ATLAS DE GESTIÓN DE RIESGOS

SAN MELCHOR BETAZA

MARZO 2024

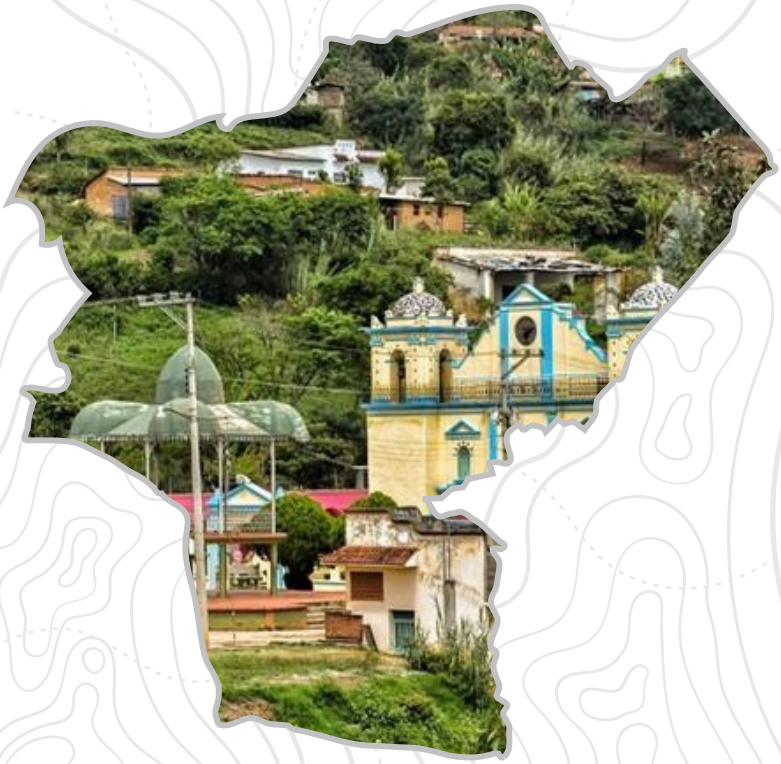
SAN MELCHOR BETAZA

OAXACA
GOBIERNO DEL ESTADO

PLANEACIÓN
INSTITUTO DE PLANEACIÓN PARA EL BIENESTAR

PROTECCIÓN CIVIL
COORDINACIÓN ESTATAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS

INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURAS Y COMUNICACIONES



Contenido

Capítulo I. Introducción, antecedentes y justificación 6
I.1 Introducción 6
I.2 Antecedentes 8
I.3 Justificación 12
I.3.1 Eventos perturbadores y declaratorias 12
I.4 Objetivos 17
I.4.1 Objetivo General 17
I.4.2 Objetivos particulares 17
I.5 Metodología General 18
I.6 Marco Legal 21
I.6.1 Ámbito Internacional 21
I.6.2 Leyes federales 22
I.6.3 Leyes estatales 23
I.6.4 Normas Municipales 24
Capítulo II. Determinación de la zona de estudio 25
II.1 Ubicación de la zona de estudio 25
II.2 Superficie, localidades y población 27
II.3 Mapa Base (topográfico) 28
II.4 Modelo Digital de Elevación 30
Capítulo III. Caracterización de los elementos del medio natural 31
III.1. Fisiografía 31
III.1.1 Provincia fisiográfica 31
III.1.2 Subprovincia fisiográfica 33
III.2 Geomorfología 34
III.3 Geología 35
III.3.1 Relieve 37
III.4 Edafología 38
III.5 Hidrografía 40
III.5.1 Cuencas, subcuencas y microcuencas 43
III.6 Clima 44
III.6.1 Temperatura 46

III.6.2 Precipitación 48
III.6.3 Evapotranspiración 50
III.6.4 Vulnerabilidad ante el cambio climático 52
III.7 Uso de suelo y vegetación 53
III.7.1 Uso de suelo y vegetación 53
III.7.2 Uso de suelo 55
III.7.3 Vegetación 56
III.8 Áreas Naturales Protegidas 58
Capítulo IV. Caracterización de los elementos demográficos, sociales, económicos y de equipamiento 59
IV.1. Dinámica demográfica 59
IV.1.1 Población y distribución del municipio, por localidad 59
IV.2 Condiciones sociales y económicas 62
IV.2.1 Población con discapacidad 62
IV.2.2 Lenguas indígenas 64
IV.2.3 Servicios de salud 65
IV.3 Empleos e ingresos 67
IV.3.1 Población económicamente activa (PEA) 67
IV.3.2 Sectores productivos 69
IV.4 Pobreza y marginación 73
IV.5 Inventario de bienes expuestos 75
IV.5.1 Viviendas y edificaciones 75
IV.5.2 Infraestructura para la salud 78
IV.5.3 Infraestructura educativa 79
IV.5.4 Infraestructura de entretenimiento 81
IV.5.5 Bienes inmuebles 82
IV.5.5.2 Infraestructura para la seguridad alimentaria 85
Capítulo V. Identificación de peligros, vulnerabilidad, exposición y riesgos ante fenómenos de origen natural y antropogénicos 90
V.1 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos geológicos 92
V.1.1 Inestabilidad de Laderas 92
V.1.2 Sismo 129
V.1.3 Tsunami 140
V.1.4 Vulcanismo 142

V.1.5 Hundimientos (Subsidencia) y agrietamiento del terreno 144
V.2 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos hidrometereológicos 153
V.2.1 Inundaciones pluviales 163
V.2.2 Inundaciones fluviales* 173
V.2.3 Inundaciones costeras* 173
V.2.4 Inundaciones lacustres* 173
V.2.5 Tormentas de granizo 174
V.2.6 Nevadas 184
V.2.7 Tormentas eléctricas 187
V.2.8 Sequías 197
V.2.9 Ondas cálidas 200
V.2.10 Ondas gélidas 209
V.2.11 Heladas 217
V.2.12 Tornados 219
V.3 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos químico-tecnológicos 221
V.3.1 Sustancias peligrosas 221
V.3.2 Incendios forestales 224
V.4 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos sanitario-ecológicos 226
V.4.1 Contaminación del suelo, aire y agua 226
V.4.2 Epidemias y plagas 233
V.5 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos socio-organizativos 246
V.5.1. Concentración masiva de población 246
V.5.2 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica 248
V.6 Vulnerabilidad social 250
V.6.1 Vulnerabilidad Social del Municipio 254
V.7 Grado de exposición del Municipio 259
V.8 Riesgos por fenómenos geológicos 261
V.8.1 Inestabilidad de Laderas 262
V.8.2 Sismos 289
V.8.3 Tsunami * 295
V.8.4 Hundimientos (Subsidencia) y agrietamiento del terreno 295
V.9 Riesgos por fenómenos hidrometereológicos 299
V.9.1 Inundaciones pluviales 300

V.9.2 Inundaciones fluviales *.....310
V.9.3 Inundaciones lacustres *.....310
V.9.4 Ciclones tropicales.....311
V.9.5 Tormentas eléctricas.....312
V.9.6 Ondas gélidas.....320
V.9.7 Ondas cálidas.....339
V.9.8 Sequías.....349
V.9.9 Tornados.....350
V.10 Riesgos por fenómenos químico-tecnológicos.....352
V.10.1 Sustancias peligrosas.....352
V.10.2 Incendios forestales.....355
V.11 Riesgos por fenómenos sanitario-ecológicos.....356
V.11.1 Contaminación del suelo, aire y agua *.....356
V.11.2 Epidemias y plagas.....357
V.12 Riesgos por fenómenos socio-organizativos.....366
V.12.1 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica.....366
Capítulo VI. Gestión de Riesgos de Desastres.....368
VI.1 Enfoque para la Reducción de Riesgos de Desastres.....370
VI.1.2 Análisis de los principales riesgos identificados cartográficamente.....372
VI.1.1 Nivel de Riesgos identificados cartográficamente.....372
VI.1.2 Posibles estrategias a implementar para la reducción de riesgos identificados en el territorio.....378
VI.3 Análisis de la percepción del nivel de riesgo de la población.....381
VI.3.1 Actores relevantes del municipio que participaron en el análisis de percepción del riesgo.....381
VI.3.2 Memoria histórica de eventos perturbadores que han impactado al territorio.....383
VI.3.3 Identificación y priorización de amenazas y vulnerabilidades en el municipio.....386
VI.3.4 Definición de posibles acciones a implementar para la Reducción de Riesgos en el municipio.....389
VI.3.5 Análisis de la percepción del grado de peligro.....390
VI.3.6 Análisis de la percepción del grado de vulnerabilidad.....395
VI.3.7 Análisis de la percepción del grado de Riesgo.....397
VI.3.8 Acciones para Gestionar y Reducir el Riesgo de Desastres.....400
VI.4 Conclusiones y recomendaciones.....404

VI.4.1 Conclusiones 404

VI.4.2 Recomendaciones de vulnerabilidades, problemáticas y riesgos que es importante retomar para el Ordenamiento Territorial y Urbano 405

VI.4.3 Recomendaciones de proyectos y estudios que se requieren para mejorar el conocimiento del territorio 405

Glosario 406

Índice de tablas, mapas, gráficas e ilustraciones 409

Bibliografía 422

Capítulo I. Introducción, antecedentes y justificación

I.1 Introducción

Un Atlas Municipal de Riesgos es un documento que contiene información sobre los posibles fenómenos naturales o antropogénicos que pueden afectar a un municipio, así como sus niveles de peligro, exposición y vulnerabilidad. Su objetivo es facilitar la gestión integral de riesgos, la prevención de desastres, el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano sustentable.

Para la elaboración del presente instrumento, se consideró la información contenida en fuentes federales oficiales como la disponible del INEGI, CONAGUA, la generada por el Servicio Meteorológico Nacional, y la que forma parte del Atlas de Riesgos Nacional a cargo de CENAPRED. Se incluyeron datos de algunas fuentes del Gobierno del Estado, tales como los Atlas de Riesgos del Estado de Oaxaca, fichas técnicas de SISPLADE y del Atlas de Género de Oaxaca, entre otros. Así mismo, se revisaron los antecedentes de las declaratorias por la ocurrencia de fenómenos naturales que han afectado al municipio.

Se puede decir que los desastres en un territorio ponen en evidencia una falta de apropiación y decisiones adecuadas respecto del territorio. Cuando estas decisiones no consideran los aspectos físicos y aquellos relacionados con los peligros geológicos e hidrometeorológicos, se ven incrementados los riesgos de los sistemas expuestos. En este sentido, y para evitar la expansión de los asentamientos humanos en zonas susceptibles a los desastres, es necesario elaborar un análisis respecto de las características físicas del territorio, los peligros a los que está expuesto y la vulnerabilidad física y social, de manera que le permitan a la población en general y a las autoridades, contar con los elementos para disminuir el impacto de los fenómenos naturales, con la finalidad de guiar el desarrollo de las comunidades hacia zonas aptas.

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.

El presente Atlas de Riesgos se conforma de seis capítulos. El primero incluye la introducción, antecedentes, objetivos, alcances, metodología general y contenido. Es en general una breve descripción de la situación actual del municipio y los fenómenos que lo han impactado.

El capítulo dos hace referencia a la determinación de la zona de estudio. En este apartado se define en forma precisa la localización del municipio, sus límites políticos y localidades. Además, se muestra la conformación del mapa topográfico base.

En el tercer capítulo se define la caracterización de los elementos de medio natural, mismo que explica los siguientes temas: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y las áreas naturales protegidas de la zona de estudio.

El cuarto capítulo integra la caracterización general de la situación demográfica, social y económica de la zona de estudio, con indicadores básicos que revelan las condiciones generales en las que se encuentra el municipio. En el quinto capítulo se desarrolla, para los diferentes fenómenos geológicos, hidrometereológicos y antropogénicos, la identificación de peligros, susceptibilidad, vulnerabilidad y riesgos según sea el caso.

Por último, el capítulo seis muestra las posibles acciones de prevención o mitigación propuestas para enfrentar los desastres. El capítulo siete se enfoca en un glosario de términos empleados y el capítulo 8 es referente a la bibliografía, bases de datos, cartografía y hemerografía empleada.

Los fenómenos estudiados son de los siguientes temas:

- **Fenómenos Geológicos**
  - Vulcanismo
  - Sismos o tsunamis
  - Deslizamientos
  - Derrumbes, flujos o agrietamientos y hundimientos

- **Fenómenos Hidrometeorológicos**
  - Tormentas eléctricas
  - Lluvias extremas
  - Sequías
  - Ondas cálidas
  - Vientos fuertes
  - Inundaciones
  - Tormentas de granizo
  - Ondas gélidas o nevadas

Este Atlas de Riesgos municipal se elaboró, además, apoyado con métodos participativos para identificar en el terreno las áreas expuestas, los sectores de la población comprometidos y para describir los grados de susceptibilidad ante los fenómenos hidrometeorológicos, geológicos y antropogénicos estudiados.

I.2 Antecedentes

Contexto e historia del municipio

San Melchor Betaza toma su primer nombre en honor de San Melchor, santo de la religión católica, que es el patrono del pueblo, mientras que el nombre "Betaza" proviene de la lengua zapoteca y significa "*loma de aire*". Se compone de dos vocablos: Bee "*aire*" y taza – "*loma*". Existe la versión de algunas personas originarias de la comunidad, que su nombre proviene del zapoteco "*blehghe*". El término Betaza se le da a la llegada de los españoles, ya que en la parte baja de la comunidad, cerca del río Trapiche, se encuentra una mina con ricas betas de materiales como la plata, el oro y el diamante (Betaza, 2012).

La creación del municipio de San Melchor Betaza data de alrededor del año 1521, cuando la comunidad fue formada por indígenas zapotecos, quienes empezaron a poblar ranchos pequeños. Pocos años después fueron conquistados por los españoles sin uso de las armas, ya que junto con ellos llegaron los frailes, quienes además de realizar la conquista de la comunidad, iniciaron con la construcción de sus edificios (Betaza, 2012).

Sus títulos les fueron expedidos el 23 de julio de 1794, por el juez privativo de tierras y aguas y se les puso posesión de sus terrenos el 8 de agosto de 1800, por el C. Juan José Hernández Poyler como delegado del alcalde mayor Don José Bernardo Machuca (PMD 2012). Es para el 15 de marzo de 1825, que mediante el decreto Número 47 de la Ley de División y Arreglo, de los Partidos que componen el Estado Libre de Oaxaca, se le da la categoría oficial de pueblo. Para el 23 de octubre de 1891, la comunidad recibe la categoría de Ayuntamiento de acuerdo con la División Política, Judicial, Municipal y Estadística del Estado Libre y Soberano de Oaxaca (INEGI, Evolución histórica de los municipios de México de 1810 a 2020 - Oaxaca, 2023).

De acuerdo con el censo de población del INEGI (2020), la población total del municipio de San Melchor Betaza es de 1,052 personas, distribuida en 48% hombres y 52% mujeres. Cuenta con tres localidades rurales, siendo San Melchor Betaza la localidad más poblada con 705 habitantes, seguido de Santo Tomás Lachitá con 293 habitantes y Loma de Conejo (Arriba del Tanque) con 54 habitantes (INEGI, Sistema para la Consulta de Información Censal, SCINCE, 2024). La población se encuentra en situación de pobreza y presenta los grados de marginación y rezago social **alto** en la escala de CONEVAL.

De las 3 localidades, la homónima tiene categoría de cabecera municipal, de acuerdo con los lineamientos del INEGI, mientras que Santo Tomás Lachitá es la única que tiene reconocimiento como Agencia Municipal por parte del H. Congreso del Estado de Oaxaca (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2018).

Antecedentes Agrarios

Dentro del territorio del municipio de San Melchor Betaza, se encuentran dos núcleos agrarios, ambos catalogados de tipo *comunidad*. Uno de esos núcleos se identifica con el mismo nombre del municipio, "San Melchor Betaza", que agrupa a 134 comuneros y que fue dotado de una superficie de 3,451.9 hectáreas por la vía de RTBC (Reconocimiento y Titulación de Bienes Comunales), con fecha de Resolución Presidencial del 19 de agosto de 1988, y ejecutada el 13 de enero de 1991, y que fue certificado con el programa PROCEDE en el año 2005. El otro núcleo se identifica como *Santo Tomás Lachitá,* que agrupa a 120 comuneros y que fue dotado de una superficie de 442.8 hectáreas por la vía de RTBC, con fecha de Resolución Presidencial del 22 de agosto de 2018, y ejecutada el 11 de diciembre de 2018; este núcleo fue certificado con el programa FANAR en el año 2019 (RAN, 2024).

Actualmente, ambos núcleos agrarios cuentan con órganos de representación vigentes. Para el caso de San Melchor Betaza, el período de vencimiento es el 02/04/2026, mientras que para Santo Tomás Lachitá es el 28/07/2025. En ambos casos, su renovación es cada 3 años, tal como lo señala la Ley Agraria vigente.

Cultura y Patrimonio

Del total de población del municipio, el 89.3% se considera indígena y el 0.5% se considera afrodescendiente. Así mismo, el panorama sociodemográfico indica que la población con más de 5 años que habla alguna lengua indígena, el 98.7% de la población habla lengua zapoteca, el 1.2% habla mixe y el .01% habla alguna lengua chinanteca. Cabe mencionar que del total de las personas de 3 años o más, el 78.2% habla alguna lengua indígena y el español (INEGI, Sistema para la Consulta de Información Censal, SCINCE, 2024).

San Melchor Betaza ostenta un patrimonio cultural intangible; su lengua zapoteca, medicina tradicional, artesanías, vestimenta original, ritos, costumbres y tradiciones. Sin embargo, las tradiciones y costumbres del pueblo se han ido perdiendo con el tiempo, ya que, al emigrar a otros estados o país, los habitantes traen nuevas costumbres (Betaza, 2012). Su lengua zapoteca aún se conserva tanto en adultos como en los niños, en sus interacciones cotidianas; un porcentaje menor hablan el castellano exclusivamente cuando se dirigen a personas ajenas a la comunidad.

En el municipio es común la actividad de producción de panela que se hace en un entorno familiar, así como la producción agrícola. En esta última, se tiene por costumbre el intercambiando de mano de obra entre familias, ya que comentan las personas que si no hay intercambio de mano de obra, la cosecha no rinde, o bien, no se recupera la inversión.

La actividad agrícola y pecuaria es de autoconsumo, siendo la más común entre los habitantes. En ocasiones, el producto excedente que comúnmente es frijol, panela y chícharo se comercializa con las comunidades vecinas por medio del trueque (Betaza, 2012).

Forma de organización y autoridades

El ayuntamiento de San Melchor Betaza es uno de los 417 municipios que se rigen por el Sistema Normativo Indígena, lo que lleva a resolver controversias, elección de autoridades y procedimientos de acuerdo con los usos y costumbres de la comunidad.

La elección de la autoridad se da en asamblea de elección que se realizan cada 3 años. Los habitantes de la agencia municipal no pueden votar ni ser votados. Se eligen presidente municipal, un síndico y un cabildo integrado por dos regidores. La duración de los cargos municipales es de un año (IEEPCO I. E., Ficha informativa municipal.- San Melchor Betaza, 2022-2023).

Infraestructura

La infraestructura con la que cuenta el municipio de San Melchor Betaza se reduce al palacio municipal de la cabecera y agencias, agencia de correos, Centro Comunitario de Aprendizaje, drenaje pluvial y sanitario, calles pavimentadas y alumbrado público (Betaza, 2012).

Actividades productivas

De la población económicamente activa de San Melchor Betaza se dedica principalmente a la producción de panela, misma que se realiza de forma artesanal. Las actividades de producción primaria están relacionadas con la agricultura, siendo la siembra de maíz, frijol y chícharo, mientras la actividad pecuaria se desarrolla solo para autoconsumo en la crianza de aves de corral y ganado bovino y porcino.

En menor número, los habitantes se dedican a la manufactura y bordado de huipiles, rebozos y blusas, además del trabajo de barro rojo, elaborando ollas y otros accesorios para adorno (Betaza, 2012).

Antecedentes de planeación

En el municipio de San Melchor Betaza no hay antecedentes de una planeación, por lo que la urbanización no planeada tiene un efecto directo sobre el suelo, con la

aparición de nuevos asentamientos humanos en zonas no aptas para el desarrollo. Por su localización geográfica de accidentada orografía, limita la planeación ordenada por la falta de un instrumento de planeación de viviendas e infraestructura. Muchas de ellas se ubican en zonas de riesgo. También se puede encontrar una contaminación ambiental que está afectando la salud de sus habitantes y abonando al cambio climático por la quema y deposito a cielo abierto de la basura.

En el municipio de San Melchor Betaza, el estado físico de la infraestructura carretera y vialidades es variado. La carretera que llega a la cabecera municipal es una carretera pavimentada con asfalto que tiene buenas condiciones. Sin embargo, la carretera que comunica con Villa Hidalgo Yalalag es deficiente y está en muy malas condiciones. Por ser núcleos de población muy pequeños y los asentamientos humanos dispersos, dificulta una adecuada prestación de los servicios públicos básicos, comunicación y desarrollo urbano en general, con un alto rezago de agua entubada, drenaje, pavimentación y la falta de infraestructura pública.

Atlas Municipal de Riesgos

En el municipio de San Melchor Betaza no se cuenta con un Atlas Municipal de Riesgos, siendo uno de los 417 municipios sin este documento de planeación.

I.3 Justificación

En el estado de Oaxaca los desastres naturales han sido recurrentes, como lo muestran las declaratorias de emergencia y desastres naturales en distintos años. El municipio de San Melchor Betaza pertenece a la región Sierra Juárez del estado de Oaxaca y es de los municipios que no cuenta con un **ARM** y **POT**. Ha tenido 12 declaratorias oficiales por daños debido a la presencia de agentes perturbadores comprendidos en el periodo del año 2000 al 2018 (CENAPRED, Sistema de Consulta de Declaratorias, 2024).

Algunos de los peligros a los que está expuesto el municipio de San Melchor Betaza se encuentran condicionados por la topografía, clima, geología y por su ubicación geográfica, dónde los fenómenos que han afectado al territorio son los provocados principalmente por sequías, tormentas tropicales, y fenómenos geológicos, como los sismos que han causado daños en infraestructura.

Contar con un Atlas Municipal de Riesgo dinámico e integral representa tener un instrumento de prevención, mitigación y respuesta eficiente en el ordenamiento territorial. A partir de conocer las características e identificados los peligros, vulnerabilidad y riesgo de eventos que pueden tener consecuencias desastrosas y cómo estos inciden en el municipio de San Melchor Betaza, se ayudará a fortalecer la orientación de políticas públicas a fin de prevenir y mitigar daños a la población, causados por fenómenos perturbadores de origen natural o antropogénico.

I.3.1 Eventos perturbadores y declaratorias

En el estado los desastres naturales han sido recurrentes, como lo muestran las declaratorias de emergencia y desastres naturales en distintos años, de acuerdo con la Ficha de Información Básica de Peligros Naturales a nivel Municipal (CENAPRED, Información básica de peligros naturales a nivel Municipal.- San Melchor Betaza, Oaxaca, 2021).

Debido a su ubicación geográfica, el municipio ha sido susceptible de tormentas eléctricas que han ocasionado que los techos de lámina se desprendan de las viviendas. A pesar de que no se han tenido declaratorias de emergencia debido a este fenómeno meteorológico, el impacto económico y social ha sido fuerte. Adicionalmente, la abundante lluvia de los ciclones tropicales ha causado afectaciones, ocasionando serios problemas de índole económica y de autosuficiencia alimentaria.

Los estragos ocasionados por los fenómenos que han afectado al municipio han dado como resultado que este haya sido considerado dentro de la declaratoria de

emergencia de los municipios afectados del estado de Oaxaca. La onda de calor es otro fenómeno que tiene un impacto negativo en los sectores productivos de la actividad humana en el municipio (ganadería, agricultura, recurso forestal, salud), sin dejar pasar por alto el sector servicio (agua potable), tal como se resume en la siguiente tabla.

Tabla 1. Grado de peligro por fenómenos naturales en el municipio de San Melchor Betaza

Fenómeno Perturbador	Grado de Peligro	Declaratorias	
		Desastre	Emergencia
Sequía	Medio	Ninguna	Ninguna
Onda de Calor	Alto	Ninguna	Ninguna
Bajas Temperaturas	Bajo	Ninguna	Ninguna
Tormenta Eléctrica	Muy Alto	Ninguna	Ninguna
Ciclón Tropical	Bajo	Ninguna	**2**
Nevada	Muy Bajo	Ninguna	Ninguna
Granizada	Bajo	Ninguna	Ninguna
Tornado	Sin Tornado	Ninguna	Ninguna

Elaboración propia a partir de datos publicados por CENAPRED en "Información básica de peligros naturales de San Melchor Betaza", 2021

Derivado de su ubicación geográfica y a lluvias severas que se han presentado, el municipio ha sufrido estragos por fenómenos hidrometereológicos, por lo que se ha hecho una declaratoria de emergencia por inundación fluvial en el municipio, tal como se reporta en la tabla siguiente.

Tabla 2. Grado de peligro por inundaciones en el municipio de San Melchor Betaza

Inundaciones				
Fenómeno Perturbador	Grado de Peligro	Nivel de Vulnerabilidad	Declaratorias	
			Desastres	Emergencia
Inundaciones	Bajo	Muy Bajo	1	Ninguna

Elaboración propia a partir de datos publicados por CENAPRED en "Información básica de peligros naturales de San Melchor Betaza", 2021

En el municipio es muy recurrente que se presenten derrumbes, deslizamientos y flujos. Su tasa de mayor incidencia se presenta en la temporada de lluvias, dado que el terreno que conforma a las laderas y taludes se satura, aumentando su peso y reduciendo su resistencia, como se muestra en la tabla.

Tabla 3. Grado de susceptibilidad por Inestabilidad de laderas en el municipio de San Melchor Betaza

Inestabilidad de laderas		
Susceptibilidad	Área en Km²	Porcentaje
Muy Baja	4.18	6.86%

Baja	0.0	0.0%
Media	10.37	17.04%
Alta	46.25	76.03%
Muy Alta	0.04	0.07%

Elaboración propia a partir de datos publicados por CENAPRED en "Información básica de peligros naturales de San Melchor Betaza", 2021

Sismos

Los efectos de sismos representan un porcentaje importante en la ocurrencia de deslizamientos de laderas (taludes naturales), principalmente en suelos sensitivos. Podrían conducir a la falla si los movimientos sísmicos son de suficiente magnitud y duración y el municipio está expuesto a este fenómeno por su ubicación en zona C, de acuerdo con la regionalización sísmica de CFE (ver siguiente tabla=.

Tabla 4. Grado de peligro por sismo en el municipio de San Melchor Betaza

Sismos	
Zona	**C**
Efecto de Sitio	**Sin comentarios**
Deslizamiento por sismo	**En este municipio hay peligro de deslizamiento por sismo**
Características	**La zona C, de sismicidad alta, se caracteriza por ser una región en donde se registran sismos de forma frecuente.**
Observaciones	**Sin comentarios**

Fuente: Elaboración propia (CENAPRED, Información básica de peligros naturales a nivel Municipal.- San Melchor Betaza, Oaxaca, 2021)

Declaratoria por desastre

El municipio ha tenido cuatro declaratorias por desastre, de las cuales, una fue por fenómenos químicos, de tipo incendio forestal (2003), dos por fenómenos geológicos de tipo sísmico y de deslave con movimiento de ladera (2010, 2017), y uno por fenómeno hidrometeorológico, causando lluvia severa e inundación fluvial en 2018 (CENAPRED, Sistema de Consulta de Declaratorias, 2024).

Tabla 5. Declaratorias por desastre en el municipio de San Melchor Betaza

Tipo Declaratoria	Clasificación Fenómeno	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Desastre	Hidrometeorológico	Lluvias	05/11/2018	19/10/2018	21/10/2018	Lluvia severa e inundación fluvial
Desastre	Geológico	Sismo	14/09/2017	07/09/2017	07/09/2017	Sismo magnitud 8.2
Desastre	Geológico	Deslave	21/10/2010	20/08/2010	20/08/2010	Movimiento de laderas

Desastre	Químico	Incendio Forestal	22/04/2003	01/01/2003	27/03/2003	Incendio forestal. En la declaratoria de desastre del DOF se incluyeron localidades y algunos municipios se duplicaron

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por el Sistema de Consulta de Declaratorias, CENAPRED, 2024

Derivado de lo anterior, se determina que el municipio ha sufrido mayormente por afectación de fenómenos de lluvias y tormentas. No obstante, no se cuenta con información que señale o cuantifique daños materiales y/o pérdidas humanas.

Declaratoria por emergencia

Se han presentado seis declaratorias de tipo emergencia; tres por fenómenos hidrometeorológicos tipo lluvia y helada severa (2005, 2010), una por la tormenta tropical "Rosa" (2000), una declaratoria por fenómeno geológico tipo deslave, con movimiento de laderas (2010), y una declaratoria por fenómeno químico, tipo incendio forestal en 2003 (CENAPRED, Sistema de Consulta de Declaratorias, 2024).

Tabla 6. Declaratorias por emergencia en el municipio de San Melchor Betaza

Tipo Declaratoria	Clasificación Fenómeno	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Emergencia	Geológico	Deslave	25/10/2010	20/08/2010	06/10/2010	Movimiento de laderas
Emergencia	Hidrometeorológico	Heladas	03/01/2018	09/12/2017	12/12/2017	Helada severa
Emergencia	Hidrometeorológico	Lluvias	02/11/2018	19/10/2018	20/10/2018	Lluvia severa
Emergencia	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	10/11/2000	07/11/2000	10/11/2000	Tormenta tropical Rosa. No se especifican los municipios afectados.
Emergencia	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	10/11/2000	07/11/2000	10/11/2000	Tormenta tropical Rosa. No se especifican los municipios afectados.
Emergencia	Químico	Incendio Forestal	22/04/2003	01/01/2003	27/03/2003	Incendio forestal. En la declaratoria de desastre del DOF se incluyeron localidades y algunos municipios se duplicaron.

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por el Sistema de Consulta de Declaratorias, CENAPRED, 2024

Otro de los factores a tener en cuenta cuando hablamos de desastres y vulnerabilidad es el tema de las viviendas, ya que en San Melchor Betaza hay algunas que están construidas con muros de adobe, tanto con techos rígidos como flexibles, y que podría ser un factor que pudiera elevar el nivel de vulnerabilidad de la población del municipio.

También es importante destacar que hay viviendas con muros de materiales débiles con techos flexibles o no clasificados, y que hacen más susceptible de riesgo a esta población si ocurriera algún desastre (CENAPRED, Información básica de peligros naturales a nivel Municipal.- San Melchor Betaza, Oaxaca, 2021). Por tanto, es necesario realizar el levantamiento de viviendas vulnerables en el municipio para identificar aquellas que requieren de mejoras estructurales.

Con la elaboración del AMR como instrumento de planeación, se potenciará el ordenamiento del territorio, generando centros de población sustentables y distribución espacial de zonas de riesgo bien delimitada, cumpliendo con el objetivo de mitigar estos eventos naturales cuando se presentan.

I.4 Objetivos

I.4.1 Objetivo General

Que las autoridades y la población del municipio cuenten con un estudio documental y de campo que permita la **caracterización del nivel de riesgo, así como la vulnerabilidad física y social ante la exposición a uno o varios agentes perturbadores de tipo geológico, hidrometeorológico y/o antropogénico** que pueden afectar a la población, sus bienes y el entorno del municipio; de manera que sirva de base a tomadores de decisiones, tanto para la **definición de obras y acciones de prevención y mitigación**, como para la reducción de vulnerabilidades, la preparación y atención de emergencias y que se logre reducir la pérdida de vidas y las afectaciones a los de medios de vida ante el embate de fenómenos perturbadores.

