro de esta sección se toman en cuenta los vuelcos, este fenómeno consiste en la rotación hacia la parte exterior de la ladera de una masa de roca o suelo, en torno a un eje determinado por su gravedad; el movimiento es perpendicular a las grietas o discontinuidades que generan su separación del bloque principal. Este proceso se presenta en rocas o materiales con ruptura por la presencia de diaclasas, grietas y superficies columnares. Estos procesos se pueden presentar en los cortes verticales que han generado las barrancas, las cuales en el municipio son áreas muy pequeñas distribuidas en la zona montañosa, pero los estudios a mayor detalle darán como resultado otras áreas en las que se presenta este tipo de proceso como ocurre en la cabecera municipal.

El resultado, al igual que con el mapa de deslizamientos, detecto tres niveles de peligrosidad: alta, media y baja (Fig. 25). De estos el de mayor extensión es el peligro bajo, seguido del medio y por último el alto. En este fenómeno en particular se observa claramente que la zona de mayor peligrosidad está relacionada con una abruta pendiente y se concentra al noreste del municipio.

La peligrosidad media se concentra alrededor de la zona de mayor intensidad. Se presenta en un sustrato metamórfico y en menor proporción en las lutitas-areniscas. La pendiente necesaria para este fenómeno es mayor a los  $30^\circ$  (Fig. 26). También se observa una clara distribución de este peligro en relación paralela a la de los ríos más profusos. La peligrosidad baja se distribuye en las laderas inferiores de los ríos con un sustrato metamórfico al noroeste y norte del municipio.



Figura 20. Caída de bloques en el camino hacia las presas.

En el camino hacia las presas en el sector noreste se encuentran zonas en las que comúnmente se activan las caídas de bloques y escombros (Fig. 26). La deformación de las capas sedimentarias favorece sustancialmente la ocurrencia de este fenómeno. Las capas se encuentran inclinadas lo que ayuda a que los bloques que constituyen las capas colapsen por efecto de la gravedad (Fig. 27). En este proceso la lubricación del material no es un factor de gran relevancia.



Figura 21. Inclinación de las capas de lutitas calcáreas en el camino que lleva a las presas al noreste.

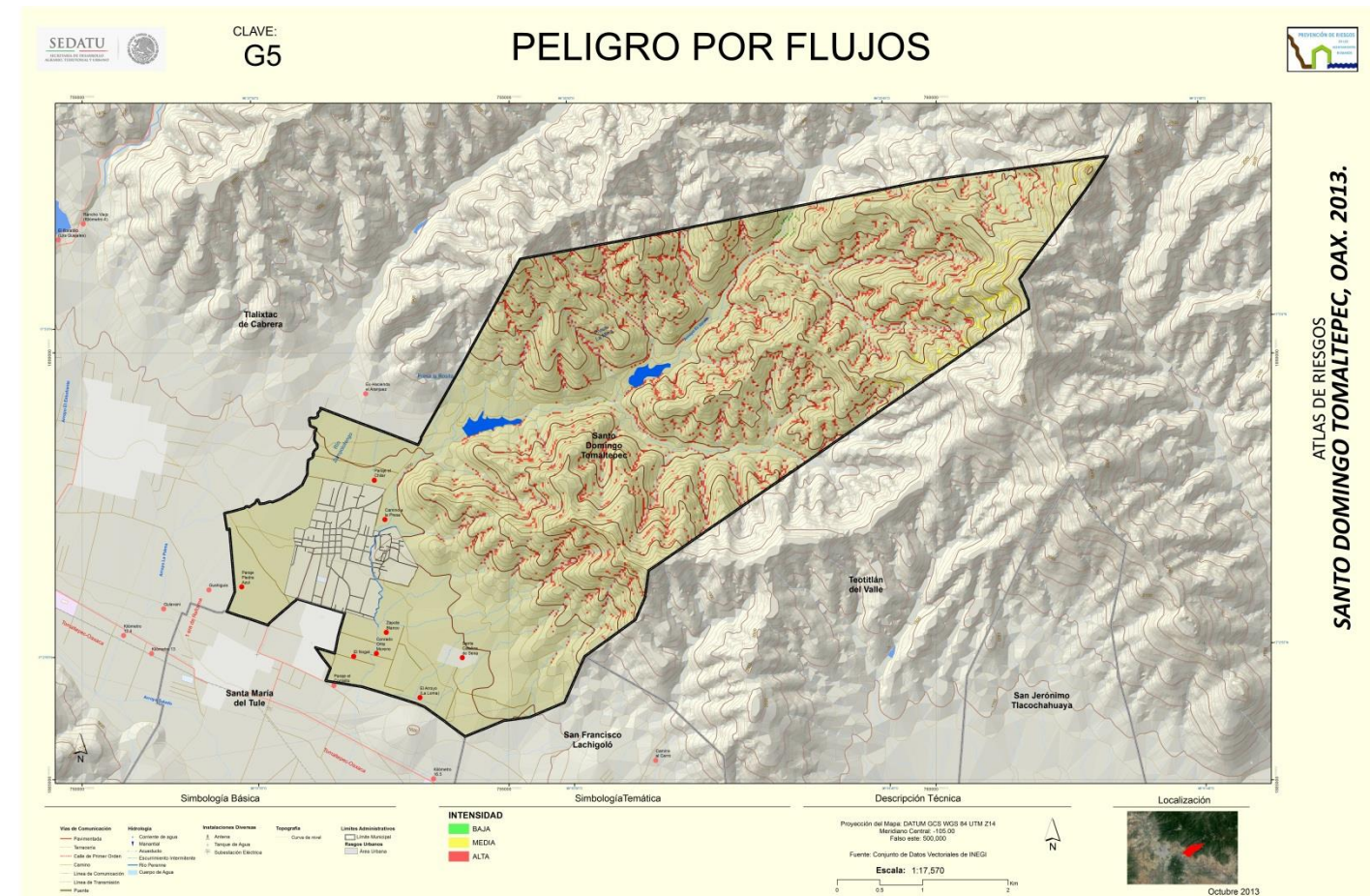
### 5.1.6. Flujos

Dentro de la clasificación de deslizamientos existe un tipo caracterizado como flujos. Constituyen un movimiento de masa con un lubricante pro lo que su movilización simula a la de un fluido, razón por la cual el depósito adquiere morfología de lengua o lóbulos bien definidos; en un flujo las superficies de cizalla son muy próximas al depósito, por lo tanto tienen poca duración lo que dificulta su observación. El volumen de material transportado es mayor en relación con los derrumbes. Los flujos involucran cualquier tipo de material disponible para ser transportado (Alcántara Ayala, 2000). 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, erosión fluvial y deforestación.

Los flujos inician 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.

En el Municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca se cuenta con zonas susceptibles a generación de flujos en donde la pendiente es de 15 a 30° de inclinación (Fig. 28). Como los flujos viajan por gravedad en laderas cóncavas, se elaboro 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 viajaran los flujos de escombros y las laderas de montañas con mayor susceptibilidad de ocurrencia de este fenómeno. En este sentido prácticamente todo el municipio se ve sujeto a la ocurrencia de flujos, siendo el sustrato de lutitas y areniscas con mayor densidad de laderas cóncavas la zona con peligrosidad alta. Mientras que la extensa área de lomeríos erosivos encontrados en el centro y oeste del municipio dificulta el desarrollo de este fenómeno por lo que su peligrosidad es baja e incluso hasta nula.

Figura 22. Mapa de áreas susceptibles a presentar flujos, en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.



ATLAS DE RIESGOS  
SANTO DOMINGO TOMALTEPEC, OAX. 2013.

### 5.1.7. Hundimientos

Los hundimientos son movimientos del suelo, por acción de la gravedad, debido a la falta de sustentación. Existen diferentes tipos de colapso, y pueden deberse a disolución, derrumbes de techos de cavernas naturales o minas subterráneas labradas por el hombre en terreno poco consolidado, así como hundimientos originados por la compactación del terreno o reacomodo del suelo y por sobre extracción del nivel freático (Fig. 14).



Figura 23. Bomba de extracción en los límites del municipio. Si se extrae más agua de que se puede recargar, las subsidencias en el terreno son muy comunes.

Los hundimientos pueden tener un origen natural o ser inducidos por la actividad humana. En este sentido pueden ser clasificados de acuerdo a su velocidad de ocurrencia en: hundimientos lentos y progresivos denominados como subsidencia; o hundimientos rápidos y repentinos denominados colapsos. La subsidencia rara vez produce víctimas mortales, pero los daños económicos pueden ser elevados, sobretodo en áreas urbanas, donde constituye un riesgo alto para cualquier tipo de estructura asentada sobre el terreno.

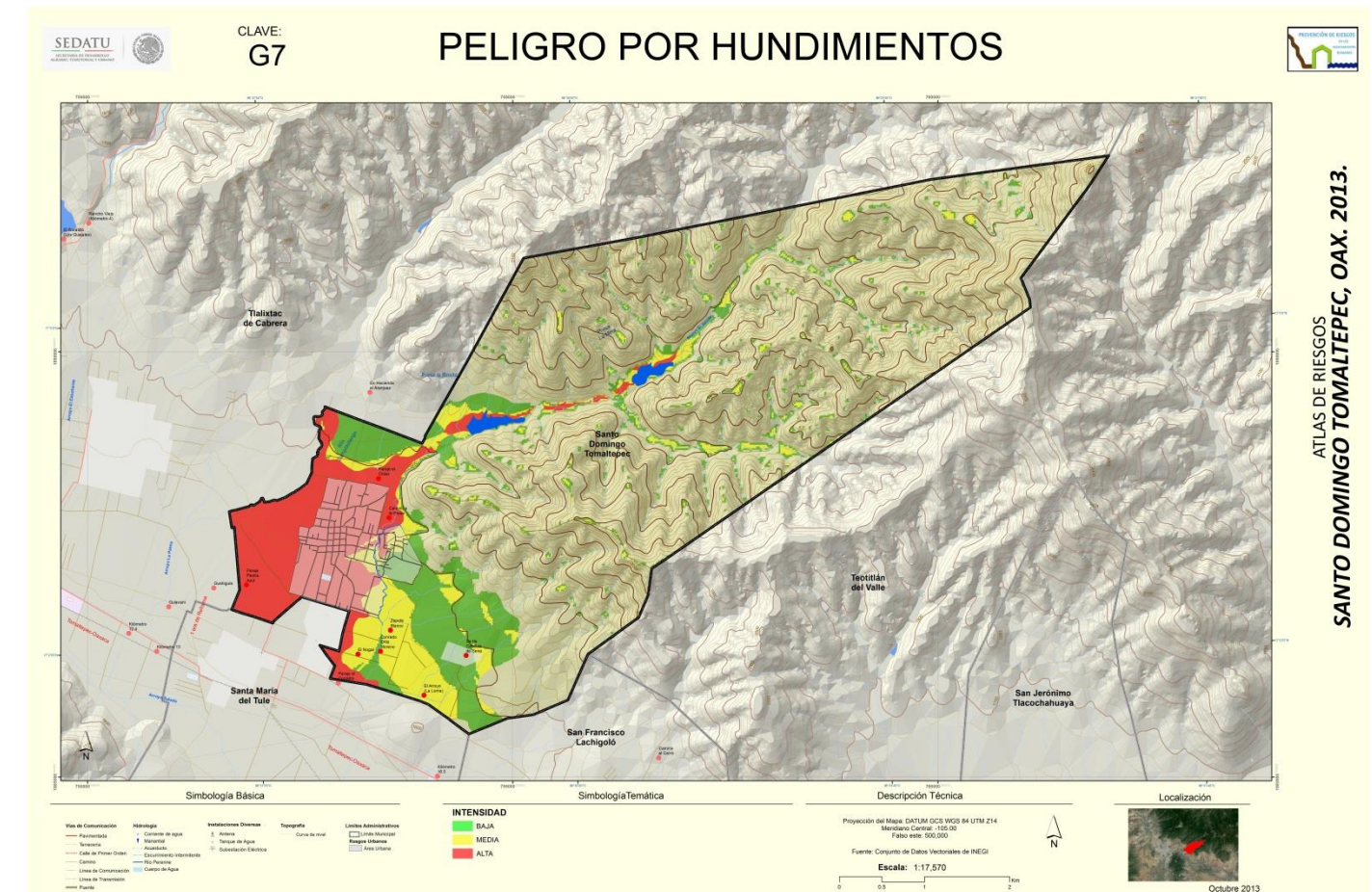
Por estas razones es necesario tomar en cuenta varios aspectos que determinan las zonas subsidencia o colapsos potenciales. A partir de la regionalización geomorfológica, la topografía, concentración de fallas y fracturas, la litología y zonas de extracción de agua, es posible generar un mapa de zonas potenciales de hundimiento para el Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.

La litología donde se constituye este tipo de procesos es en la de relleno aluvial, perteneciente a la zona de valles amplios. Por otro lado las cavidades naturales están asociadas a materiales kársticos, donde el proceso de disolución crea huecos que generan desequilibrio e inestabilidad, dando lugar a la ruptura o hundimiento del terreno. Por tal motivo el mapa de pendientes fue pieza fundamental para realizar este mapa.

Se observa que la peligrosidad alta y media tienen una mayor ocurrencia en el sector suroccidental del municipio, justo en el lugar en donde se encuentra la mayor cantidad de construcciones urbanas (Fig. 15). Las localidades de Paraje Piedra Azul, El Chilar, Camino a la Presa y gran parte de Santo Domingo Tomaltepec se encuentran en la zona de mayor susceptibilidad para presentar hundimientos. Evidencia de

este movimiento diferencial queda registrado en las construcciones dispersas en la cabecera municipal (Fig. 16). Mientras que la peligrosidad baja se distribuye de manera aleatoria a lo largo y ancho del municipio conforme incrementa la pendiente del terreno en la sierra al norte y nororiente.

Figura 24. Mapa de Peligro por Hundimientos del municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.



ATLAS DE RIESGOS  
SANTO DOMINGO TOMALTEPEC, OAX. 2013.



Figura 25. Grieta en casa en el centro de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.

### 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 Santo Domingo Tomaltepec, 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, 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 principal (Fig. 32). 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.

Figura 26. Peligro por agrietamiento en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.

### 5.1.9. Erosión

La erosión se define como el desprendimiento y remoción de partículas de suelo por acción del agua y del viento. El agua es sin embargo, el agente más importante. Las condiciones meteorológicas y el clima, preparan el material parental para la erosión (Leonidas, 2001). La cobertura vegetal, el tipo y características del suelo, la geomorfología, la geología y los usos del suelo, establecen el grado de propensión del suelo a ser afectado por los agentes generadores de erosión (Leonidas, 2001).

La erosión hídrica es un proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y depositación de partículas, por efectos de la acción del agua. Cuando las pérdidas de suelo son mayores a la formación del mismo en condiciones naturales se presenta la erosión. Cuando dichas pérdidas se incrementan por la acción del hombre se presenta la aceleración de la erosión (Ríos, 2012).

Este fenómeno afecta de forma directa las propiedades químicas del suelo al ser eliminada la capa que contiene la mayor parte de los macro y micronutrientes que mantiene la actividad biológica de los ecosistemas y ciclos biológicos como la captura de Bióxido de Carbono (CO2) y fijación de Nitrógeno. Algunas propiedades físicas afectadas son la textura, densidad aparente, capacidad de infiltración, retención de humedad y disminución en la capacidad de recarga de acuíferos (Ríos, 2012).

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada, es un modelo empírico simple basado en el análisis de regresión de las razones de pérdida de suelo a partir de gráficas de erosión en Estados Unidos. Sirve para estimar las tasas de erosión anual a largo plazo (Vázquez, 2012). Esta ecuación consiste en la multiplicación de ciertos parámetros los cuales pueden ser determinados con: modelos ya definidos, software y ecuaciones empíricas las cuales están relacionadas con datos característicos de la zona de estudio las cuales se muestra a continuación:

$$A=(R)(K)(L)(S)(C)(P)$$

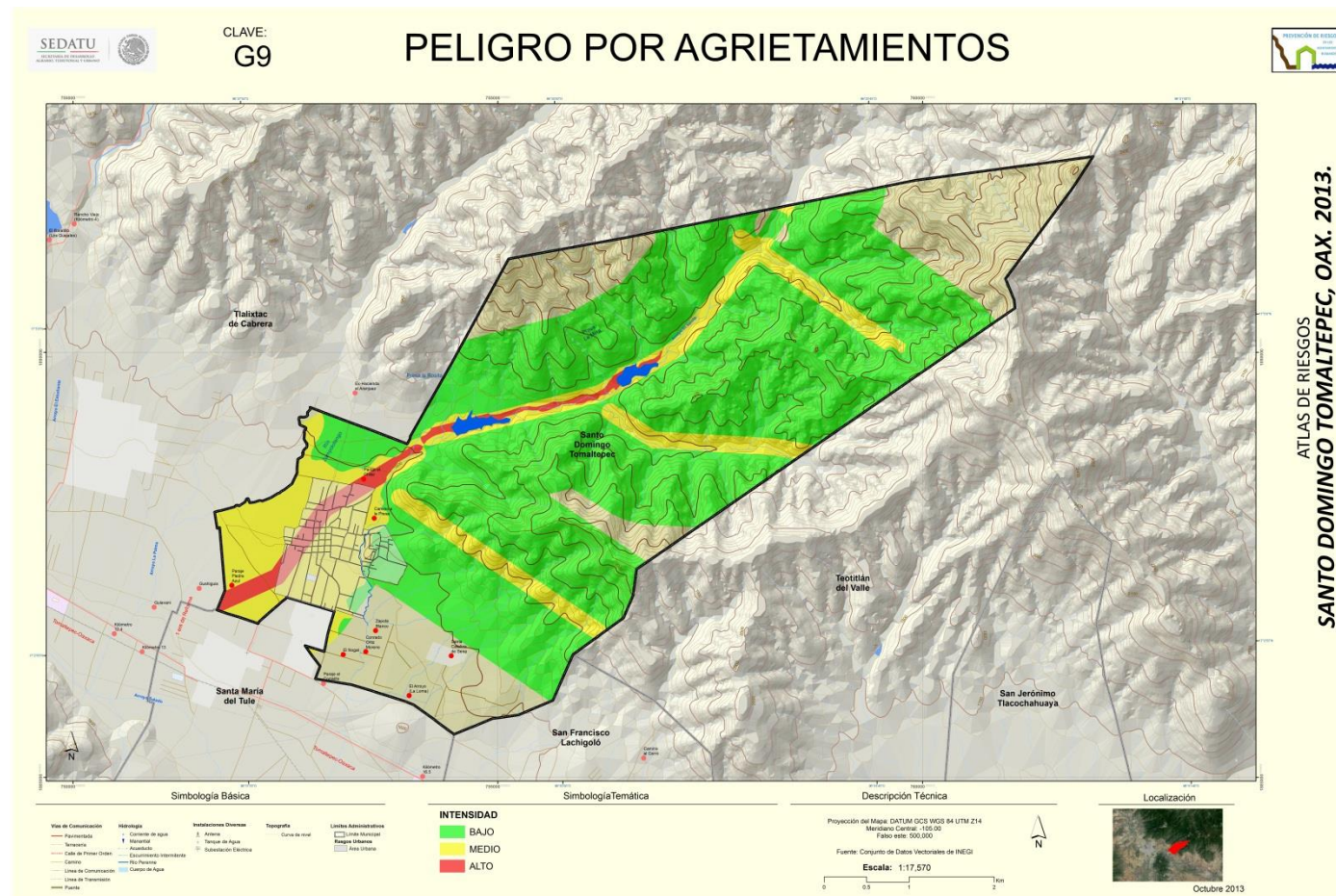
En donde:

- A: Es la pérdida de suelo en toneladas/ha año
- R= Factor de erosividad de la lluvia
- K= Factor de erosionabilidad del suelo
- LS= Factor de longitud y grado de pendiente
- C= Factor de cultivo o cobertura vegetal
- P= Factor de prácticas mecánicas

Debido a que la información disponible para los factores C y P es de gran escala para esta zona de estudio los factores que se utilizaron para la elaboración de este mapa son los factores: R, K y LS. En el diagrama de flujo se muestra la metodología desarrollada para encontrar el valor de cada uno de los términos de la ecuación de RUSLE, los cuales son multiplicados entre sí para cada pixel en particular.