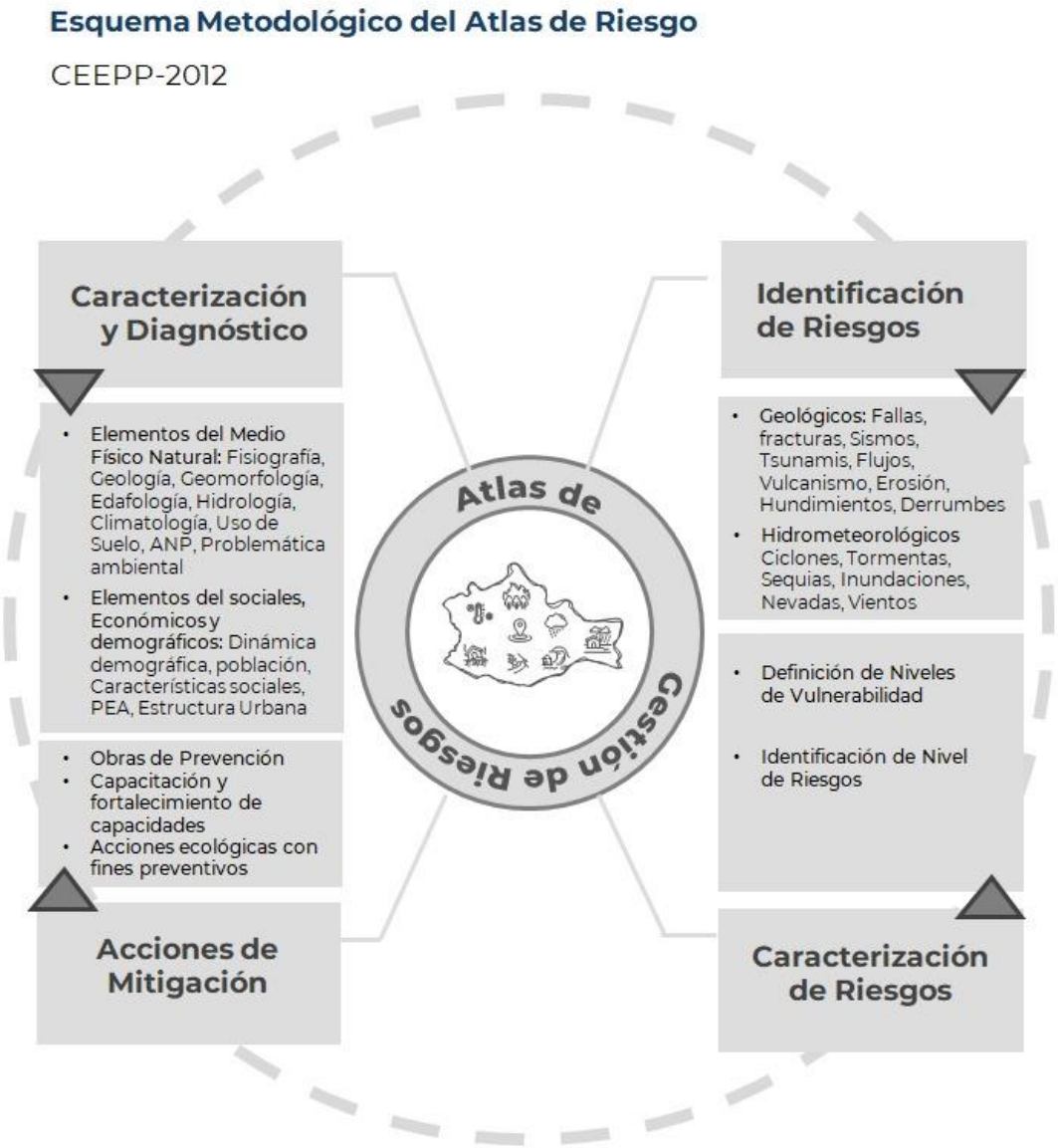
I.4.2 Objetivos particulares

- Contar con un **documento cartográfico** y escrito que representa y zonifica cada uno de los fenómenos naturales y antropogénicos perturbadores de manera clara y precisa, así como las bases de datos homologadas para cada uno de los fenómenos perturbadores presentes en el municipio.
- Contar con un **sistema de información geográfica** que permita la actualización, consulta y generación de información tabular y gráfica de los diferentes riesgos, niveles de vulnerabilidad y zonas de afectación.
- Generar los **procedimientos** para la integración, homologación y estandarización de la información de los peligros de tipo geológico, hidrometeorológico y antropogénicos que permitan la definición de zonas y situaciones de riesgo.
- Proporcionar un **sustento metodológico** para fundamentar líneas de acción y estrategias de adaptación y mitigación de riesgos, que contribuyan a reducir el uso de esquemas tradicionales basados en acciones reactivas ante una situación de desastre.

I.5 Metodología General

Las bases teóricas y procedimentales para la elaboración del Atlas de Riesgos del municipio se derivan de lo establecido en la "Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos (SEGOB, CENAPRED, 2016)", y la "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Conceptos Básicos sobre Peligros, Riesgos y su Representación Geográfica (SSPC, CENAPRED, 2021)".

Imagen 1. Esquema Metodológico del Atlas de Riesgo



Su realización se divide en cinco etapas, donde participó un equipo de técnicos especialistas y analistas de diversas disciplinas, quienes han tenido a su cargo la realización del proyecto de acuerdo con lo siguiente:

- Un equipo especialista para la búsqueda, procesamiento y sistematización de la información estadística y cartográfica de fuentes oficiales.
- Un equipo de especialistas en metodología y elaboración de instrumentos para el levantamiento de información y trabajo de campo.
- Un equipo de especialistas y analistas de información que integró la información de fuentes oficiales y la generada en campo.
- Un equipo de técnicos que forma parte del personal del ayuntamiento y que participó en el levantamiento de la información de fuentes primarias dentro del área de estudio.

Primera etapa. Se procedió a realizar una recopilación e investigación documental de datos de las principales instituciones nacionales de información del territorio, tales como INEGI, CENAPRED, CONAPO, CONAGUA, SEGOB, SAGARPA, CONABIO, entre otros, así como organismos equivalentes estatales y municipales, particularmente de las áreas de Protección Civil. Se llevó a cabo, además, la consulta de cartografía y de diferentes autores e instituciones oficiales, con el fin de analizar los factores del medio físico de la zona de estudio, como son: fisiografía, geomorfología, geología (litología y estructuras), hidrología, clima, suelos, uso actual y vegetación.

Posteriormente, los datos se procesaron en función de la guía y, con base a los niveles aplicables de cada caso, se elaboraron las tablas gráficas y mapas, tanto de la caracterización de los elementos del medio, como de la caracterización sociodemográfica y económica. Después se identificaron los peligros predominantes, así como las áreas de incidencia de cada fenómeno, tanto geológicos, como hidrometereológicos y antropogénicos. Se definieron las áreas de vulnerabilidad física y social, así como el grado de riesgo predominante.

Segunda etapa. Se llevó a cabo una serie de acciones encaminadas al reconocimiento general del medio donde se ubica el área de estudio, con el fin de identificar las amenazas ocasionadas por fenómenos de tipo natural, existentes en la región. Se realizaron las siguientes actividades:

- Identificación y consulta documental de fuentes del municipio, hemerotecas, diversos archivos históricos y archivos del Ayuntamiento.
- Consulta a pobladores y cronistas, a fin de conocer los eventos naturales que han tenido relevancia e impacto en la localidad, así como su frecuencia, impacto ocasionado y reacción de las autoridades y de la población en general.
- Entrevistas a las autoridades locales de diversos sectores con el fin de identificar la capacidad de respuesta institucional ante cada uno de los eventos naturales

que pudieran representar una amenaza, además de determinar si cuentan con planes y/o protocolos de actuación para enfrentarlos cuando se presenten.

- Recorridos para el levantamiento de información del territorio municipal, tanto para verificar el estado de la infraestructura física, como para identificar información adicional respecto de las zonas de riesgo por fenómenos naturales y antropogénicos, y para detectar la presencia de agentes contaminantes que pudieran representar una amenaza para la población. Se revisó el tipo de construcción, características y condiciones estructurales de las viviendas en riesgo. Se estimaron las tendencias de crecimiento y densificación de los asentamientos humanos y en particular aquellos ubicados en zonas de riesgo.
- Taller con autoridades, el área de Protección Civil y actores clave de la comunidad, para reflexionar respecto grado de conocimiento y percepción de los riesgos. Se recuperó información relacionada con las amenazas, vulnerabilidad, capacidad de reacción y posibles acciones a emprender tanto por las autoridades, como por la población para gestionar el riesgo ante los diferentes fenómenos perturbadores que se han presentado o podrían presentarse. Se estimaron las fortalezas y las debilidades con relación al grado de organización y preparación de la comunidad para hacer frente a contingencias. De igual forma se registró información relacionada con el grado de desarrollo institucional de la función que desempeña el área de protección civil en el municipio con relación al personal, equipamiento y recursos presupuestales.

Tercera etapa. Con base a la identificación de peligros y/o vulnerabilidad, se desarrolló su zonificación por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para generar cartografía digital y mapas en la que se determinaron las Zonas de Riesgo (ZR), ante los diferentes tipos de fenómenos. El análisis para delimitar las ZR toma como referencia los mapas de peligros, susceptibilidad y/o vulnerabilidad y muestra una interpretación gráfica de los resultados respecto de los riesgos para cada fenómeno, procurando además, hacer vinculaciones entre fenómenos perturbadores cuando estos se sobrepongan.

Cuarta etapa. Una vez obtenida dicha cartografía, se realizó un análisis completo de riesgos, señalando qué zonas son las más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, áreas, infraestructura, equipamiento con probable afectación y se llevó a cabo un taller en el municipio, en el que se propuso qué obras o acciones se proponen para prevenir o mitigar el riesgo.

Los mapas finales representan el grado o nivel de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante cada uno de los fenómenos naturales. Los mapas se presentan en un anexo aparte, en el orden asignado por la Guía. En caso de no existir algún fenómeno, este no se desarrolló, asentando en el documento las razones por las cuales dicho mapa no se realizó.

Las propuestas de acciones y obras están enfocadas a la reducción y mitigación de riesgos; están basadas en la detección y localización de zonas de riesgo o peligro y están ubicadas en la cartografía entregada.

Quinta Etapa. Compilación y análisis del contenido de la documentación disponible en la identificación de riesgos en asentamientos, colonias, barrios y fraccionamientos, describiendo el contenido del marco legal y programático aplicable a desastres.

I.6 Marco Legal

I.6.1 Ámbito Internacional

La **Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible** (ONU; CEPAL, 2016), establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental, el conocimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), asociados a esta Agenda y ayuda a analizar y formular los medios para alcanzar esta nueva visión del desarrollo sostenible. Los que están directamente relacionados con el Atlas de Riegos son 3:

El objetivo 3. *Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades,* y su meta 3.d: *Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial.*

El objetivo 11: *Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*, y su meta 11.b: *Aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.*

El objetivo 13: *Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos,* con su meta 13.1: *Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.*

El **Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030** (ONU, 2015), reconoce que es en el Estado en quien recae la función principal de reducir el riesgo de desastres y determina la responsabilidad compartida con gobiernos locales, sector privado y otros grupos. Este marco establece cuatro prioridades: 1) Comprender

el riesgo de desastres; 2) Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionarlo; 3) Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia; y 4) Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y "reconstruir mejor" en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

I.6.2 Leyes federales

La **Ley General de Protección Civil** (LGPC, 2023), estipula que la Coordinación Ejecutiva del Sistema Nacional recaerá en la Secretaría de Gobernación del Gobierno Federal y le otorga las atribuciones para "*supervisar, a través del CENAPRED, que se realice y se mantengan actualizados, tanto el Atlas Nacional, como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y delegaciones*". En la misma fracción se determina que, *"el Atlas se integra con bases de datos, sistemas de información geográfica y herramientas para el análisis y la simulación de escenarios, así como la estimación de pérdidas por desastres"*[1]. Así mismo, se afirma que, por la naturaleza dinámica de los riesgos, se deberán mantener como un instrumento de actualización permanente. Los Atlas de Riesgo constituyen el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la Gestión Integral del Riesgo.

La **Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano** (LGAHOTyDU, 2021), menciona que les corresponde a los municipios: "*Regular, controlar y vigilar las reservas, usos del suelo y destinos de áreas y predios, así como las zonas de alto riesgo en los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio*"[2].

La **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente** (LGEEPA, 2024), menciona que *"Las autoridades de la Federación, las entidades federativas, los* ***municipios*** *y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en la esfera de su competencia,* ***deberán evitar los asentamientos humanos en zonas donde las poblaciones se expongan al riesgo de desastres*** *por impactos adversos del cambio climático"*[3].

La **Ley General de Cambio Climático** (LGCC, 2023), determina que las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y **los municipios**, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a lo que dicta su fracción I, que menciona que deberán *"****Elaborar y publicar los atlas de riesgo*** *que consideren los escenarios de vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático,* ***tomando en***

[1] LGPC, Artículo 29, fracción XXII.
[2] LGAHOTyDU, Capítulo Cuarto. Atribuciones del Municipio, Artículo 11, fracción II
[3] LGEEPA. Sección IV: Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos, Artículo 23, Fracción X

consideración la información del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático*, atendiendo de manera preferencial a la población más vulnerable y a las zonas de mayor riesgo, así como a las islas, zonas costeras y deltas de ríos*"[4].

I.6.3 Leyes estatales

Ley Orgánica Municipal para el Estado de Oaxaca (LOMEO, 2021), menciona que, entre las atribuciones del Ayuntamiento, le corresponde constituir el **Concejo de Protección Civil Municipal**, y llevar a cabo las medidas y acciones que promuevan los sistemas nacional y estatal de protección civil, para garantizar la seguridad de la población en caso de emergencias o de siniestros, promoviendo la elaboración del Atlas de Riesgos Municipal a fin de ubicar las situaciones de riesgo en su jurisdicción[5]. En su capítulo VII, que habla de la Seguridad Pública y Protección Civil Municipales, determina que *cada municipio se establecerá un Sistema de Protección Civil. El Sistema Municipal de Protección Civil es un conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos, que establecerán las dependencias y entidades de cada municipio entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos voluntarios, sociales y privados y con las autoridades federales y estatales. El Sistema Municipal de Protección Civil, tendrá como objetivos los que establece la Ley de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos de Desastres para el Estado de Oaxaca*[6]. Y define que "*en cada municipio se integrará un Consejo Municipal, que será un órgano de consulta y planeación basado en la coordinación de acciones de los sectores público, social y privado, con el objeto de sentar las bases para prevenir los problemas que puedan ser causados por agentes perturbadores; proteger y auxiliar a la población ante la ocurrencia de situaciones de emergencia o desastre, y dictar las medidas necesarias para el restablecimiento de la normalidad en su territorio. Asimismo, cada municipio contará con una Unidad de Protección Civil*".

La Ley de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos de Desastres para el Estado de Oaxaca (LPCGIRDEO, 2020), en su artículo 44, establece que la coordinación del Sistema Municipal recaerá en la persona titular de la presidencia municipal, y en su fracción IV menciona que entre sus atribuciones le compete: "*investigar, estudiar y evaluar riesgos y daños provenientes de elementos, fenómenos perturbadores naturales o humanos que puedan dar lugar a desastres; integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos en coordinación con las dependencias responsables* ***para la elaboración del Atlas Municipal de Riesgos***[7]". En su artículo 47 define las atribuciones de los Consejos Municipales y en su fracción

[4] LGCC. Artículo 30, fracción I.
[5] Fracción reformada mediante Decreto Núm. 1664, aprobado por la LXIV Legislatura el 2 de septiembre del 2020 y publicado en el Periódico Oficial 40 Sexta Sección del 3 de octubre del 2020.
[6] Artículo 160 reformado mediante Decreto Núm. 1639, aprobado por la LXIV Legislatura el 26 de agosto del 2020 y publicado en el Periódico Oficial 39 Séptima Sección del 26 de septiembre del 2020.
[7] LPCGIRDEO. Artículo 44

IV menciona que le compete "*elaborar y aprobar el Atlas Municipal de Riesgos, en un plazo máximo de tres meses, de haber iniciado el periodo municipal constitucional, y actualizarlos anualmente en términos del Reglamento de la presente ley*[8]".

La **Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Oaxaca** (LOTDUEO, 25), menciona que en materia de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano, los municipios del Estado tendrán como parte de sus facultades y obligaciones "*Proponer y solicitar al Poder Ejecutivo para su autorización, la Fundación* ***de centros de población*** *dentro de los límites de su jurisdicción, cuando sea necesario y,* ***en casos extraordinarios de desastres naturales y/o antropogénicos, la reubicación*** *previo dictámenes correspondientes*"[9].

El **Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028** (PEDEO 2022-2028, 2022), del Estado de Oaxaca incluye un apartado sobre protección civil, que se encuentra en el eje 1, "Estado de Bienestar para todas y todos los oaxaqueños", en el que se reconoce que Oaxaca es un estado vulnerable a los desastres naturales, como los terremotos, los huracanes y las inundaciones. Entre sus objetivos menciona el de :*Salvaguardar a las personas, bienes y su entorno ante la presencia de fenómenos perturbadores de origen natural o humano;* establece entre sus estrategias algunas encaminadas a **reducir el riesgo de desastres** como lo son: *fortalecer el marco legal y operación institucional relacionada con la gestión integral de riesgos y protección civil, desarrollar un sistema de alerta temprana eficiente, impulsar políticas de información y cultura de prevención y protección civil e implementar acciones de prevención y mitigación de riesgos, fortalecer la capacidad de respuesta a emergencias*; determina las siguientes líneas de acción: g*enerar protocolos de prevención, reacción, atención y recuperación, capacitar a los municipios en materia de protección civil y gestión integral de riesgos y asesorar a los municipios para la elaboración de los planes de contingencias.* Así mismo, menciona específicamente las siguientes acciones a realizar: *adoptar medidas para reducir la vulnerabilidad de las viviendas y las infraestructuras públicas, promover la participación ciudadana en la cultura de la prevención y elaborar un plan de contingencia para cada tipo de desastre*.

I.6.4 Normas Municipales

El municipio de San Melchor Betaza se rige por el sistema de usos y costumbres, lo que ha limitado establecer reglamentos internos en distintas áreas del gobierno.

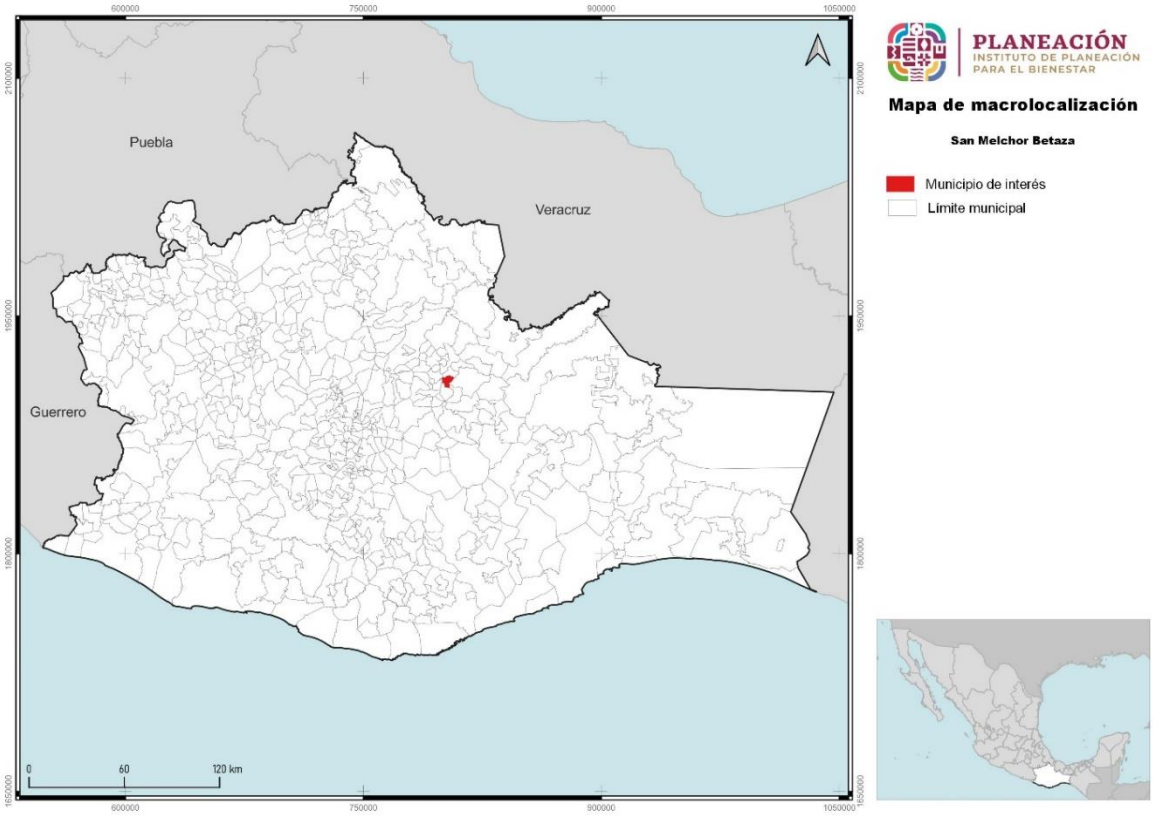
[8] LPCGIRDEO. Artículo 47 Fracción IV
[9] LOTDUEO. Capítulo Segundo, De las Autoridades, Sección III. De los municipios, artículo 8, fracción X

Capítulo II. Determinación de la zona de estudio

II.1 Ubicación de la zona de estudio

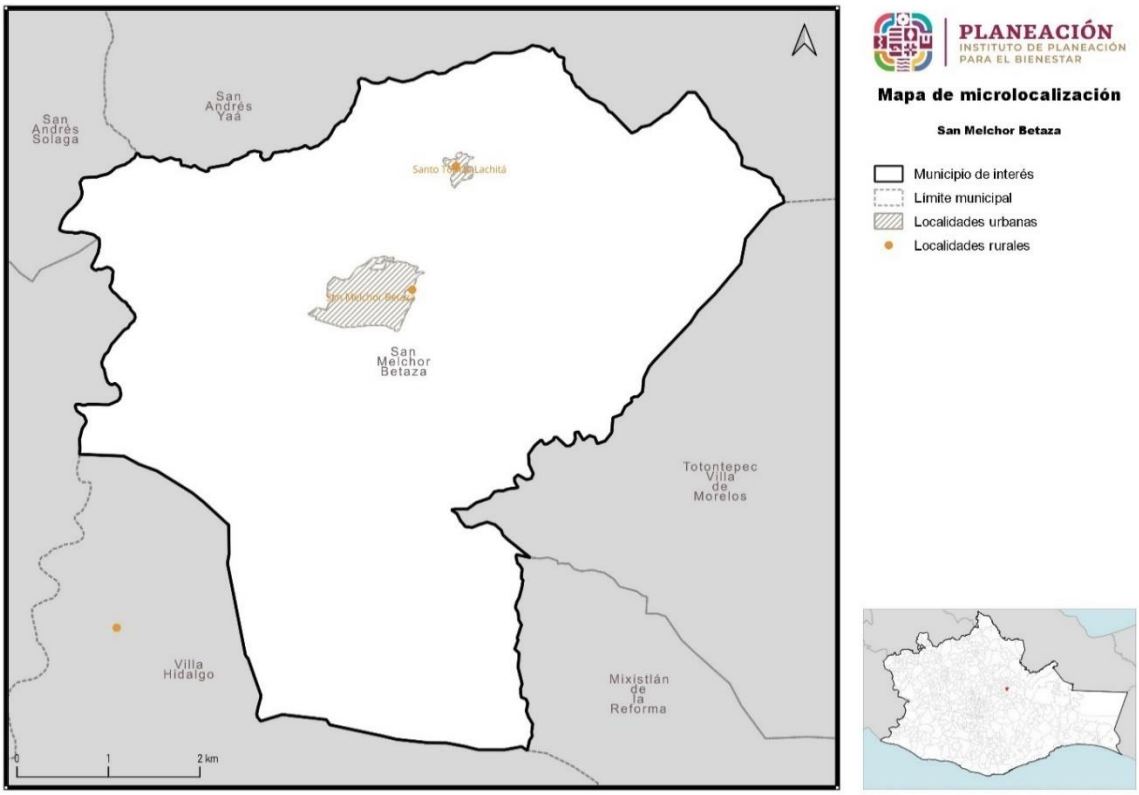
El municipio de San Melchor Betaza se encuentra en el estado de Oaxaca y forma parte del distrito de Villa Alta en la región Sierra Norte del estado.

Mapa 1. Macrolocalización del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 2. Microlocalización del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Se localiza entre los paralelos 17°12’ y 17°17’ de latitud norte; los meridianos 96°06’ y 96°12’ de longitud oeste y altitud entre 700 y 2,000 m.s.n.m.

Colinda al norte con el municipio de San Andrés Yaá; al este con los municipios de San Andrés Yaá y Totontepec Villa de Morelos; al sur con los municipios de Mixistlán de la Reforma y Villa Hidalgo; al oeste con los municipios de Villa Hidalgo, San Baltazar Yatzachi el Bajo, San Andrés Solaga y San Andrés Yaá.

II.2 Superficie, localidades y población

El municipio de San Melchor Betaza cuenta con 3 localidades y una superficie de 34.1 kilómetros cuadrados, que representa el 0.04% de la superficie estatal.

Tabla 7. Localidades del municipio de San Melchor Betaza

Nombre Localidad
San Melchor Betaza
Santo Tomás Lachitá
Loma de Conejo (Arriba del Tanque)

Fuente: CentroGeo, 2024

En el año 2020, el total de la población fue de 1,052 personas, que equivalen al 0.03% del estado. La densidad de población por kilómetro cuadrado es de 30.8, frente a la del estado de Oaxaca que es de 44.1 habitantes por kilómetro cuadrado.

La clave del INEGI asignada para identificar al municipio de San Melchor Betaza es 20257.

Los límites municipales fueron obtenidos del Marco Geoestadístico 2019 del INEGI, se utilizan para fines geoestadísticos y pueden no coincidir con los límites político-administrativos oficiales.

II.3 Mapa Base (topográfico)

Los mapas base sirven como mapa de referencia en el que se superponen datos de capas y se visualiza información geográfica. Un mapa base individual puede estar compuesto de varias capas de entidades, ráster o web, por lo que los mapas base constituyen la base de sus mapas y proporcionan contexto para el análisis.

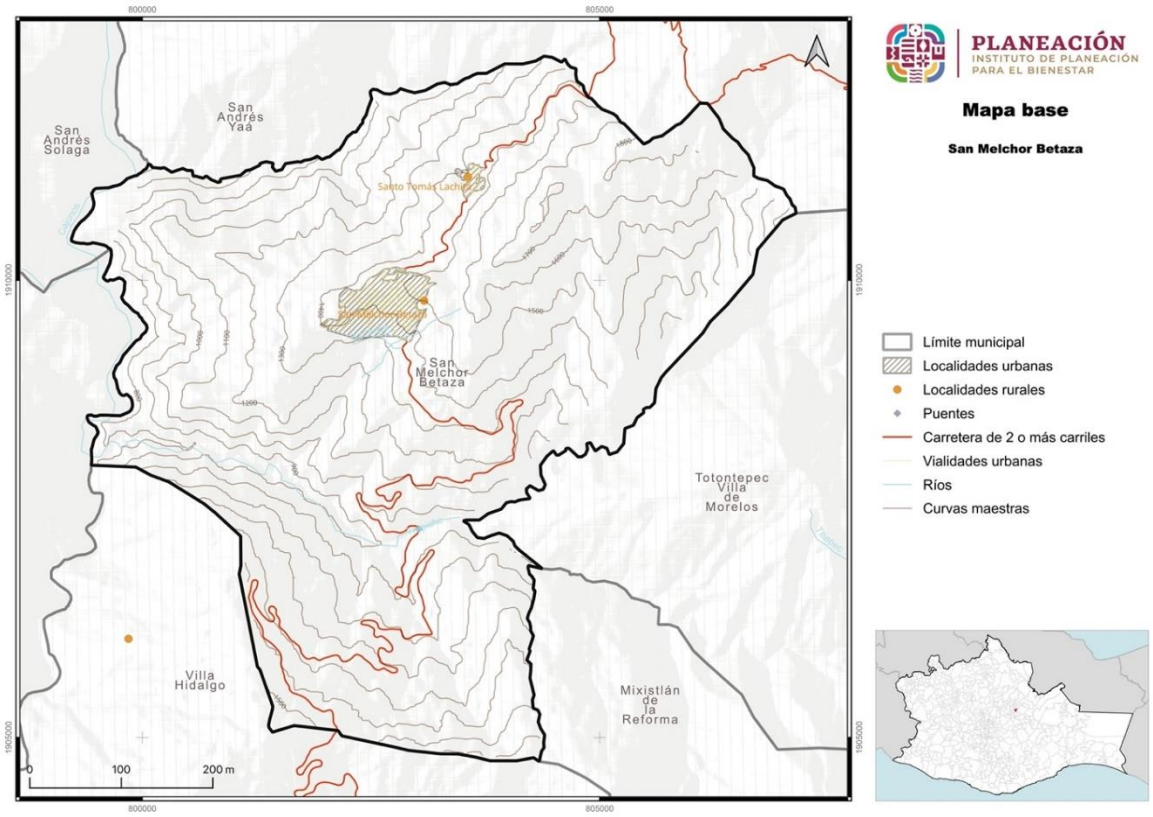
El **Mapa Base**, como todos los demás, tienen el datum del esferoide del planeta conocido como WGS84 (por sus siglas en inglés: World Geodetic System 84), y la proyección en UTM14 norte (sistema Universal Transversal de Mercator).

Los objetos geográficos del mapa base son:

- Límite político-administrativo estatal: la fuente es el marco geoestadístico del 2020, la escala original es de 1:250,000 y la representación es por medio de polígonos.
- Límite político-administrativo municipal: la fuente es el marco geoestadístico del 2020, la escala original es de 1:250,000 y la representación es por medio de polígonos.
- Localidades urbanas y rurales amanzanadas: la fuente es el marco geoestadístico del 2020, la escala original es de 1:250,000 y la representación es por medio de polígonos.
- Localidades rurales: la fuente también es el marco geoestadístico del 2020, escala 1:250,000 y la representación es puntual.
- La red de carreteras proviene del Instituto Mexicano del Transporte 2023. Están organizadas en carreteras de 1 carril, de 2 o más carriles y caminos. Es de representación lineal.
- Los puentes provienen de la cartografía del Instituto Mexicano del Trasporte 2023 (representación puntual).
- Los ríos provienen de la fuente del Sistema Nacional de Información del Agua de CONAGUA (SINA v. 3.0), escala 1:250,000 y la representación es lineal.
- Los cuerpos de agua provienen del Sistema Nacional de Información del Agua de CONAGUA (SINA, v. 3.0), escala 1:250,000, la representación es lineal y es por medio de polígonos.
- Las líneas de conducción fueron tomadas de GeoComunes a partir de la información de la CFE para el año 2010, con representación lineal.

La presente descripción aplica a todos los municipios de Oaxaca. Puede suceder que en algunos municipios no aparezca algún objeto geográfico, debido a que el mismo no existe en dicho municipio.

Mapa 3. Mapa Base del municipio San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

II.4 Modelo Digital de Elevación

Un **Modelo Digital de Elevación** (MDE), es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo.

Estos valores están contenidos en un archivo de tipo ráster con estructura regular, el cual se genera utilizando equipo de cómputo y software especializados. En los modelos digitales de elevación existen dos cualidades esenciales, que son la exactitud y la resolución horizontal o grado de detalle digital de representación en formato digital. Estas varían dependiendo del método que se emplea para generarlas y para el caso de los que son generados con tecnología LIDAR, se obtienen modelos de alta resolución y gran exactitud (valores submétricos).

El Modelo Digital de Elevación utilizado como fuente es el continuo de imágenes ráster disponible en INEGI, con una resolución espacial de 15 metros. En el mapa se utiliza para generar un sombreado y representar la topografía.

Con base en lo anterior, las curvas de nivel se calcularon a partir del Modelo Digital de Elevación y se despliegan cada 100 metros. Aunque la capa original la conforman cada 40 metros de separación, la representación es lineal.

Capítulo III. Caracterización de los elementos del medio natural

III.1. Fisiografía

La fisiografía expresa las formas del relieve identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, representándolas en diferentes provincias y subprovincias en las que se ha dividido la zona, de acuerdo con su geología y topografía.

III.1.1 Provincia fisiográfica

Las provincias fisiográficas son regiones en las que el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de un mismo origen geológico, lo mismo que un mismo tipo de suelo y de la vegetación que sustenta.

El municipio de San Melchor Betaza está dentro de una sola provincia fisiográfica, la cual corresponde a la Sierra Madre del Sur, que es la provincia de mayor complejidad geológica. Los climas más comunes con los subhúmedos-cálidos y semicálidos.

Desde el punto de vista biogeográfico, en distintas regiones de la provincia existe amplia diversidad de comunidades vegetales, al grado de que ha sido reconocida como una de las regiones florísticas más ricas de México y del mundo.

Esta fisiografía provoca que la totalidad del municipio esté en zona montañosa, abarcando una superficie de 3,413.2 ha, lo que condiciona el uso del suelo y la vegetación, así como los peligros a los cuales se encuentran expuestos los habitantes del municipio.

Tabla 8. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de San Melchor Betaza

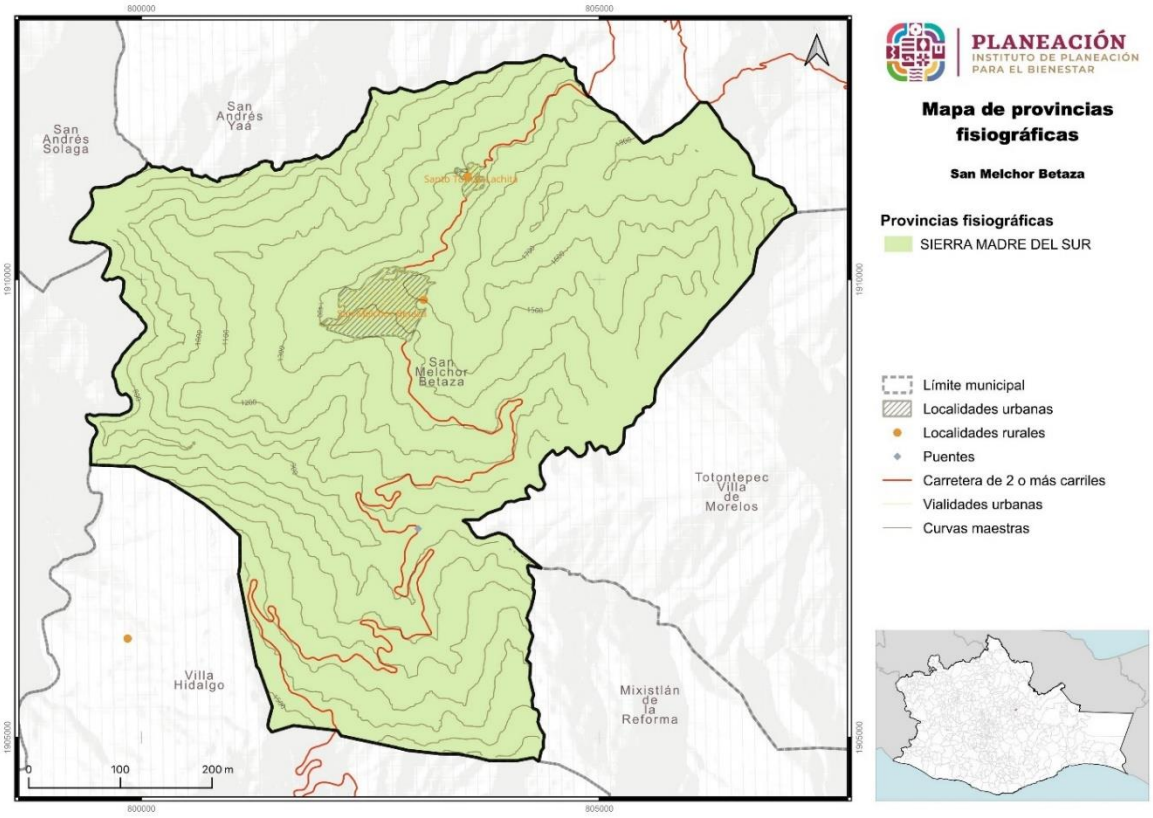
Entidad	Nombre	Área (km²)	Área (ha)
Provincia	Sierra Madre del Sur	34.13	3,413.2

Fuente: CentroGeo, 2024

El relieve del terreno se encuentra a una altura promedio de 1,300 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) llegando a alturas máximas de 2,000 m.s.n.m. y mínimas de 700 m.s.n.m. Se encuentra formado por la provincia Sierra Madre del Sur, que comprende 79.8% del territorio estatal, a través de fracciones de las subprovincias: Sierras Orientales, Cordillera Costera del Sur, Costas del Sur, Sierras Centrales de Oaxaca, Sierras y Valles de Oaxaca y Mixteca Alta.

La condición de relieves altos con pendientes sumamente inclinadas favorece el arrastre de sedimentos y bloques desde zonas altas hasta las cañadas o cauces, siendo un peligro que debe tomarse en consideración.

Mapa 4. Provincias fisiográficas del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.1.2 Subprovincia fisiográfica

Para su estudio, la provincia Sierra Madre del Sur se divide en 10 subprovincias fisiográficas. La totalidad del territorio (34.1 km^2), del municipio de San Melchor Betaza se localiza en la subprovincia fisiográfica denominada Sierras Orientales.

Tabla 9. Proporción del territorio del municipio en las subprovincias fisiográficas

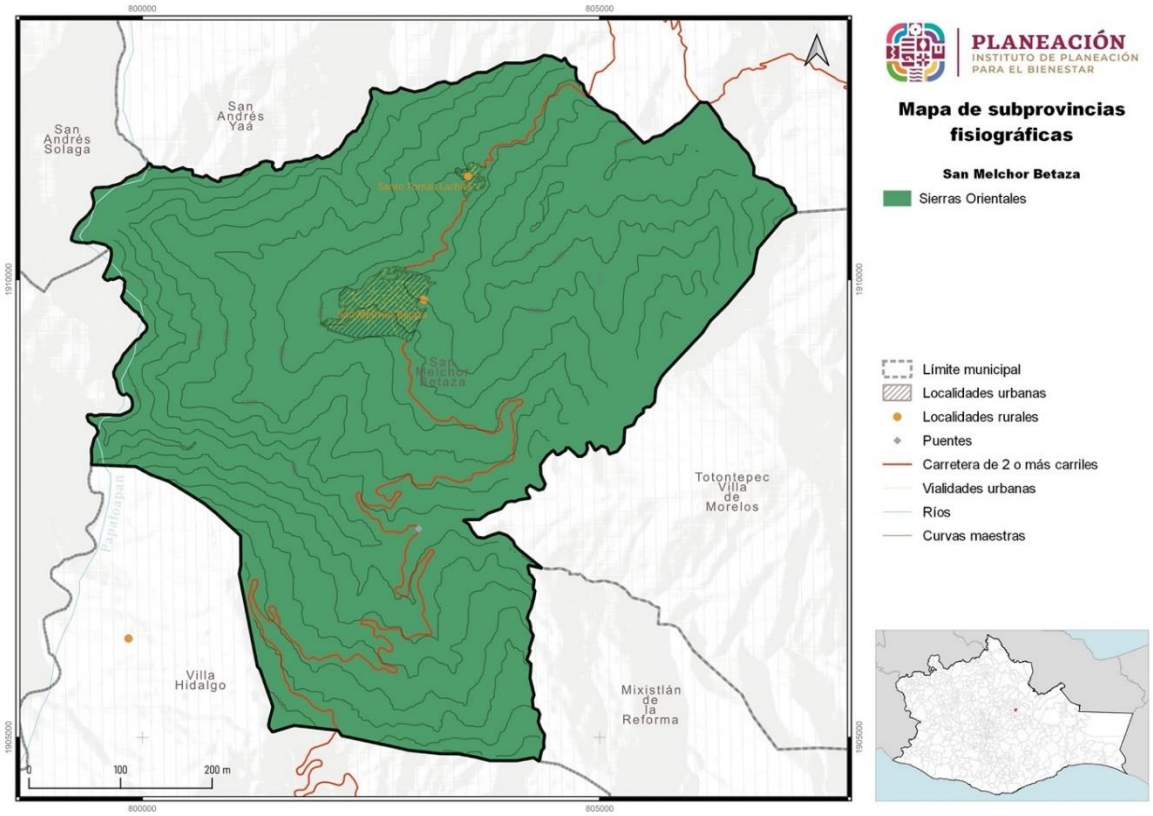
Entidad	Nombre	Área (km^2)	Área (ha)
Subprovincia	Cordillera costera del Sur	34.13	3,413.2

Fuente: CentroGeo, 2024

Esta subprovincia montañosa forma el extremo oriental de la provincia Sierra Madre del Sur y comprende parte de los estados de Puebla, Veracruz-Llave y Oaxaca; se extiende en dirección noroeste-sureste desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta las proximidades de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, de donde se prolonga hacia el occidente a la población de Santa María Ozolotepec. Es por tanto la parte sur la que está orientada en conformidad con los principales lineamientos estructurales de la provincia. Corresponde a la zona conocida regionalmente como Sierra Madre de Oaxaca, designada así porque gran parte se encuentra dentro de la entidad federativa mencionada.

Abarca 28.1% de la superficie del estado de Oaxaca, en territorio perteneciente a los distritos de Teotitlán, Tuxtepec, Cuicatlán, Etla, Benemérito Distrito de Ixtlán de Juárez, Villa Alta, Choápam, Centro, Tlacolula, Mixe, Juchitán, Yautepec, Tehuantepec y Miahuatlán (Geografía I. N., 2004).

Mapa 5. Subprovincias fisiográficas del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.2 Geomorfología

Un sistema de topoformas es el conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos (Instituto Nacional de Estadistica, 2001), todo ello dentro de una subprovincia fisiográfica y su respectiva provincia.

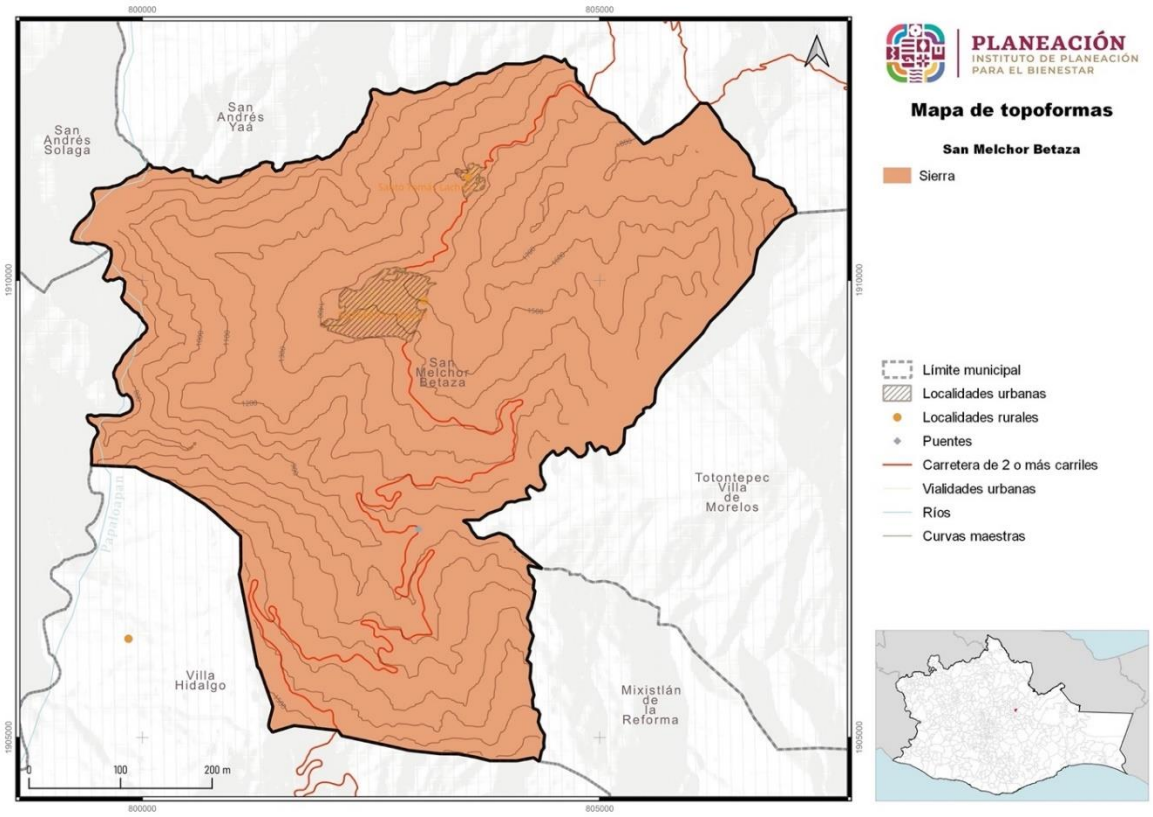
La totalidad del territorio de San Melchor Betaza (34.1 km^2), consta de un sistema de topoformas llamado sierra (línea de montañas), denominada específicamente Sierra Alta Compleja.

Tabla 10. Sistema de topoformas presente en el municipio de San Melchor Betaza

Nombre	Descripción	Área (km^2)	Área (ha)
Sierra	Sierra alta compleja	34.1	3,413.2

Fuente: CentroGeo, 2024.

Mapa 6. Topoformas presentes en el municipio San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.3 Geología

La litología es la parte de la geología que estudia las características de las rocas que aparecen constituyendo una determinada formación geológica, es decir una unidad litoestratigráfica, en la superficie del territorio, o también la caracterización de las rocas de una muestra concreta (Fundación Wikimedia, 2024).

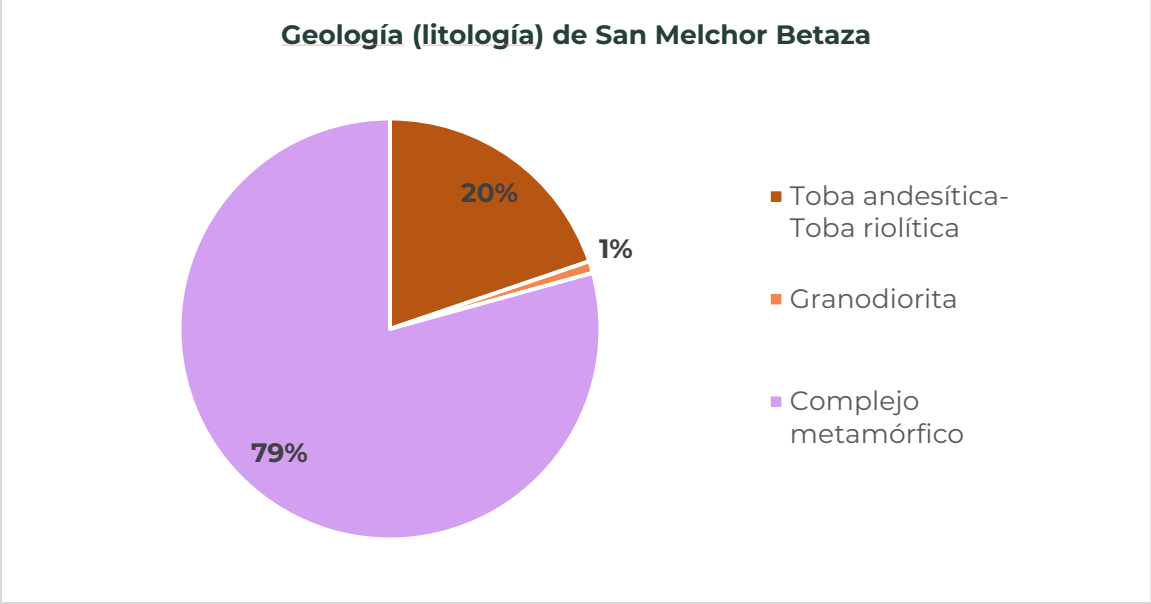
De acuerdo con lo anterior, las rocas del municipio de la cual está formado su territorio son esencialmente 3. Predomina en el 79.3% del territorio municipal la roca metamórfica del complejo metamórfico de la era Mesozoica, formada entre el Jurásico superior y el Cretácico inferior. El 19.8% del territorio de San Melchor Betaza consta de roca tipo extrusiva, compuesta por toba andesítica-toba riolítica del Cenozoico, formada en el periodo geológico del mioceno. Su distribución espacial se ubica a los extremos noreste y sur del territorio municipal. Con menor presencia (0.9%), existe roca de tipo intrusiva compuesta por granodiorita del Cenozoico de una temporalidad entre el Oligoceno y el Mioceno, que se distribuye al extremo oeste del territorio municipal, en la colindancia con el municipio de San Baltazar Yatzachi el Bajo.

Tabla 11. Geología del municipio de San Melchor Betaza

Era	Periodo geológico (inicio)	Periodo geológico (final)	Litología	Tipo de roca	Clave (SGM)	Área (km²)
Cenozoico	Mioceno	Mioceno	Toba andesítica-Toba riolítica	Extrusiva	TmTA-TR	6.8
Cenozoico	Oligoceno	Mioceno	Granodiorita	Intrusiva	TomGd	0.3
Mesozoico	Jurásico superior	Cretácico inferior	Complejo metamórfico	Metamórfica	JsKiCM	27.1

Fuente: CentroGeo, 2024

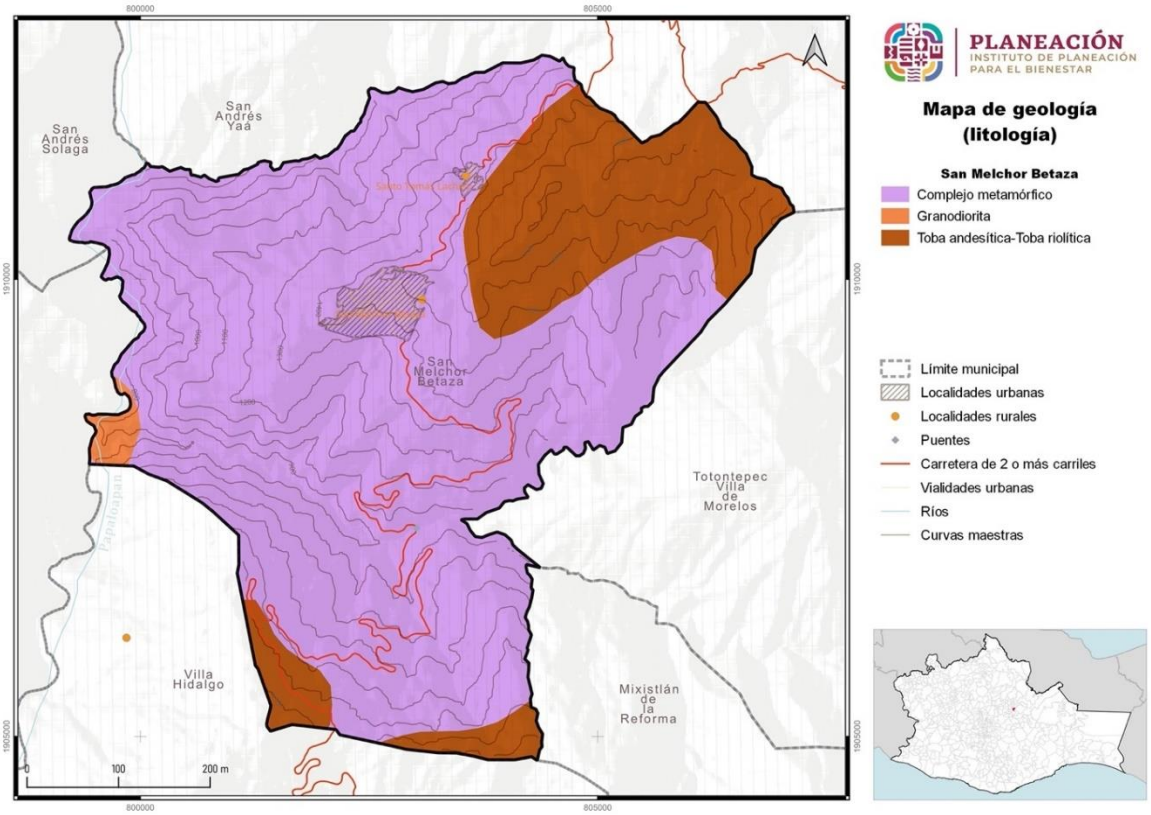
Gráfica 1. Geología (litología) del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Como podemos observar en el siguiente mapa, la litología de complejo metamórfico está presente en casi todo el municipio, siendo la zona este donde se presenta un poco de litología de tipo toba andesítica-toba riolítica y, del lado oeste se encuentra una pequeña zona de litología de tipo granodiorita.

Mapa 7. Geología (litología) en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.3.1 Relieve

La ubicación del territorio municipal dentro de la Sierra Madre del Sur en la denominada Sierra Madre de Oaxaca provoca que el relieve del municipio tenga una morfología de montañas con un clima húmedo, teniendo presencia de bosque de coníferas y de latifoliadas, bosque mesófilo de montaña y bosque tropical en el área.

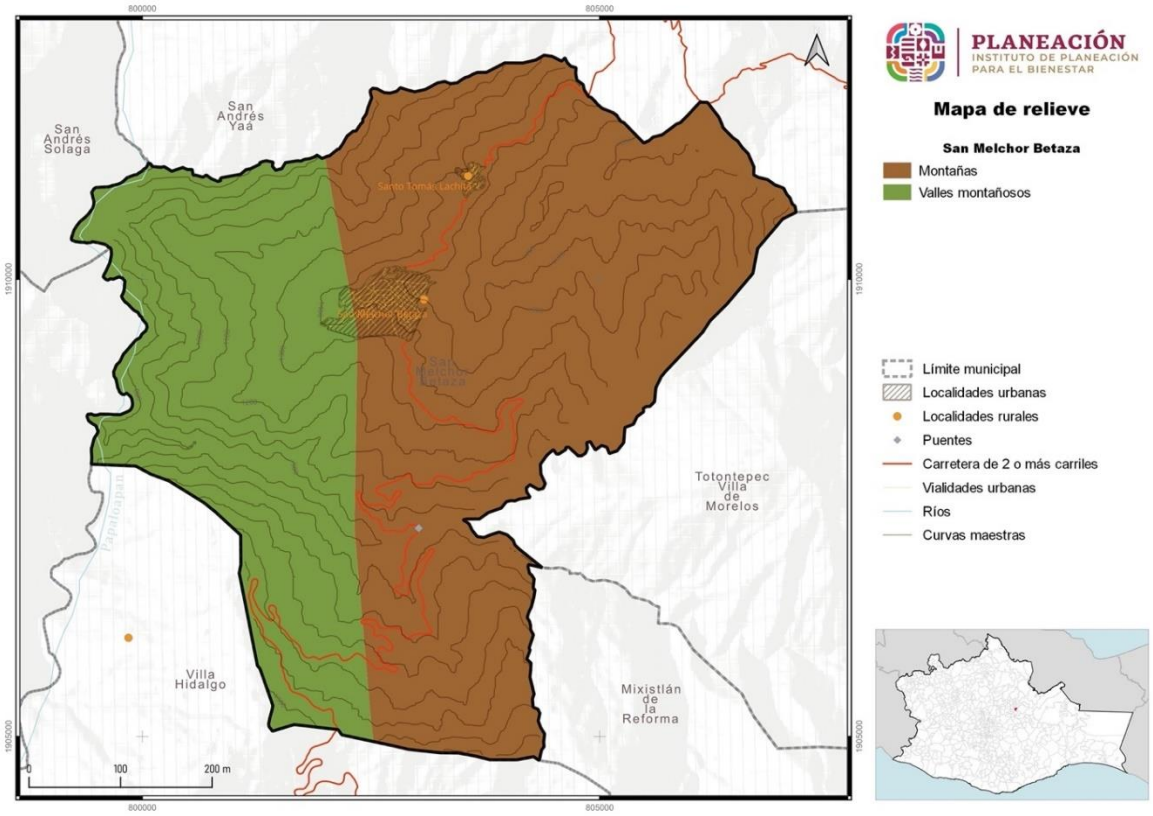
Tabla 12. Relieve, clima y vegetación del municipio de San Melchor Betaza

Morfología	Clima	Vegetación	Porcentaje de la superficie municipal por morfología
Valles montañosos	Valles montañosos	Valles montañosos	36.2%
Montañas	Húmedo	Bosque de coníferas y de latifoliadas; bosque mesófilo de montaña; bosque tropical	63.8%

Fuente: CentroGeo, 2024

El 63.8% del total del territorio municipal pertenece a la morfología de montañas, la cual se encuentra ubicada en la zona este del municipio. Al oeste del municipio (36.1% del área total municipal), el relieve consta de morfología y clima de valles montañosos.

Mapa 8. Relieve del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.4 Edafología

Según el diccionario de la lengua española, la edafología es la *ciencia que trata de la naturaleza y condiciones del suelo, en su relación con las plantas*. La parte exterior de la corteza terrestre está constituida por una capa de material fragmentario no consolidado; es un sistema complejo que se forma por la interacción continua y simultánea de factores como la materia, a partir del cual se origina el clima, tipo de vegetación, fauna y las condiciones particulares del relieve.

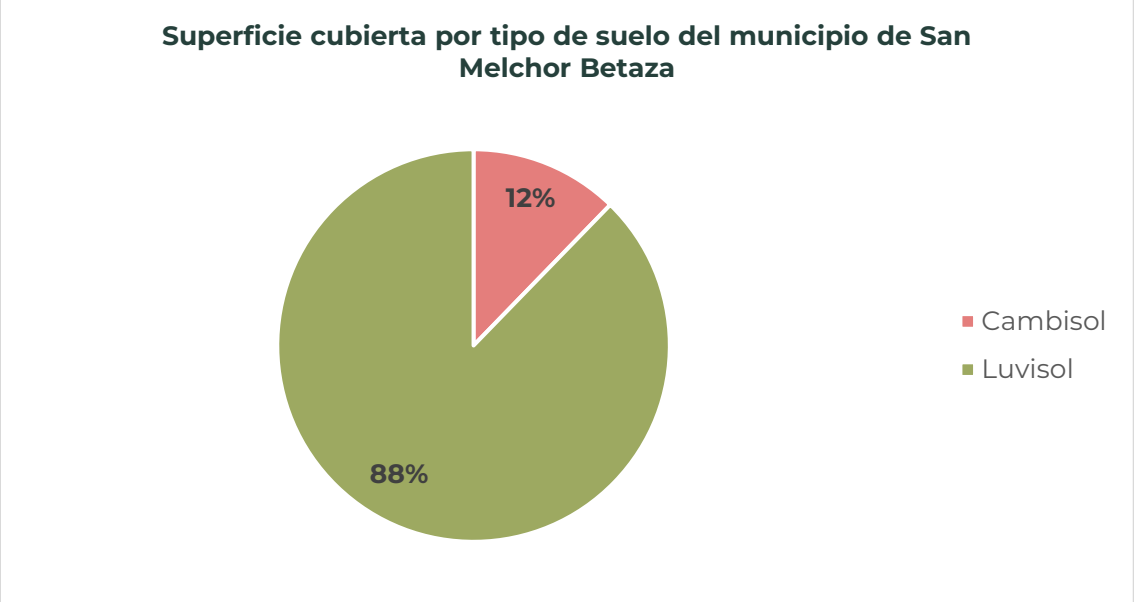
En México existen 25 de las 30 unidades de suelo reconocidas por la FAO, UNESCO y la ISRIC. Los leptosoles, regosoles y calcisoles son los suelos de más amplia distribución nacional (SEMARNAT, 2024).

Tabla 13. Características de los diferentes tipos de suelo presentes en el municipio de San Melchor Betaza

Suelo	Aptitud	Área (ha)
Cambisol	Jóvenes con poco desarrollo - agrícolas con métodos de riego	418.85
Luvisol	Arcillosos fértiles para la agricultura	2,994.3

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 2. Edafología del municipio de San Melchor Betaza

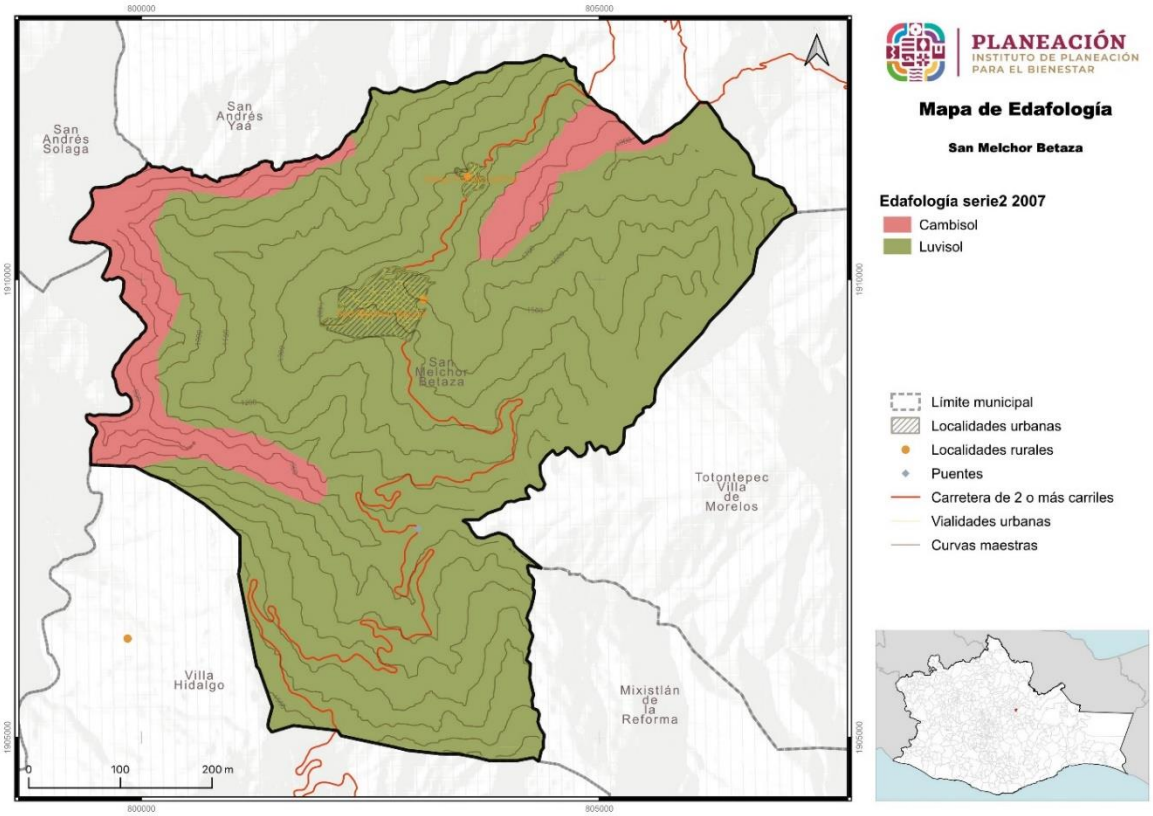


Fuente: CentroGeo, 2024

La mayor parte del territorio municipal de San Melchor Betaza se encuentra cubierto por suelos de tipo luvisol, que son comúnmente rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión, especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes. Son generalmente fértiles para la agricultura.

El otro tipo de suelo es el cambisol, que corresponde a suelos jóvenes con algún cambio apreciable en el contenido de arcilla o color entre sus capas, de moderada a alta susceptibilidad a la erosión y buenos con fines agrícolas. En áreas templadas son muy productivos.

Mapa 9. Edafología presente en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.5 Hidrografía

En el territorio municipal se observan 2 tipos de corrientes hídricas (ríos), pues debido a las características del relieve, en el que predominan las montañas altas, la lluvia que se precipita escurre de forma rápida sobre las cañadas y valles, lo que da origen a ríos intermitentes que se activan o aumentan su cause en época de lluvias. Este tipo de corrientes tienen una longitud de 37.2 km. De la misma manera, se tiene presencia de corrientes hídricas perennes, que representan alrededor de una cuarta parte de los ríos intermitentes, con 9.9 km. Las corrientes hídricas perennes son conocidas como cajones y trapiche.