Los resultados obtenidos de la aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos (EUPS), para el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca, muestra que los niveles de erosión del suelo, a lo largo de su territorio se encuentran divididos en 4 categorías de erosión, despreciable, bajo, medio y alto.

Dentro del territorio municipal predomina la erosión, media y alta (Fig. 18). Estas se encuentran distribuidas en el centro-noreste del municipio, puesto que cerca del 80 % del territorio, se emplaza sobre la subprovincia fisiográfica Sierras Orientales compuestas litológicamente por arenisca-lutita, por lo que las pendientes son altas, entre 30° y 70° de inclinación, lo que contribuye a que las partículas de suelo sean removidas con facilidad por acción de la gravedad viento y agua. Los rangos de precipitación media anual son relativamente bajos, entre 600 y 800 mm, por lo que la erosión podría incrementar si se da una redistribución del patrón de las lluvias. El uso de suelo dominante es forestal, donde se encuentra vegetación como, bosque de pino-encino, bosque de encino y selva baja caducifolia. Dentro de esta área no se localizan asentamientos humanos.

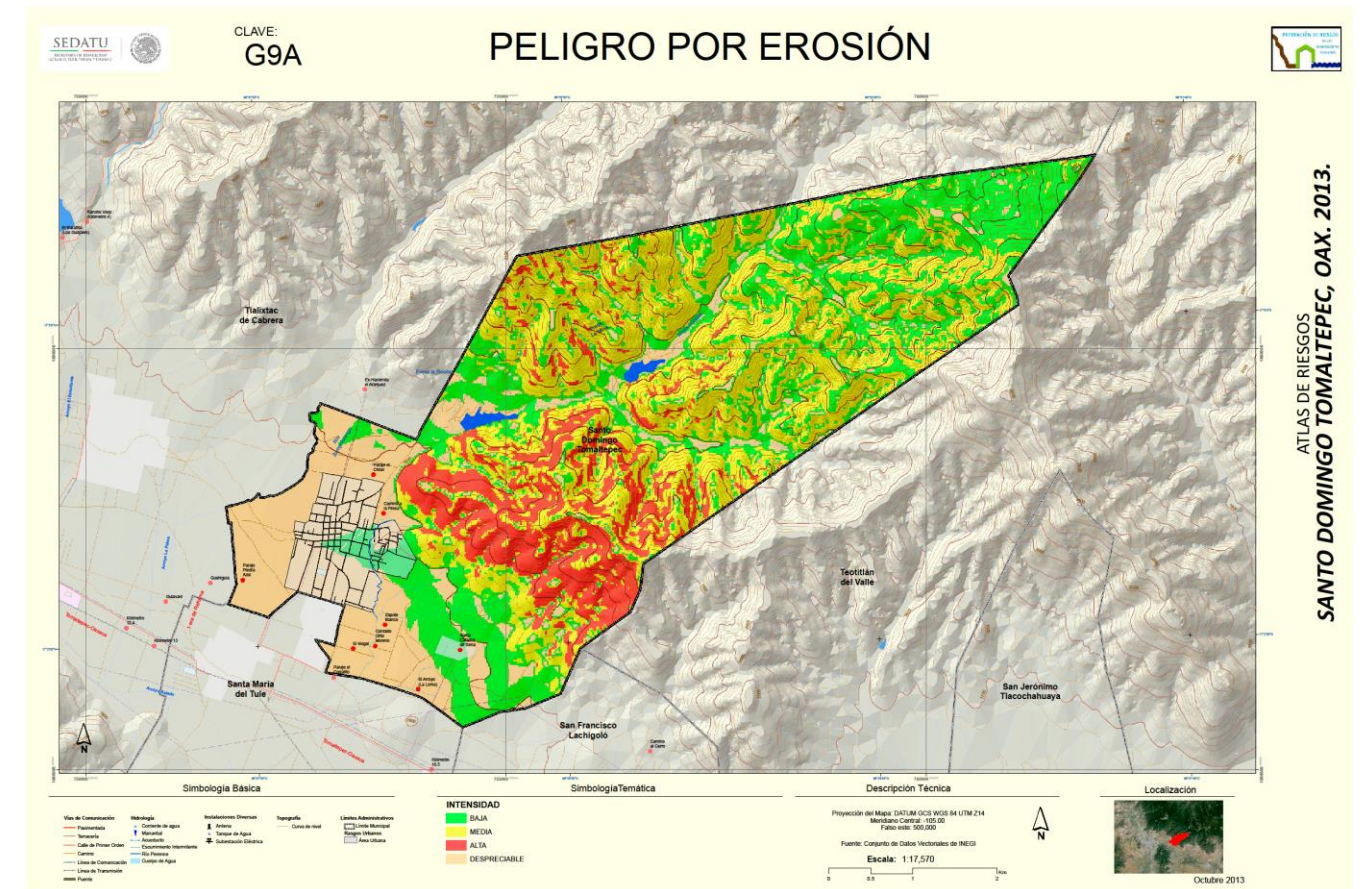


Solo al suroeste del municipio dominan los rangos de erosión baja y despreciable, debido a que esta zona morfológicamente es plana, ya que está emplazada sobre la subprovincia Valles de Oaxaca, el material que constituye esta planicie es aluvión del Cuaternario. Donde las pendientes oscilan ente 0° y 7° de inclinación, lo que está asociado directamente a una pérdida de suelos no manifiesta. El factor de precipitación también es bajo, en la zona se presentan rangos de media anual de entre 500 a 600 mm (según datos del Servicio Meteorológico Mexicano), lo que ocasiona que el grado de erodabilidad del suelo no se eleve a rubros considerables, debido a que la lluvia es el primer agente de erosión. El uso de suelo presente en esta zona es agrícola de temporal. Esta zona contiene la localidad urbana de Santo Domingo Tomaltepec y las localidades rurales, Camino a la Presa, Conrado Ortiz Moreno, El Arroyo y El Nogal.

Los suelos que se encuentran en el territorio de Santo Domingo Tomaltepec, 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 conlleva a que las partículas que lo forman no sean fácilmente desprendidas por la acción del agua y el viento.

Actualmente las condiciones ambientales de pérdida de suelo no son aceptables, esta condición es originada porque el municipio presenta cerca del 80% de su superficie sobre un relieve con pendientes de medias a fuertes, que favorecen la perdida de los suelos. Por otro lado, a pesar de que los niveles de erosión son medios y altos, han sido incrementados en cierta medida, por factores antrópicos como 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.

Figura 27. Mapa de áreas susceptibles a presentar erosión, en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.



ATLAS DE RIESGOS  
 SANTO DOMINGO TOMALTEPEC, OAX. 2013.

Cuadro 37. Sitios visitados en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca.

CLAVE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUD (msnm)	DETALLE
OAX-01	17°04'33"	96°36'18"	1659	CAMINO A PRESAS
OAX-02	17°04'45"	96°35'20"	1693	TERRACERIA A LAS BRECHAS
OAX-03	17°04'44"	96°35'10"	1673	PRESA LA MINA
OAX-04	17°04'36"	96°35'25"	1676	PRESA LA ROSITA
OAX-05	17°04'26"	96°36'33"	1635	REPRESA COLAPSADA
OAX-06	17°04'17"	96°36'31"	1626	EMBALSE LA ROSITA
OAX-07	17°03'51"	96°37'12"	1595	SANTO DOMINGO TOMALTEPEC RIO SANTO DOMINGO
OAX-08	17°03'33"	96°37'10"	1599	TOMALTEPEC RIO SANTO DOMINGO
OAX-09	17°03'40"	96°37'08"	1602	TOMALTEPEC
OAX-10	17°03'33"	96°37'17"	1600	ZONA DE SUBSIDENCIA
OAX-11	17°03'08"	96°37'10"	1591	EXTRACCIÓN DE AGUA
OAX-13	17°01'43"	96°38'02"	1558	PARAJE EL POTRERO
OAX-14	17°01'17"	96°37'33"	1564	RELLENO SANITARIO

## 5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante 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 se frentes fríos

CLASIFICACIÓN DE LOS FRENTES	
<b>FRENTE FRÍO</b>	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.
<b>FRENTE CALIENTE</b>	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.
<b>FRENTE OCLUIDO</b>	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.
<b>FRENTE ESTACIONARIO</b>	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.

### Temperaturas mínimas

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, fueron considerados los datos de temperaturas mínimas diarias de 9 estaciones que rodean al municipio (Estaciones meteorológicas; temperaturas mínimas diarias).

Cuadro 39. Relación de Estaciones Meteorológicas, Datos de Temperatura Mínima Diaria al Mes

No. ESTACIÓN	ESTACION	EN	FE	MA	AB	MA	JU	JU	AG	SE	OC	NO	DI	LATITU D	LONGIT UD	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	-	-7	-4	-4	1.5	4	1	4	4	-3	-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 Minimas Municipio De Santo Domingo Tomaltepec

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
<b>BAJO DE 8°C A 10°C</b>	Este rango de temperaturas mínimas cubre la parte noreste del territorio municipal, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos
<b>BAJO DE 10°C A 11°C</b>	Este rango de temperaturas mínimas cubre la parte centro y una pequeña área ubicadas en el extremo noreste del territorio municipal, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos
<b>BAJO DE 11°C A 12°C</b>	Este rango de temperaturas mínimas cubre la parte del sur, y oeste 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 (chamarras, 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.
- c. Alimentarse con comidas ricas en proteínas (carne, huevo, pescado) para que el cuerpo genere calor interno.
- d. Usar suficientes cobijas durante la noche, que es cuando más baja la temperatura.
- e. 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.
- f. 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 Santo Domingo Tomaltepec, fueron considerados los datos de temperaturas máximas de 9 estaciones que rodean al municipio (*Relación de estaciones meteorológicas con datos promedio anuales de temperaturas máximas*).

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:

Figura 28. Mapa de peligro por Ondas Cálidas



Figura 29. Mapa de peligro por Ondas Gélidas



Cuadro 42. Peligro por Temperaturas Extremas Municipio de Santo Domingo Tomaltepec

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MUY BAJO DE 16 °C A 20°C	Este rango de temperaturas máximas abarca la mayor parte del territorio municipal a excepción del extremo oeste del municipio, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos
MUY BAJO DE 21°C A 29°C	Este rango de temperaturas máximas abarca la parte oeste del territorio municipal siendo, los meses de abril, mayo y junio los más calurosos

Fuente. ERIC 3

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 la temperatura para dicho Estado.

Cuadro 43. Proyecciones De Clima A Futuro

ESCENARIO 2020	
<b>PRECIPITACION TOTAL ANUAL</b>	TEMPERATURA MEDIA ANUAL AUMENTARA
<b>VARIA ENTRE +5 Y - 5%</b>	ENTRE 0.6 Y 1.2°C

Fuente: [http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo\\_sector/estados/futuro\\_oaxaca.html](http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo_sector/estados/futuro_oaxaca.html)

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

Fuente: [http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo\\_sector/estados/futuro\\_oaxaca.html](http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo_sector/estados/futuro_oaxaca.html)

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

Fuente: [http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo\\_sector/estados/futuro\\_oaxaca.html](http://www2.inecc.gob.mx/climatico/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.

### 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.

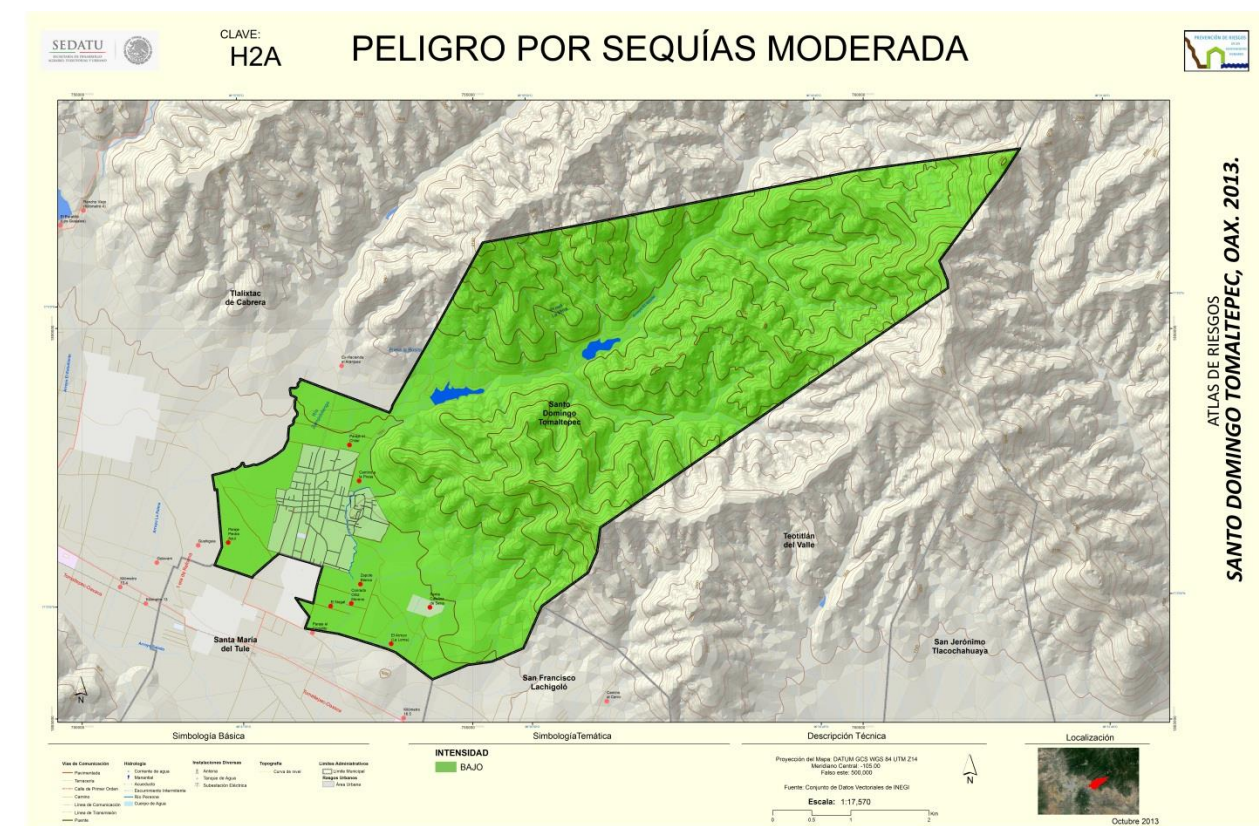
Cuadro 44. Registro De Periodos, Categoríasmaximas De Sequía Para El Municipio De Santo Domingo Tomaltepec, Con Base En El Monitor De Sequía De América

GRADO DE SEQUIA	AÑO	MES
ANORMALMENTE SECO	2011	JUNIO
ANORMALMENTE SECO	2011	MAYO
ANORMALMENTE SECO	2011	ABRIL
SEQUIA MODERADA	2011	MARZO
ANORMALMENTE SECO	2010	JUNIO
ANORMALMENTE SECO	2010	MAYO
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 Santo Domingo Tomaltepec, 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.

Figura 30. Mapa de peligro por Sequía



### 5.2.3. 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 cristalitas 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 Santo Domingo Tomaltepec, fueron considerados los datos de temperatura mínima diaria de 9 estaciones que rodean al municipio (Estaciones meteorológicas; temperaturas mínimas diarias).

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 -3°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.

Cuadro 45. Relación De Estaciones Meteorológica Con Datos De Temperatura Mínima Diaria Por Mes

No. ESTACIÓN	ESTACION	EN E	FE B	M AR	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	O CT	NO V	DI C	LATITU D	LONGIT UD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	-2	-3	0	3	5	5	4	4	5	3	1	-5	16°57' 24"	96°42'0 2"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	-3	-4	-2	-1	0.4	1	1	0	1	-1	-2	-4	17°07' 30"	96°25'0 0"	2,853
20040	IXTEPEJI	-3	-5	-1	2	5	6	1	5	5	2	-3	-6	17°16' 00"	96°32'5 9"	1,926
20079	OAXACA	0. 5	1	3	4	9	9	9	9	9	4.5	2.5	0. 5	17°04' 59"	96°42'3 5"	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°28'5 9"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	-1	-2	4	0. 9	9	4	9	8	8	5	2	0	17°03' 24"	96°42'1 7"	1,540
20329	FORTIN	0	3	3	9	9	9	7	10	10	7	5	2	17°04' 00"	96°43'0 0"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	0	2	4	7	6	4	7	8	7	2	2	0	17°08' 11"	96°37'4 1"	3,034
20507	DIAZ ORDAZ	-3	-2	1	3	5	6	6	6	5	3	1	1	16°59' 50"	96°25'5 7"	1,713

Fuente.ERIC

#### 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).

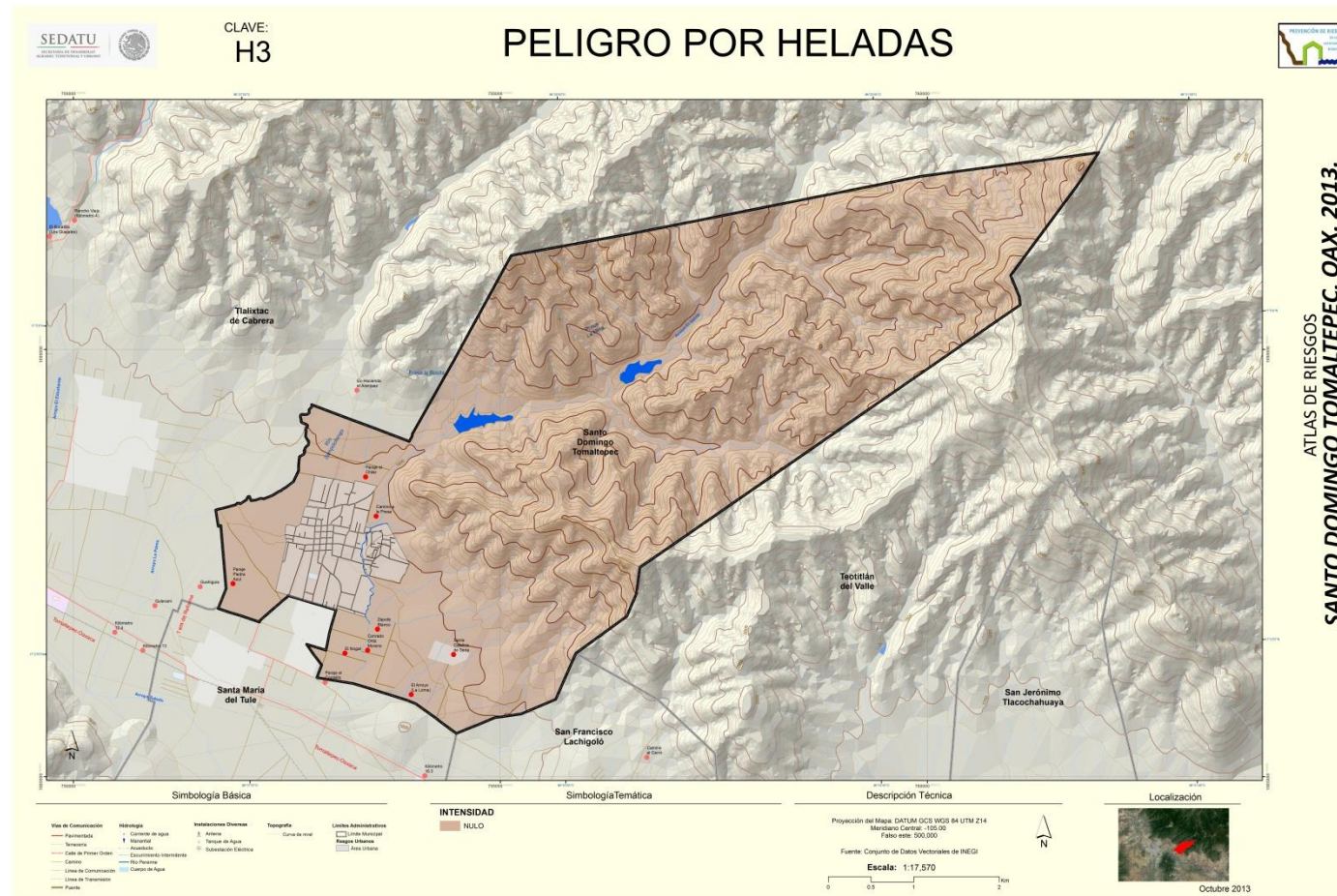
#### Externos

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



### 5.2.4. 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 Santo Domingo Tomaltepec, fueron considerados los datos de granizo de 9 estaciones que rodean al municipio.

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	DIAZ ORDAZ	Oaxaca	0.2	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 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 santo domingo tomaltepec:

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
<b>NO APLICA DE 0.5 A 1 DÍA CON GRANIZO</b>	Este rango de días con granizo abarca una franja que a traviesa al municipio en la parte este y norte, los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son: abril y mayo principalmente
<b>NO APLICA DE 1 A 2 DIAS CON GRANIZO</b>	Este rango de días con granizo abarca una franja que a traviesa al municipio en la parte centro, los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son: abril y mayo principalmente
<b>MUY BAJO DE 2 A 3 DIAS CON GRANIZO</b>	Este rango de días con granizo abarca una franja que a traviesa al municipio en la parte suroeste, los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son: abril y mayo principalmente

Fuente Eric

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 peligro por Granizo

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 el mapa de Grado de riesgo por nevadas elaborado por el CENAPRED y los registros de temperaturas mínimas de las estaciones meteorológicas que rodean la zona de estudio se observa que los meses de diciembre a febrero son los que presentan las temperaturas más bajas en un rango que va de los 0°C a -3°C. Por lo anterior el municipio presenta un grado de peligro medio por nevadas.

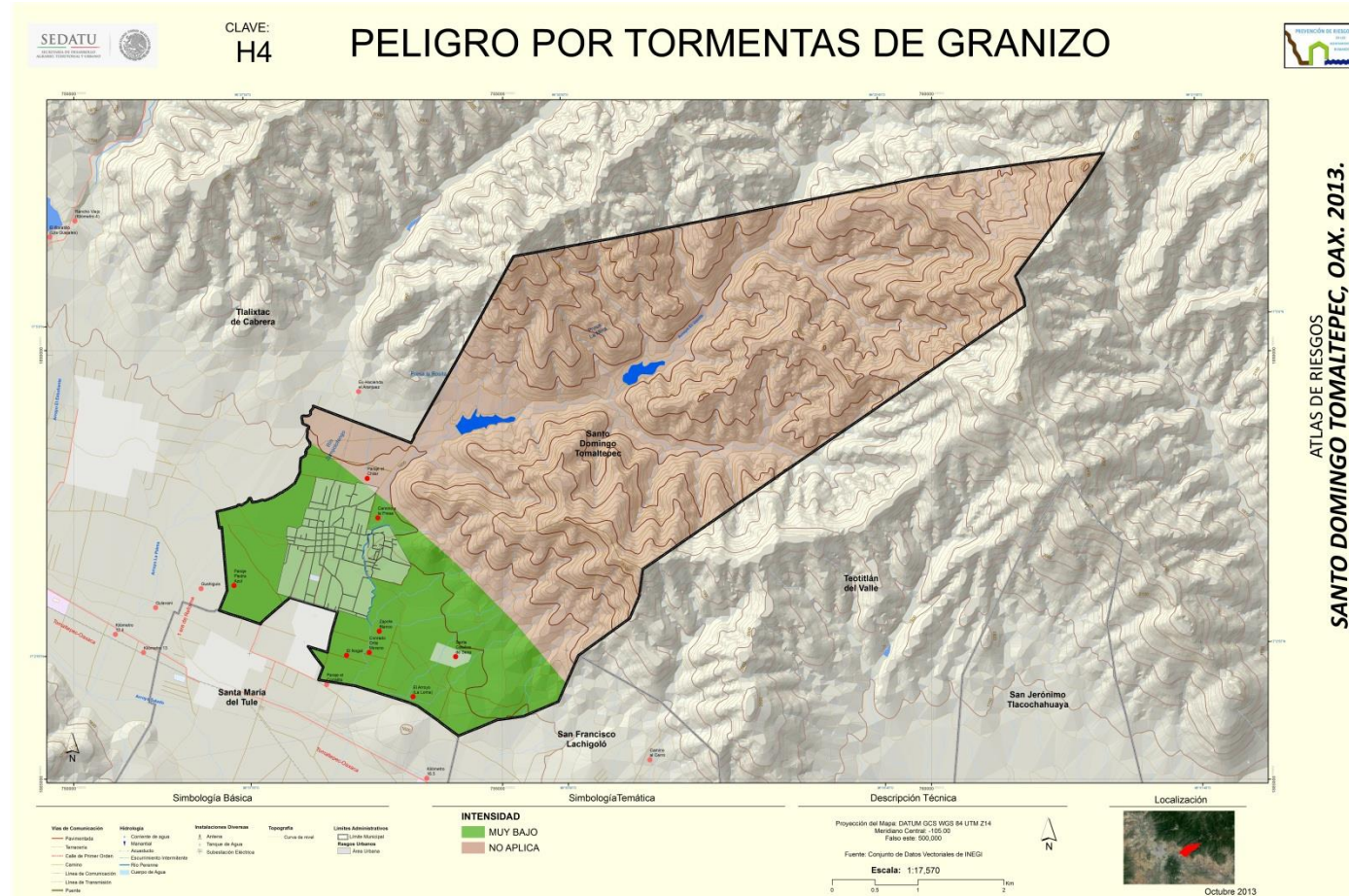
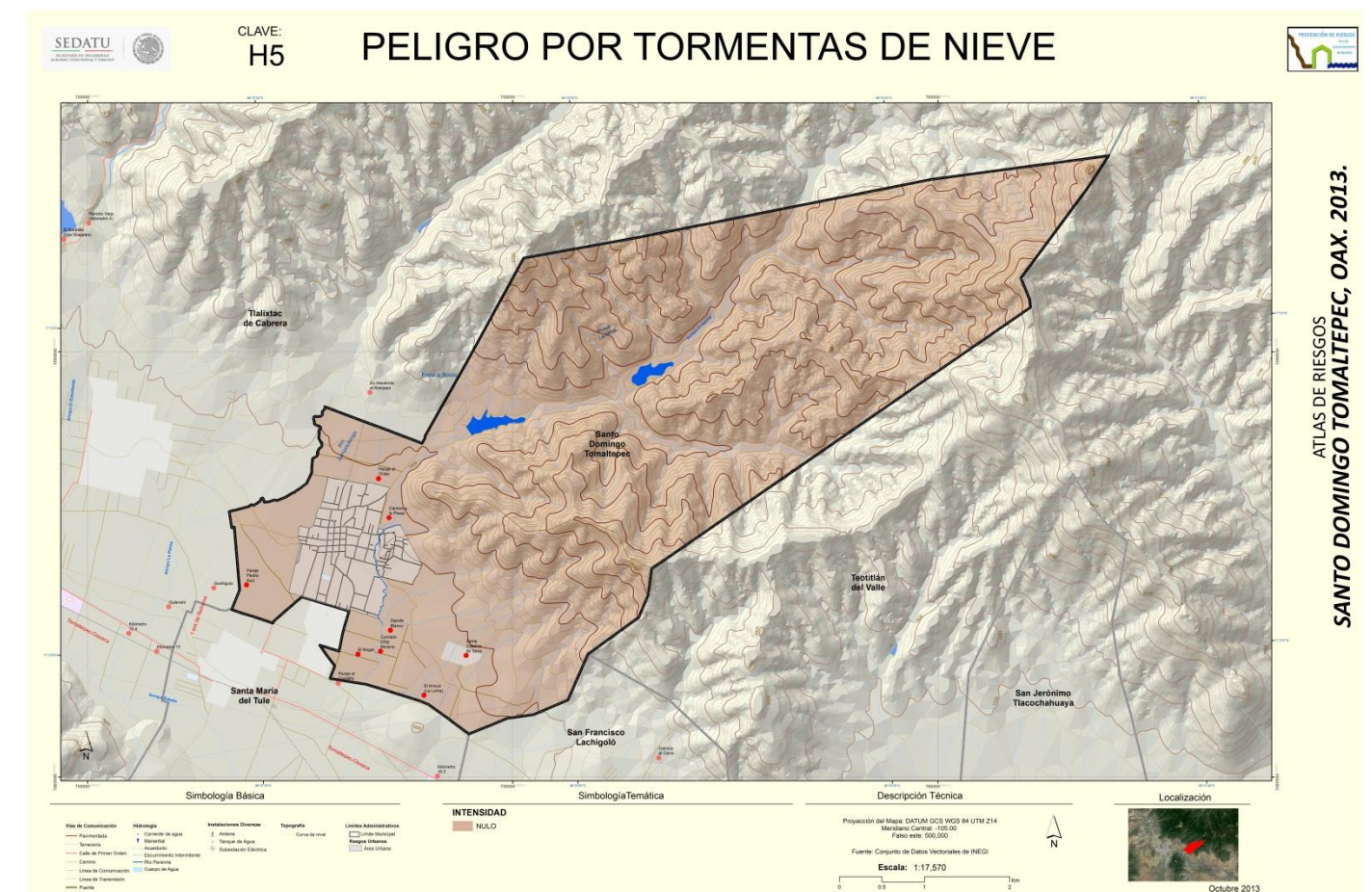


Figura 33. Mapa de peligro por Tormentas de Nieve



### 5.2.5. 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 atmósfera, 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.

## 5.2.6. Ciclones Tropicales

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 arboles 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 amarres 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 tormentas 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 Santo Domingo Tomaltepec, 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" intensificó 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 1° 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-Noroeste 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 interno 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 peligro por Ciclones Tropicales

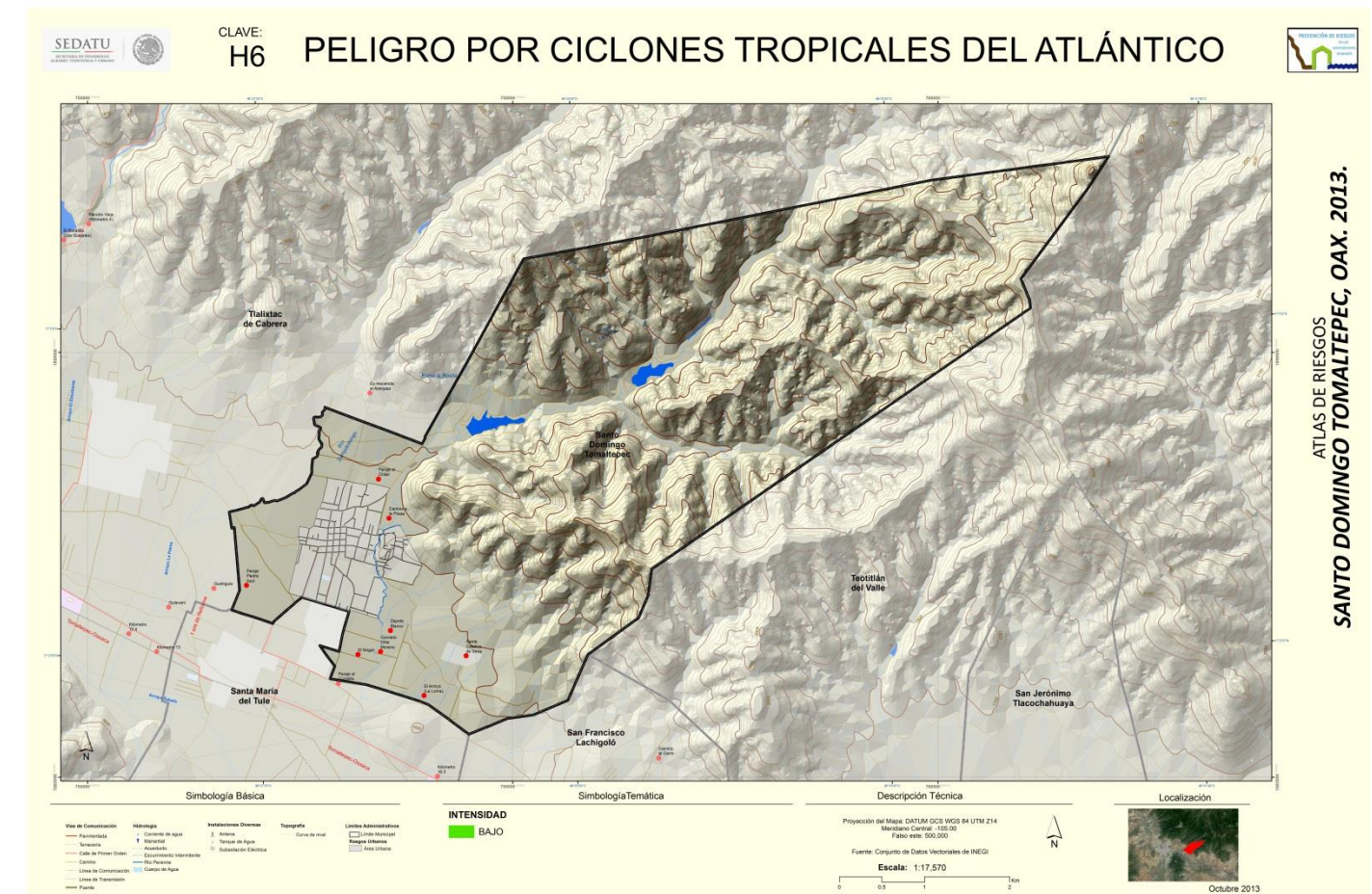
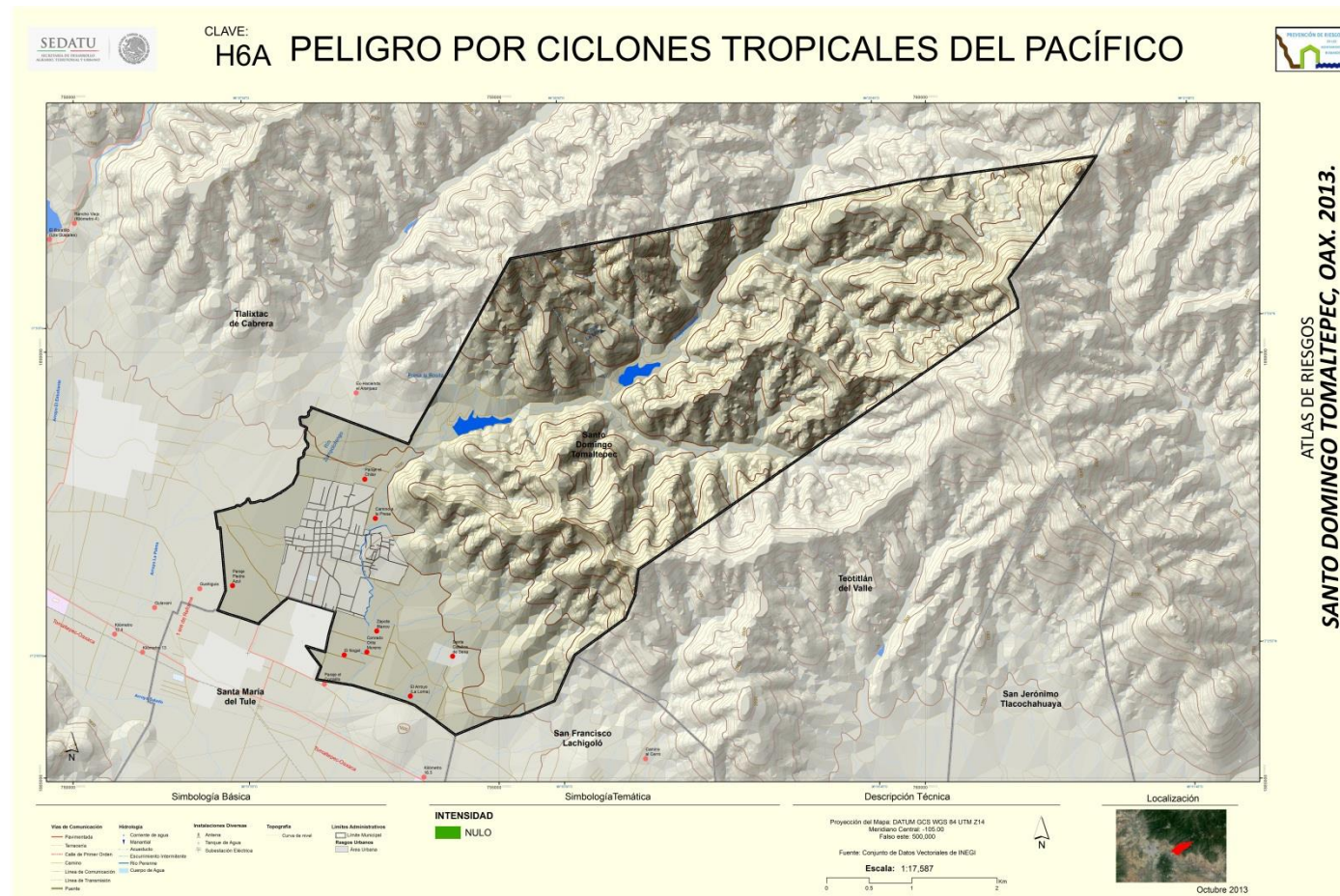


Figura 35. Mapa de peligro por Ciclones Tropicales



### 5.2.7. Tornados

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, 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 INCREIBLE	420-550	Edificios grandes seriamente afectados o colapsados, coches lanzados a distancias superiores a los 100 metros, estructuras de acero sufren daños.