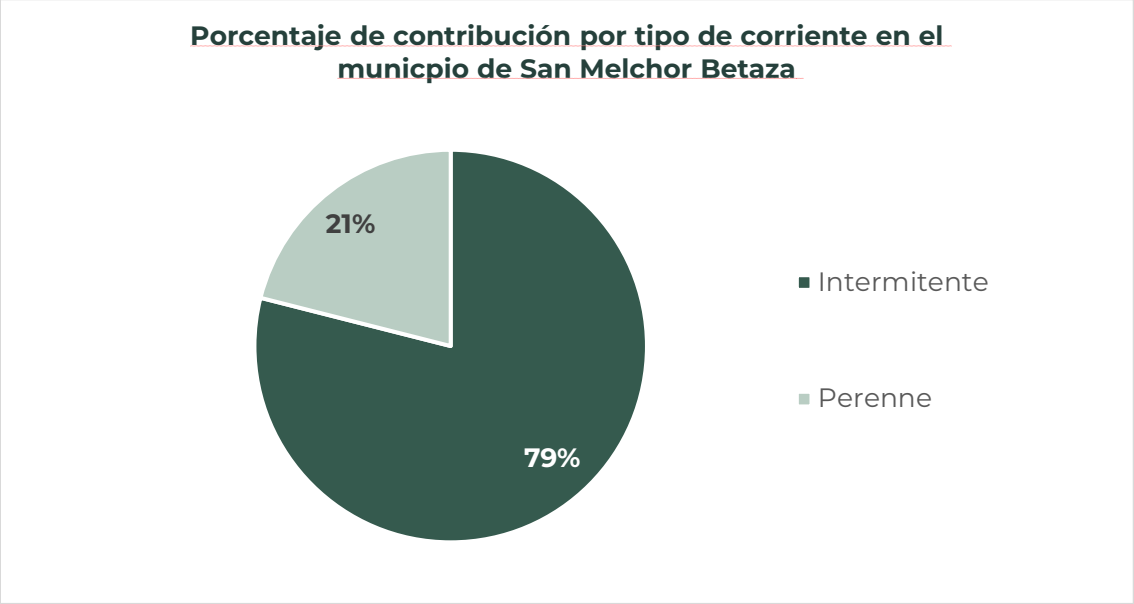
Tabla 14. Longitud de los afluentes con los que cuenta el municipio de San Melchor Betaza

Tipo de corriente	Longitud (km)
Intermitente	37.20
Perenne	9.92

Fuente: CentroGeo, 2024

Es importante señalar que la de velocidad de los escurrimientos que dan origen a los ríos intermitentes, de presente la posibilidad que el agua se desplace por las capas superficiales del terreno, incrementando la probabilidad de la ocurrencia de deslizamientos de laderas durante las precipitaciones, por lo que es importante mantener la presencia de vegetación que favorezca la infiltración del agua.

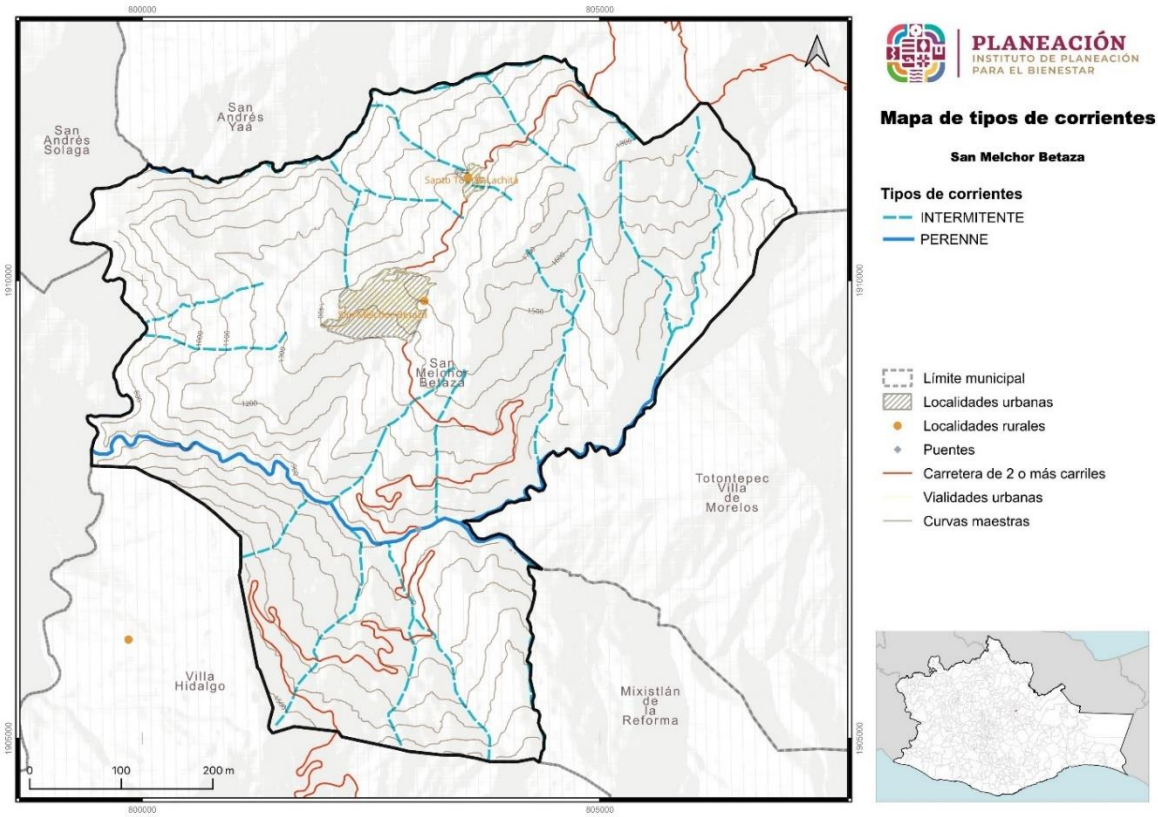
Gráfica 3. Distancia por tipo de corriente en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Como podemos observar en la gráfica anterior, el 79% de las corrientes son de tipo intermitente, mientras que el 25% de total de las corrientes es de tipo perenne.

Mapa 10. Tipo de corriente en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Las regiones hidrológico – administrativas (RHA), están formadas por agrupaciones de cuencas, las cuales son consideradas las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos. La totalidad del territorio de San Melchor Betaza se localiza en la RHA Golfo Centro, misma que está emplazada en el sureste del país. Abarca el 80.4% del estado de Veracruz, el 34.4% de Oaxaca, el 41.4%, de Puebla y el 5.4% de Hidalgo.

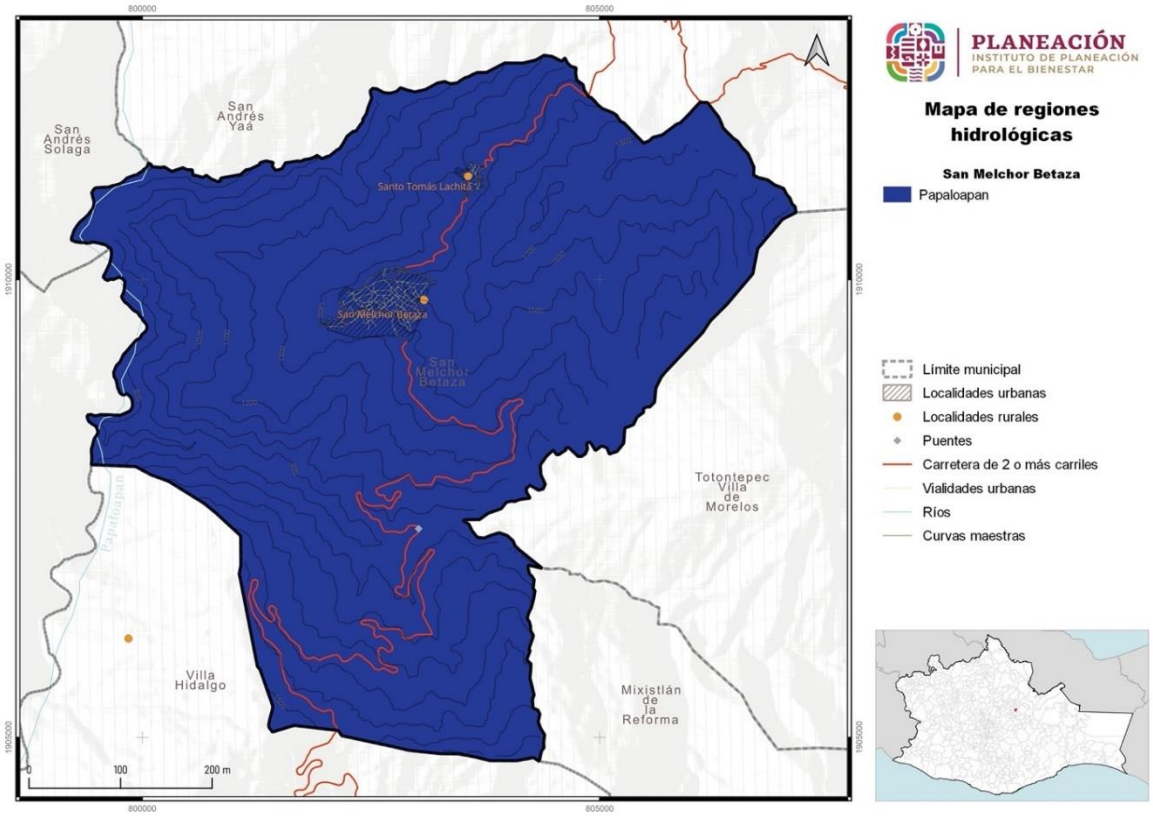
Comprende una extensión continental de 105,080 km^2, ocupando el décimo lugar a nivel nacional, con el 5.4% de la superficie y administra 31 cuencas hidrográficas y 22 acuíferos (ver tabla y mapa siguientes).

Tabla 15. Descripción de las regiones hidrológicas presentes en el municipio de San Melchor Betaza

Municipio	RHA	Área ha
San Melchor Betaza	Golfo Centro	3,411.4

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 11. Regiones hidrológicas presentes en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.5.1 Cuencas, subcuencas y microcuencas

Cuenca hidrográfica es un concepto utilizado para designar un territorio, región o zona, cuya característica principal es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común. Es decir que toda el agua acumulada desemboca, ya sea en un afluente más grande, una laguna o en el mar.

Una cuenca es un territorio mayor a 50 mil hectáreas; las subcuencas cubren una superficie de cinco mil a 50 mil hectáreas y las microcuencas entre tres mil y cinco mil hectáreas, Cuando las condiciones orográficas lo permiten, hay microcuencas menores a tres mil hectáreas (Alejandro S. Sánchez Vélez, 2003).

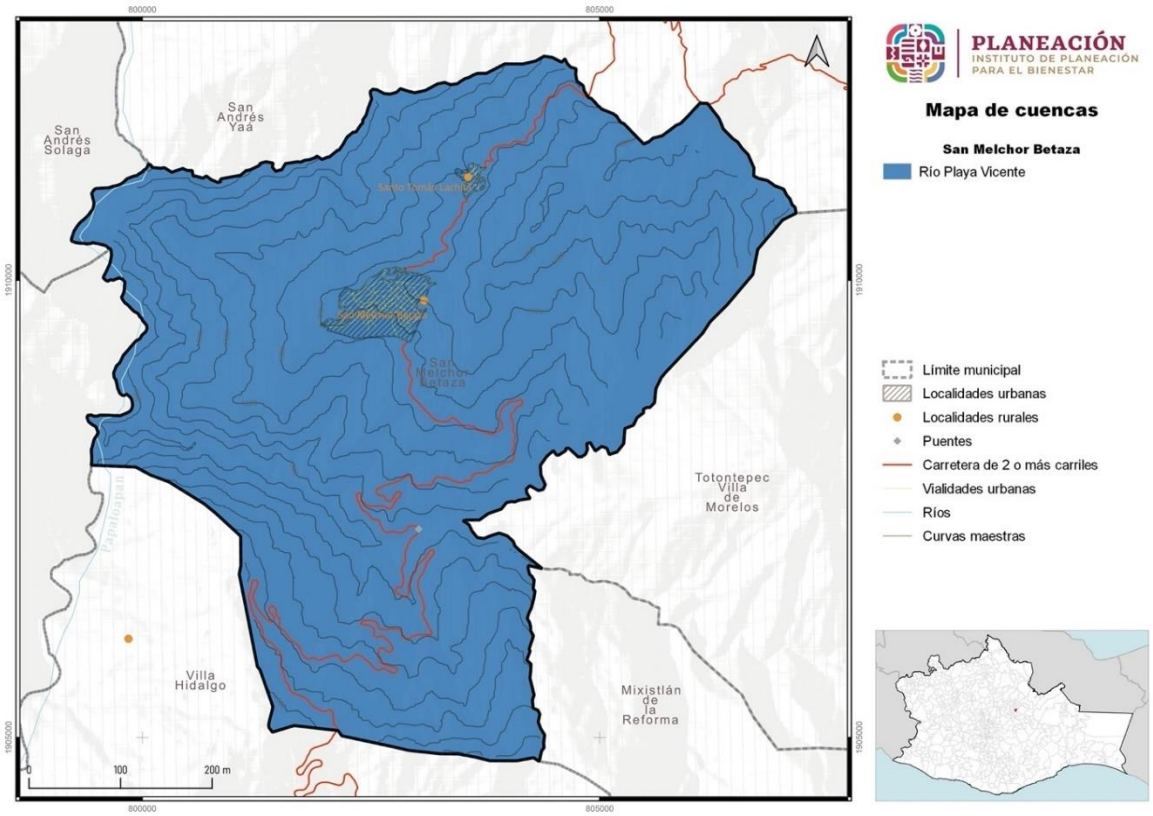
Tabla 16. Cuencas presentes en el municipio de San Melchor Betaza

Cuenca	Descripción de la cuenca	Región hidrológica	Subregión	Región administrativa
Río Playa Vicente	Desde su nacimiento, hasta la estación hidroeléctrica Azuet	Papaloapan	Río Papaloapan	Golfo Centro

Fuente: CentroGeo, 2024

El municipio de San Melchor Betaza forma parte de la cuenca del Río Playa Vicente que, a su vez, forma parte de la región hidrológica número 28-Papaloapan.

Mapa 12. Cuencas presentes en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6 Clima

Dentro del municipio existe la presencia de 5 diferentes climas, los cuales se agrupan en templados y secos. En San Melchor Betaza predominan los climas templado,s cuya característica de temperatura media anual es mayor de 18 °C, y la temperatura del mes más frío se da entre -3 y 18 °C.

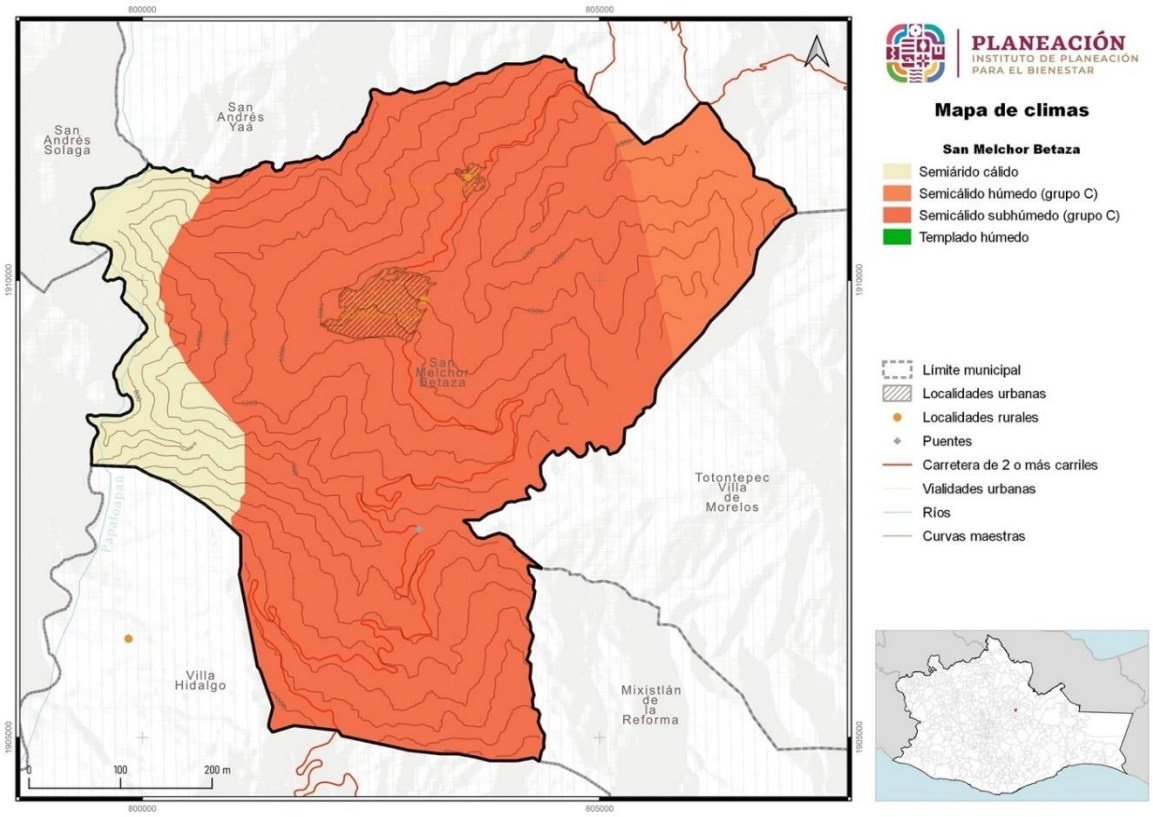
Tabla 17. De los climas presentes en el municipio de San Melchor Betaza

Tipo de clima	Descripción de la temperatura	Descripción de la precipitación
BS1(h')w	Semiarido 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
C(f)	Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y temperatura del mes más caliente bajo 22 °C	Precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm; lluvias todo el a¤o y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual
(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
(A)C(w1)	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 entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual
(A)C(m)	Semicálido húmedo 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	Lluvias de verano, precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual

Fuente: CentroGeo, 2024

Como podemos observar en el siguiente mapa, en menor medida hay presencia de clima seco, cuya característica principal es que la evaporación excede a la precipitación y las temperaturas son más elevadas que en el clima templado (Geografía I. N., Diccionario de datos climáticos, 2001).

Mapa 13. Clima presente en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Los climas templados se localizan en la parte este del municipio, en la zona de alta montaña, presentando cierta disminución de temperaturas hacia el extremo noreste, en los límites con San Andrés Yaá y Totontepec Villa de Morelos. Los climas de esta clasificación cubren una extensión de 30.8 km^2, que representan el 90.4% de la superficie municipal. La presencia del clima seco se ubica al oeste del territorio municipal, en la zona del valle montañoso, cubriendo un área de 3.2 km^2, que representa el 9.6% del territorio municipal.

III.6.1 Temperatura

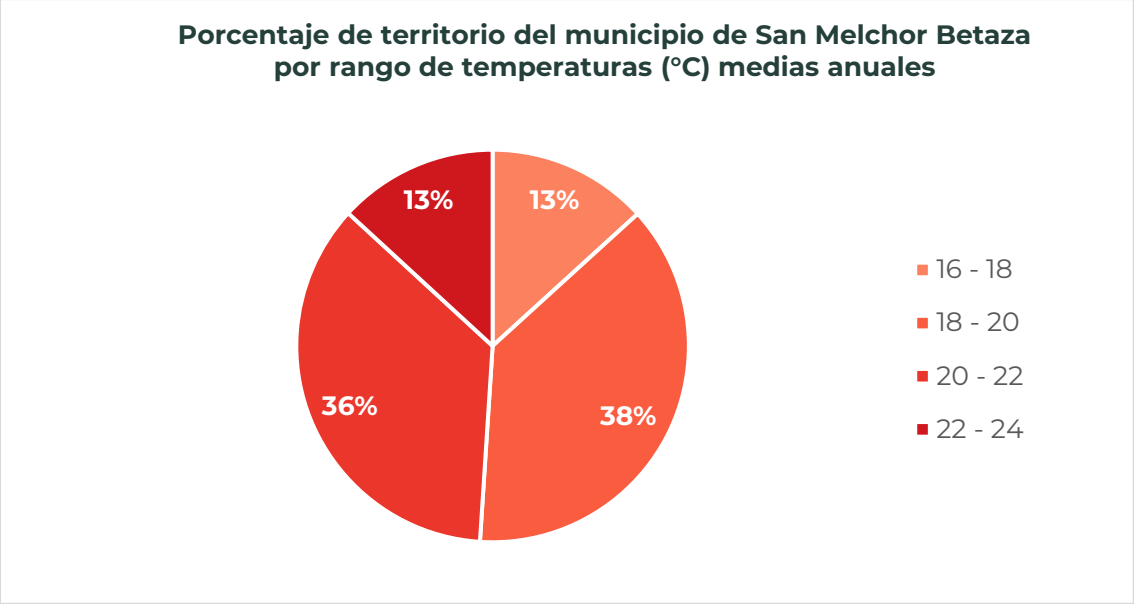
Las temperaturas presentes en el municipio se clasifican en 3 rangos, que van del templado al cálido. Las temperaturas templadas se presentan en la zona de alta montaña y van aumentando conforme disminuye la altura, por lo que en la zona de valle montañoso se presentan temperaturas más cálidas.

Tabla 18. Superficie de San Melchor Betaza por rango de temperaturas (°C) medias anuales

Rango de temperatura (°C)	Hectáreas en el municipio
16 - 18	452
18 - 20	1,289.8
20 - 22	1,222.1
22 - 24	449.3

Fuente: CentroGeo, 2024

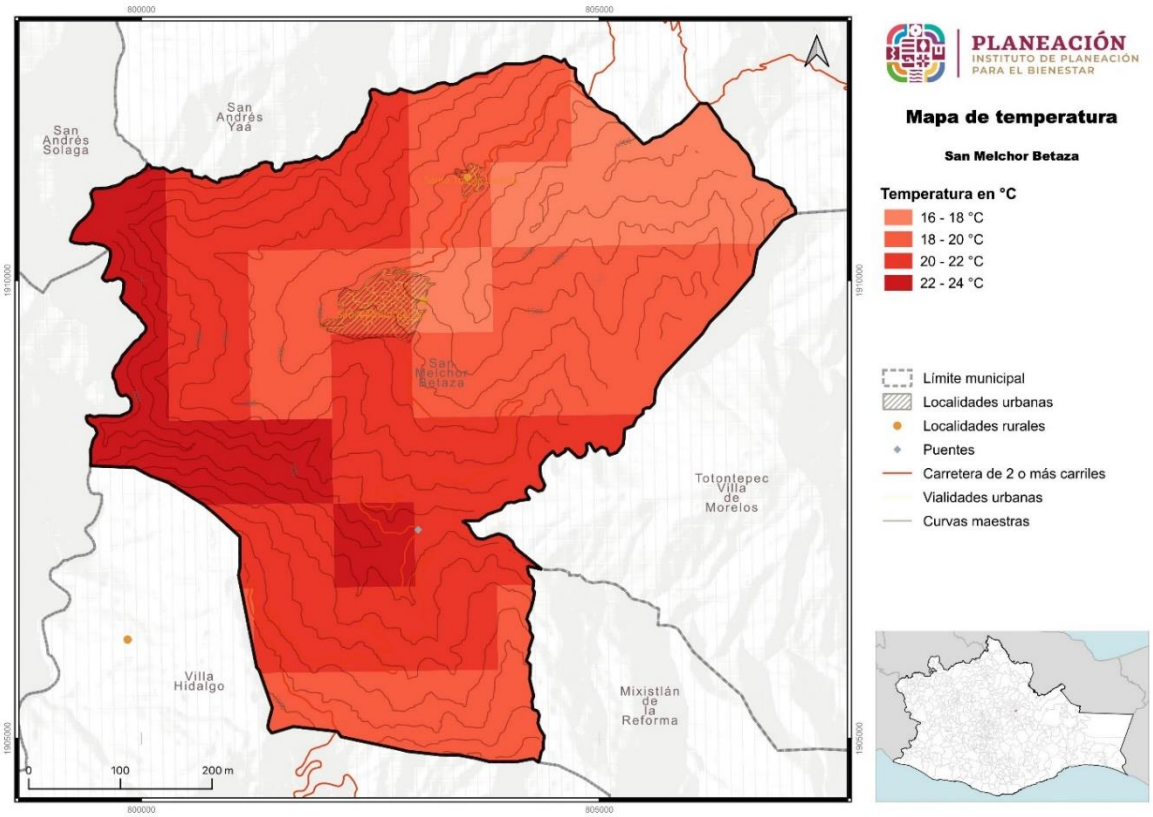
Gráfica 4. Temperatura del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

En el territorio municipal predomina el rango semicálido, con rangos de temperatura entre los 18 y 22 °C, Estas temperaturas se presentan en las 3 cuartas partes del municipio. La temperatura templada en los rangos de los 16 a los 18 °C se presenta al noreste del municipio, con mayor presencia hacia su extremo, en la colindancia con San Andrés Yaá. Los rangos de temperaturas entre los 22 y 24 °C que corresponden a temperaturas cálidas se localizan al oeste del municipio, con cierta presencia en la parte central del territorio (ver tabla y mapa siguientes).

Mapa 14. Temperatura media anual presente en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.2 Precipitación

Los niveles de precipitación en el municipio varían desde los 1,000 hasta los 2,500 mm al año, presentándose en 5 rangos de precipitación.

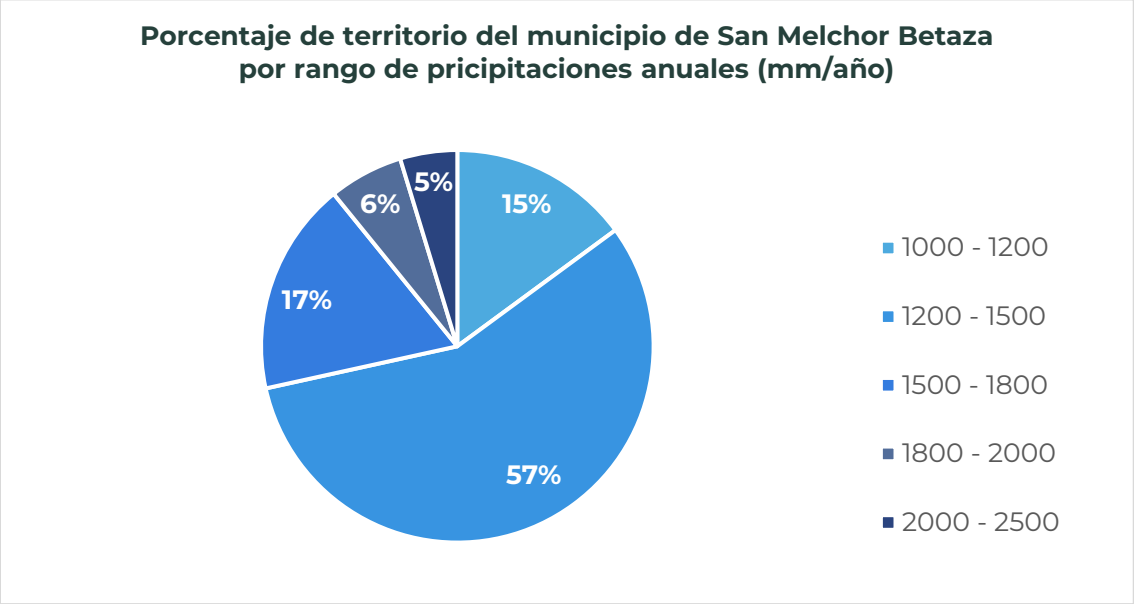
Tabla 19. Superficie por rango de precipitación anual (mm) en el municipio de San Melchor Betaza

Precipitación anual (mm/año)	Hectáreas totales del municipio por categoría
1000 - 1200	509
1200 - 1500	1,933.2
1500 - 1800	600.6
1800 - 2000	209.6
2000 - 2500	160.6

Fuente: CentroGeo, 2024

El rango de precipitación más común es el de los 1,200 - 1,500 mm al año, que cubre poco más de la mitad del territorio municipal. Con menor cobertura municipal se presentan precipitaciones en el rango de 1,000 – 1,200 mm al año, que se localizan en áreas aisladas que van del sur al este del territorio municipal.

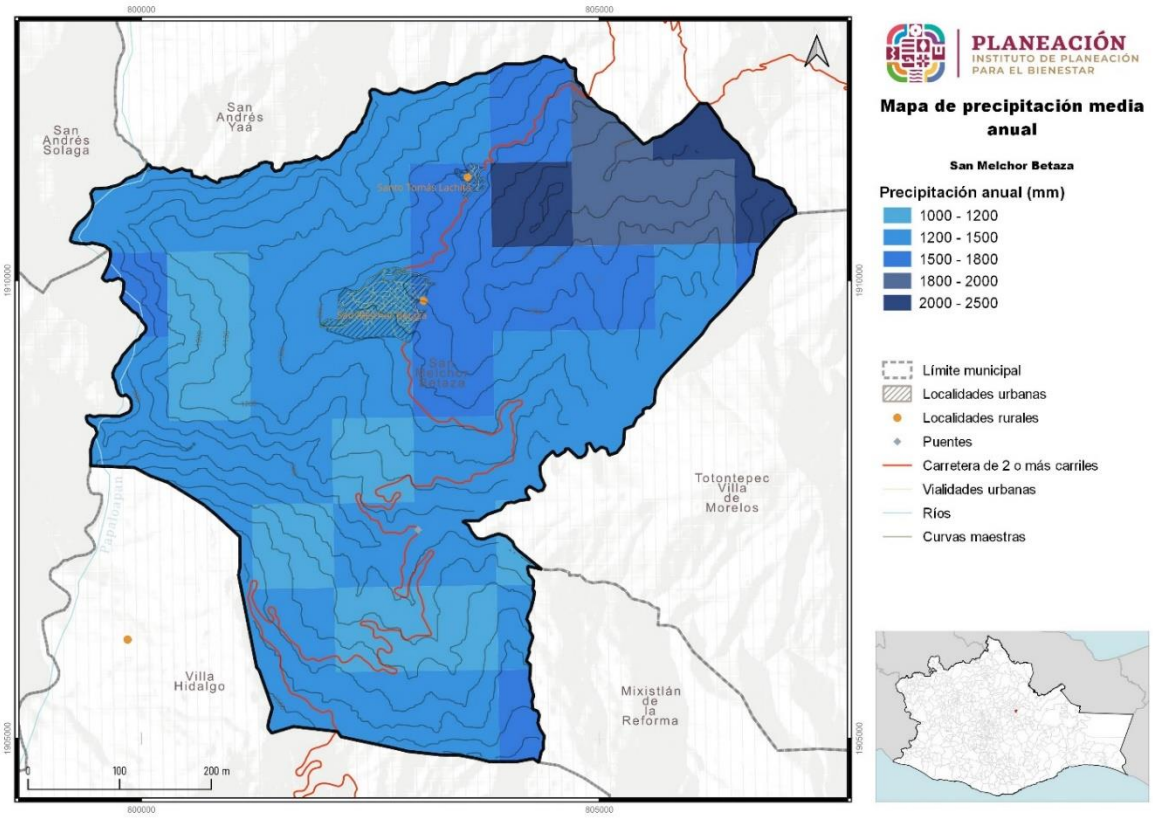
Gráfica 5. Precipitación del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Hacia la parte noreste en la zona de la montaña alta, suben los niveles de precipitación, llegando a rangos de 2,000 a 2,500 mm al año en zonas aisladas menores a 1 km^2. Igualmente, hay dos zonas aisladas, una al sur y otra al este, menores de 0.5 km^2, que presentan niveles de precipitación entre 1,500 y 1,800 mm al año.

Mapa 15. Precipitación media anual presente en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.3 Evapotranspiración

La evapotranspiración se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa, junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en milímetros por unidad de tiempo.