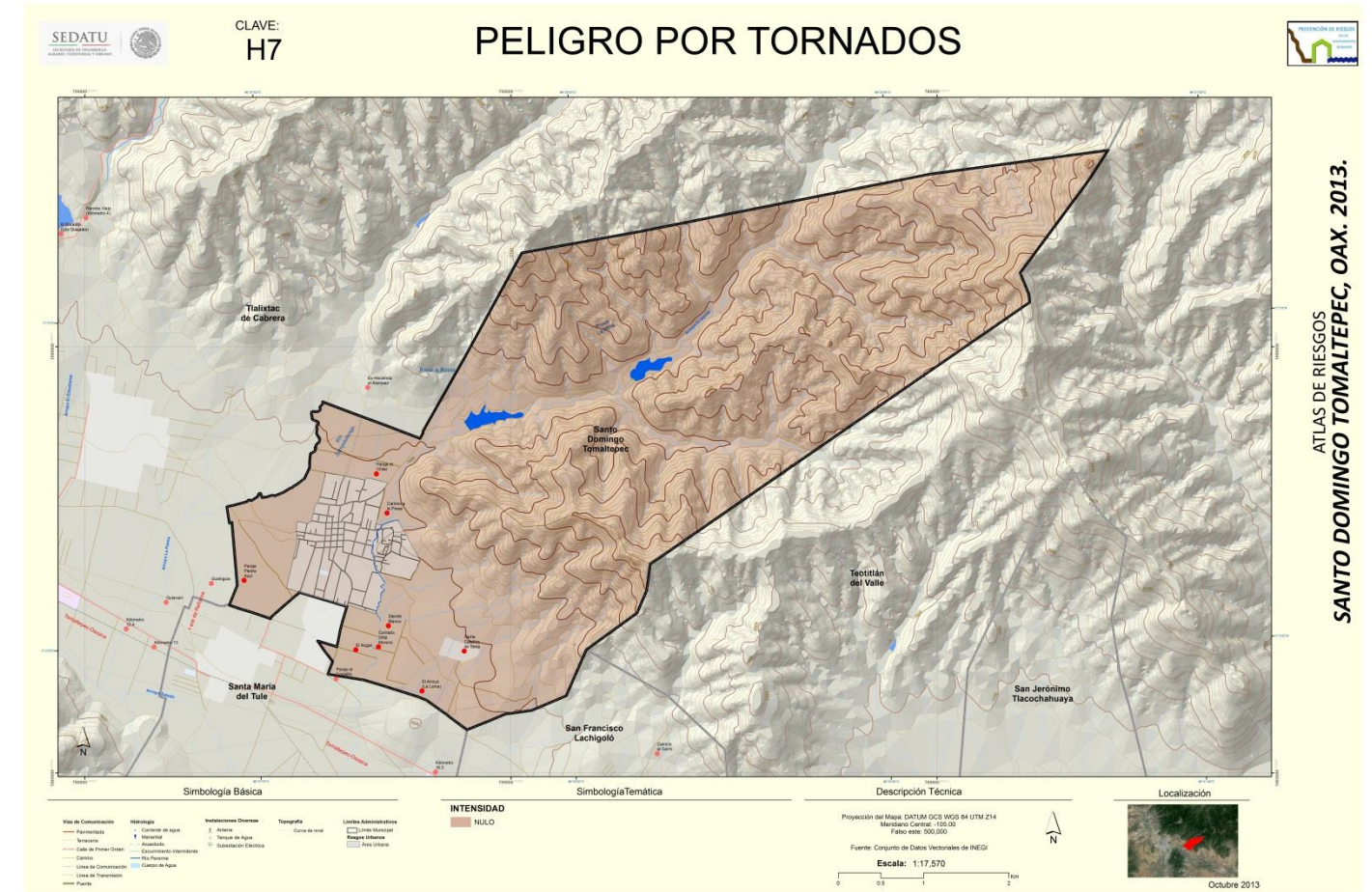
Fuente. CENAPRED

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 Santo Domingo Tomaltepec, 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 36. Mapa de peligro por Tornados



### 5.2.8. 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.

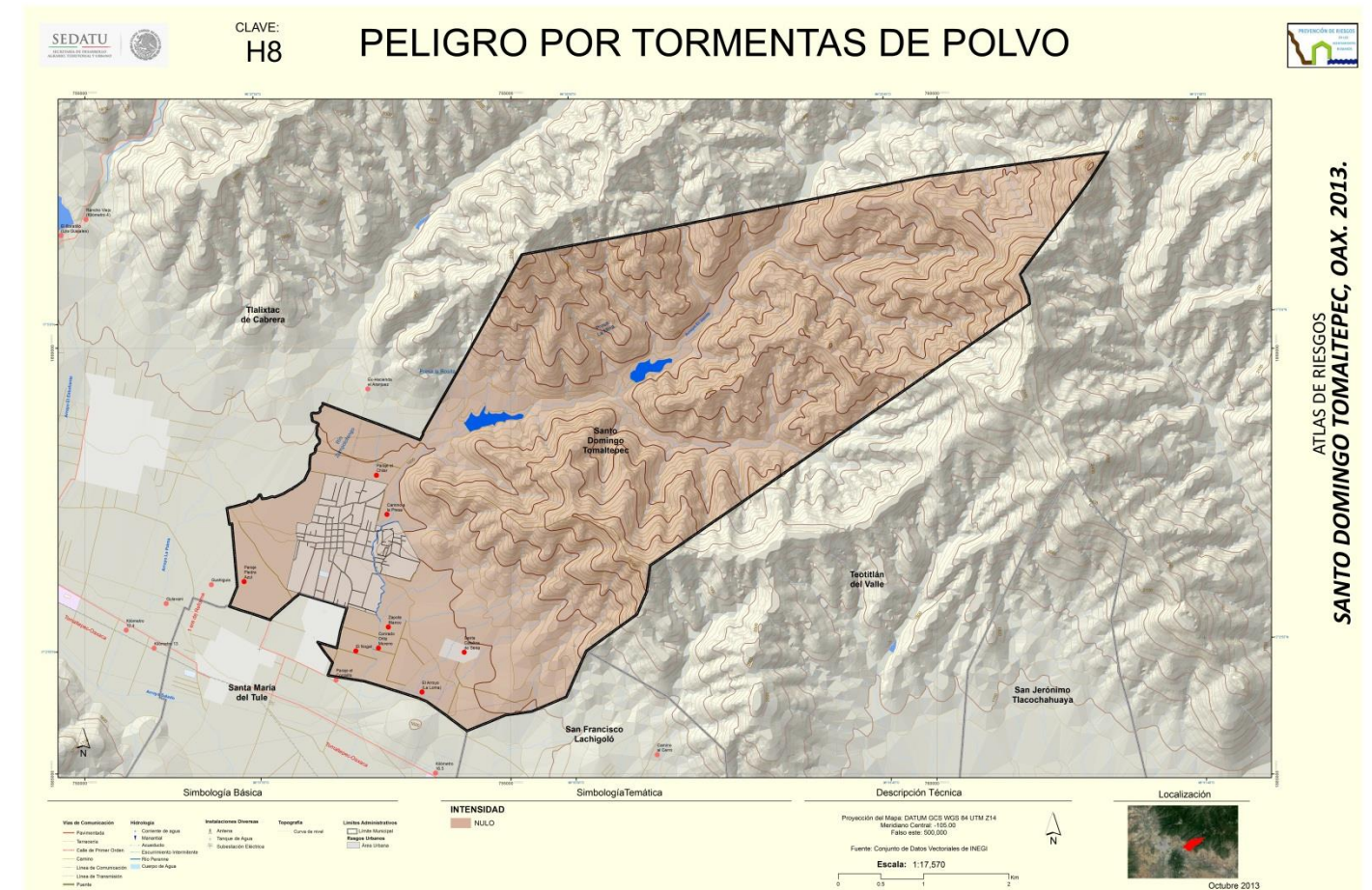
Los daños que ha sufrido el planeta como es la deforestación, el efecto invernadero, la contaminación, etc, han contribuido a que las tormentas sean más constantes.

#### 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 Santo Domingo Tomaltepec, es bajo.

Figura 37. Mapa de peligro por Tormentas de Polvo



### 5.2.9. 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 Santo Domingo Tomaltepec, se utilizó como base la información de tormentas eléctricas de 9 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, que rodean el municipio (Tabla 000 Relación de estaciones meteorológicas para establecer las zonas de mayor peligrosidad por la presencia de tormentas eléctricas).

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 51. Relación de estaciones meteorológicas para establecer las zonas de mayor peligrosidad por la presencia de tormentas eléctricas.

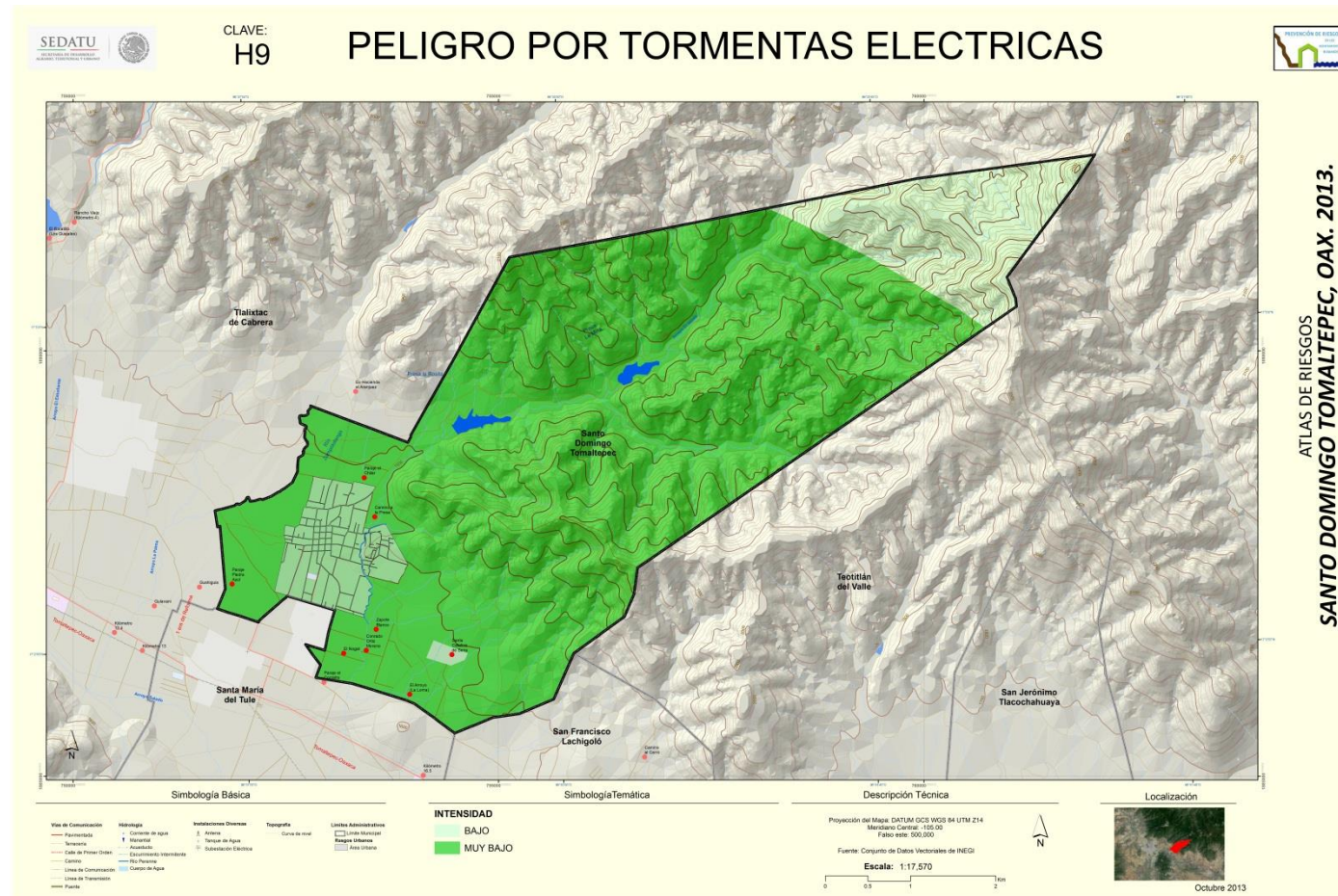
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	DÍAS CON TORMENTAS ELÉCTRICAS	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	OAXACA	0.6	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	OAXACA	14.1	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	OAXACA	11.7	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	OAXACA	12.6	17°04'59"	96°42'35"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

Fuente. ERIC 3

Cuadro 52. Peligro Por Tormentas Eléctricas Municipio De Santo Domingo Tomaltepec

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
<b>MUY BAJO DE 0 A 2 DIAS CON T.E.</b>	Este rango de tormentas cubre una pequeña zona ubicada en la parte suroeste del territorio municipal y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son mayo, junio y julio principalmente
<b>MUY BAJO DE 2 A 5 DIAS CON T.E.</b>	Este rango de tormentas cubre una franja que a traviesa la parte suroeste del municipio y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son mayo, junio y julio principalmente
<b>MUY BAJO DE 5 A 10 DIAS CON T.E.</b>	Este rango de tormentas cubre una franja que a traviesa la parte del centro y norte del municipio, los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son mayo, junio y julio principalmente
<b>BAJO DE 10 A 20 DIAS CON T.E.</b>	Este rango de tormentas se presenta en un área ubicada al noreste del territorio municipal y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son mayo, junio y julio principalmente

Figura 38. Mapa de peligro por Tormentas Eléctricas





### 5.2.10. 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 Santo Domingo Tomaltepec, 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	ESTADO	PRECIPITACIÓN mm	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	OAXACA	193.0	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	OAXACA	245.4	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	OAXACA	177.6	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	OAXACA	185.8	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	OAXACA	137.0	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	OAXACA	163.6	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	OAXACA	164.4	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	147.9	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	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 Santo Domingo Tomaltepec

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MUY BAJO DE 100 A 150 MM.	Este rango de precipitación cubre una zona que se localiza en la parte norte del territorio municipal, y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno junio, julio, agosto y septiembre principalmente
MUY BAJO DE 150 A 200 MM.	Este rango de precipitación cubre la mayor parte del territorio municipal a excepción de una zona ubicada en la parte norte del mismo, y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno junio, julio, agosto y septiembre principalmente

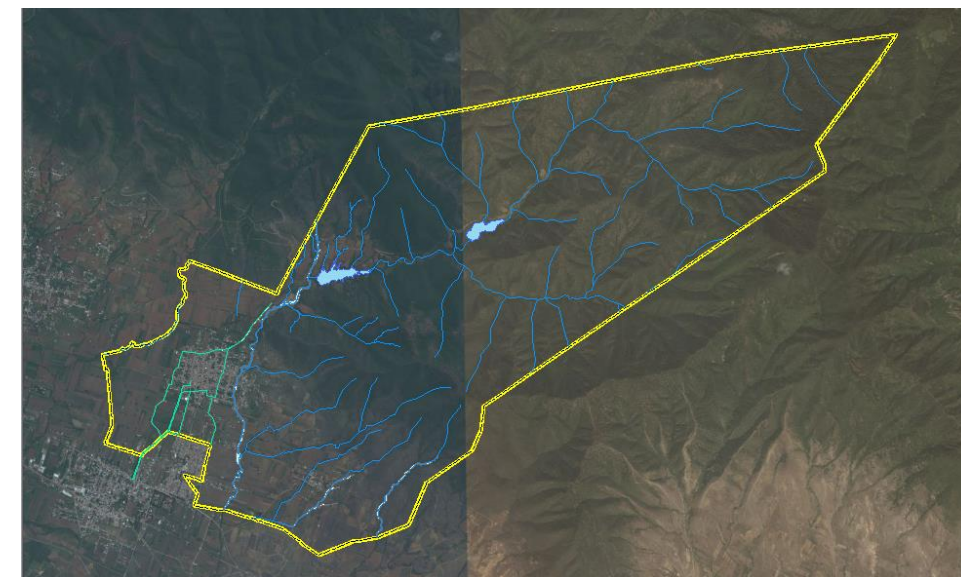
Figura 39. Mapa de peligro por lluvias Extremas

### 5.2.11. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres

En el municipio de Santo Domingo Tomaltepec se presentan dos tipos fundamentales de fenómenos hídricos de escurrimiento: los desbordamientos y las inundaciones súbitas. El primer tipo se presenta en zonas puntuales y de poca pendiente en el municipio, el segundo tipo corresponde a las cañadas de gran pendiente (noreste de la Cabecera de Tomaltepec) y que acumulan en poco tiempo gran cantidad de agua en cauces de poca amplitud y relativa alta profundidad. No obstante el escurrimiento principal del municipio ha sido regulado con la construcción de infraestructura hidráulica en el río Zempoloatengo.

En la siguiente imagen se puede observar la red hidrológica, con las dos presas (La Mina y La Rosita) y la red de los canales que se encuentran en la cabecera municipal.

Figura 40. Red hidrológica en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec.



En la siguiente imagen se ubica espacialmente a las presas La Mina y La Rosita, así como la distribución de los puntos realizados durante el trabajo de campo.

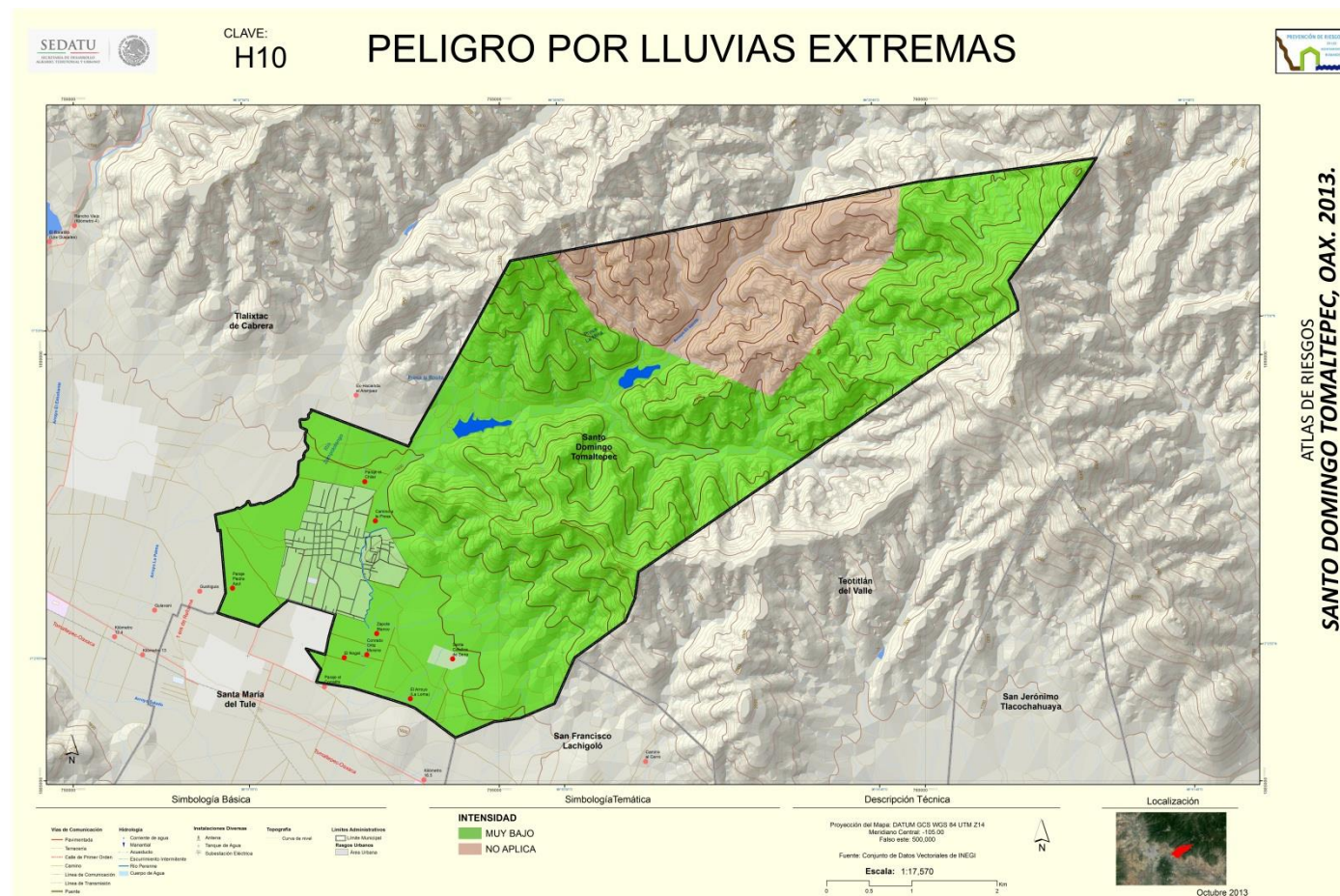


Figura 41. Presas La Mina y La Rosita.