El agua es devuelta a la atmósfera en forma de vapor en su sentido más amplio, lo anterior condicionado por el tipo de vegetación y clima del lugar (Fundación wikimedia, 2024).

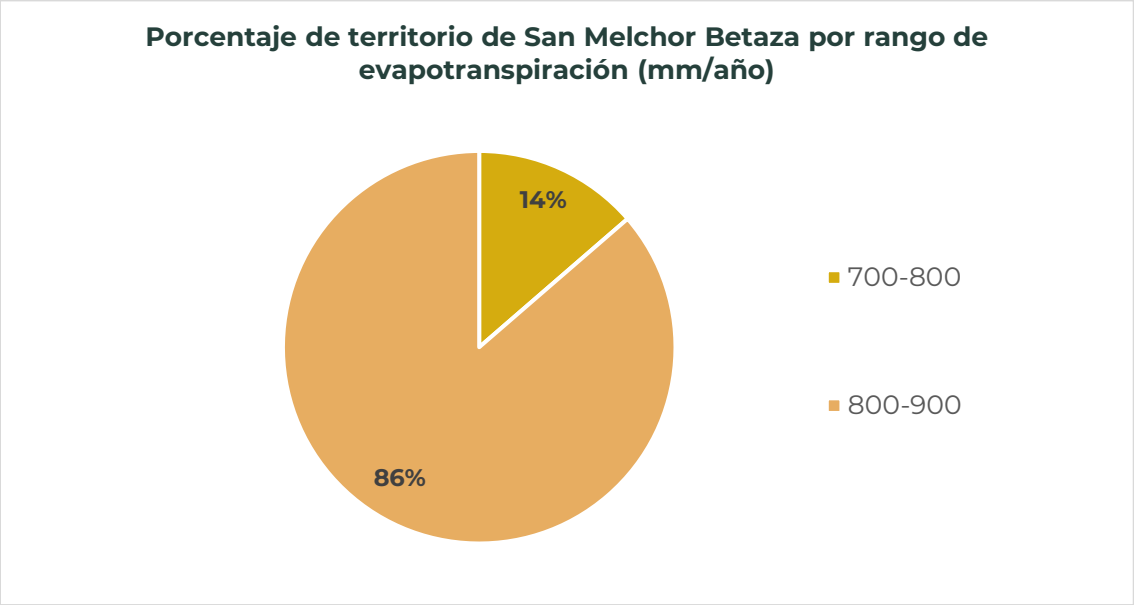
Tabla 20. Evapotranspiración (mm/año) en el municipio de San Melchor Betaza

Valor	Rango (mm/año)	Hectáreas totales del municipio por categoría
8	700-800	465.7
9	800-900	2,947.4

Fuente: CentroGeo, 2024

En el municipio se presentan 2 rangos de evapotranspiración: al sur (con menor presencia), el rango que oscila entre 700-800 mm/año y en la parte central y al norte del territorio, cuyo rango es de 800-900 mm/año, y cubre una extensión del 86% del municipio, como lo podemos observar en la siguiente gráfica.

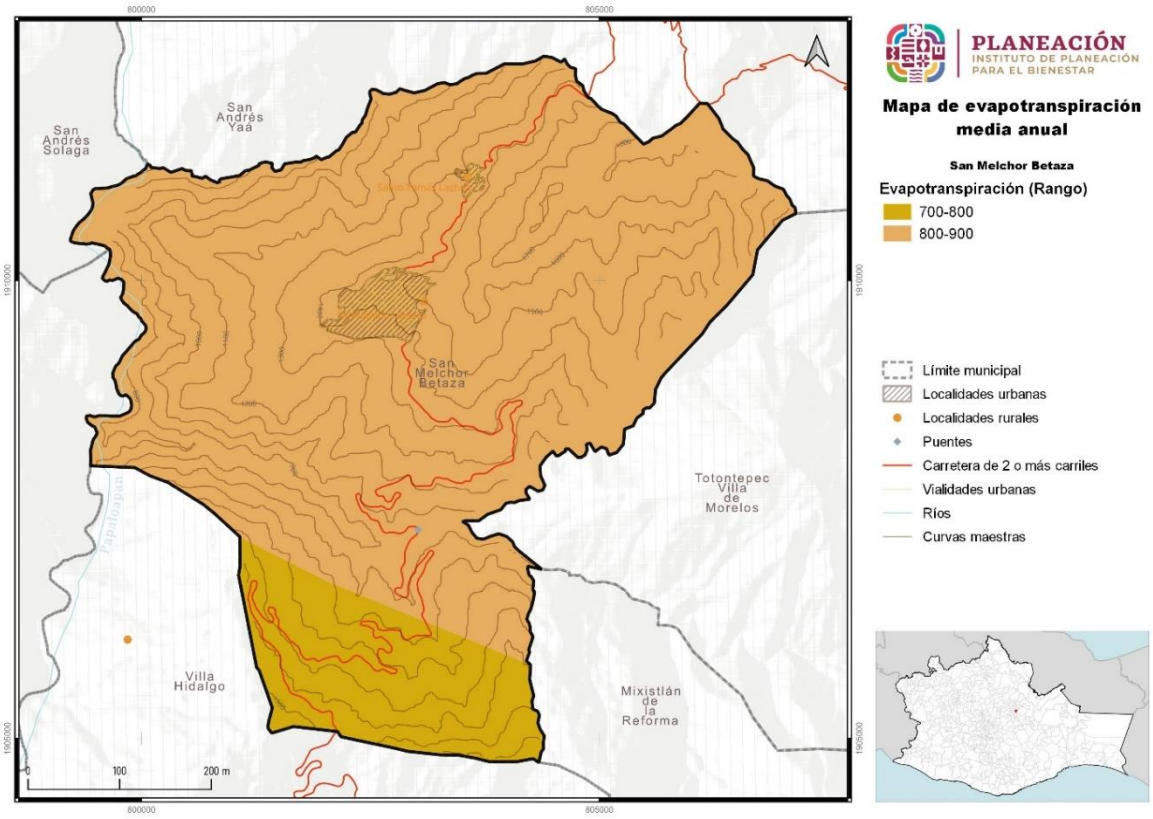
Gráfica 6. Evapotranspiración del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

En el siguiente mapa podemos observar la distribución territorial de los 2 tipos de rangos de evapotranspiración que hay en el municipio de San Melchor Betaza.

Mapa 16. Evapotranspiración medial anual presente en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.4 Vulnerabilidad ante el cambio climático

La vulnerabilidad ante el cambio climático está definida como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático, San Melchor Betaza se encuentra en los municipios del primer nivel, ya que presenta **muy alta** y **alta** vulnerabilidad actual, para por lo menos una de seis vulnerabilidades específicas. Los deslaves tienen como una de sus causas las precipitaciones intensas y prolongadas, debido a que saturan el terreno aumentando el peso volumétrico del suelo y reduciendo la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos.

San Melchor Betaza se encuentra en el lugar 49 en el orden de los municipios más vulnerables del estado de Oaxaca, lo que lo ubica dentro de los 50 municipios más vulnerable del estado, con una vulnerabilidad actual del 1.1 y una probabilidad del 0.9 de que cuando haya precipitaciones intensas y prolongadas se presenten deslaves. La proporción de la población que está expuesta a afectaciones por deslaves es del 75%.

Tabla 21. Vulnerabilidad ante el cambio climático del municipio de San Melchor Betaza

Orden de vulnerabilidad estatal	Índice de vulnerabilidad actual	Probabilidad potencial de deslaves actual	Población susceptible a deslaves
49	1.1	0.9	75%

Fuente: CentroGeo, 2024

III.7 Uso de suelo y vegetación

El uso del suelo está determinado precisamente por la vegetación natural del mismo: bosques, selvas y matorrales, que constituyen la categoría "primaria". En las regiones donde una porción de la comunidad biológica ha sido explotada parcialmente, o bien se está recuperando después de su remoción, la vegetación es calificada como "perturbada" o "secundaria" respectivamente.

Se conoce como "cobertura antrópica" a aquellos lugares donde la vegetación ya es totalmente diferente de la original, al ser modificada por el hombre. Dentro de esta categoría se incluyen diferentes tipos de cubierta: agrícola, ganadera o urbana (SEMARNAT, 2024).

III.7.1 Uso de suelo y vegetación

El territorio del municipio consta de 3 tipos de usos de suelo y vegetación. Predomina la vegetación secundaria, indicio de la explotación de la vegetación primaria de la región. Al área utilizada por la agricultura se le puede considerar de cobertura antrópica, ya que la vegetación primaria de esa zona fue modificada radicalmente. Los principales cultivos son el maíz, frijol, chícharo y caña de azúcar (Betaza, 2012).

Tabla 22. Usos de suelo y vegetación en el municipio de San Melchor Betaza

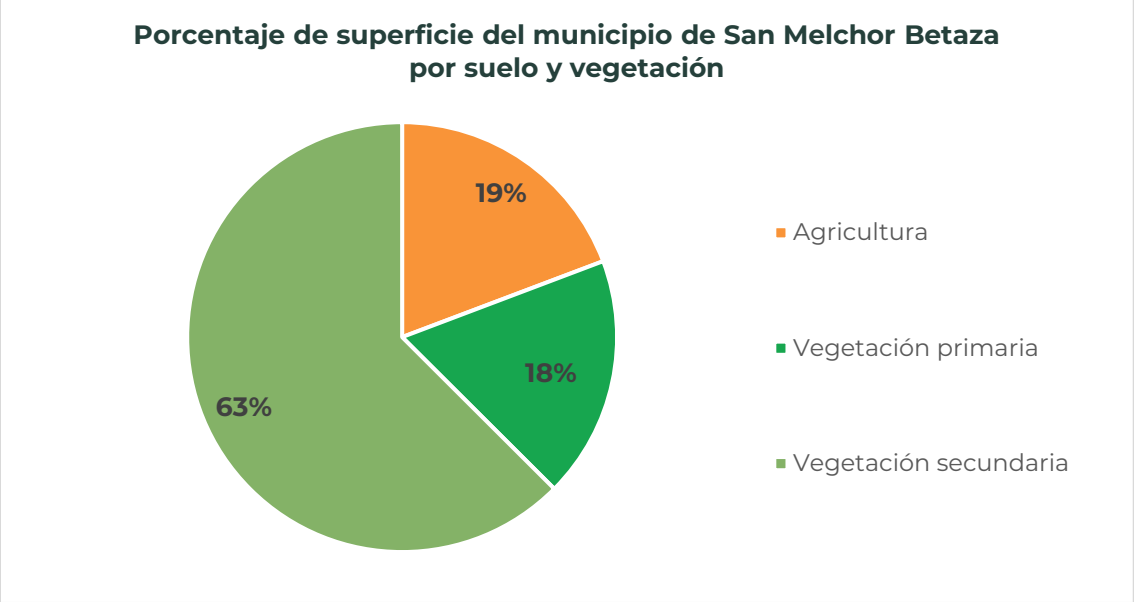
Uso de suelo y vegetación	Área (km^2)	Área (ha)
Agricultura	6.5	657
Vegetación primaria	6.2	622.4
Vegetación secundaria	21.3	2,133.7

Fuente: CentroGeo.2024

En la siguiente gráfica podemos observar que el 63% del total territorial municipal tiene un uso de suelo de vegetación secundaria, seguido del uso de suelo para la

agricultura, que representa el 19% de San Melchor Betaza. Por último, tenemos un 18% de la superficie del municipio que esta destinada a la vegetación primaria.

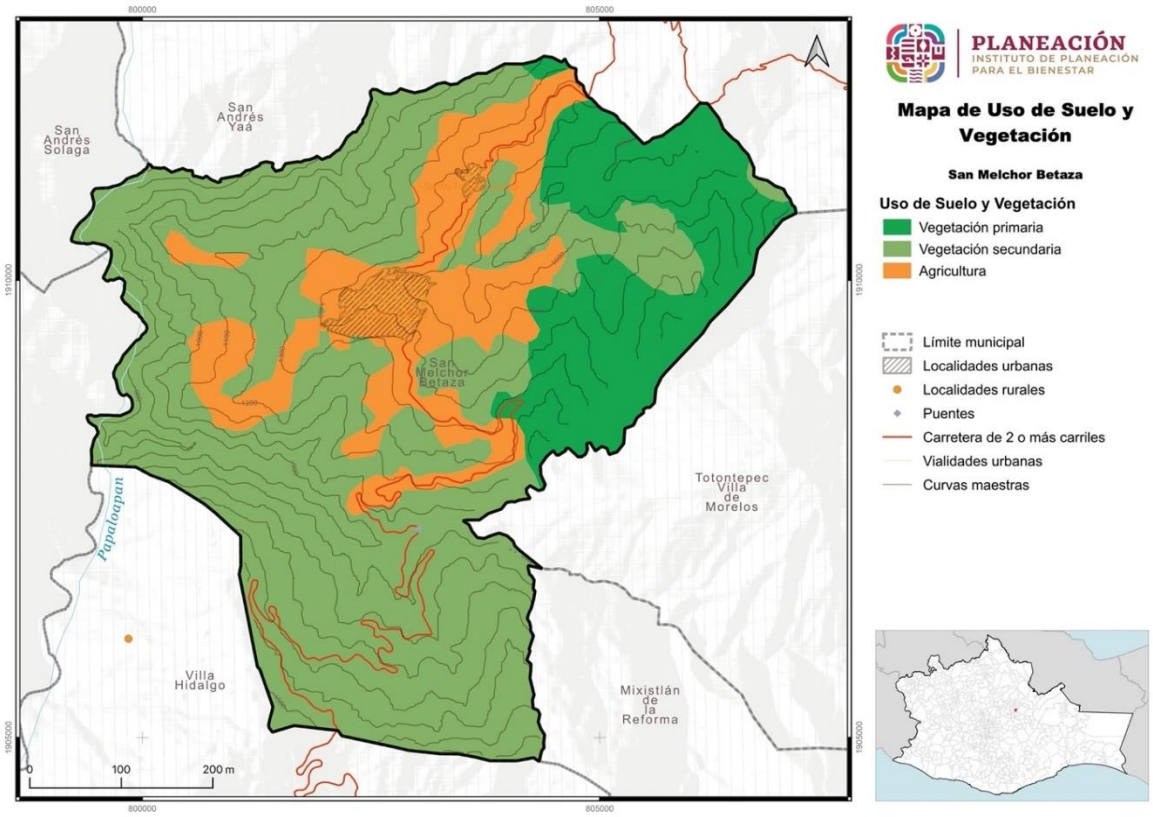
Gráfica 7. Usos del suelo y vegetación del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo.2024

Como podemos observar en el siguiente mapa, la zona en donde se encuentra la vegetación primaria es solo un pedazo al este del municipio.

Mapa 17. Uso de suelo y vegetación en el municipio de San Melchor Betaza



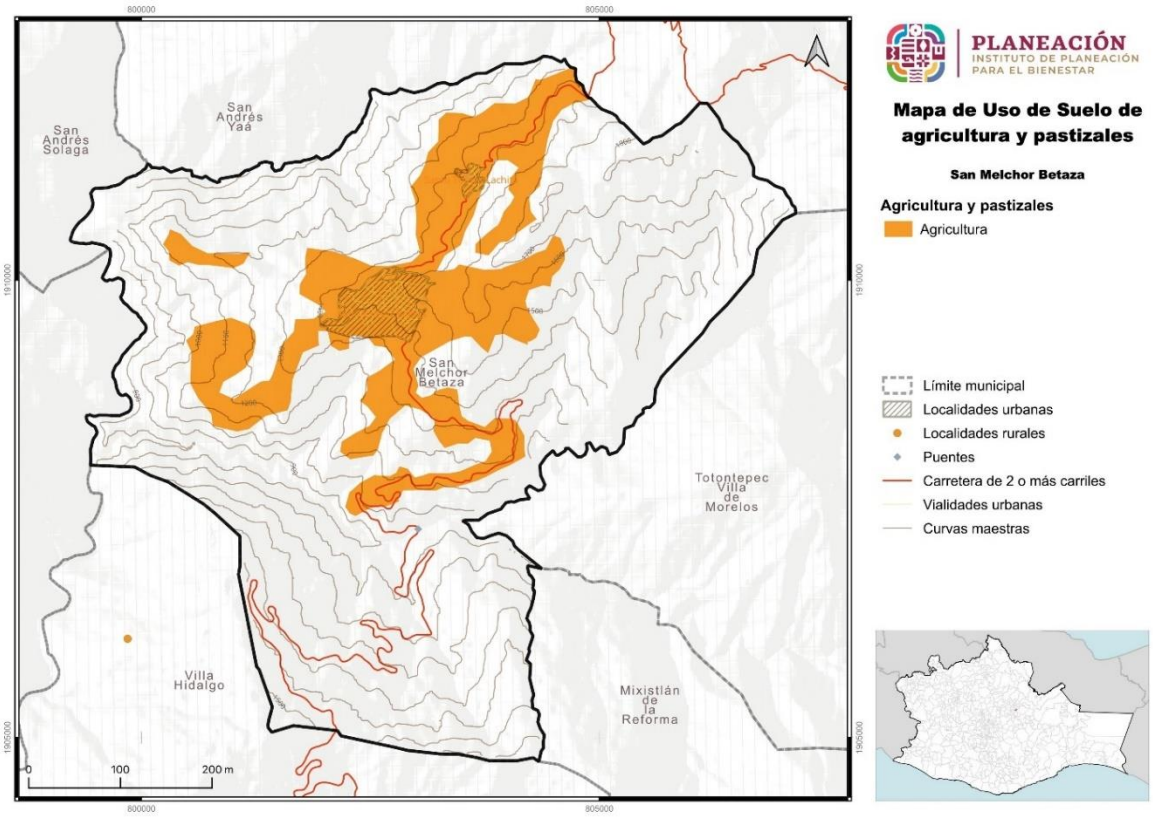
Fuente: CentroGeo.2024

III.7.2 Uso de suelo

El uso del suelo comprende "*las acciones, actividades e intervenciones que realizan las personas sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificarla o mantenerla*"; abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para convertirlo en terreno agrícola (campos cultivables, pastizales), o asentamientos humanos (Fundación Wikimedia, Usos de suelo, 2024).

En el municipio solo existe un uso de suelo definido, catalogado como de agricultura de temporal, que cubre una extensión de 6.5 km^2. Se localiza esencialmente en o cerca de las zonas habitadas y de las vialidades (carreteras y caminos), que se localizan en el municipio.

Mapa 18. Uso de suelo de agricultura y pastizales en el municipio de San Melchor Betaza



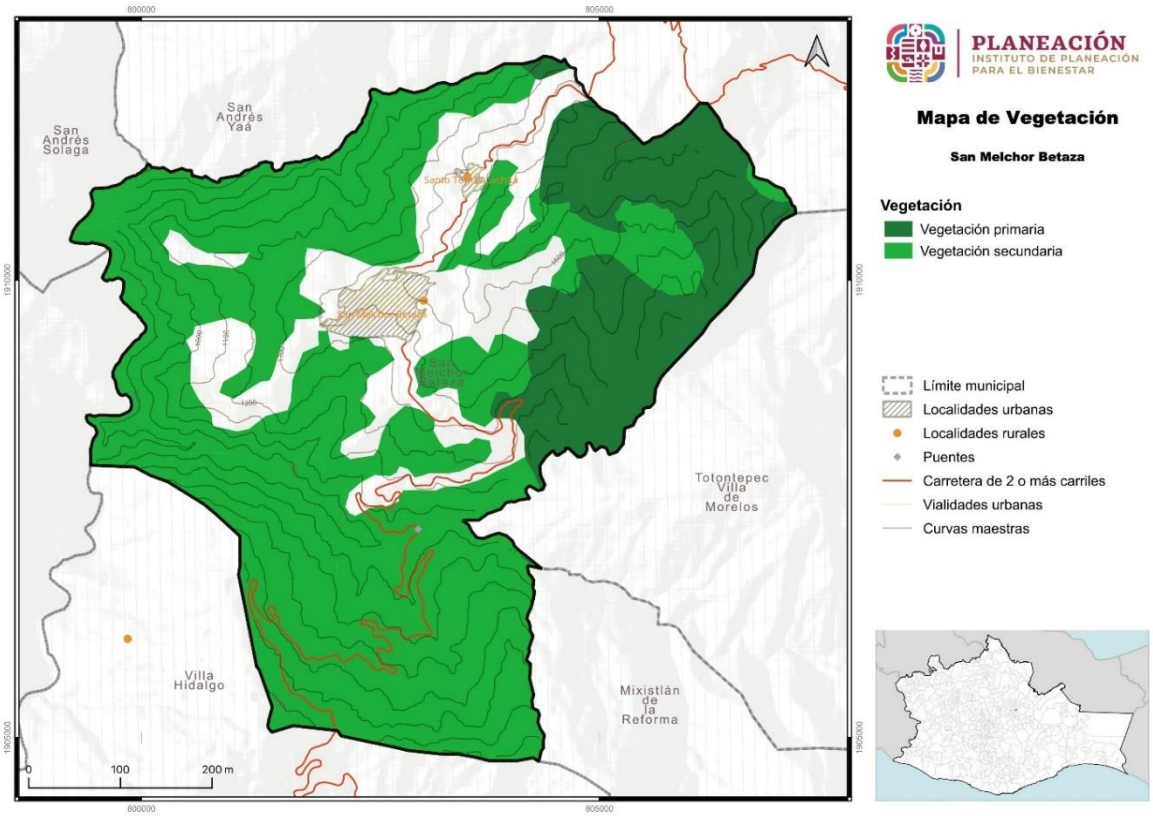
Fuente: CentroGeo.2024

III.7.3 Vegetación

La vegetación primaria es aquella que no ha sufrido cambios significativos por las actividades humanas o perturbaciones naturales y la vegetación secundaria es cuando una vegetación natural ha sido eliminada o alterada por diversos factores humanos o naturales, y se regenera en una cubierta vegetal con estructura y composición florística heterogénea.

En el territorio municipal, la vegetación secundaria es la predominante, compuesta por bosque de pino-encino, que pertenece a la clase *bosque de coníferas-latifoliadas*, y cubre el 63% de la superficie municipal. Esto indica que en esa zona se ha hecho uso y degradación de la vegetación primaria, de la cual aún existe presencia en 6.2 km^2, que representa poco menos de una quinta parte del territorio municipal. Esta clase de vegetación es bosque de latifoliadas, específicamente bosque de encinos.

Mapa 19. Mapa de localización de los tipos de vegetación en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo.2024

Bosque de coníferas

Tiene vegetación dominada por árboles perennifolios del grupo de las coníferas, entre ellas los pinos (Pinus) y oyameles (Abies), como los más ampliamente distribuidos, aunque también están los pinabetes (Pseudotsuga), enebros (Juniperus) y cedros (Cupressus). Generalmente se presentan en los climas templados y fríos de las partes altas de las cordilleras. Las coníferas, en especial los pinos, constituyen los árboles más intensamente explotados en el país con fines industriales. En algunos casos, este tipo de vegetación se ve favorecida por el disturbio antropogénico (p. e., desmontes o incendios) (SEMARNAT, La vegetación de México, 2024).

Bosque de encinos

Se compone de vegetación dominada por árboles de hoja ancha, principalmente encinos (Quercus), la mayoría caducifolios. Frecuentemente se les llama también bosques de latifoliadas. Se les encuentra sobre todo en climas templados en las montañas, frecuentemente por debajo del nivel altitudinal de las coníferas, aunque en ocasiones pueden desarrollarse en sitios francamente cálidos. Se les aprovecha especialmente para producir carbón y criar ganado. Debido a que los suelos de los encinares son frecuentemente muy fértiles, las actividades agrícolas son comunes en ellos (SEMARNAT, La vegetación de México, 2024).

Bosque de coníferas y de latifoliadas (encinos)

En algunas zonas coexisten los dos grupos de árboles formando bosques mixtos. Frecuentemente esta coexistencia es favorecida por las actividades humanas. La explotación de estos bosques es similar a la de los bosques de pino o encino (SEMARNAT, La vegetación de México, 2024).

III.8 Áreas Naturales Protegidas

En el territorio municipal de San Melchor Betaza, no se cuentan con Áreas Naturales Protegidas (ANP), en ningún nivel de gobierno.

Capítulo IV. Caracterización de los elementos demográficos, sociales, económicos y de equipamiento

IV.1. Dinámica demográfica

IV.1.1 Población y distribución del municipio, por localidad

De acuerdo con los lineamientos del INEGI (2022), el predominio demográfico del municipio de San Melchor Betaza es rural, ya que el número de habitantes en cada una de las 3 localidades es menor a 2,500 personas.

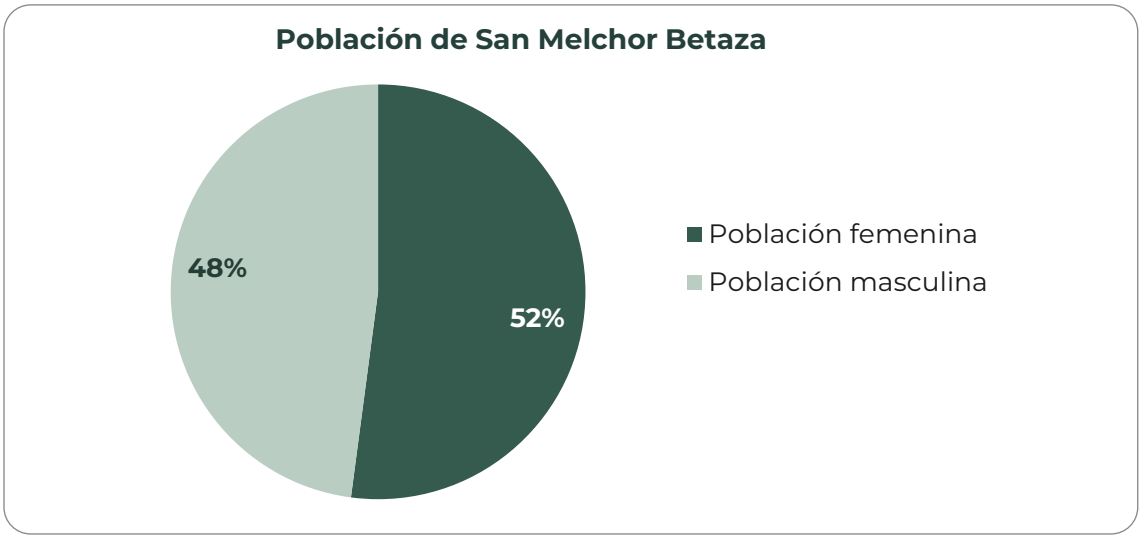
Tabla 23. Población total del municipio de San Melchor Betaza

Municipio	Población total	Población femenina	Población masculina
San Melchor Betaza	1,052	548	504

Fuente: CentroGeo, 2024

La población total del municipio es de 1,052 habitantes, que se distribuye en 52% de mujeres y el 48% de hombres, como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 8. Población del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

La mayor parte de la población se concentra en la cabecera municipal, con 705 habitantes. En Santo Tomas Lachitá se concentran 293 personas, siendo la localidad Loma de Conejo (Arriba del Tanque), la de menor número de habitantes, con 54 personas.

La proporción entre hombres y mujeres que se observa a nivel municipal es muy similar a la distribución en la cabecera municipal, con el 53.3% de mujeres y el 46.7% de hombres. No así en las otras 2 localidades con menor número de habitantes, donde el promedio es de 51% hombres y 49% mujeres. Los valores absolutos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 24. Población del municipio de San Melchor Betaza por localidad

Localidad	Total	Mujeres	Hombres
San Melchor Betaza	705	376	329
Santo Tomás Lachitá	293	146	147
Loma de Conejo (Arriba del Tanque)	54	26	28

Fuente: CentroGeo, 2024

Aunque la localidad de San Melchor Betaza está catalogada como urbana, cabe aclarar que esto se debe a su característica de cabecera municipal y no por el número de habitantes, que de acuerdo al censo de población y vivienda 2020 es de 705 habitantes.

Por otra parte, el crecimiento de la población ha mostrado una tendencia a la baja de acuerdo a los ejercicios censales anteriores, ya que en el año 2000 contaba con una población de 1,122 personas, siendo que para el año 2010 eran 1,091 habitantes.

Teniendo una disminución promedio del 2.7% en la población total entre cada ejercicio censal, se permite proyectar que para el 2030, la población del municipio será de 1,017 personas.

Tabla 25. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de San Melchor Betaza

Rango de edad (años)	Población
00-04	72
05-09	89
10-14	85
15-19	62
20-24	82
25-29	89
30-34	82
35-39	65
40-44	51
45-49	46
50-54	57
55-59	62

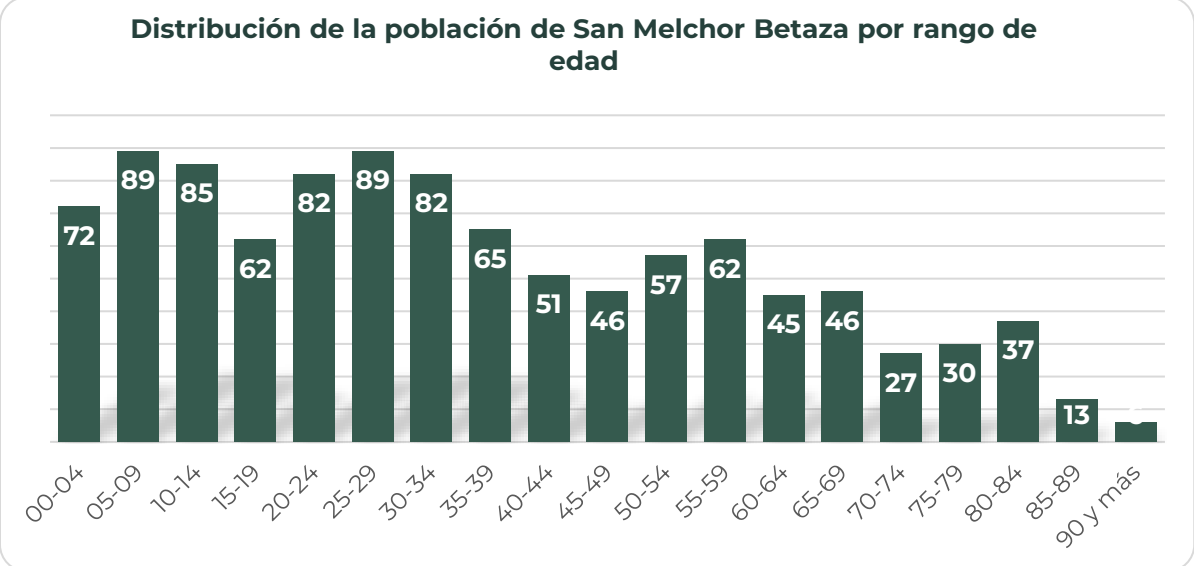
Rango de edad (años)	Población
60-64	45
65-69	46
70-74	27
75-79	30
80-84	37
85-89	13
90 y más	6

Fuente: CentroGeo, 2024

De acuerdo con la tabla anterior, los principales grupos quinquenales en los que se distribuye la población del municipio de San Melchor Betaza van de los 0 a los 39 años, donde se concentra el 60% de la población; dentro de esos rangos, el que agrupa mayor número de habitantes es el de los 5 a 9 años con 89 personas, que representan el 8.5% de la población total del municipio, seguido del rango entre los 10 y 14 años con 85 personas, que representan el 8.1% de la población total municipal.

Por otro lado, el grupo quinquenal de mayor número de mujeres es el de los 25 a 29 años, con 45 personas, que representan el 4.3% de la población total; para el caso de la población masculina, su grupo quinquenal más numeroso es el de los 5 a 9 años, donde se cuentan 50 personas, que representan el 4.8% de la población total municipal, cantidades que se representan en la siguiente gráfica.