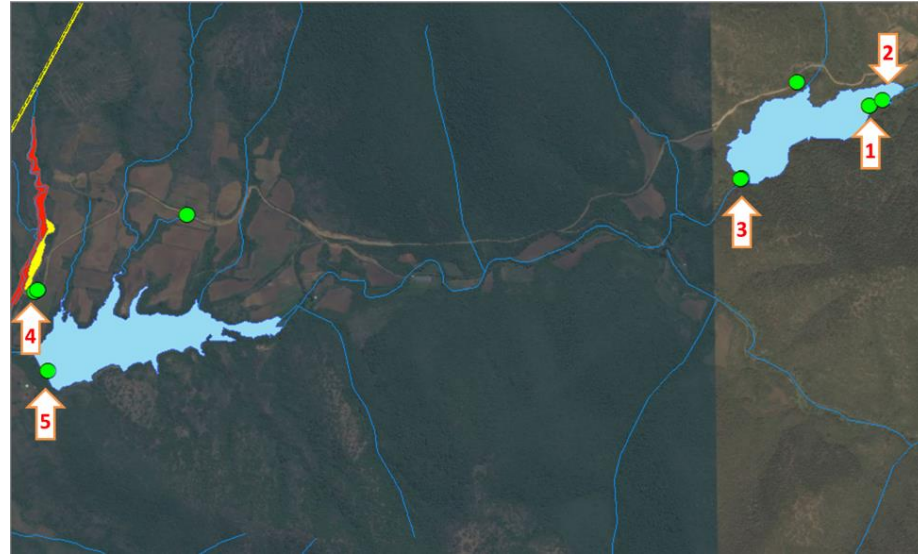


Figura 42. Presa La Mina



La visita a las presas tuvo el objetivo de conocer las condiciones de estabilidad y de estructura para determinar el grado en el que pueden mitigar los efectos de lluvias extraordinarias y fungir como puntos donde se ‘rompan picos’ de acumulación de agua en tiempos relativamente cortos, a continuación se describe cada uno de los puntos visitados cerca de las presas.

#### PRESA LA MINA

##### Punto GPS 759

En el municipio de Santo Domingo Tomaltepec existen dos cuerpos de agua de consideración, uno es la presa llamada La Mina, la cual es la que se encuentra a mayor altitud al este del municipio. Cuando el nivel del agua se encuentra en un nivel bajo en esta presa, las áreas que quedan descubiertas son usadas por la población como áreas de recreación.

Las áreas que quedan cubiertas por agua en temporadas de lluvia se encuentran bien delimitadas por terrazas, las cuales no han sido rebasadas desde la construcción de las presas, esto también se debe a que el nivel de la cortina es más alto que dichas terrazas.

#### PRESA LA MINA – Arroyo de la Cañada

##### Punto GPS 761

El arroyo La Cañada es uno de los tantos arroyos que alimentan la Presa La Mina, se puede observar que es un cauce que con facilidad se satura por la cantidad de agua que llega a fluir en el mismo por tanto se le considera un cauce de respuesta rápida. Es una de las zonas que presenta una mayor actividad recreativa por parte de la población, por lo cual el nivel de peligro es bajo, pero con un riesgo medio por la actividad de la población.

Figura 43. Arroyo de respuesta rápida La Cañada



REPRESA

Punto GPS 766

En uno de los afluentes cercanos a la presa La Rosita se construyó una pequeña represa para controlar el caudal y flujo de los escurrimientos y evitar que estos dañaran a la población, pero la construcción no cumplió con los parámetros necesarios para detener flujos de agua extraordinarios; no soportó la presión del líquido y colapsó ante la fuerza del agua. Dicha situación provocó inundaciones en los asentamientos que se encuentran río abajo.

PRESA LA ROSITA

Punto GPS 767

La presa la Rosita es el embalse más grande de los dos que existen en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, en el año de 2011 entre los meses de julio a agosto, la presa se desbordó y provocó daños en la población. Aunado a dicha eventualidad la presa se dañó y presentó una fisura en su estructura.

PRESA LA MINA

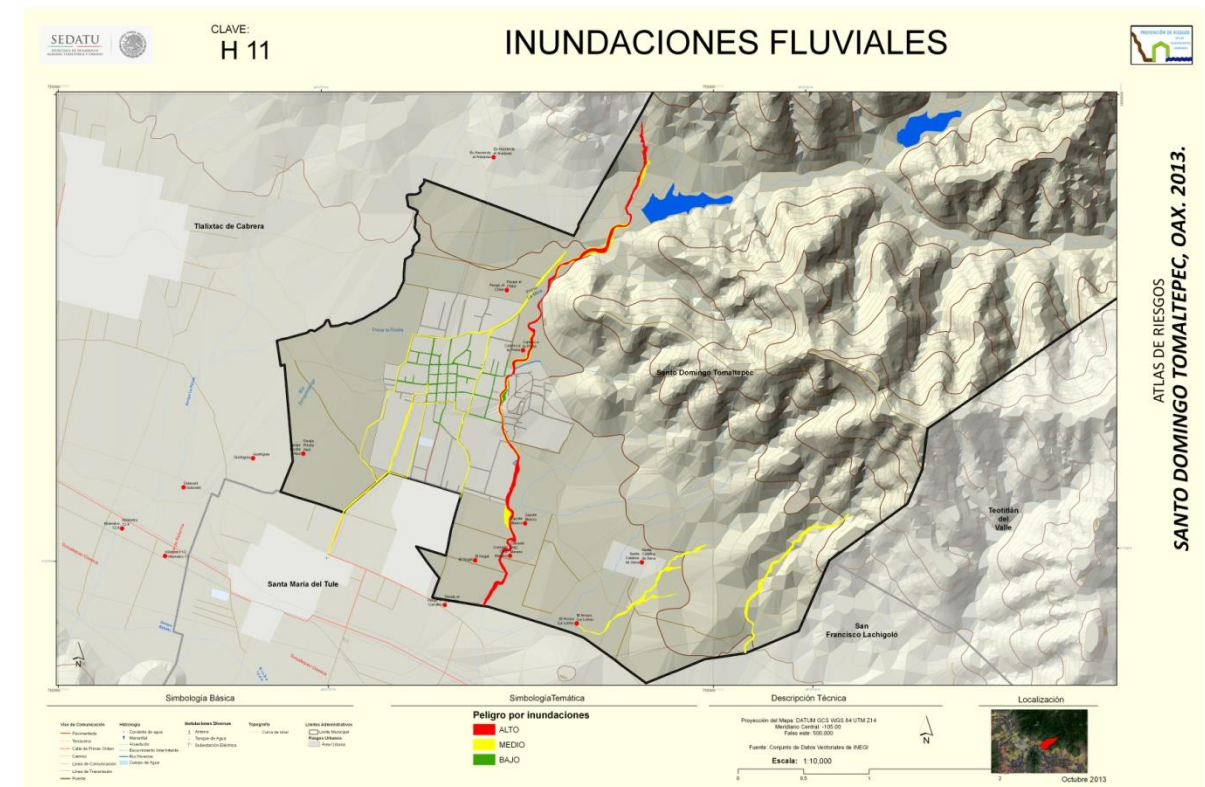
Punto GPS 759

Esta presa tiene un peligro relativamente alto por desbordamientos, debido a que algunas ocasiones el agua ha rebasado ya la corina del embalse, no obstante y si llegará a haber un evento de precipitaciones extraordinarias que rebase la capacidad de captación de La Mina, el riesgo no se eleva, ya que cuando sucede esto, el agua fluye y se controla en el siguiente embalse que es la presa La Rosita. La cortina de la presa La Mina, construida en 1967, tiene una caída mayor a los 10 metros de altura.

Figura 44. Cortina de la Presa La Mina



Figura 45. Mapa de peligro Inundaciones fluviales



Como medida u obra preventiva, se sugiere la reparación o reestructuración general de la cortina de dicho embalse, ya que de continuar con una presa fisurada tiene el potencial de generar olas gigantes con altísimo potencial destructivo.

Figura 46. Presa La Rosita



### RÍO ZEMPOLOATENGO

Punto GPS 768

En el río Zempoloatengo se observan terrazas muy altas, lo que es indicador de la gran cantidad de agua que llega a fluir por este cauce, sobre todo cuando se tiene que desfogar el agua de las presas que se localizan río arriba o en un eventual caso de colapso de presa. Lo anterior genera un peligro alto no obstante que su corriente se encuentra controlada principalmente por dos presas.

Figura 47. Ubicación del punto 6

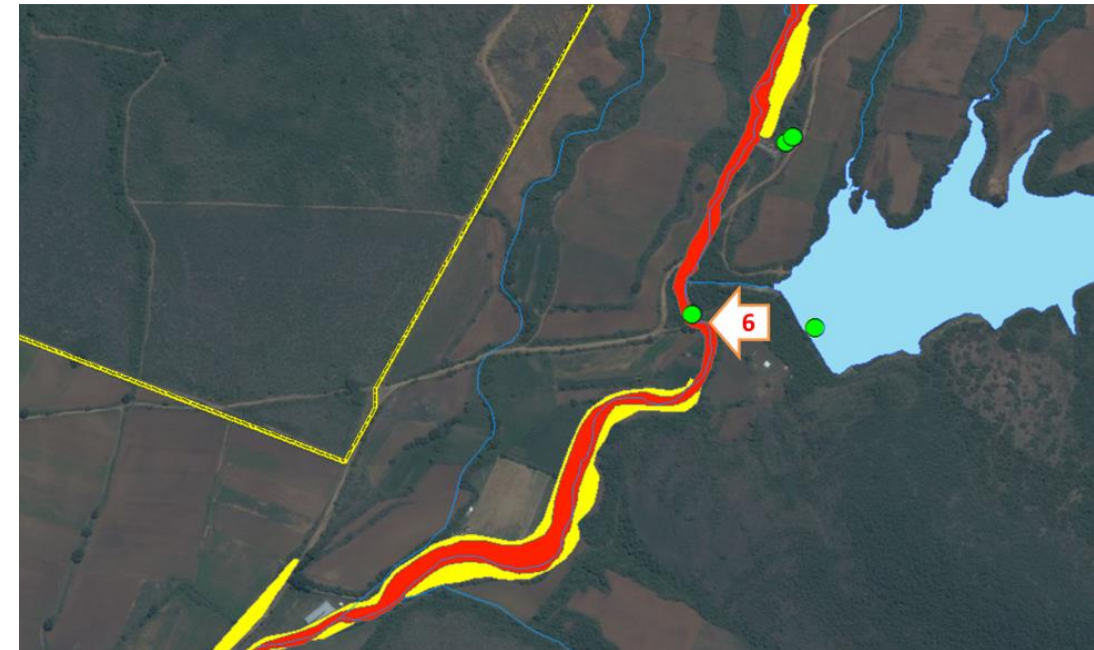


Figura 48. Cauce del Río Zempoloatengo



RÍO ZEMPOLOATENGO – calle Prolongación de Benito Juárez

Punto GPS 771

En este punto se determinó que existe un peligro y riesgo alto de inundación. Una de las características es que las viviendas limitan el cauce del río Zempoloatengo (Figura 49), lo cual puede provocar daños en sus cimientos, muros e incluso afectar la casa íntegramente. Un factor agravante de esto es el puente cercano, éste modifica en gran medida el flujo del río, tanto en la dirección (Figura 50) como en la amplitud del canal, lo anterior se puede observar en la

Figura 52. Asimismo, toda el agua que escurre de las calles cercanas se suman a en esta parte al río antes del puente (Figura D), lo cual provoca que se acumule más el agua. Todas esas modificaciones provocan un 'cuello de botella' y que el agua, sedimentos y material en suspensión se acumule bajo el puente generando un efecto de represa.

Figura 49. Viviendas al margen del cauce del Zempoloatengo.

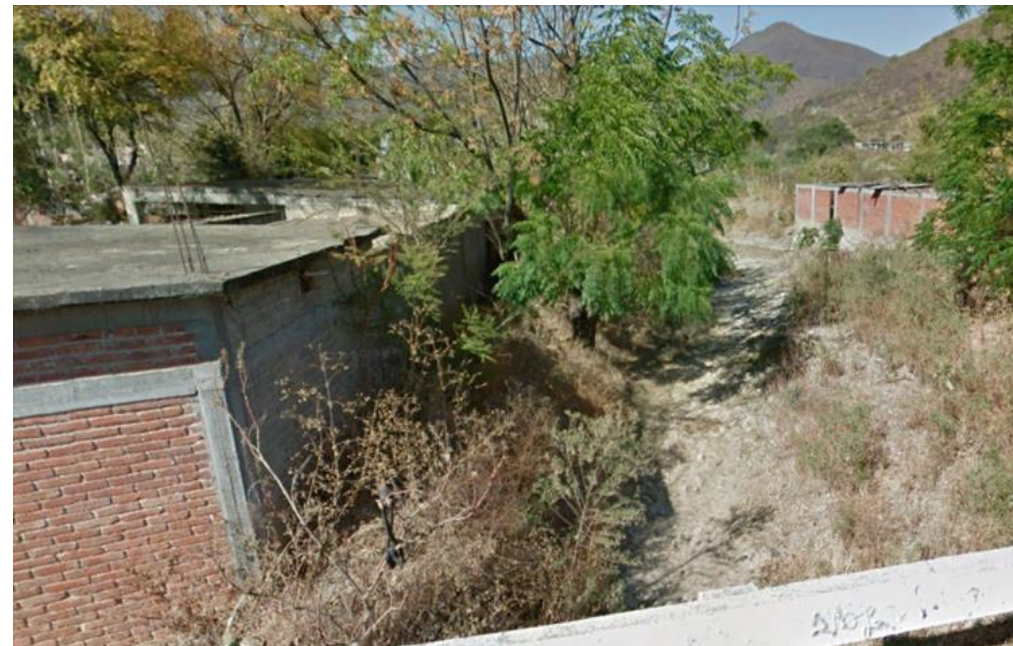


Figura 51. Mapa de peligro por Inundaciones repentinas

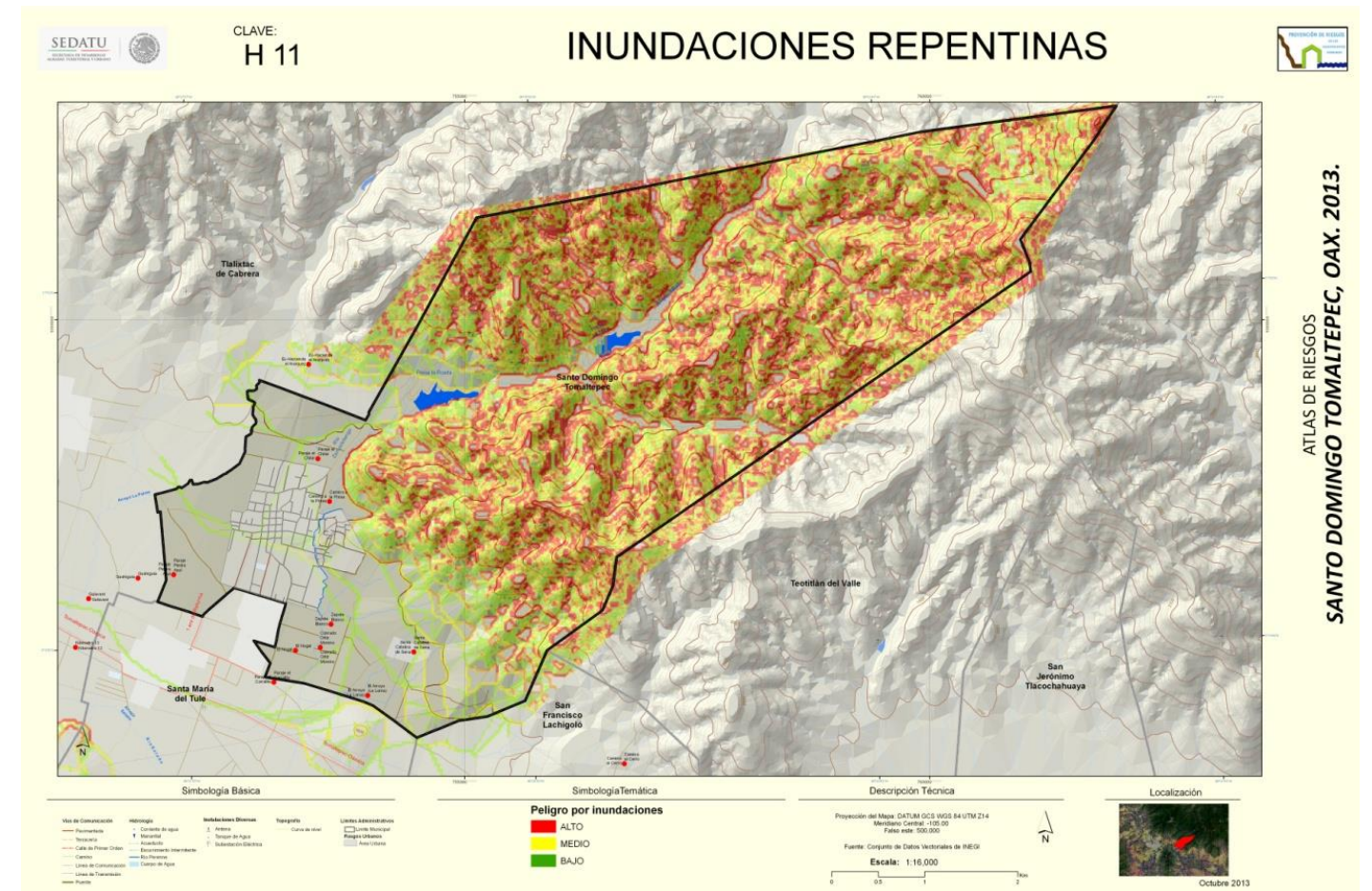
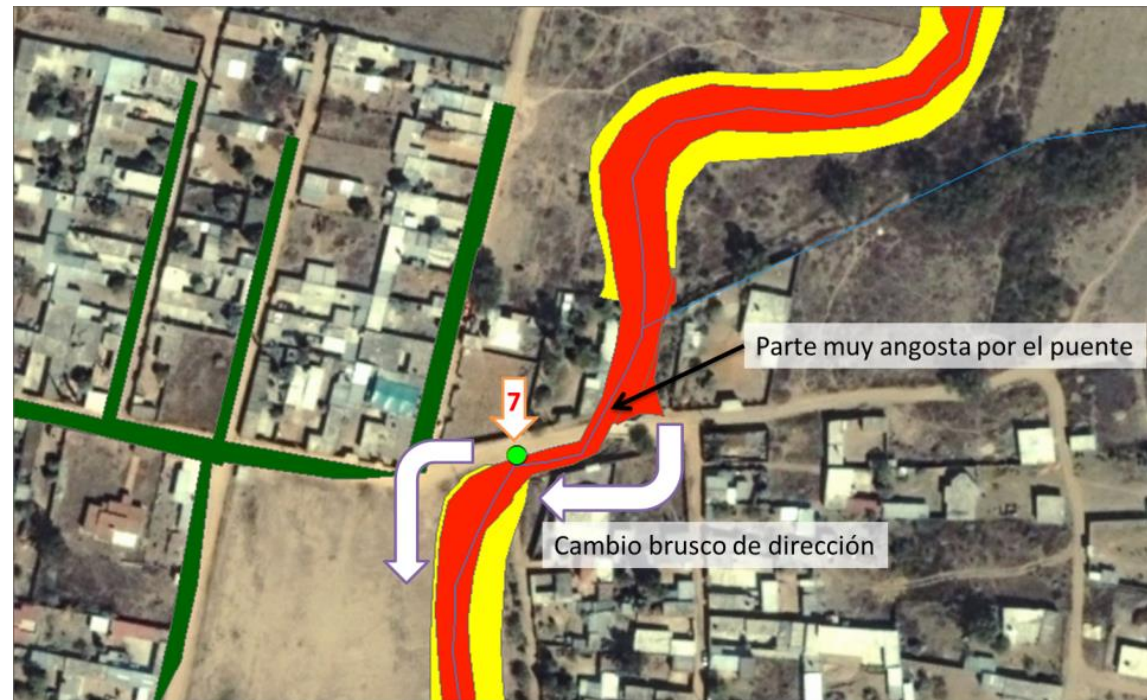


Figura 50. Foto B se puede observar que la corriente pasando el puente tiene un cambio de dirección de 90 grados

Figura 52. Calle prolongación



En la

Figura 52, se puede observar como el cauce en la calle prolongación es muy angosto con respecto a la sección anterior inmediata como es tan sólo unos cuantos metros río arriba. El cambio brusco en la dirección indica que cuando en el río fluye mucha agua y la velocidad es mayor, el agua se puede desbordar y 'seguir de largo' por sobre las márgenes centrífugas del Zempoloatengo.