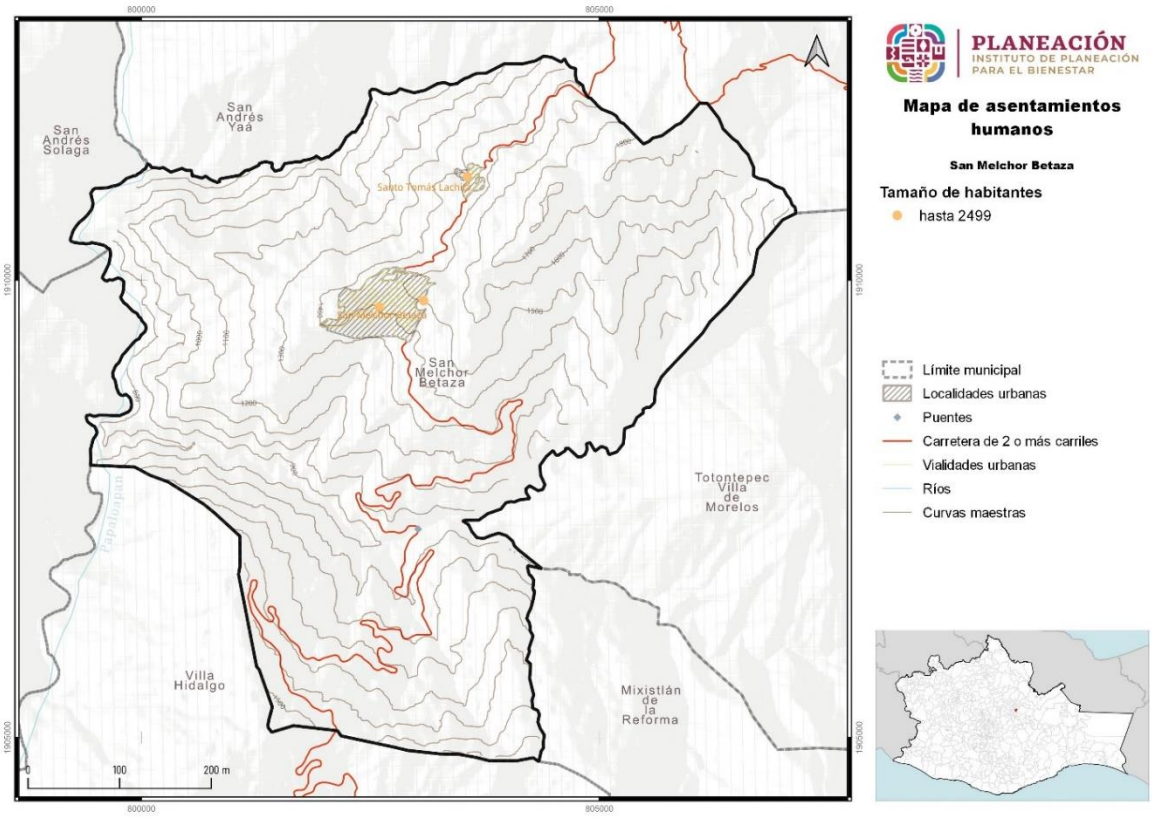
Gráfica 9. Distribución de la población por rango de edad del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

En el siguiente mapa se puede observar la distribución de las 3 localidades que componen al municipio de San Melchor Betaza.

Mapa 20. Asentamientos humanos por tamaño de localidad de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.2 Condiciones sociales y económicas

IV.2.1 Población con discapacidad

Conforme al censo de población y vivienda 2020, existen en el municipio 60 personas con algún tipo de discapacidad, como se muestra en la siguiente tabla. El total de habitantes con discapacidad representa el 6% de la población total municipal.

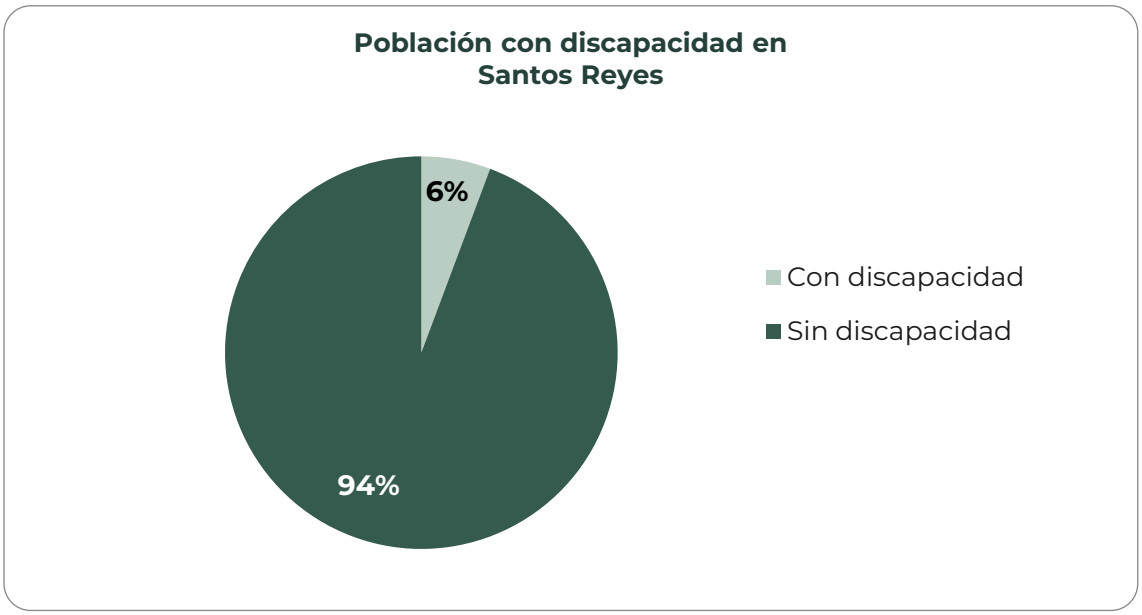
Las discapacidades más comunes en el municipio de San Melchor Betaza, según el censo de población y vivienda 2020, son la discapacidad física, con un 40%, discapacidad visual con 32% y la discapacidad auditiva con 29% del total de las personas con discapacidad.

Tabla 26. Población con alguna discapacidad en el municipio de San Melchor Betaza

Localidad	Población total	Población con discapacidad
Total	**1,052**	**60**
San Melchor Betaza	705	44
Santo Tomás Lachitá	293	16
Loma de Conejo (Arriba del Tanque)	54	-

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 10. Distribución de la población con discapacidad del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

De las personas con algún tipo de discapacidad, la mayoría se concentran en la cabecera municipal, con 44 personas, que representan 73% del total de personas discapacitadas en el municipio y el 6% del total de habitantes de esa comunidad. Del total municipal, las 16 personas restantes con alguna discapacidad se localizan en la localidad de Santo Tomás Lachitá, representando el 27% del total de personas con discapacidad en el municipio y el 5% del total de personas que habitan dicha agencia municipal.

IV.2.2 Lenguas indígenas

De acuerdo de acuerdo con datos de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015), del grupo de personas de 3 años y más, en el estado de Oaxaca el 65.7% se consideran indígenas. Para el caso del municipio de San Melchor Betaza, el 98.9% de las personas en este rango de edad, se auto consideran indígenas.

En el rubro de hablantes de alguna lengua indígena, 939 personas de 3 años o más hablan alguna lengua indígena en el municipio de San Melchor Betaza, lo cual representa el 89.3% de la población total, la cual se compone de 490 mujeres y 449 hombres.

Tabla 27. Población hablante de alguna lengua indígena por sexo y localidad del municipio de San Melchor Betaza

Localidad	Población total	Hablantes de lengua indígena	Mujeres hablantes de lengua indígena	Hombres hablantes de lengua indígena
Total	1,052	939	490	449
San Melchor Betaza	705	629	337	292
Santo Tomás Lachitá	293	260	129	131
Loma de Conejo (Arriba del Tanque)	54	50	24	26

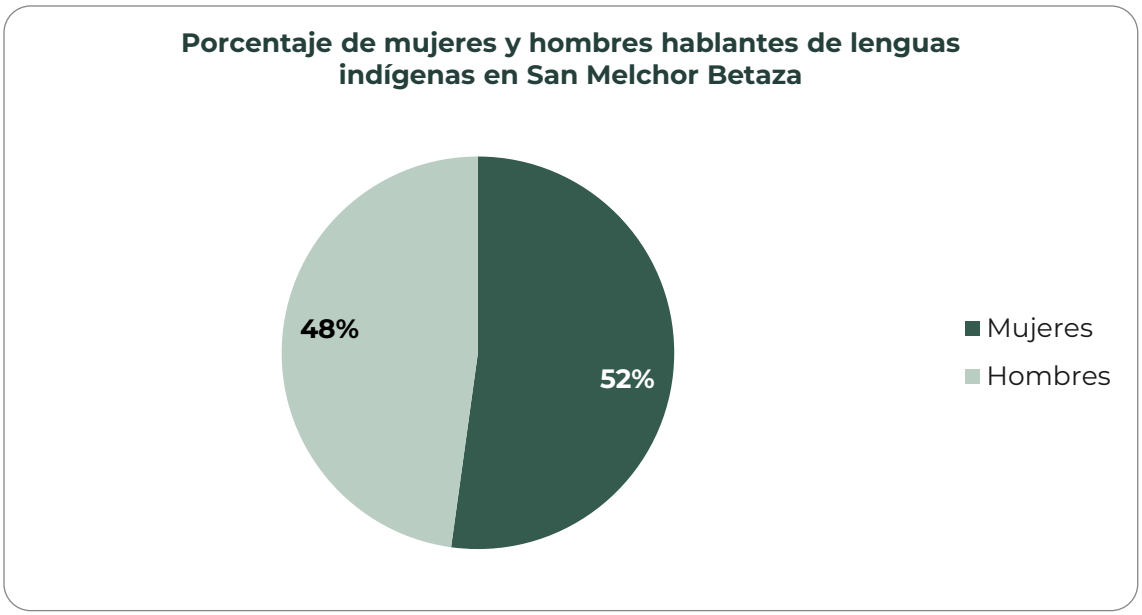
Fuente: CentroGeo, 2024

La distribución de las personas hablantes de alguna lengua indígena en el municipio de San Melchor Betaza por localidad, nos muestra que de las 3 localidades que conforman el municipio, en Loma de Conejo (Arriba del Tanque), es mayor la proporción de hablantes, con el 92.6%, seguida de la cabecera municipal con el 89.2% y San Tomás Lachitá con el 88.7%.

Del segmento de personas hablantes de alguna lengua indígena, es en la cabecera municipal donde es mayor la proporción de mujeres que hablan alguna lengua indígena, con el 53.6%; mientras que en Loma de Conejo (Arriba del Tanque), es en donde menos mujeres lo hacen, ya que representan el 48.%.

De las personas que hablan alguna lengua indígena, es mayor el número de mujeres hablantes con el 52%, siendo que el 48% lo componen hombres hablantes de su lengua materna, estadística que se representa en la gráfica siguiente.

Gráfica 11. Distribución de la población femenina y masculina que habla alguna lengua indígena en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Las lenguas zapoteca y mixe son patrimonio cultural inmaterial de Oaxaca (Secretaría de Cultura, 2024), y son las lenguas más habladas en el territorio municipal de San Melchor Betaza. De acuerdo con datos del censo de población y vivienda (INEGI, 2020), de la población con más de 5 años que habla alguna lengua indígena, el 98.7% de la población habla zapoteco, el 1.2% habla mixe y el 0.01% habla alguna lengua chinanteca.

IV.2.3 Servicios de salud

De acuerdo con el censo de población y vivienda 2020, en el municipio de San Melchor Betaza hay 872 personas que cuentan con servicios de salud, lo que representa el 82.9% de la población total del municipio.

La distribución de la población con cobertura en servicios de salud de acuerdo a cada población es variada. En el caso de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá, predomina el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI), que atiende a 496 personas y el IMSS-BIENESTAR, que atiende a 283 personas.

Para el caso de la localidad de Santo Tomás Lachitá, la institución que atiende a más personas en temas de salud es el IMSS Bienestar y en el caso de la comunidad de Loma de Conejo (Arriba del Tanque), hay una distribución casi equitativa entre el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) y el IMSS-BIENESTAR.

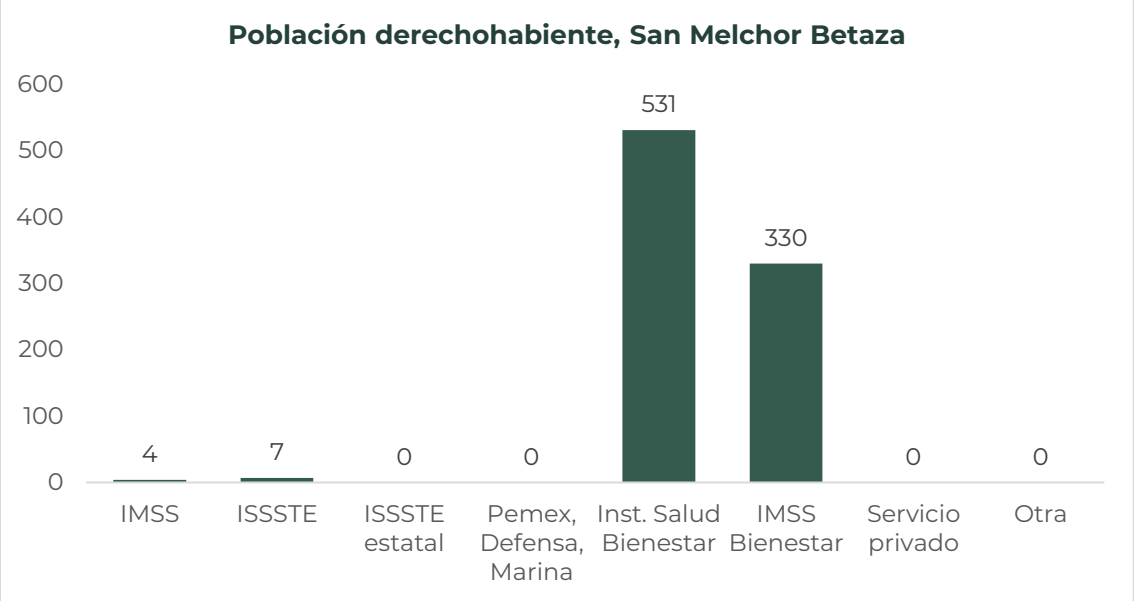
Tabla 28. Distribución de habitantes con servicios de salud por localidad en el municipio de San Melchor Betaza

Localidad	Población total	Población derechohabiente	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa, Marina	Instituto de Salud Bienestar (INSABI)	IMSS Bienestar	Servicio privado	Otra	Porcentaje de población
Total	**1,052**	**872**	**4**	**7**	**0**	**0**	**531**	**330**	**0**	**0**	**83%**
San Melchor Betaza	705	530	1	7	0	0	496	26	0	0	75%
Santo Tomás Lachitá	293	289	3	0	0	0	3	283	0	0	99%
Loma de Conejo (Arriba del Tanque)	54	53	0	0	0	0	32	21	0	0	98%

Fuente: CentroGeo, 2024

Las tres principales instituciones gubernamentales a las que se encuentran afiliados los habitantes son el Instituto de Salud para el Bienestar, que afilia 531 personas, las cuales simbolizan el 61% y el IMSS Bienestar, que da atención a 330 personas, que representan el 38% de personas, seguidos del ISSSTE, que da atención a 7 personas que solo representan el 0.8% de la población.

Gráfica 12. Distribución de la población con servicios de salud en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.3 Empleos e ingresos

IV.3.1 Población económicamente activa (PEA)

En lo relativo a las personas de 15 y más años que tuvieron vínculo con actividades remuneradas (INEGI, Glosario, 2024), denominadas Población Económicamente Activa (PEA), el municipio de San Melchor Betaza cuenta con 399 personas, que representan el 37.9% de la población total del municipio. Ese segmento de la población está compuesto por 278 hombres y 121 mujeres, que representan el 69.7% y 30.3% de la PEA respectivamente.

Tabla 29. Población Económicamente Activa (PEA) por localidad en el municipio de San Melchor Betaza

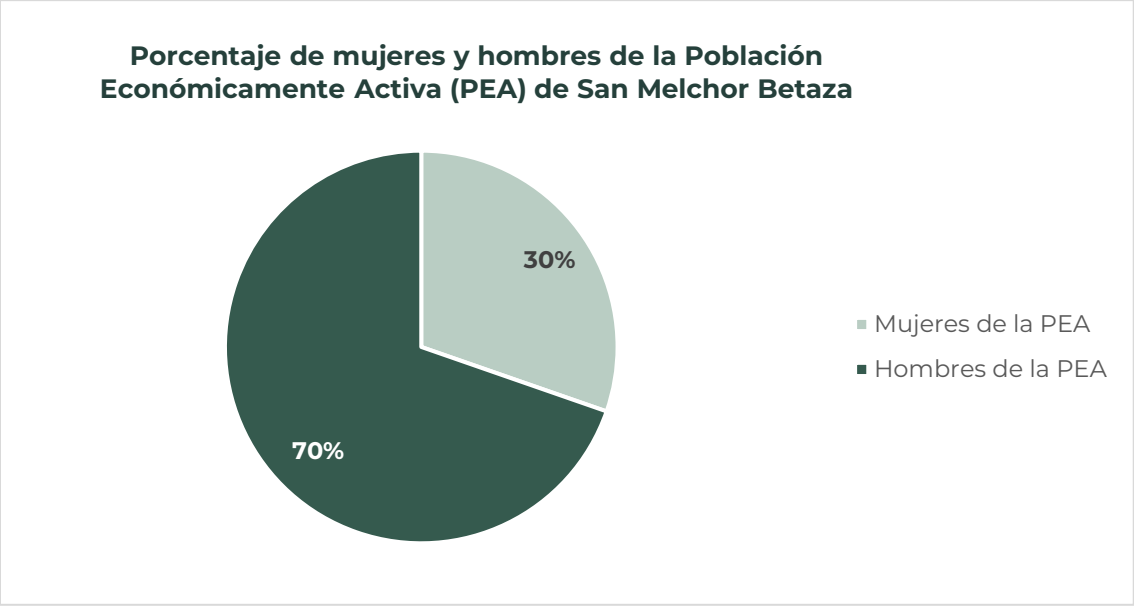
Municipio	Población total	Población Económicamente Activa (PEA)	Hombres de la PEA	Mujeres de la PEA	Población No Económicamente Activa
San Melchor Betaza	1,052	399	278	121	653
Localidad	**Población total**	**Población Económicamente Activa (PEA)**	**Hombres de la PEA**	**Mujeres de la PEA**	**Población No Económicamente Activa**
705	290	705	187	103	415
293	96	293	81	15	197
54	13	54	10	3	41

Fuente: CentroGeo, 2024

De acuerdo con la distribución por localidad, es en la cabecera municipal donde es mayor la proporción de PEA con respecto a su población total, la cual es de 41.1%, seguida de Santo Tomás Lachitá con el 32.8% y por último Loma de Conejo (Arriba del Tanque), con el 24.1%.

Por otra parte, en todos los casos es mayor la proporción de hombres en PEA con respecto a la participación de las mujeres. Sin embargo, la localidad que encabeza dicho rubro es Santo Tomás Lachitá, con el 84.4% de su PEA conformada por hombres, seguido de Loma de Conejo (Arriba del Tanque), con el 77% y por último la localidad de San Melchor Betaza, con el 64.5%. La proporción de mujeres de la PEA es del 15.6%, 23.1% y 35.5% respectivamente.

Gráfica 13. Población Económicamente Activa en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

En lo referente a las personas de 15 y más años que en la semana de referencia realizaron alguna actividad económica durante al menos una hora, denominados la población ocupada (INEGI, Glosario, 2024), en el municipio de San Melchor Betaza significa la totalidad de la Población Económicamente Activa (PEA).

Tabla 30. Población económicamente activa, ocupada y desocupada, por localidad del municipio de San Melchor Betaza

Municipio	Población total	Población Económicamente Activa (PEA)	PEA ocupada	PEA desocupada
San Melchor Betaza	1,052	399	399	0
Localidad	**Población total**	**Población Económicamente Activa (PEA)**	**PEA ocupada**	**PEA desocupada**
San Melchor Betaza	705	290	290	0
Santo Tomás Lachitá	293	96	96	0
Loma de Conejo (Arriba del Tanque)	54	13	13	0

Fuente: CentroGeo, 2024

La distribución de la población ocupada es igual a la distribución de la población económicamente activa en cada localidad, lo que significa que este último segmento de población se encuentra ocupada en su totalidad. La proporción de la población ocupada respecto de la población total por localidad es de 41.1% en San Melchor Betaza, seguida de Santo Tomás Lachitá, con el 32.8% y por último Loma de Conejo (Arriba del Tanque), con el 24.1%.

IV.3.2 Sectores productivos

Las actividades productivas se clasifican en tres grandes rubros. Las actividades primarias, en donde se encuentran las actividades vinculadas directamente con el aprovechamiento de los recursos naturales como el suelo, la fauna y la vegetación, como son la agricultura, la ganadería, la pesca o la silvicultura.

El siguiente rubro son las actividades secundarias, las cuales engloban tanto la industria en todas sus variantes, como las tareas destinadas al procesamiento de los productos obtenidos en las actividades primarias.

Por último, tenemos las actividades terciarias, que tienen que ver con la transportación y comercialización de los productos elaborados en las primeras dos actividades para el consumo en los hogares, así como el otorgamiento de otros servicios.

IV.3.2.1 Sector primario

De acuerdo con datos del CentroGeo (2024), tenemos que en el municipio de San Melchor Betaza se registró una producción total de 461 unidades de producción agropecuaria, de las cuales 402 eran de temporal a cielo abierto y 59 unidades eran de riego a cielo abierto.

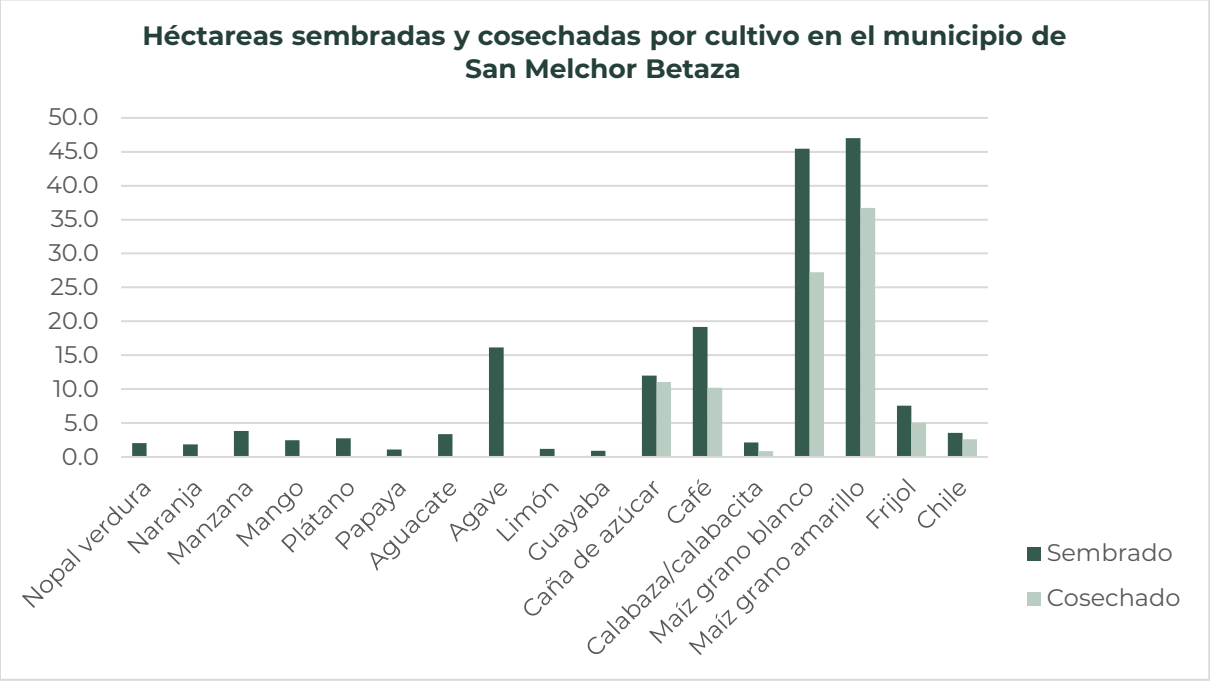
Entre los cultivos más destacados encontramos el maíz, tanto de grano blanco como amarillo, con 82 unidades cada uno. Con un número menor, pero de importancia en toneladas cosechadas de riego, se tiene a la caña de azúcar, con 46 unidades de producción, de las cuales el 69.6% fue de temporal a cielo abierto y 30.4% fue de riego a cielo abierto.

Tabla 31. Unidades de producción agropecuarias en el municipio de San Melchor Betaza

Municipio	Unidades de producción agropecuaria (temporal + riego)	Superficie agrícola sembrada (temporal + riego) (ha)	Superficie agrícola cosechada (temporal + riego) (ha)	Unidades con agricultura de temporal a cielo abierto	Superficie de temporal sembrada (ha)	Superficie de temporal cosechada (ha)	Unidades con agricultura de riego a cielo abierto	Superficie de riego sembrada (ha)	Superficie de riego cosechada (ha)	Toneladas cosechadas de riego
San Melchor Betaza	461	172.5	93.7	402	158.5	90.3	59	13.9	3.4	3.6
Cultivo	**Unidades de producción agropecuaria (temporal + riego)**	**Superficie agrícola sembrada (temporal + riego) (ha)**	**Superficie agrícola cosechada (temporal + riego) (ha)**	**Unidades con agricultura de temporal a cielo abierto**	**Superficie de temporal sembrada (ha)**	**Superficie de temporal cosechada (ha)**	**Unidades con agricultura de riego a cielo abierto**	**Superficie de riego sembrada (ha)**	**Superficie de riego cosechada (ha)**	**Toneladas cosechadas de riego**
Nopal verdura	12	2.0	0.0	12	2.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Naranja	11	1.8	0.0	7	1.2	0.0	4	0.7	0.0	0.0
Manzana	18	3.8	0.0	10	2.3	0.0	8	1.5	0.0	0.0
Mango	13	2.5	0.0	8	1.2	0.0	5	1.2	0.0	0.0
Plátano	14	2.7	0.0	8	1.4	0.0	6	1.3	0.0	0.0
Papaya	8	1.1	0.0	5	0.7	0.0	3	0.4	0.0	0.0
Aguacate	16	3.4	0.0	10	2.0	0.0	6	1.4	0.0	0.0
Agave	28	16.1	0.0	28	16.1	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Limón	7	1.2	0.0	4	0.7	0.0	3	0.5	0.0	0.0
Guayaba	6	0.9	0.0	3	0.4	0.0	3	0.5	0.0	0.0
Caña de azúcar	46	12.0	11.1	32	9.5	8.9	14	2.5	2.1	3.0
Café	48	19.2	10.2	44	17.0	10.2	4	2.2	0.0	0.0
Calabaza/ calabacita	12	2.2	0.9	12	2.2	0.9	0	0.0	0.0	0.0
Maíz grano blanco	82	45.5	27.2	80	44.2	26.5	2	1.3	0.8	0.4
Maíz grano amarillo	82	47.0	36.7	81	46.5	36.2	1	0.5	0.5	0.3
Frijol	36	7.5	5.0	36	7.5	5.0	0	0.0	0.0	0.0

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 14. Superficie sembrada y cosechada por tipo de cultivo en San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Por otra parte, en 2022 San Melchor Betaza tuvo una gran variedad de producción pecuaria, en donde destaca el ganado en pie de porcino, con 94.9 toneladas y la carne de porcino, con 71.6 toneladas, lo que en suma representarían el 75.5% del total de producción, que para ese año fue de 220.4 toneladas/miles de litros.

Tabla 32. Producción pecuaria 2022 en el municipio de San Melchor Betaza

Especie	Producto	Producción (toneladas, miles de litros)	Precio (pesos/kg)	Valor de la Producción (miles de pesos)
Ave	Carne	3.3	32.5	108.8
Ave	Huevo plato	5.1	31.9	161.7
Ave	Ganado en pie	4.3	23.6	102.4
Bovino	Carne	9.5	49.5	471.6
Bovino	Ganado en pie	18.7	23.3	436.6
Bovino	Leche	9.3	7.4	69.1
Caprino	Carne	0.5	63.8	32.8
Caprino	Ganado en pie	1.0	33.4	32.7
Guajolote	Carne	0.4	68.0	25.8
Guajolote	Ganado en pie	0.5	45.7	23.9
Ovino	Carne	0.4	70.8	28.0
Ovino	Ganado en pie	0.8	34.9	26.7
Porcino	Carne	71.6	47.0	3,367.3

Especie	Producto	Producción (toneladas, miles de litros)	Precio (pesos/kg)	Valor de la Producción (miles de pesos)
Porcino	Ganado en pie	94.9	29.6	2,809.2
	Total	220.4		7,696.7

Fuente: Elaboración propia con datos del (SADER, 2023)

IV.3.2.2 Sectores secundario y terciario

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal 2012, dentro del municipio de San Melchor Betaza se pueden encontrar la manufactura y bordado de artesanías como huipiles, rebosos y blusas. Por otra parte, hay un fuerte trabajo con barro dentro del municipio para elaborar ollas y accesorios de adorno con el barro rojo de la zona. No obstante, no se cuenta con el dato exacto de la producción de dichos artefactos.

En cuanto a las actividades del sector terciario, el Plan de Desarrollo Municipal 2012 nos dice que el municipio cuenta con 3 oficinas postales, 3 automóviles registrados en circulación y un camión de pasajeros registrado en circulación.

IV.3.2.3 Centralidades económicas

El análisis de las centralidades económicas del municipio consiste en determinar la concentración de las actividades económicas en territorios específicos e identificar la estructura y conectividad que conforman a partir de las infraestructuras de transporte, energética y urbana disponibles en la demarcación.

Tabla 33. Centralidades de las actividades económicas en el municipio de San Melchor Betaza

Sector productivo	Número de actividades
Secundario	13
Terciario	40

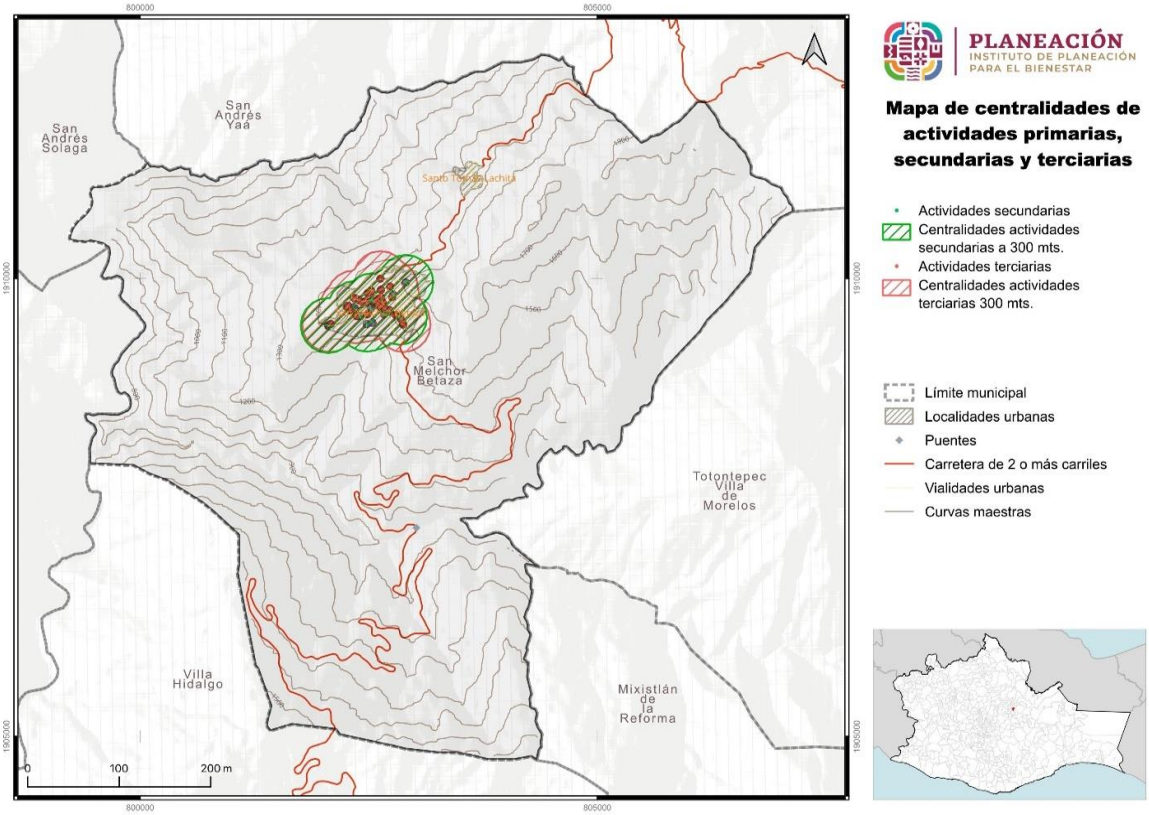
Fuente: CentroGeo, 2024

Se identifican los niveles de importancia económica de los municipios, en la medida que poseen una alta correlación positiva con la concentración territorial de la población, ayudando a identificar los municipios que se desempeñan como lugares centrales dentro de la demarcación.

Para el caso del municipio, principalmente se enfoca en actividades terciarias. Todas las actividades secundarias recaen en el rango de las actividades terciarias; existe una

correlación directa entre ambas actividades. Solo existe un polo económico ubicado al centro del territorio.

Mapa 21. Centralidades de actividades primarias, secundarias y terciarias del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.4 Pobreza y marginación

El índice de marginación está concebido con el interés particular de ser una medida que dé cuenta de las carencias que padece la población. Se construyen indicadores de déficit capaces de describir la situación en que se encuentran las personas que residen en las entidades y municipios que componen el territorio. A través de dichos indicadores se contribuye a una reflexión tópica sobre las deficiencias que reflejan cada uno de éstos.

La vulnerabilidad social asociada a los desastres naturales se define 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 población" (CIUDADANA, Versión electrónica, 2021).

La categorización de vulnerabilidad para el municipio de San Melchor Betaza es **muy alta**. Teniendo como precepto que es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre, es necesario buscar estrategias que ayuden a disminuir esa vulnerabilidad, pues su grado de resiliencia es **muy bajo**, lo que nos lleva a pensar que al municipio le falta capacidad para adaptarse o reponerse ante las situaciones adversas.

Tabla 34. Grado de vulnerabilidad social y resiliencia del municipio de San Melchor Betaza

Municipio	Grado de vulnerabilidad social (2010)	Grado de resiliencia (2015)
San Melchor Betaza	Muy alto	Muy bajo

Fuente: CentroGeo, 2024

Por otra parte, de acuerdo con la definición del CONEVAL, el Índice de Rezago Social (IRS), es una medida que agrega, en un solo índice, variables de educación, acceso a servicios de salud, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y activos en el hogar.

No se trata de una medición de pobreza, ya que no incluye los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación (estas variables no están explícitas en los Censo de Población y Vivienda), que señala la Ley General de Desarrollo Social. El IRS del municipio de San Melchor Betaza es de 1.06, que lo ubica de grado **alto**.

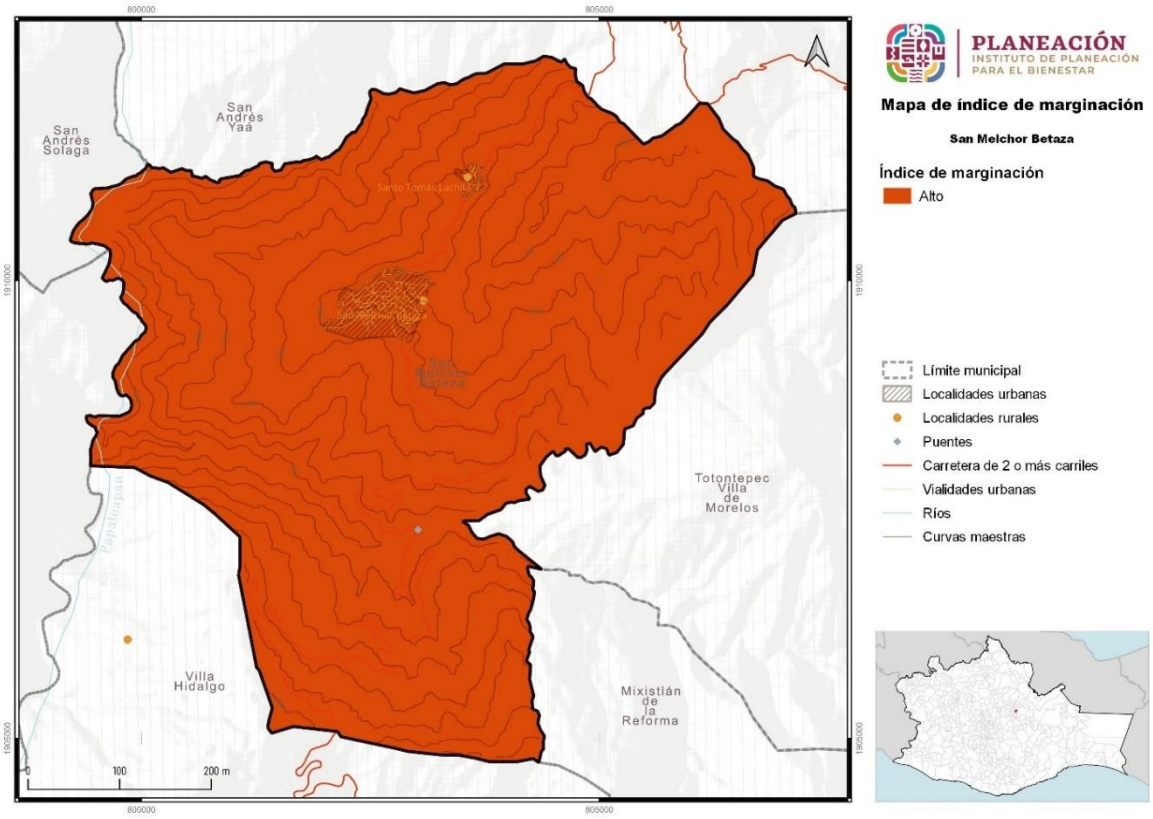
Tabla 35. Índice y grado de rezago social del municipio de San Melchor Betaza

Municipio	Población total	Índice de rezago social	Grado de rezago social
San Melchor Betaza	1,052	1.06	Alto

Fuente: CentroGeo, 2024

Dado que el grado de rezago social es **alto** en el municipio de San Melchor Betaza, en el siguiente mapa se puede apreciar que todo el municipio está iluminado de un solo color.

Mapa 22. Índice de marginación en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5 Inventario de bienes expuestos

IV.5.1 Viviendas y edificaciones

De acuerdo con la definición del INEGI, una vivienda es un espacio delimitado por paredes y techos de cualquier material. Se construye para que las personas vivan ahí, duerman, preparen alimentos, los consuman y se protejan del medio ambiente y se consideran habitadas cuando se usa para la habitación de personas al momento de realizar la entrevista censal.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en el municipio de San Melchor Betaza se encuentran 514 viviendas, de las cuales el 64% están habitadas.

Tabla 36. Distribución de viviendas habitadas total y por localidad en el municipio de San Melchor Betaza

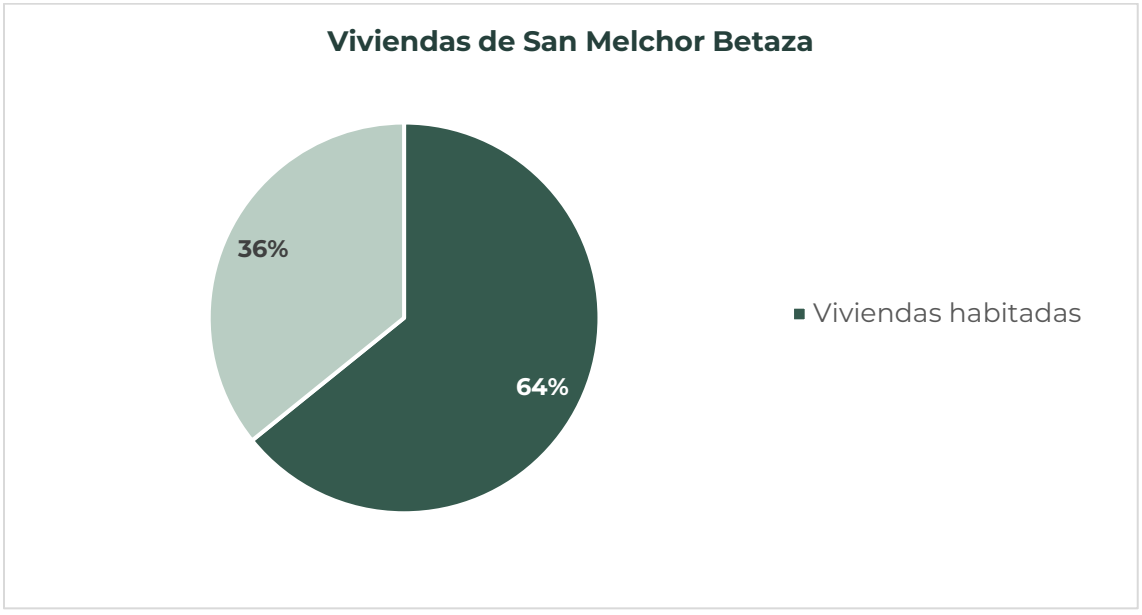
Municipio	Población	Viviendas totales	Viviendas habitadas
San Melchor Betaza	1,052	514	330
Nombre localidad	**Población**	**Viviendas totales**	**Viviendas habitadas**
San Melchor Betaza	705	364	225
Santo Tomás Lachitá	293	134	91
Loma de Conejo (Arriba del Tanque)	54	16	14

Fuente: CentroGeo, 2024

La distribución de viviendas por localidad sigue el mismo patrón que el número de habitantes. La mayor parte tanto de viviendas totales como de viviendas habitadas se concentra en San Melchor Betaza, seguido de Santo Tomás Lachitá y Loma de Conejo (Arriba del Tanque). Sin embargo, la proporción de viviendas habitadas respecto del total de viviendas sigue un orden inverso, ya que es mayor la proporción de viviendas habitadas con respecto a las viviendas existentes en la localidad de Loma de Conejo (Arriba del Tanque), con el 87.5%, siendo la menor proporción en San Melchor Betaza, con 61.8%.

A nivel general, podemos observar que, en el municipio, el 36% de las viviendas que se encuentran en San Melchor Betaza se encuentran deshabitadas y el 64% se encuentran habitadas.

Gráfica 15. Vivienda en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Por otra parte, al hablar del tema de la vivienda, es inevitable hablar sobre los servicios y condiciones en las cuales se encuentran. El desarrollo urbano y la vivienda digna dependen en gran medida de la calidad de las construcciones y la gestión social de materiales. Según INEGI, en el censo de Población y Vivienda 2020, San Melchor Betaza cuenta con 330 viviendas habitadas. De este número, 49 viviendas aún tienen piso de tierra (14.8%), mientras que 281 viviendas, que representan el 85.2%, tienen piso de algún material diferente a la tierra.

La mitad de las viviendas habitadas tienen 1 dormitorio y la otra mitad cuentan con 2 o más dormitorios. Respecto de los servicios básicos, solo 4 viviendas no cuentan con energía eléctrica (1.2%), 23 viviendas carecen del servicio de drenaje (7%) mientras que, en lo referente al agua potable, solo hay 2 viviendas en donde no se cuenta con agua potable.

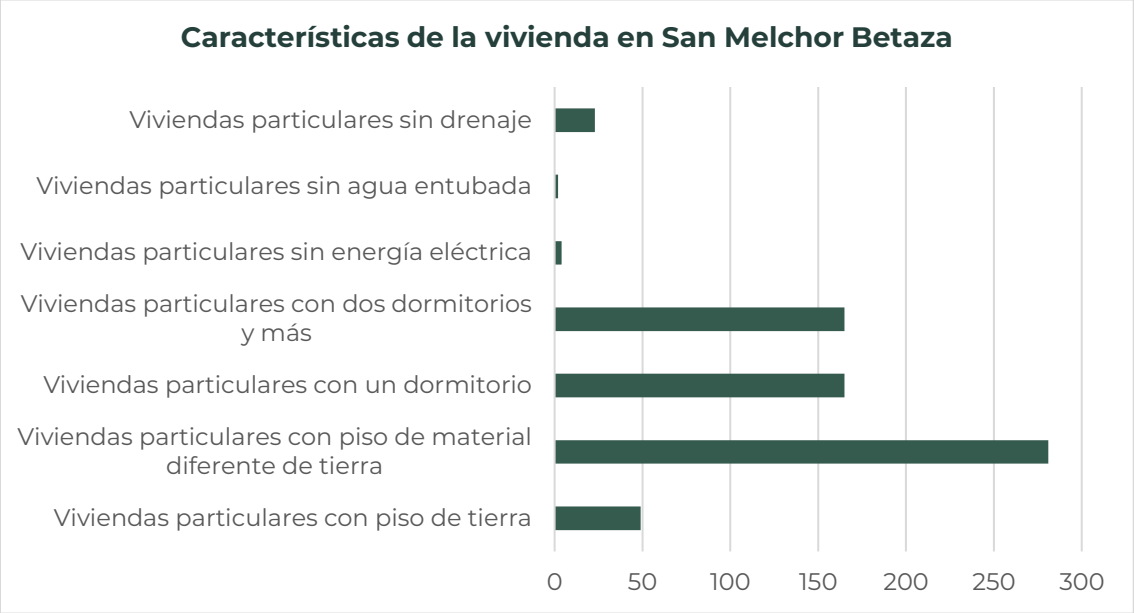
Tabla 37. Servicios dentro de la vivienda por localidad en el municipio de San Melchor Betaza

Municipio	Población total	Viviendas particulares totales	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares con piso de tierra	Viviendas particulares con piso de material diferente de tierra	Viviendas particulares con un dormitorio	Viviendas particulares con dos dormitorios y más	Viviendas particulares sin energía eléctrica	Viviendas particulares sin agua entubada	Viviendas particulares sin drenaje
San Melchor Betaza	**1,052**	**514**	**330**	**49**	**281**	**165**	**165**	**4**	**2**	**23**
Localidad	**Población total**	**Viviendas particulares totales**	**Viviendas particulares habitadas**	**Viviendas particulares con piso de tierra**	**Viviendas particulares con piso de material diferente de tierra**	**Viviendas particulares con un dormitorio**	**Viviendas particulares con dos dormitorios y más**	**Viviendas particulares sin energía eléctrica**	**Viviendas particulares sin agua entubada**	**Viviendas particulares sin drenaje**
San Melchor Betaza	705	364	225	29	196	96	129	2	2	11
Santo Tomás Lachitá	293	134	91	13	78	59	32	1	0	4
Loma de Conejo (Arriba del Tanque)	54	16	14	7	7	10	4	1	0	8

Fuente: CentroGeo, 2024

Del total de viviendas con piso de tierra respecto de las viviendas habitadas, la mayor proporción se tiene en Loma de Conejo (Arriba del Tanque), con el 50%, seguida de Santo Tomás Lachitá con el 14.3% y la cabecera municipal, con el 12.9%. Respecto del número de cuartos por vivienda, en la cabecera municipal se concentra la mayor la proporción de las viviendas con 2 o más cuartos, ya que es del 57.3%, caso contrario las otras 2 localidades, en donde la proporción de viviendas con un cuarto es mayor, 64.8% para Santo Tomas Lachitá y 71.4% para Loma de Conejo (Arriba del Tanque).

Gráfica 16. Servicios dentro de la vivienda en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.2 Infraestructura para la salud

En el ámbito de la salud, conforme al acuerdo por el que se emite el Modelo de Atención a la Salud para el Bienestar (MAS-BIENESTAR), publicado en el DOF el 25/10/2022, el Primer Nivel de Atención (PNA), se refiere a la provisión de servicios integrados y accesibles por parte de personal de salud y en el contexto de la familia y la comunidad, con la intención de resolver la mayoría de las necesidades de salud de los individuos y con el establecimiento de una relación sostenida con las personas que reciben esos servicios.

En el municipio de San Melchor Betaza existe únicamente una clínica de salud de primer nivel que se encuentra en operación, para la atención de la población en general, misma que se encuentra a cargo de la Secretaría de Salud.

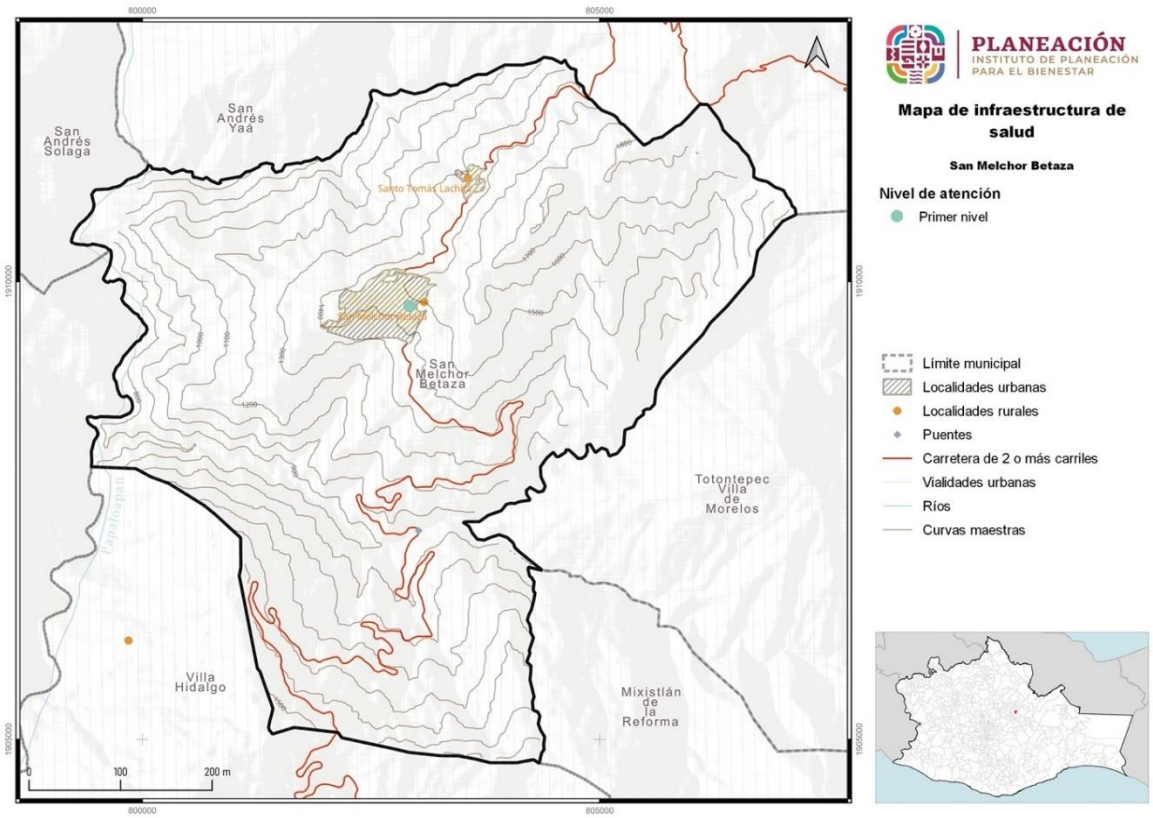
Tabla 38. Infraestructura de salud en las localidades del municipio de San Melchor Betaza

Localidad	Clave institución	Nombre institución	Tipo establecimiento	Tipología	Nivel atención	Estatus
San Melchor Betaza	SSA	Secretaría de Salud	De Consulta Externa	Urbano de 01 Núcleos Básicos	Primer Nivel	En Operación

Fuente: CentroGeo, 2024

En el siguiente mapa, podemos apreciar la ubicación exacta de la unidad médica, la cual, como se mencionó con anterioridad, se encuentra en la cabecera municipal y se encuentra en el lado norte del municipio.

Mapa 23. Infraestructura de salud en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.3 Infraestructura educativa

La posibilidad de que una persona acuda a la escuela significa la oportunidad de prepararse para enfrentar de mejor manera las distintas situaciones de la vida, especialmente las que le permitan desarrollarse socialmente, como la actividad laboral.

El analfabetismo limita el desarrollo pleno de las personas y su participación en la sociedad, con repercusiones a lo largo de su ciclo de vida; afecta al entorno familiar, restringe el acceso a los beneficios del desarrollo y obstaculiza el ejercicio de los derechos humanos. El analfabetismo incrementa la vulnerabilidad socioeconómica y cultural de las personas y condiciona la reproducción intergeneracional en las y los hijos.

Los equipamientos de educación del municipio se distribuyen en la cabecera municipal, como nos muestra la siguiente tabla.

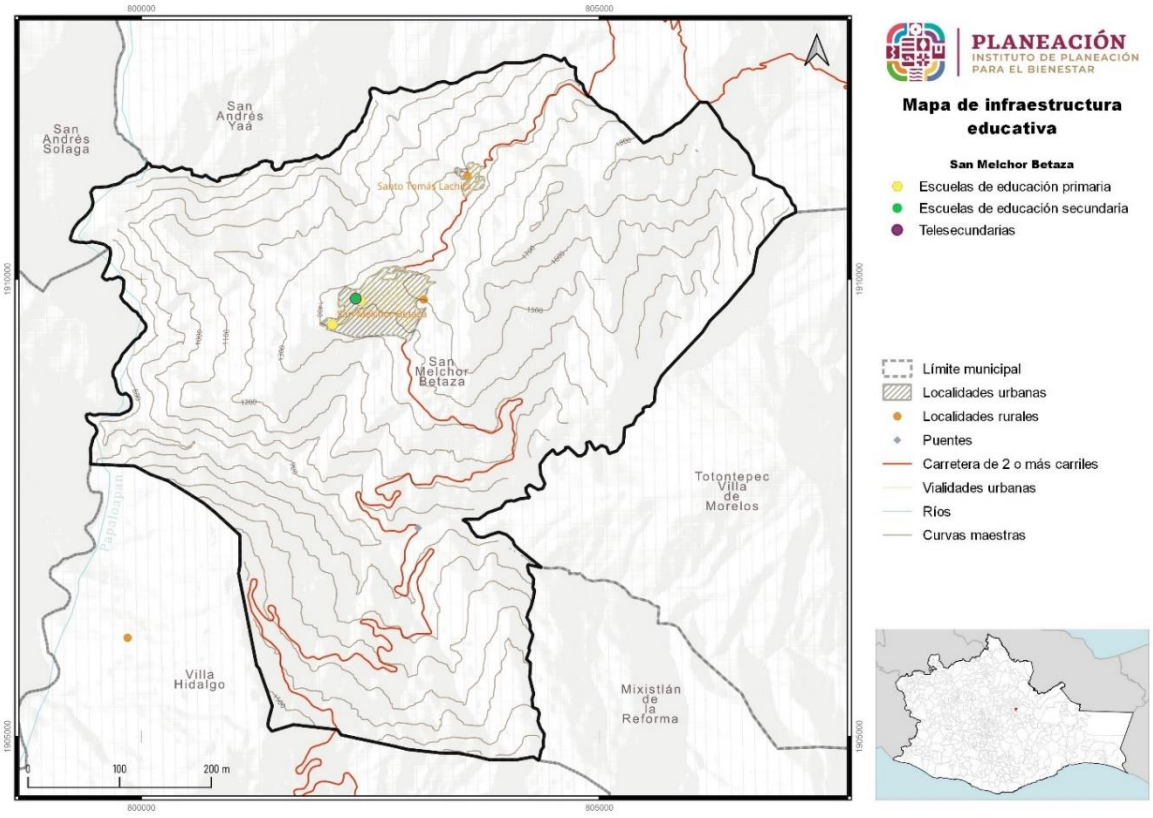
Tabla 39. Infraestructura educativa en el municipio de San Melchor Betaza

Clave CLEE	Nombre de unidad económica	Razón social	Código de actividad	Nombre de clase de actividad	Personal ocupado (personas)	Nombre de vialidad
20257611122000021 000000000U1	Escuela Primaria Bilingüe Melchor Ocampo San Sebastian Betaza	Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca	611122	Escuelas de educación primaria del sector público	0 a 5	Melchor Ocampo
20257611122000011 000000000U2	Escuela Primaria Rural Federal José María Morelos	Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca	611122	Escuelas de educación primaria del sector público	0 a 5	Insurgentes
20257611132000011 000000000U1	Escuela Telesecundaria de San Melchor Betaza	-	611132	Escuelas de educación secundaria general del sector público	0 a 5	-

Fuente: CentroGeo, 2024

En el ámbito de la educación básica, en el municipio se cuenta con 2 instituciones de nivel primaria, de las cuales una es de tipo bilingüe y la otra es una primaria rural federal. También, a nivel secundaria, se cuenta con una institución en la modalidad de telesecundaria.

Mapa 24. Infraestructura de educación en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.4 Infraestructura de entretenimiento

Dentro del municipio de San Melchor Betaza se encuentra una cancha deportiva techada y con gradas, que normalmente es utilizada en las fiestas patronales del pueblo o de alguno de los barrios. Dicho espacio también es ocupado para eventos culturales, como las presentaciones de las distintas bandas de música conformadas en el municipio, así como encuentros culturales de danzas originarias de la región.

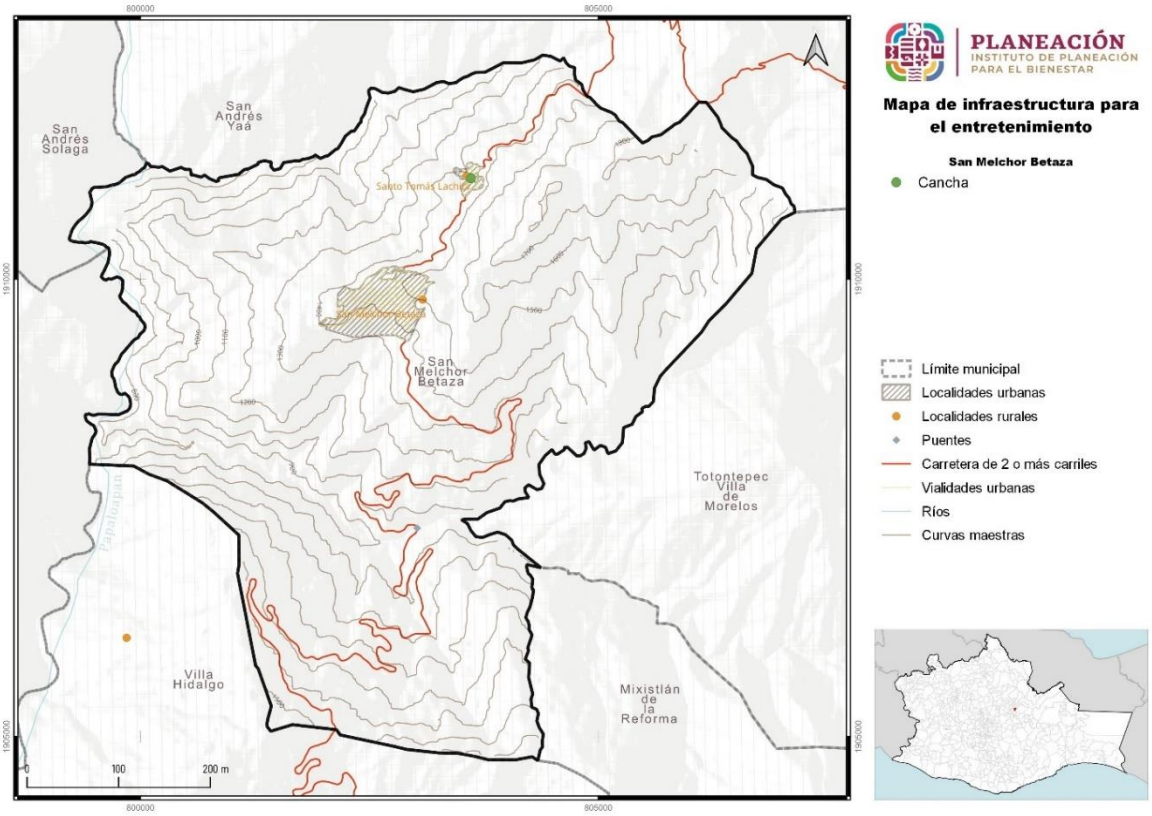
Tabla 40. Infraestructura educativa en el municipio de San Melchor Betaza

Municipio	Conteo por tipo	Tipo
San Melchor Betaza	1	Cancha

Fuente: CentroGeo, 2024

Esta cancha deportiva está ubicada en la localidad de Santo Tomás Lachitá, como se puede observar en el siguiente mapa.

Mapa 25. Infraestructura para el entretenimiento en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Se contabiliza también una iglesia construida en el siglo XVII temprano, que cuenta con atrio al frente y se localiza en la parte la parte central de la población frente al palacio municipal.

IV.5.5 Bienes inmuebles

IV.5.5.1 Infraestructura de comunicaciones, telecomunicaciones y transporte

En lo referente a la infraestructura de comunicaciones y transportes, en el municipio de San Melchor Betaza se distinguen 3 tipos de vialidades: calles, carreteras y veredas, diferenciando la última como de uso estrictamente peatonal, que normalmente no tienen un trazo definido.

La vialidad de mayor extensión en el territorio municipal es la carretera, con 20.5 km, ya que es la que viene del municipio de Totontepec Villa de Morelos y que por una dirección llega a la cabecera municipal, pasando por la agencia municipal de Santo Tomás Lachitá y por la otra dirección lleva a la cabecera distrital y municipio de Villa Alta.

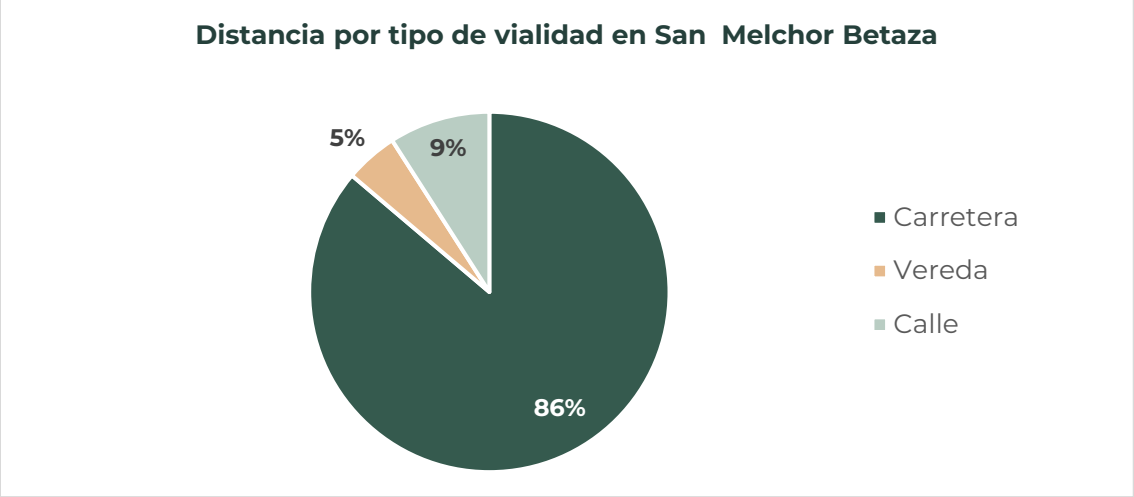
Tabla 41. Infraestructura de comunicaciones y transporte en el municipio de San Melchor Betaza

Tipo de vialidad	Distancia (km)
Carretera	20.5
Vereda	1.1
Calle	2.1

Fuente: CentroGeo, 2024

Como podemos observar en la siguiente gráfica, el 86% de las vialidades en el municipio corresponden a tipo carretera.