Figura 53. Zona de concentración pluvio-fluvial cercana a la confluencia con el río Zempoloatengo.

### 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 CENAPRED<sup>2</sup>, 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 censal<sup>3</sup> y corroborada en campo y se divide en los siguientes aspectos:

Tema	No	Indicador	Rangos (%)	Condición de vulnerabilidad	Valor
Salud	1	Promedio de hijos 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 5.0	Alta	0.75
			Mas de 5.0	Muy Alta	1.00
	2	Porcentaje de población sin derechohabiencia 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 14 años que no asiste a la escuela	0.0 a 0.15	Muy baja	0.00
			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	4	Porcentaje de población de 15 años y más sin secundaria completa	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
	5	Porcentaje de viviendas particulares sin agua al interior de la vivienda	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
	6	Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica	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
	7	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
8	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	
9	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	10	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
	11	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
	12	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

<sup>2</sup> Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. 2006.

<sup>3</sup> 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.



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
<b>Capacidad de prevención</b>	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
<b>Capacidad de respuesta</b>	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
<b>Reconocimiento de peligros locales</b>	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
<b>Mecanismos de prevención local</b>	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
			No sabe	0.5
	7	¿Se difunde la información necesaria para saber actuar en un caso de emergencia?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
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 “Si” 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 formula:

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

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
<b>0.0 a 0.2</b>	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 Santo Domingo Tomaltepec.**

Para el caso de la localidad de Santo Domingo Tomaltepec, estado de Oaxaca se encuentran localidades, las cuales se evaluaron de acuerdo con la metodología presentada. Para este efecto se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Indicadores socioeconómicos

Salud

Localidad	Población Total	Promedio de hijos de las mujeres de 15 a 49 años		% de población sin derechohabiencia a algún servicio de salud		PROMEDIO
		Ind	Valor	Ind	Valor	
Santo Domingo Tomaltepec	2,483	3.7	0.75	65.6	1	0.875
El Arroyo (La Loma)	29	1.8	0.25	66.7	1	0.625
Camino a la Presa	22	3	0.5	40	0.75	0.625
Conrado Ortiz Moreno	16	3.3	0.5	31.9	0.5	0.5
El Nogal	179	5.6	0.5	30.4	0.5	0.5
Paraje el Chilar	12	3	0.5	33.3	0.5	0.5
Zapote Blanco	12	1.8	0.25	66.7	1	0.625
Paraje Piedra Azul	37	1	0.25	60	1	0.625

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

Educación

Localidad	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	
Santo Domingo Tomaltepec	2,483	15.22	1	42.22	0.75	0.875
El Arroyo (La Loma)	29	12.5	1	41.82	0.75	0.875
Camino a la Presa	22	19.4	1	51.52	0.75	0.875
Conrado Ortiz Moreno	16	12.5	1	46.67	0.75	0.875
El Nogal	179	11.11	1	44.44	0.75	0.875
Paraje el Chilar	12	50	1	50	0.75	0.875
Zapote Blanco	12	20	1	60	1	1.0
Paraje Piedra Azul	37	12.4	1	40.52	0.75	0.875

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

Vivienda

Localidad	Población Total	% 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	
Santo Domingo Tomaltepec	2,483	10.53	0.25	45.00	0.75	10.00	0.00	42.11	1.00	1.19	0.25	0.45
El Arroyo (La Loma)	29	20.00	0.25	73.10	1.00	11.54	0.25	52.00	1.00	1.09	0.25	0.55
Camino a la Presa	22	88.00	1.00	65.40	1.00	7.69	0.00	44.00	1.00	1.44	0.25	0.65
Conrado Ortiz Moreno	16	16.67	0.25	16.70	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	0.50	0.25
El Nogal	179	0.00	0.00	33.30	0.75	0.00	0.00	33.33	1.00	1.33	0.50	0.45
Paraje el Chilar	12	0.00	0.00	33.30	0.75	33.33	0.25	66.67	1.00	0.75	1.00	0.60
Zapote Blanco	12	33.33	0.50	33.30	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.75	0.40
Paraje Piedra Azul	37	16.67	0.25	16.70	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	0.50	0.25

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

Calidad de vida

Localidades	Población Total	Razón de dependencia por cada cien habitantes		Densidad (Hab/ha)		% Viviendas particulares sin refrigerador		PROMEDIO
		Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	
Santo Domingo Tomaltepec	2,483	35.70	0.00	12.00	0.00	70.00	1.00	0.33
El Arroyo (La Loma)	29	65.00	0.50	0.15	0.00	92.31	1.00	0.50
Camino a la Presa	22	33.30	0.00	0.10	0.00	84.62	1.00	0.33
Conrado Ortiz Moreno	16	66.70	0.50	0.04	0.00	50.00	1.00	0.50
El Nogal	179	30.00	0.00	0.12	0.00	100.00	1.00	0.33
Paraje el Chilar	12	100.00	0.75	0.06	0.00	66.67	1.00	0.58
Zapote Blanco	12	50.00	0.25	0.05	0.00	66.67	1.00	0.42
Paraje Piedra Azul	37	33.30	0.00	0.10	0.00	84.6	1.00	0.33

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

Resumen indicadores socioeconómicos

Localidad	PROMEDIO
Santo Domingo Tomaltepec	0.151
El Arroyo (La Loma)	0.077
Camino a la Presa	0.499
Conrado Ortiz Moreno	0.444
El Nogal	0.313
Paraje el Chilar	0.392
Zapote Blanco	0.413
Paraje Piedra Azul	0.450

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	
20251	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	
20251	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
20251	1.0

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

c) Percepción local.

Reconocimiento de peligros locales

Localidad	¿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	
Santo Domingo Tomaltepec	1.0					1.0			1.0	0.6
El Arroyo (La Loma)	1.0					1.0			1.0	0.6
Camino a la Presa					1.0				1.0	0.4
Conrado Ortiz	1.0				1.0				1.0	0.6
El Nogal	1.0								1.0	0.4
Paraje el Chilar					1.0				1.0	0.4
Zapote Blanco										0.0
Paraje Piedra Azul	1.0					1.0				0.6

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Mecanismos de prevención local

Localidad	¿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	
Santo Domingo Tomaltepec	1					1			1						1	0.3
El Arroyo (La Loma)						1		1		1						0.3
Camino a la Presa	1					1		1		1						0.3
Conrado Ortiz					1			1						1		0.3
El Nogal						1		1		1						0.2

Paraje el Chilar	1	1	1	0.3
Zapote Blanco	1		1	0.2
Paraje Piedra Azul			1	0.2

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores de percepción local

Localidad	Promedio
Santo Domingo Tomaltepec	0.683
El Arroyo (La Loma)	0.850
Camino a la Presa	0.620
Conrado Ortiz	0.470
El Nogal	0.498
Paraje el Chilar	0.283
Zapote Blanco	0.417
Paraje Piedra Azul	0.683

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

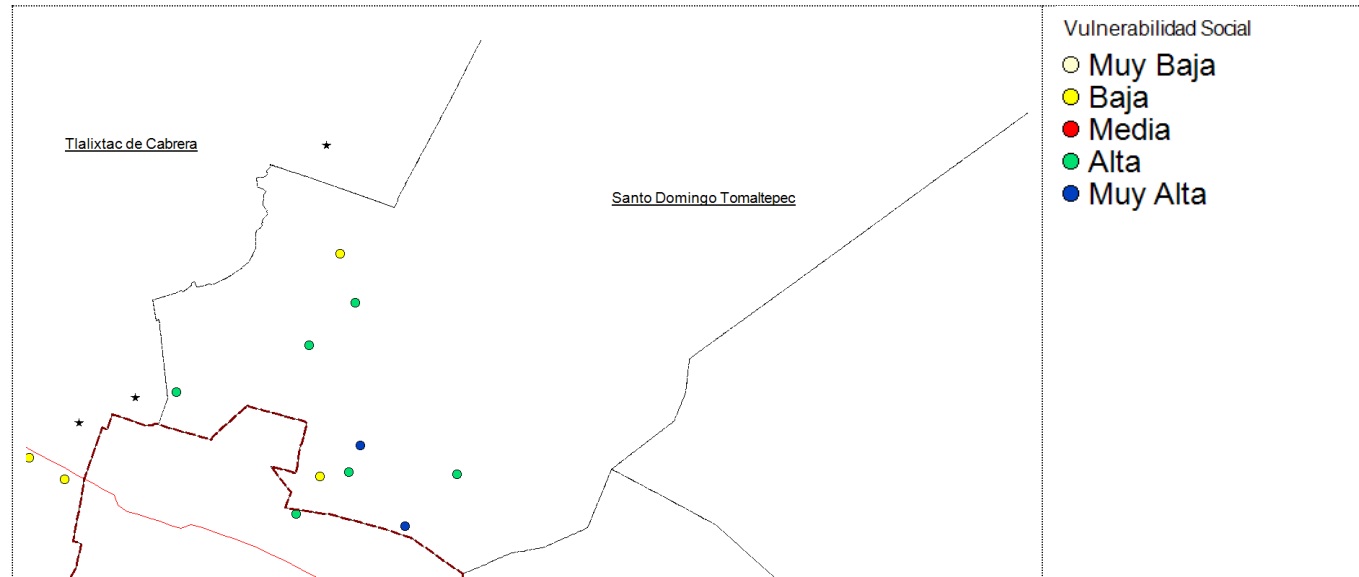
Índice de vulnerabilidad social por localidad

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que 7 localidades en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec todas tienen un alto grado de vulnerabilidad social. Particularmente por su condición de localidades rurales, la falta de oportunidades para un mejor nivel de desarrollo socioeconómico que repercute en su reducida capacidad ante efectos de fenómenos naturales y resiliencia. Ello implica que se requiere de acciones y estrategias que permitan atender las necesidades de infraestructura, productivas y desarrollo social, así como de comunicación con la comunidad para generar la prevención ante posibles situaciones de desastre ante diversos eventos naturales.

Localidad	Socioeconómicos	Capacidad prevención y respuesta	Percepción local	índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
Santo Domingo Tomaltepec	0.151	1.00	0.683	0.61	Alto
El Arroyo (La Loma)	0.077	1.00	0.850	0.81	Muy alto
Camino a la Presa	0.499	1.00	0.620	0.71	Alto
Conrado Ortiz	0.444	1.00	0.470	0.64	Alto
El Nogal	0.313	1.00	0.398	0.40	Bajo
Paraje el Chilar	0.392	1.00	0.283	0.42	Bajo
Zapote Blanco	0.413	1.00	0.417	0.81	Muy alto
Paraje Piedra Azul	0.450	1.00	0.683	0.61	Alto

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

Santo Domingo Tomaltepec: Distribución de las localidades por el Índice de Vulnerabilidad Social, 2010



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

### 5.4. Riesgo

El concepto de riesgo derivado de fenómenos naturales, implica la interacción de un fenómeno natural, de índole geológica, geomorfológica, climática o hidrológica que pueda afectar las actividades cotidianas en una comunidad; y la vulnerabilidad de las localidades o asentamientos humanos, es decir, la capacidad de enfrentar una de estas perturbaciones. De esta manera si la comunidad tiene una buena respuesta, se encuentra preparada para enfrentar los peligros naturales su vulnerabilidad será Baja, pero en caso contrario, el fenómeno natural tendría un mayor impacto y por ende su vulnerabilidad será Alta. 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.

Se realizó el estudio de vulnerabilidad del municipio de Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca. Una vez obtenidos los resultados fueron cruzados con los mapas de peligros geológicos del territorio y se obtuvo una matriz de datos que fue modificada de acuerdo al cruce de la información. En las comunidades estudiadas se obtuvo un índice con dos valores, vulnerabilidad global alta y media. Mientras que en los mapas de peligros geológicos se definieron áreas de peligros alto, medio y bajo, de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos en particular. De esta manera se reclasifico la matriz de datos, obteniendo la siguiente configuración:

Peligro	+	Vulnerabilidad	=	Riesgo
ALTO		ALTO		ALTO
MEDIO		ALTO		ALTO
BAJO		ALTO		MEDIO
NULO		ALTO		NULO

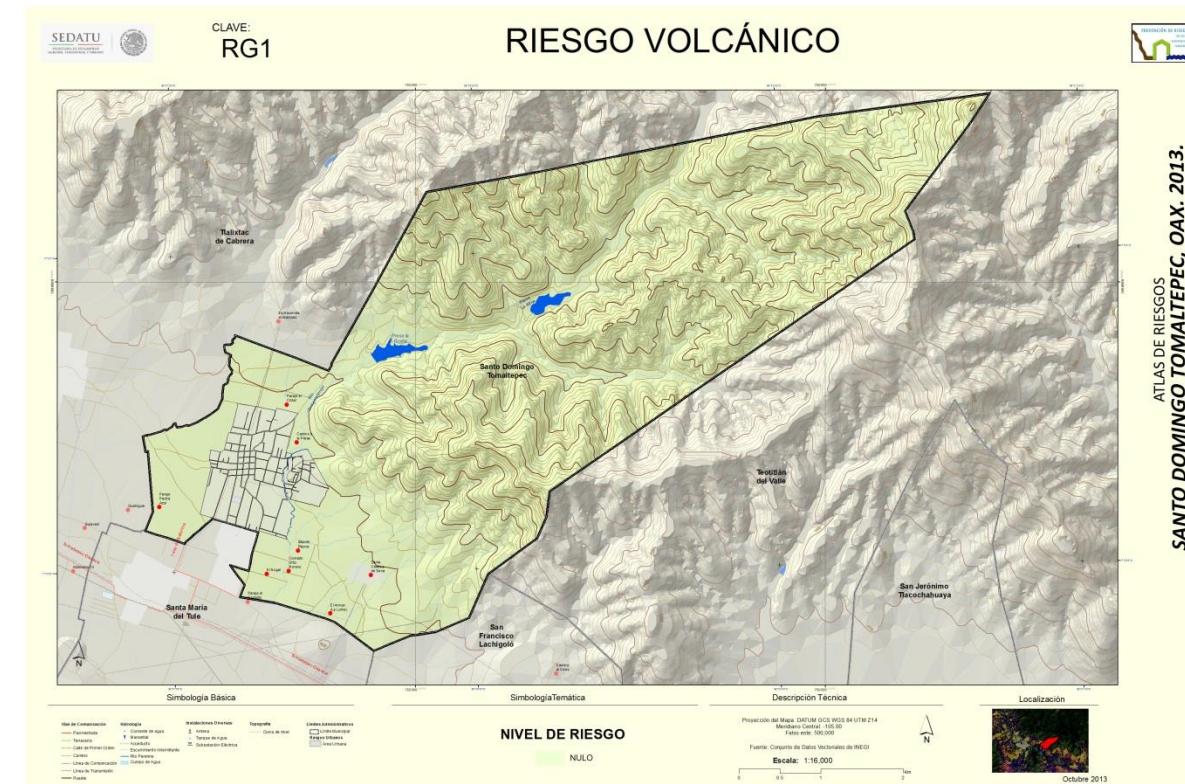
De acuerdo con los valores obtenidos las zonas de mayor importancia son aquellas en donde existe una alta probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente peligroso, junto con condiciones sociales y económicas precarias. Lo que da como resultado zonas de riesgo muy alto. En cambio aquellas que tienen una media probabilidad de ocurrencia de peligros y/o alta vulnerabilidad fueron consideradas como zonas de riesgo alto. Las zonas con riesgo medio ocurren cuando el peligro es bajo y la vulnerabilidad es alta. Debido a que la cabecera municipal solo presenta el valor de alta vulnerabilidad, se definen esos tres rubros. 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.

Para tener una caracterización más específica de los peligros se realizaron los cruces de vulnerabilidad con cada uno de los fenómenos geológicos definidos. Por esta razón, en algunos mapas los valores de riesgo aparecen como nulos. Esto ocurre debido a la relación de peligro y vulnerabilidad, si alguno de estos factores falta en la ecuación, no puede ser calculado el riesgo.

#### Volcanismo

El riesgo producto de este fenómeno geológico no está presente.

Figura 54. Riesgo Volcánico

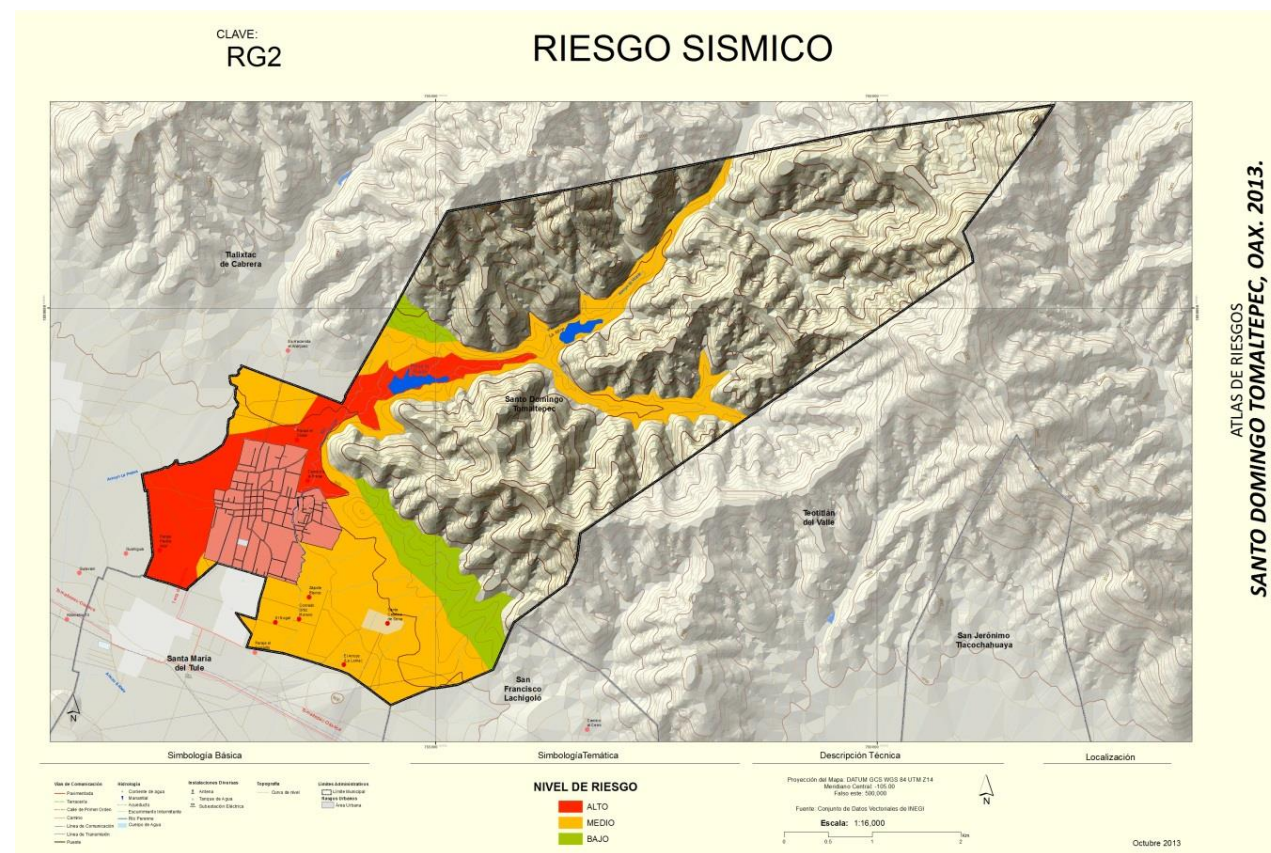


### Riesgo Sísmico

El mapa de riesgo sísmico engloba casi a todas las localidades y zona urbana en algún tipo de zona peligrosa. De esta manera la concentración poblacional ocupa la planicie de inundación del río principal lo que amplifica las ondas sísmicas y propicia un mayor efecto sísmico. Además los valores de vulnerabilidad indican que las construcciones, aunque de baja altura no cumplen del todo con los códigos de construcción necesarios para una zona altamente sísmica. Prácticamente toda la cabecera municipal ocupa el área de riesgo alto y se ve definido por la influencia fluvial, es decir de las construcciones sobre terrenos de relleno fluvial.

La cabecera municipal presenta el mayor valor de riesgo sísmico, pero también las localidades de Paraje el Chilar, Camino a la Presa y el Paraje Piedra Azul, se encuentran en la zona sísmica de riesgo alto. Es importante considerar que este rubro no significa un potencial alto índice de decesos en el caso de que se presente un sismo de gran magnitud con epicentro cercano. Lo que indica es que la afectación de la cabecera, en un escenario sísmico de altos valores llegara a tener afectación muy importante en todas las zonas marginales o vulnerables. Por otro lado las localidades de Zapote Blanco, Conrado Ortíz Moreno, El Nogal, Santa Catalina de Sena y El Arroyo caen en la zona de riesgo medio.

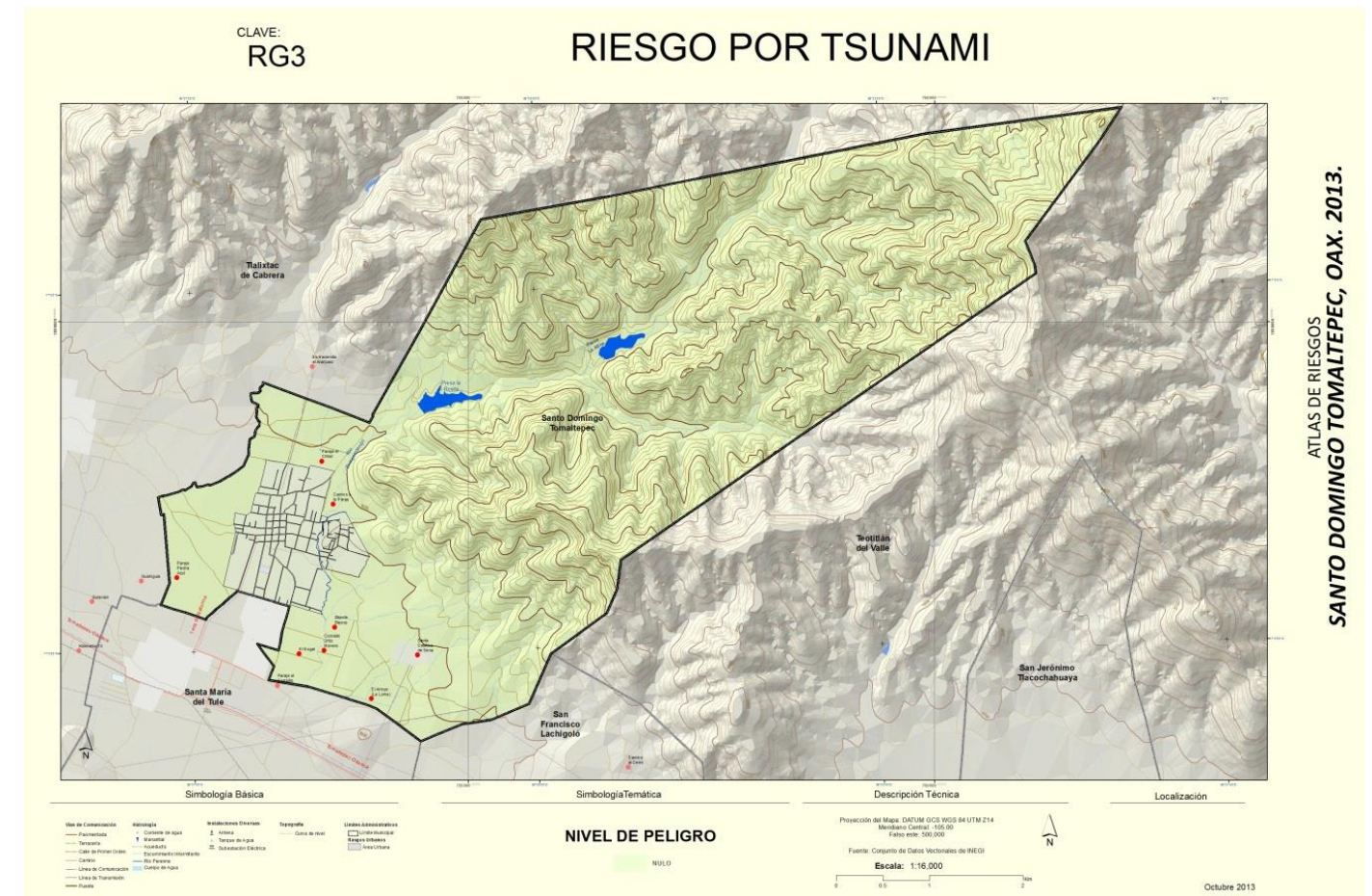
Figura 55. Riesgo por Sismos



### Tsunamis

El riesgo producto de este fenómeno geológico no está presente.

Figura 56. Riesgo por Tsunamis

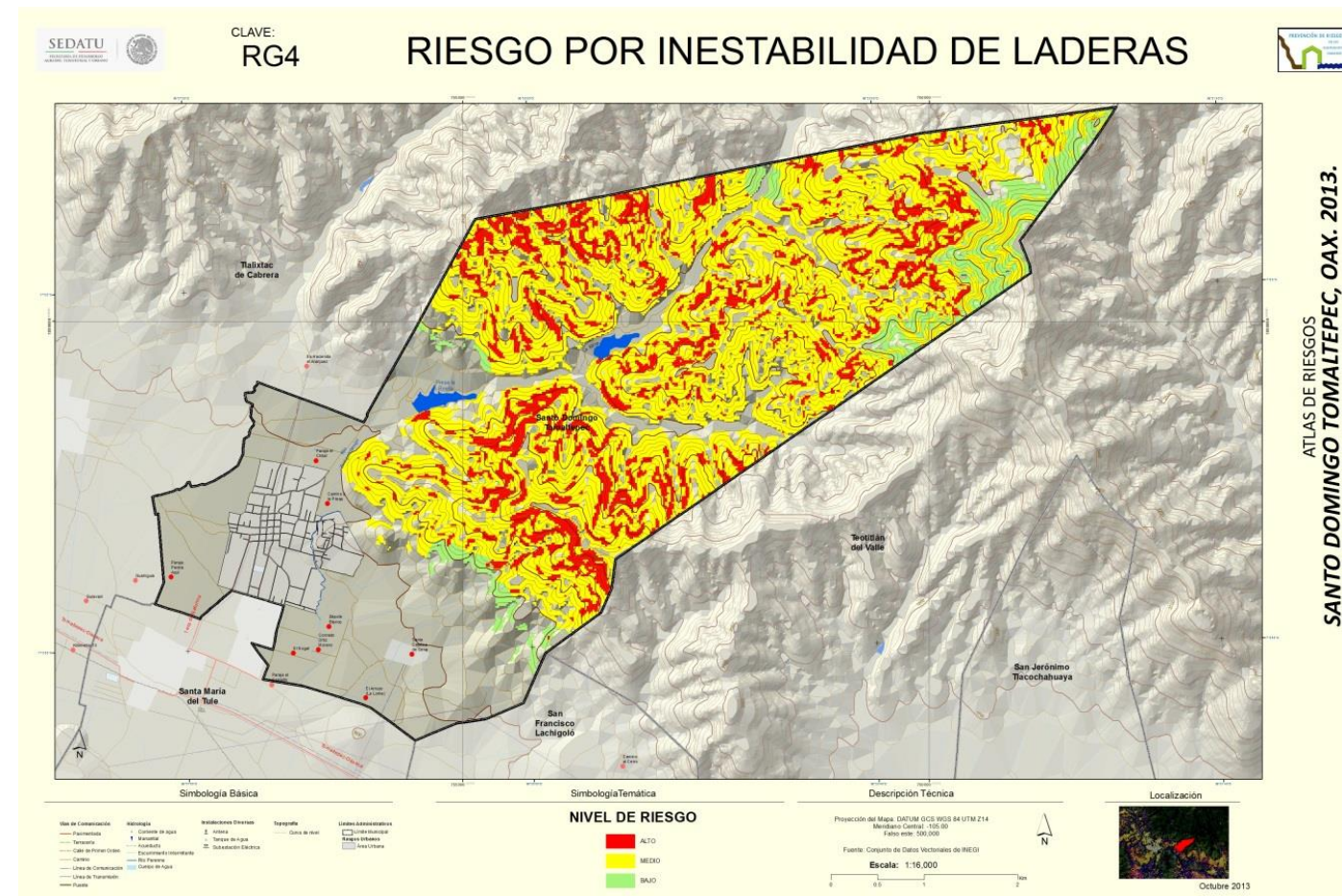


ATLAS DE RIESGOS  
SANTO DOMINGO TOMALTEPEC, OAX. 2013.

Inestabilidad de laderas

Los mapas de riesgos no tuvieron modificaciones, con respecto a los mapas de peligros para este rubro. Esto debido a que la zona urbana no se encuentra asentada en ninguna zona con la categorización de peligro por inestabilidad. Las localidades de Paraje el Chilar y Camino a la Presa, así como el sector norte de la mancha urbana de Santo Domingo Tomaltepec, se encuentran hasta 100 m cerca de las zonas de peligro medio para este fenómeno.

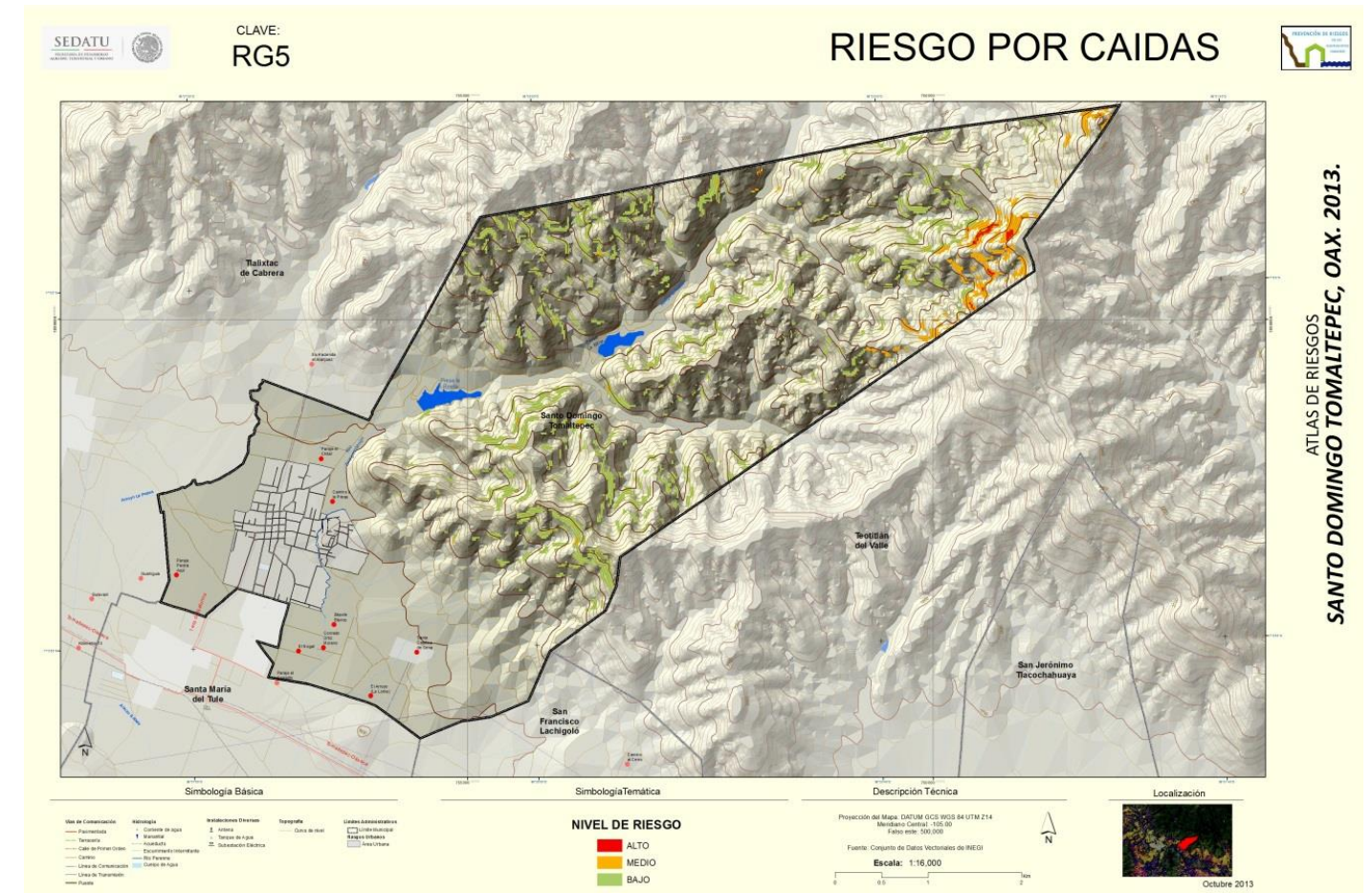
Figura 57. Riesgo por Inestabilidad de Laderas



Caídas

Los mapas de riesgos no tuvieron modificaciones, con respecto a los mapas de peligros para este rubro. Esto debido a que la zona urbana no se encuentra asentada en ninguna zona con la categorización de peligro por caídas. Solo en el camino a la presa, existe el riesgo a ser afectado u obstruido por efecto de este fenómeno.

Figura 58. Riesgo por Caída de Rocas





Flujos

Los mapas de riesgos no tuvieron modificaciones, con respecto a los mapas de peligros para este rubro. Esto debido a que la zona urbana no se encuentra asentada en ninguna zona con la categorización de peligro por flujos. Solo en el camino a la presa, existe el riesgo a ser afectado u obstruido por efecto de este fenómeno.

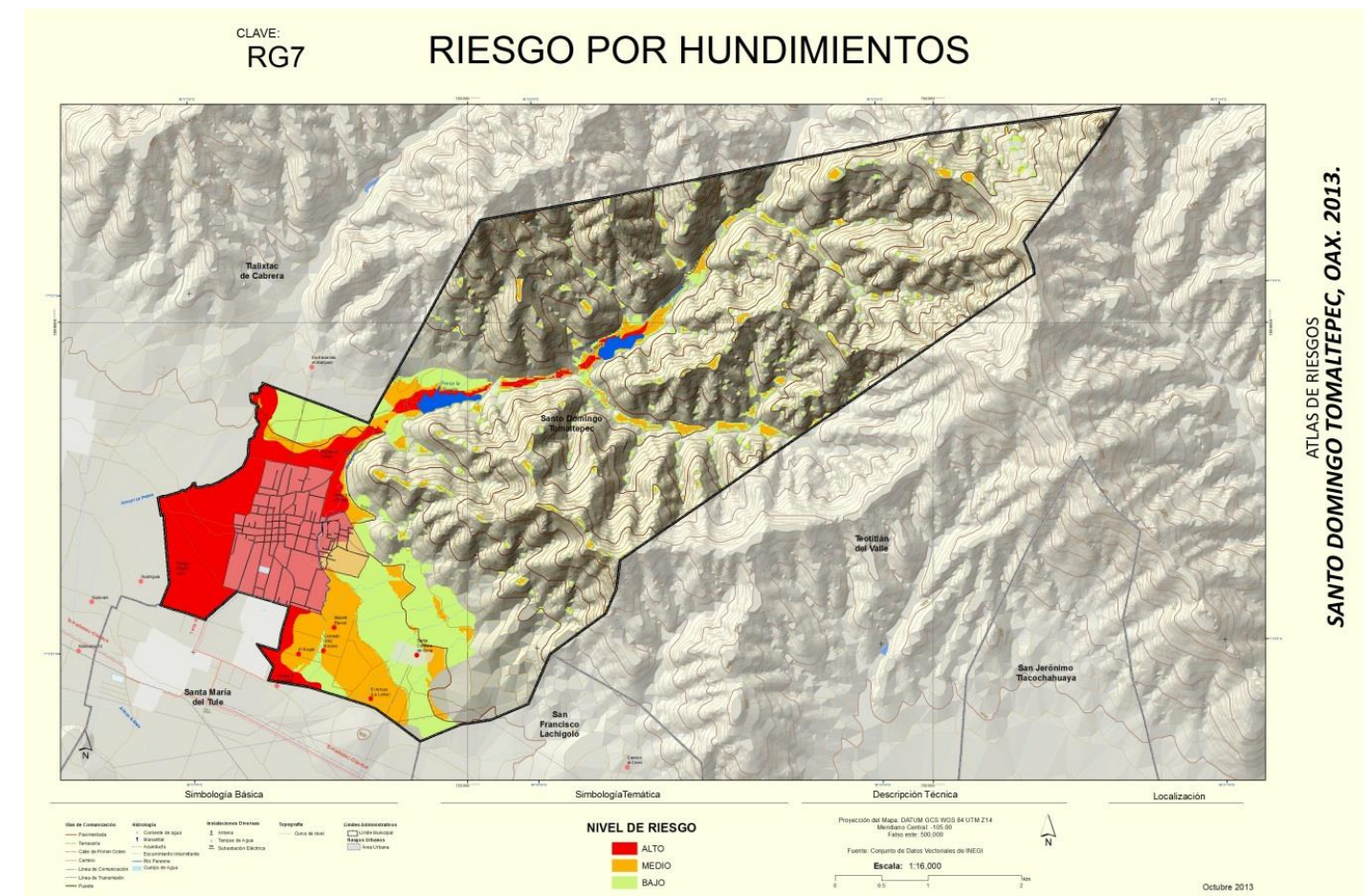
Figura 59. Riesgo por Flujos



Hundimientos y subsidencias

En el caso del riesgo por hundimientos y subsidencia se observa que casi toda el área urbana se localiza en riesgo alto. La suma de alta vulnerabilidad y alta posibilidad de ocurrencia del fenómeno maximiza el riesgo por este fenómeno. También las localidades de Paraje Piedra Azul, Camino a la Presa y Paraje El Chilar, se encuentran en la zona de mayor riesgo por hundimiento y subsidencia. Las localidades de Zapote Blanco, Conrado Orfíz Moreno, El Nogal y El Arroyo se encuentran en una zona de riesgo medio y sólo la localidad de Santa Catalina de Sena, se encuentra en la zona de riesgo bajo.

Figura 60. Riesgo por Hundimientos

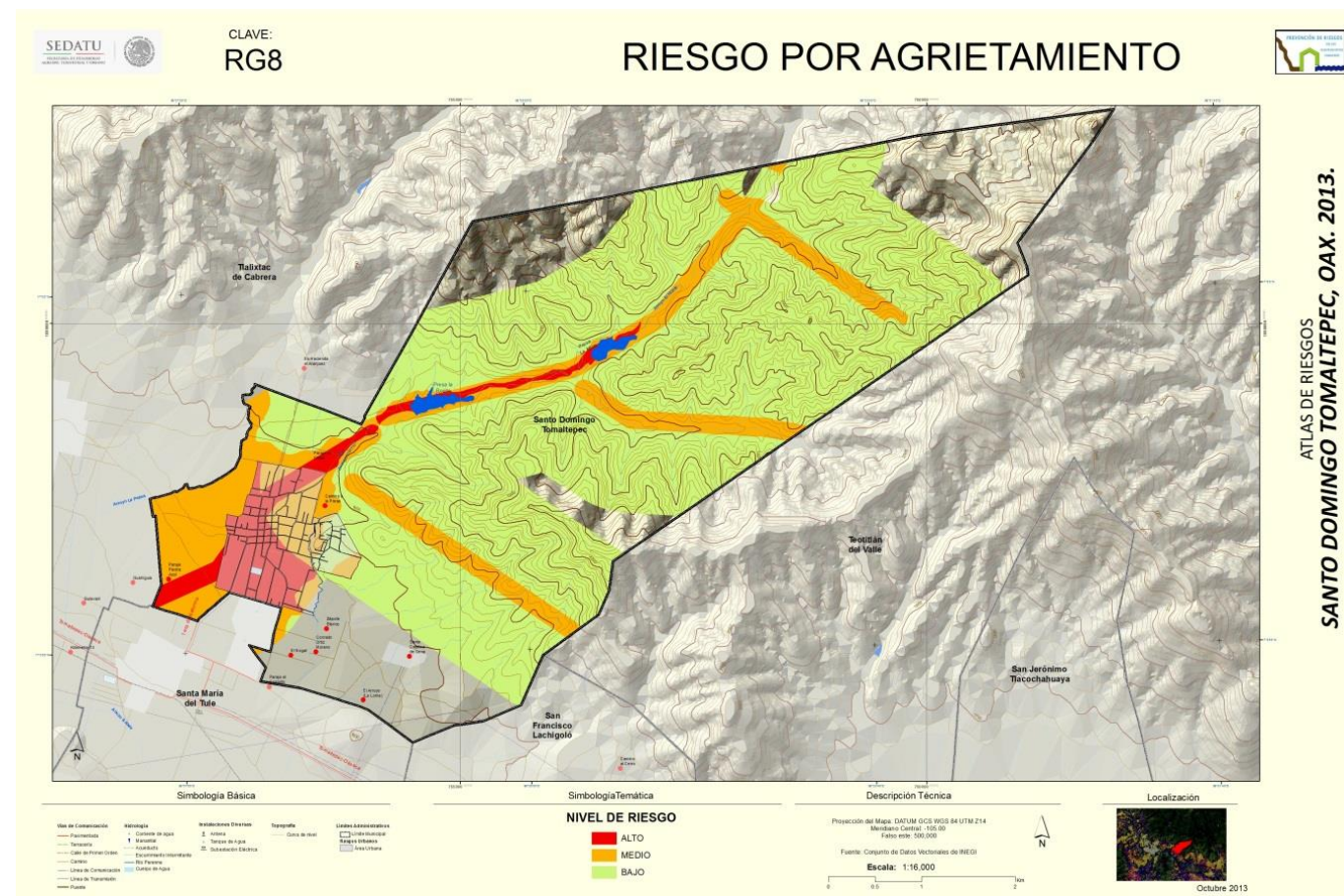


### Agrietamiento

Por otro lado el mapa de riesgo por agrietamientos y fracturas muestra valores altos en los morfolineamientos y principales ríos, en un radio de hasta 100 m, ya que puede afectar a las construcciones cercanas de manera importante. Por encima del kilómetro de distancia cercana a estos rasgos se define la zona de riesgo medio. Es importante señalar que el riesgo calculado para este mapa solo define el proceso de dislocación y no la actividad sísmica que puede generarse al mostrar actividad la falla (esto ya está contemplado en el mapa de riesgo sísmico), además de los fenómenos de desecación del sustrato por sobre-explotación del manto acuífero. Por esta razón cuando los dos fenómenos se cruzan, morfolineamiento y aluvión, junto con alta vulnerabilidad se obtuvo el riesgo alto.

Como resultado se observa que las zonas de riesgo alto lo ocupa el sector sur y oeste de la cabecera municipal, junto con el Paraje El Chilar. Las localidades de Paraje Piedra Azul, Camino a la Presa y el sector norte y este de la cabecera municipal se encuentran en las zonas de riesgo medio.

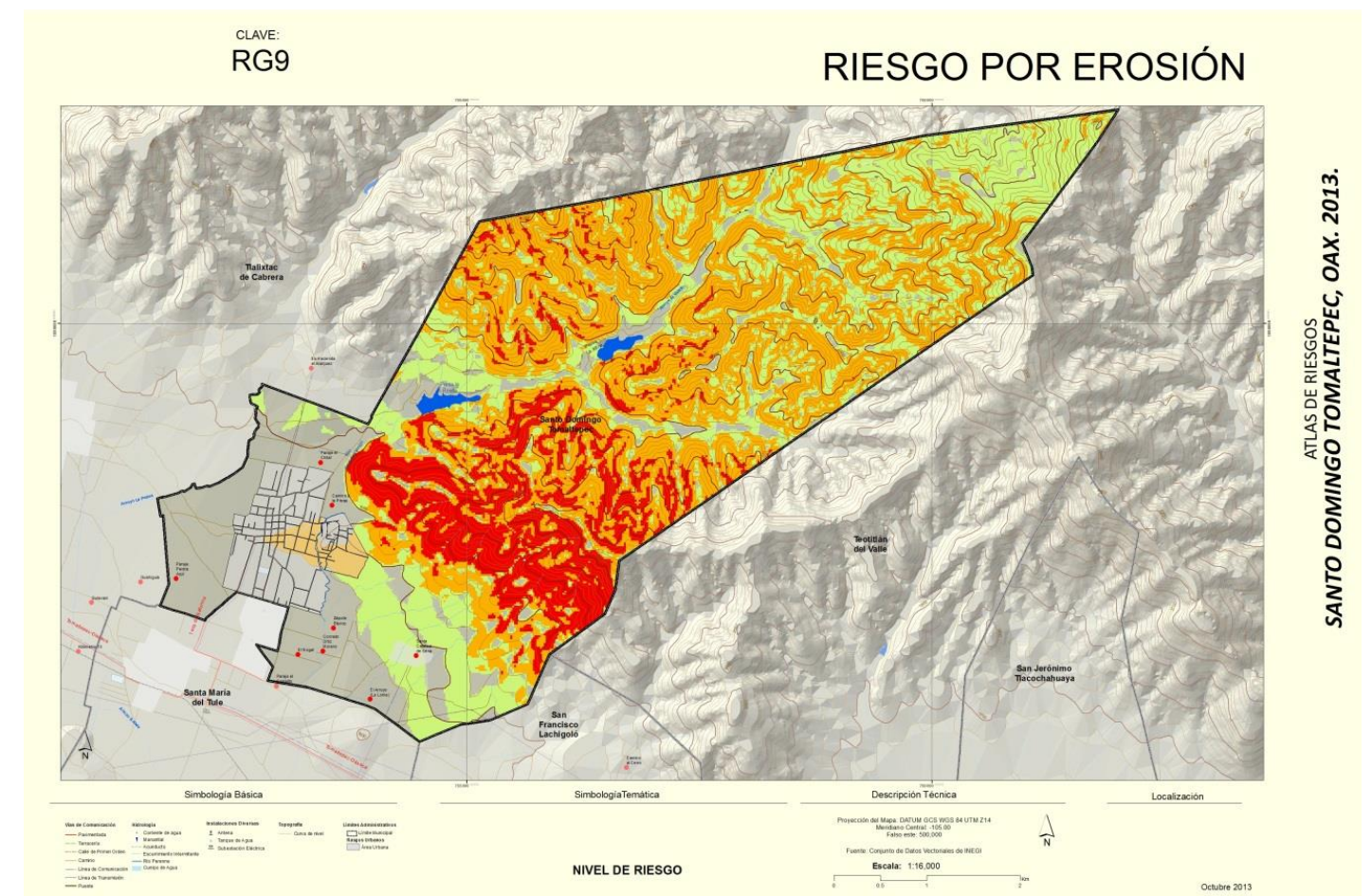
Figura 61. Riesgo por Agrietamientos



### 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 una parte de la zona urbana (al Este), se presentan valores de erosión Medios. Además la localidad de Santa María de Sena se encuentra en una región de riesgo bajo. La mayor área ocupada por la zona urbana, se encuentra en riesgo por erosión despreciable (no significa que no exista o sea Nulo). La zonificación de riesgo por erosión se ve altamente influenciada por el efecto de la cercanía al río.

Figura 62. Riesgo por Erosión



ATLAS DE RIESGOS  
SANTO DOMINGO TOMALTEPEC, OAX. 2013.

### Inundación

El peligro es de nivel bajo, sin embargo el nivel de riesgo es alto ante el fenómeno de inundaciones: existen asentamientos irregulares ubicados en la primera terraza de inundación. El cruce de vehículos y personas durante las crecidas queda interrumpido durante las crecidas.

Figura 63. Riesgo por inundación



Figura 64. Viviendas que ubican la terraza de inundación



Figura 65. Viviendas en zona de peligro. Punto 8.

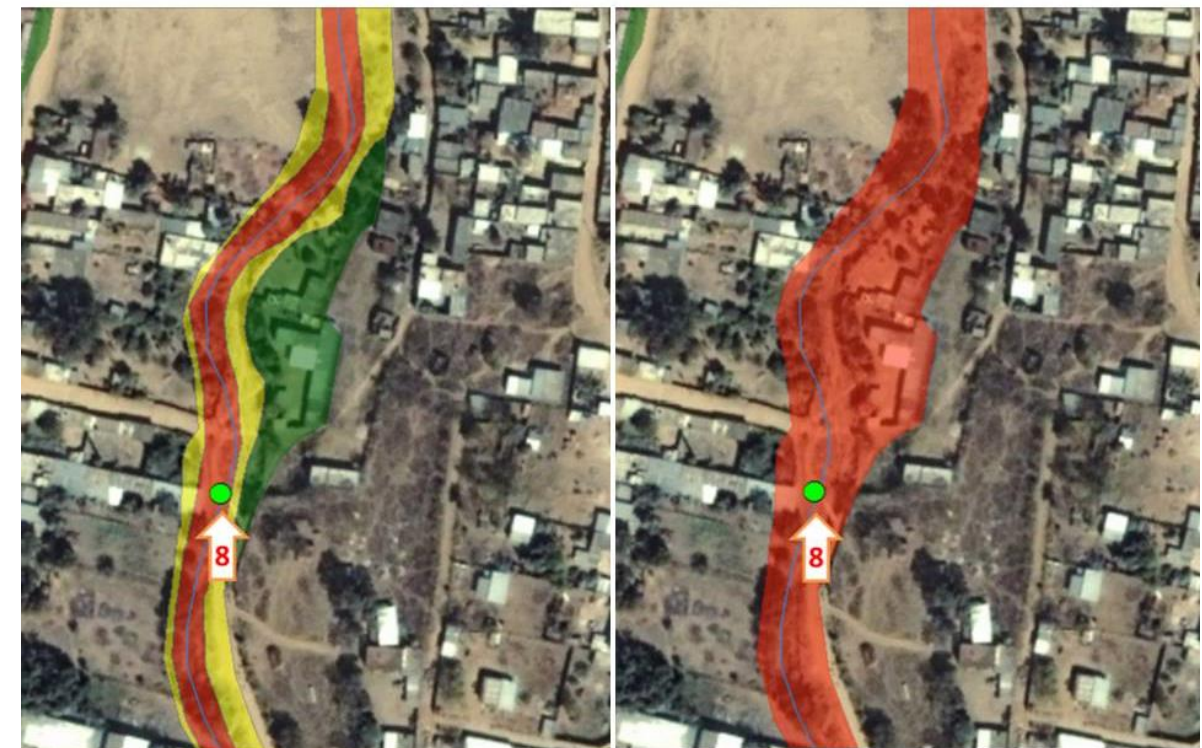


Figura 66. Corriente del río Zempoloatengo

Las viviendas que aparecen en la Figura 65 y que aparecen ilustradas en un par de imágenes de satélite están en un área inundable. En la de la parte izquierda se observa en color verde las viviendas con bajo peligro a inundación, pero en la otra área esa misma área se observa clasificada como de riesgo alto, ya que las viviendas están muy expuestas a la crecida del río.

### RÍO ZEMPOLOATENGO – calle Los Almendros

#### Punto GPS 774

Es una zona amplia, en la que predominan las actividades agrícolas, esta zona de leve pendiente deja en evidencia las terrazas fluviales que indican los diferentes niveles del río a lo largo de su historia. El grado de peligro y riesgo a inundación que presenta la zona es de nivel medio.



Figura 67. Ubicación del punto 9



### LOCALIDAD SANTO DOMINGO TOMALTEPEC – calle Independencia

Punto GPS 769

En toda la población de Santo Domingo Tomaltepec no existe la infraestructura de alcantarillado por lo que todo el drenaje es por medio de canales, el que no se desborden dichos canales van a tener que ver con el mantenimiento que se les proporciona continuamente tanto a los canales como a los múltiples puentes que los atraviesan.

Figura 68. Canal de desagüe en la calle Independencia



LOCALIDAD SANTO DOMINGO TOMALTEPEC – calle Independencia

Punto GPS 773

Continuidad del canal antes mencionado

Figura 69. Canal de desagüe en la calle Independencia



Todas las calles que tienen en sus márgenes un canal son definidas con un peligro a inundaciones de nivel medio, esto se debe que son canales que se pueden saturar con la lluvia y en caso de que saturen su área hidráulica (con basura, cascajo, materia orgánica, etc) se pueden desbordar fácilmente, en cambio las calles que no cuentan con un canal se clasificaron con un peligro bajo a inundación. Lo anterior se puede observar en las siguientes imágenes de satélite.

Figura 70. Ubicación del punto 10



Figura 71 la clasificación de las calles de peligro a inundación en la cabecera municipal.

En la

Figura 70 se pueden observar tanto la ubicación del punto 10, así como en la

Figura 71. Ubicación del punto 11.

2013



## 5.5. Medidas de mitigación y obras propuestas

### Geológicas

Debido a la naturaleza geológica del municipio en las partes bajas, gran parte de la zona en donde se concentra la población presenta un riesgo sísmico alto. Por tal motivo se deben realizar al menos dos proyectos que ayuden a reducir la vulnerabilidad de ésta zona:

I.- Mapa de peligro sísmico a detalle, con estudios de mecánica de suelos, comportamiento sísmico del substrato, aceleración del suelo y efecto de sitio sísmico.

II.- Regulación de la calidad de las construcciones civiles, en donde se actualice las normas de construcción para resistir sismos de magnitud 7 en escala de Richter.

El terreno que ocupa el municipio, tiene zonas accidentadas, por esta razón se deben implementar medidas que disminuyan la posible afectación a la infraestructura social y vial.

III.- Programa de control de taludes: Desarrollar un programa en donde se identifique y monitoreen las calles, carreteras y autopistas susceptibles a procesos de remoción en masa. Una vez definidos de acuerdo con el material que constituye cada escarpe se procede en dos maneras:

1.- Material friable o no consolidado – reducción de la pendiente

2.- Material consolidado – gaviones en la base del escarpe

Es importante señalar que la prioridad para la implementación de cada acción de acuerdo con la naturaleza geológica del material, lo define la potencial población afectada.

Por último, con respecto a peligros por hundimientos o subsidencia, solo puede reducirse su peligrosidad, cuando se reconocen evidencias antes de que suceda el movimiento del terreno. Por esta razón se debe tomar exclusiva atención a quejas ciudadanas relacionadas con agrietamiento y fugas de agua en el subsuelo.

IV.- Proyecto de prevención de hundimientos. Recopilación de información de agrietamientos y fugas de agua en el subsuelo. Aquí las fugas de agua son el factor desencadenante para el hundimiento por efecto antrópico. El agrietamiento de casas y suelo nos indican el inicio de un hundimiento. Cabe señalar que no todas las grietas deben su origen a este fenómeno.

Existen algunas comunidades que en caso de la ocurrencia de deslizamientos se ven incomunicadas por vía terrestre. Desafortunadamente es necesario el saneamiento de los caminos de acceso y la creación de albergues temporales en las comunidades más retiradas. Además algunas comunidades no tienen comunicación por radio con protección civil, por lo

que las necesidades básicas tienden a desconocerse. Por esta razón se proponen las siguientes medidas:

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

V- Saneamiento de los caminos de terracería que permiten el acceso y evacuación de las comunidades más alejadas.

VI- Implantación de una red de telecomunicaciones entre las comunidades y la cabecera municipal.

### Hidrometeorológicas

#### 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.

- Embovedado de los Canales Pluviales que cruzan la Cabecera Municipal,
- Embovedado de los Canales Pluviales en ambos lados del Camino hacia la cabecera municipal.
- Desazolve de la 2 Presas. Reforestación del Lomerío Comunal