Gráfica 17. Distancia por tipo de vialidad en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

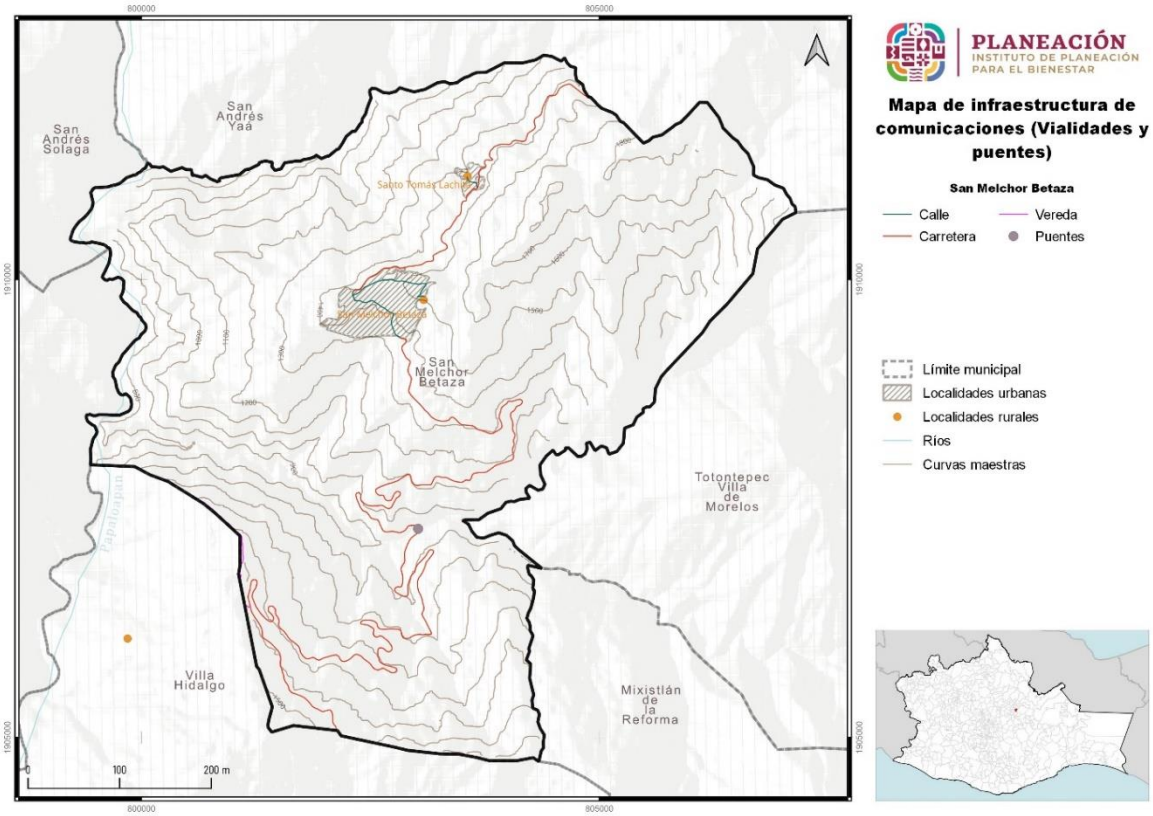
En el municipio de San Melchor Betaza encontramos que solo existe un solo puente hecho de concreto, clasificado como chico, ya que tiene entre 6 y 30 metros. Se ubica en la carretera que llega al sur de la cabecera municipal, viniendo de Teotitlán del Valle, pasando por la zona de los Cajonos y el municipio de Villa Hidalgo. Esta vialidad actualmente es de terracería y es utilizada para ir a la zona suroriente de la Sierra Juárez.

uentes ubicados en el municipio de San Melchor Betaza

ID	Nombre	Tipo	Material	Fecha actualización
3978	N/d	Chico (6-30 metros)	Concreto	11/10/2023 11:54

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 26. Infraestructura de comunicaciones (vialidades y puentes) en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024.

IV.5.5.2 Infraestructura para la seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria se da cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, para poder llevar una vida activa y saludable. En el municipio se cuenta con una tienda DICONSA, que es la que abastece de algunos productos alimentarios al municipio. Se ubica en uno de los espacios del Palacio Municipal de San Melchor Betaza y también existen diversas tiendas de abarrotes que son pequeñas, como se muestra en los siguientes tabla y mapa.

Tabla 42. Establecimientos de comercio de abarrotes en el municipio de San Melchor Betaza

Clave	Nombre establecimiento	Razón Social	Código de act.	Personas ocupadas
20257463211000011010000000U2	Abarrotes sin nombre	-	461110	0 a 5 personas
2025746113000001101 0000000U6	Miscelánea Gallo Giro	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000002100 0000000U7	Miscelánea sin nombre	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000019100 0000000U8	Miscelánea Sin Nombre	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000001100 0000000U8	Tienda Comunitaria Diconsa de San Melchor Betaza	Tienda Diconsa de San Melchor Betaza	461110	0 a 5 personas
2025746111000013100 0000000U4	Tienda de Abarrotes Los Tres Hermanos Rivera	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000011200 0000000U4	Tienda de Abarrotes Ramos	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000003100 0000000U6	Tienda de Abarrotes sin nombre	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000006100 0000000U3	Tienda de Abarrotes sin nombre	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000018100 0000000U9	Tienda de Abarrotes sin nombre	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000016100 0000000U1	Tienda de Abarrotes sin nombre	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000015100 0000000U2	Tienda de Abarrotes sin nombre	-	461110	0 a 5 personas
2025746111000017100 0000000U0	Tienda Miscelánea Auregalia	-	461110	0 a 5 personas

Fuente: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)

Mapa 27. Infraestructura de para la seguridad alimentaria en el municipio de San Melchor Betaza



Fuente: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)

Como podemos observar en el mapa, todas las tiendas de abarrotes se encuentran dentro de la cabecera municipal, por lo que es necesario buscar estrategias que ayuden a ubicar nuevas tiendas en las comunidades alejadas a la cabecera, y así mejorar la accesibilidad de las personas a productos de primera necesidad.

IV.5.5.3 Infraestructura para el agua y saneamiento

En lo referente al agua potable, considerando esta como el agua entubada que llega a las viviendas, la cobertura es del 99.4% de las viviendas habitadas, faltando únicamente 2 para una cobertura de las 330 viviendas identificadas en el censo. En la demarcación municipal no se encuentran registradas plantas purificadoras de agua.

Tabla 43. Cobertura de agua potable en el municipio de San Melchor Betaza

Municipio	Clave de región administrativa	Región hídrica administrativa	Población con cobertura de agua entubada	Población sin cobertura de agua entubada	Población total
San Melchor Betaza	X	Golfo Centro	1,050	2	1,052

Fuente: CentroGeo, 2024

Respecto del tratamiento de aguas residuales, aunque la cobertura de drenaje es del 93% de las viviendas habitadas, no se cuenta con registros de plantas de tratamiento dentro de la demarcación municipal.

IV.5.5.4 Infraestructura estratégica

Institucional

Dentro del municipio se contabiliza como infraestructura estratégica los centros de educación y escuelas con las que cuenta San Melchor Betaza, las cuales son instituciones estatales y federales, como se muestra en las tablas siguientes.

Tabla 44. Infraestructura estratégica institucional estatal del municipio de San Melchor Betaza

Clave	Nombre establecimiento	Actividad	Personas ocupadas
20257611112000021000000000U2	Centro de Educación Preescolar Leona Vicario	Escuelas de educación preescolar del sector público	0 a 5 personas
202576111220000210000000000U1	Escuela Primaria Bilingüe Melchor Ocampo San Sebastian Betaza	Escuelas de educación primaria del sector público	0 a 5 personas
20257611132000011000000000U1	Escuela Telesecundaria de San Melchor Betaza	Escuelas de educación secundaria general del sector público	0 a 5 personas
20257611112000011000000000U3	Centro de Educación Preescolar La Alborada	Escuelas de educación preescolar del sector público	0 a 5 personas

Fuente: CentroGeo, 2024

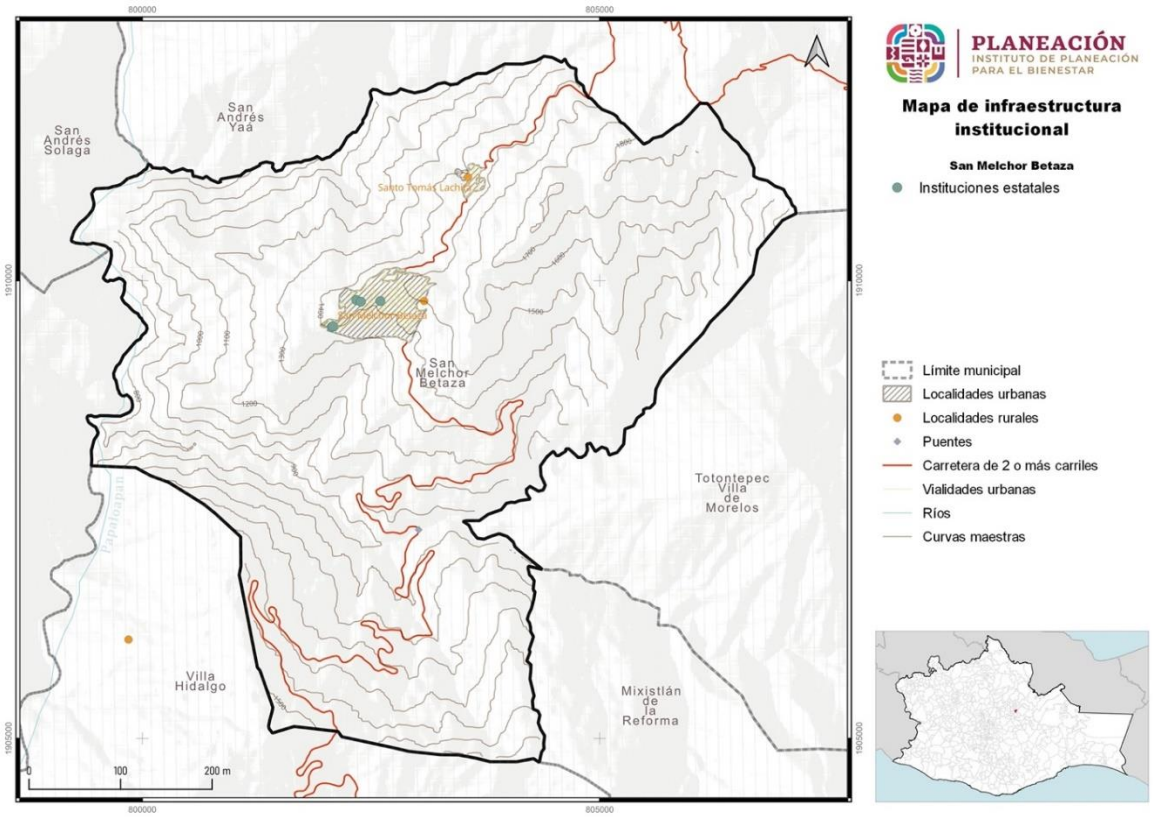
Tabla 45. Infraestructura estratégica institucional federal del municipio de San Melchor Betaza

Clave	Nombre establecimiento	Actividad	Personas ocupadas
20257611122000011000000000U2	Escuela Primaria Rural Federal José María Morelos	Escuelas de educación primaria del sector público	0 a 5 personas

Fuente: CentroGeo, 2024

En el municipio se cuenta con policía municipal comunitaria (topiles), y se contabilizan 3 capillas religiosas, 2 iglesias y 2 auditorios techados que podrían ser utilizados como almacenes o como albergues en caso de alguna contingencia.

Mapa 28. Infraestructura institucional del municipio de San Melchor Betaza

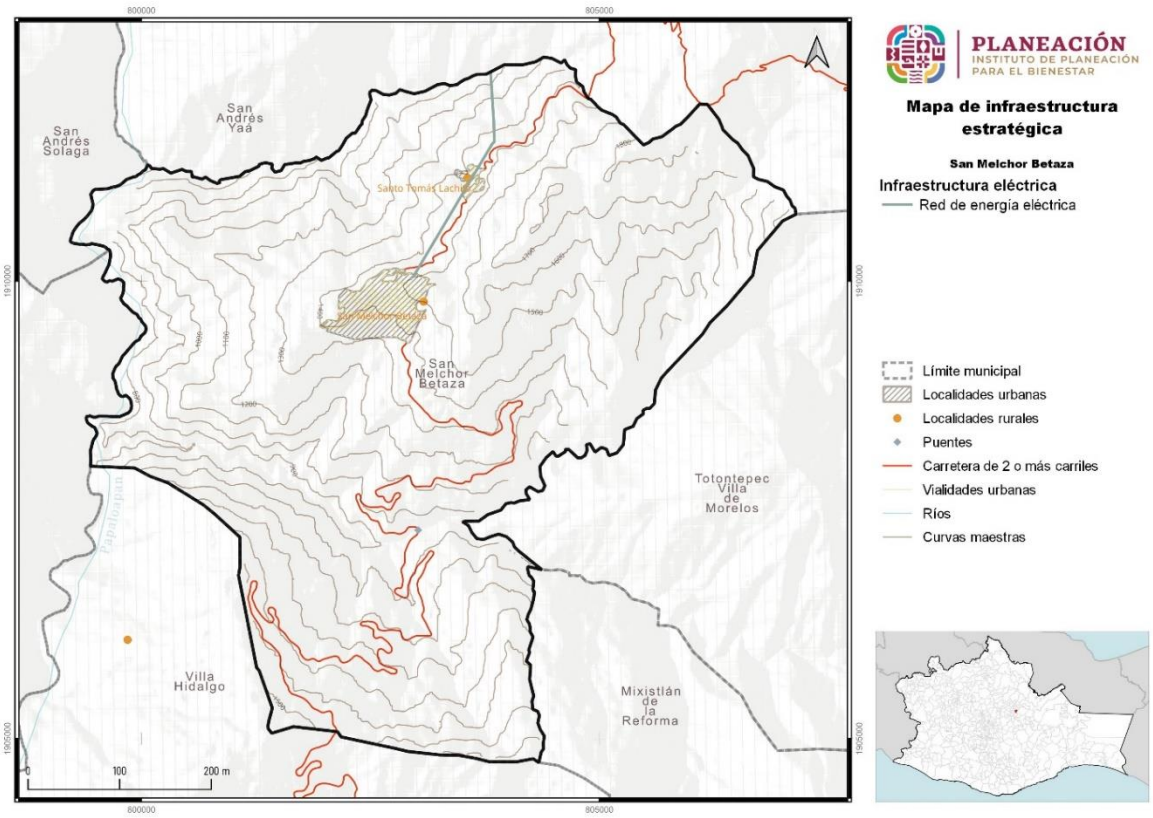


Fuente: CentroGeo, 2024

Infraestructura eléctrica

A lo largo de la carretera que llega a la cabecera municipal, pasando por la agencia de Santo Tomás Lachitá, se ubica la línea de transmisión de energía eléctrica a cargo de la CFE, que culmina en la entrada de la cabecera municipal para dar lugar a la red de distribución que provee de dicho servicio a la comunidad. En el siguiente mapa se puede visualizar la ubicación de dicha línea.

Mapa 29. Infraestructura eléctrica del municipio de San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Infraestructura para el abasto de combustibles

En el municipio de San Melchor Betaza no se tiene registro de establecimientos formales de distribución y venta de combustible.

Capítulo V. Identificación de peligros, vulnerabilidad, exposición y riesgos ante fenómenos de origen natural y antropogénicos

Por largo tiempo se consideró a los desastres como el resultado de la magnitud, la frecuencia y la intensidad de los fenómenos naturales, que siendo externos a nosotros y por lo tanto no controlables, contribuyeron en el fortalecimiento de la idea de indefensión ante los eventos adversos externos que ocurren en el entorno, ante los que únicamente se puede responder, posterior a su impacto en los medios de vida y en los procesos de desarrollo local.

Este enfoque ha sido contrarrestado en los últimos años, por uno que atribuye los desastres no tanto a la frecuencia y/o la intensidad de las amenazas, sino al nivel de vulnerabilidad en que se encuentra la población, sus bienes y su entorno, en relación con el impacto de eventos adversos específicos, transfiriendo de esta manera la responsabilidad de los desastres a la forma en la que se construyen como sociedad, los procesos de desarrollo.

Ante dicha construcción de vulnerabilidades, la Reducción de Riesgos de Desastre (RRD) tiene la función de promover formas de desarrollo más sostenibles, resilientes y seguras, a través de la reducción y manejo de las condiciones de vulnerabilidad, para evitar o limitar el impacto adverso de fenómenos potencialmente peligrosos (EIRD-OIT, 2009a) en las personas, sus medios de vida y el territorio, así como para enfrentar las amenazas mediante acciones de prevención, preparación, respuesta y la recuperación.

Las causas últimas de la vulnerabilidad de las personas y poblaciones tienen orígenes antrópicos y estructurales ante los que se propone identificar, por un lado, el conjunto de acciones relacionadas con la preparación, la respuesta y la recuperación, para preparar a la población y sus autoridades para la atención de emergencias ante fenómenos perturbadores, con el fin de proteger a la población, los bienes, servicios y el ambiente, ante el impacto de éstas, y por otro lado la toma de decisiones estructurales a través del ordenamiento del uso y ocupación del territorio.

Para este capítulo se analizaron los procesos y fenómenos con características propias que les confieren una influencia o impacto en el ser humano, debido a que pueden llegar a representar un peligro para la población expuesta a su influencia, con base en su temporalidad, intensidad, extensión, frecuencia, etc., o bien debido a su origen, génesis, intensidad, magnitud, frecuencia, duración, entre otros.

Con la finalidad de contar con un Atlas que contenga criterios homogéneos con el Atlas de Riesgos Nacional, se integraron los componentes mínimos que establece el Reglamento de la Ley General de Protección Civil (LGPC, 2023)[10], los cuales consisten en un sistema de información geográfica, mapas de peligro, mapas de susceptibilidad para el caso de inestabilidad de laderas, u otro fenómeno cuando así aplique, inventario de bienes expuestos, inventario de vulnerabilidades, mapas de riesgo y escenarios de riesgos .

Los fenómenos que contiene el presente Atlas son aquellos que se establecen en el artículo 2 de la LGPC que se pudieron evaluar por existir antecedentes documentados del peligro. Respecto de los fenómenos geológicos se analizaron: a) Inestabilidad de laderas (deslizamientos, derrumbes, caída de detritos y flujos), b) sismos; c) tsunamis, d) erupciones volcánicas y e) hundimientos (subsidencia) y agrietamiento del terreno.

Con relación a los fenómenos hidrometeorológicos se analizaron: a) Inundaciones pluviales, fluviales y lacustres, b) ciclones tropicales (marea de tormenta, oleaje, vientos y lluvias), c) Inundaciones costeras, d) ondas gélidas, e) nevadas, f) heladas, g) tormentas de granizo, f) tormentas eléctricas, g) ondas cálidas, h) sequías, i) tornados.

Respecto a los fenómenos químico-tecnológicos se analizaron los fenómenos de almacenamiento, autotransporte y transportes ferroviario de sustancias peligrosas; el transporte por ductos y los incendios forestales. De los fenómenos sanitario-ecológicos se analizó la contaminación de aíre y agua; y las epidemias y plagas. Finalmente, de los fenómenos socio-organizativos se analizó la concentración masiva de población y accidentes terrestres.

El análisis se llevó a cabo mediante la integración y presentación de mapas de peligro, los cuales son la representación espacial y temporal de los resultados del análisis o modelaciones de los fenómenos perturbadores que expresan la frecuencia o tasa de excedencia de las variables que los caracterizan, por ejemplo, aceleración del suelo o la intensidad de la lluvia. En algunos casos se elaboraron mapas de susceptibilidad, como lo es el caso de inestabilidad de laderas u otro fenómeno cuando así aplique, estos mapas contendrán la propensión espacial de que ocurran, considerando la intensidad y variación de sus factores condicionantes. Dicha propensión se calculó utilizando métodos cuantitativos y se reclasificó para su visualización. La metodología para generar mapas de susceptibilidad que se utilizó está aprobada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, en adelante se explican las memorias con base en las que se hicieron los cálculos para cada uno de los tipos de fenómenos analizados.

[10] LGPC, Artículo 112.

V.1 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos geológicos

V.1.1 Inestabilidad de Laderas

En este apartado se presentan las metodologías para los fenómenos geológicos que, según la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos de Fenómenos Geológicos (CENAPRED, CNCP, SSyPC, 2021), son los de mayor impacto en México: inestabilidad de laderas, sismos, volcanes.

Inestabilidad de laderas

Entre los procesos naturales que recientemente han adquirido mayor importancia se identifican los denominados Procesos de Remoción en Masa (PRM), que están relacionados con la **inestabilidad de laderas**; los cuales, definidos desde la perspectiva de la geomorfología, son fenómenos que involucran el movimiento de material formador de laderas por influencia de la gravedad, sin la asistencia de algún agente de transporte fluido (Alcántara Ayala, Echavarría Luna, Guriérrez Martínez, Domínguez Morales, & Noriega Rioja, 2021).

Al igual que otros fenómenos, los PRM pueden clasificarse como un peligro de origen natural, de acuerdo con sus particularidades, tales como extensión, volumen de material desplazado, velocidad, profundidad, etc. Es importante señalar que los PRM tienen una frecuencia considerablemente alta, además de una distribución espacial amplia, no sólo en México, sino en el mundo (Borja-Baeza & Alcántara-Ayala, 2012).

Para el caso de México, los PRM más frecuentes están los derrumbes, los caídos, los flujos y los deslizamientos. En el análisis de los PRM es necesario diferenciar entre los factores causales y los factores detonantes. Los causales son aquellos que condicionan o definen el grado potencial de inestabilidad, mientras que los factores detonantes son aquellos cuya presencia puede dar origen al movimiento de remoción ladera abajo (Borja-Baeza & Alcántara-Ayala, 2012).

En Oaxaca, como a lo largo de las cordilleras mexicanas, una gran cantidad de laderas se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos de remoción de masas se pueden iniciar con facilidad. Se debe analizar, por un lado, si los materiales térreos formadores son poco resistentes o están caracterizados por la presencia de sistemas de debilidad como diaclasas, fracturas, fallas, etc., lo cual puede implicar una inestabilidad latente. O bien, si las laderas están expuestas a factores externos, tales como la erosión, que juega un papel muy importante en su desequilibrio.

Además de esos factores, en la mayoría del territorio oaxaqueño se debe considerar también, la presencia de lluvias excesivas, y los temblores intensos que forman parte de los principales mecanismos detonadores de inestabilidad en el contexto de los desastres naturales (Alcántara Ayala, Echavarría Luna, Guriérrez Martínez, Domínguez Morales, & Noriega Rioja, 2021). Es pertinente resaltar que las precipitaciones de corta duración, pero intensas representan un factor de mayor influencia en la inestabilidad del terreno que las lluvias de mayor duración temporal pero menor intensidad relativa. Dado lo anterior, es importante considerar los periodos de retorno de precipitación. Para el cálculo de los mecanismos relacionados con la inestabilidad de laderas se empleó el método multicriterio empleando el *Proceso de Análisis Jerárquico establecido por Saaty*.

Derrumbes

Los **derrumbes** son movimientos repentinos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes abruptas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando, los cuales ocurren frecuentemente en carreteras y pueden ser desencadenados por otros factores tales como lluvias intensas, sismicidad, vulcanismo, vibraciones artificiales, o bien únicamente ocurrir por el peso del material desprendido o inestable (Alcántara Ayala, Echavarría Luna, Guriérrez Martínez, Domínguez Morales, & Noriega Rioja, 2021).

Para la estimación de las zonas susceptibles a derrumbes se aplicó un análisis multicriterio de los principales factores causales definidos para cada municipio. Esta técnica consiste en la estandarización en una escala común de clasificación para los parámetros incluidos en dicho análisis. A partir de este proceso, fue posible realizar la comparación de la importancia relativa entre estos parámetros, lo cual se llevó a cabo mediante una matriz de pares (tabla siguiente), cuyo análisis determina los pesos específicos de cada parámetro. Este tipo de análisis permite disminuir de manera importante la subjetividad de la determinación de la influencia relativa de los parámetros analizados, en este caso los factores causales de inestabilidad. Algunos autores que han aplicado esta metodología son (Galindo-Serrano & Alcántara-Ayala, 2015) y (Borja-Baeza & Alcántara-Ayala, 2012).

Tabla 46. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Caminos	Carreteras	Geología	Edafología	Ríos	Fallas
Pendiente	1	4	3	3	2	5	3	2
Uso de suelo	1/4	1	1/2	1/2	1/4	1	1/2	1/3
Caminos	1/3	2	1	2	1/4	1/2	2	1/2

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Caminos	Carreteras	Geología	Edafología	Ríos	Fallas
Carreteras	1/3	2	1/2	1	1/3	2	2	1/2
Geología	1/2	4	4	3	1	4	3	2
Edafología	1/5	1	2	1/2	1/4	1	1/3	1/4
Ríos	1/3	2	1/2	1/2	1/3	3	1	1/2
Fallas	1/2	3	2	2	1/2	4	2	1
Suma	3.45	19.00	13.50	12.50	4.916	20.50	13.83333	7.08333

Para estimar el grado de consistencia en el cálculo de los valores de la comparación entre pares se emplea el procedimiento para estimar la proporción de consistencia, comúnmente llamado índice de consistencia de Saaty. Esta proporción indica la probabilidad de que los valores de la matriz sean casualmente generados. Para el caso de la aplicación del análisis multicriterio para la inestabilidad, es decir un grado de consistencia aceptable (Carbajal Monroy, 2020).

Tabla 47. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes.

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Caminos	Carreteras	Geología	Edafología	Ríos	Fallas	Promedio (peso específico)
Pendiente	0.28986	0.21053	0.22222	0.24000	0.40678	0.24390	0.21687	0.28235	0.26406
Uso de suelo	0.07246	0.05263	0.03704	0.04000	0.05085	0.04878	0.03614	0.04706	0.04812
Caminos	0.09662	0.10526	0.07407	0.16000	0.05085	0.02439	0.14458	0.07059	0.09079
Carreteras	0.09662	0.10526	0.03704	0.08000	0.06780	0.09756	0.14458	0.07059	0.08743
Geología	0.14493	0.21053	0.29630	0.24000	0.20339	0.19512	0.21687	0.28235	0.22369
Edafología	0.05797	0.05263	0.14815	0.04000	0.05085	0.04878	0.02410	0.03529	0.05722
Ríos	0.09662	0.10526	0.03704	0.04000	0.06780	0.14634	0.07229	0.07059	0.07949
Fallas	0.14493	0.15789	0.14815	0.16000	0.10169	0.19512	0.14458	0.14118	0.14919
									1.000

Cálculo de la Razón de Consistencia (RC). Un punto de potencial que puede representar una debilidad del análisis multicriterio es la dificultad que presenta cuando se trabaja con problemas complejos, es decir, que presentan un número

elevado de elementos en los diferentes niveles considerados. En estas situaciones, el número de comparaciones pareadas que deben realizarse para incorporar las preferencias de quienes toman las decisiones, mediante la emisión de juicios medidos en la escala conocida como escala fundamental de Saaty es elevado y puede presentar inconsistencias (Moreno-Jiménez, Altuzarra-Casas, & Escobar-Urmeneta, 2003).

Para calcular la consistencia del proceso de análisis de pares, se empleó el índice de consistencia (Consistency Index, CI).

Donde:

λmax es el máximo autovalor, y

n es la dimensión de la matriz de decisión.

Un índice de consistencia igual a cero significa que la consistencia es completa.

Una vez obtenido CI y en complemento con el Índice Aleatorio o de aleatoriedad, se obtiene la proporción de consistencia (Consistency Ratio o Razón de Consistencia, CR) (tabla de matrices para el cálculo de CI y tabla de resultados de la multiplicación de las matrices Comparación de la importancia relativa). Si en una matriz se supera el CR máximo, hay que revisar las ponderaciones (Yepes Piqueras, 2021). Para lo anterior, se emplea las siguientes formulas:

$$CI = (\lambda \max - n) / (n-1)$$

$$CR = CI / RI$$

Tabla 48. Matrices para el cálculo de CI.

Parámetro	Pendiente	Geología	Fallas	Caminos	Carreteras	Edafología	Uso de suelo	Ríos	Promedio (peso específico)
Pendiente	1	2	2	4	3	5	6	2	0.2696
Geología	1/2	1	3	4	4	3	4	2	0.2235
Fallas	1/2	1/3	1	1	3	3	4	3	0.1446
Caminos	1/4	1/4	1	1	2	2	3	1	0.0970
Carreteras	1/3	1/4	1/3	1/2	1	1	3	4	0.0908
Edafología	1/5	1/3	1/3	1/2	1	1	1	2	0.0622
Uso de suelo	1/6	1/4	1/4	1/3	1/3	1	1	2	0.0503
Ríos	1/2	1/2	1/3	1	1/4	1/2	1/2	1	0.0621
Suma	3.45000	4.9166	8.25000	12.3333	14.5833	16.5000	22.5000	17.0000	1.0000

Tabla 49. Resultados de la multiplicación de las matrices comparación de la importancia relativa entre pares entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes y Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes.

Parámetro	Pendiente	Topoformas	Geología	Fallas	Edafología	Uso de suelo	Ríos	Carreteras
Pendiente	**0.270**	0.135	0.135	0.068	0.090	0.054	0.045	0.135
Topoformas	0.449	**0.224**	0.075	0.056	0.056	0.075	0.056	0.112
Geología	0.288	0.431	**0.144**	0.144	0.048	0.048	0.036	0.048
Fallas	0.416	0.416	0.104	**0.104**	0.052	0.052	0.035	0.052
Edafología	0.268	0.357	0.268	0.179	**0.089**	0.089	0.030	0.022
Uso de suelo	0.308	0.185	0.185	0.123	0.062	**0.062**	0.062	0.031
Ríos	0.297	0.198	0.198	0.149	0.149	0.050	**0.050**	0.025
Carreteras	0.114	0.114	0.170	7.442	0.227	0.114	0.114	**0.057**
Suma	**2.410**	**2.061**	**1.280**	**8.265**	**0.773**	**0.543**	**0.426**	**0.482**

Posteriormente, se divide la suma de valores de cada parámetro entre su peso específico.

Tabla 50. Datos resultantes entre la división del peso específico de cada parámetro y la suma de valores de la multiplicación entre las matrices de la Tabla 46 y 50.

Parámetro	Peso Específico (A)	Suma de valores de multiplicación entre matrices (B)	Resultado de (B/A)
Pendiente	0.2705	2.4101	8.9098
Topoformas	0.2244	2.0612	9.1854
Geología	0.1438	1.2796	8.8985
Fallas	0.1040	8.2647	79.4683
Edafología	0.0894	0.7732	8.6488
Uso de suelo	0.0616	0.5430	8.8149
Ríos	0.0496	0.4264	8.5968
Carreteras	0.0568	0.4821	8.4877
Promedio			**17.6263**

A partir de las operaciones realizadas, se calculó el CI

CI = (λ max – n) / (n - 1)) (IC = (17.6263 – 8) / (8 – 1))

Cuyo resultado fue **1.3751799**

Posteriormente, a partir de la siguiente tabla se obtuvo el valor de RI

Tabla 51. Índice aleatorio (RI) estandarizado

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Fuente: Yepes Piqueras, 2021

Una vez obtenidos los valores de *CI* (Índice de consistencia) y de *RI* (Índice aleatorio), es posible calcular la Razón de Consistencia (*CR*):

CR= CI/RI CR = 1. 3751799/ 1.41 **CR= 0.9753049**

Para asegurar que el valor de la Razón de Consistencia es aceptable, se considera la siguiente tabla:

Tabla 52. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia

Tamaño de la matriz	Radio de Consistencia
3	≤ 5% (0.5)
4	≤ 9% (0.9)
5 o mayor	≤ 10% (.10)

Fuente: Yepes Piqueras, 2021

De tal forma, que el resultado de la Razón de Consistencia de la tabla de comparaciones entre pares es menor a 0.10, por lo que se puede afirmar que existe la consistencia suficiente en el ejercicio del análisis multicriterio para poder emplear los pesos específicos calculados en la definición de las zonas susceptibles a derrumbes.

Flujos

Los flujos son movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas ladera abajo, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla (Alcántara Ayala, Echavarría Luna, Guriérrez Martínez, Domínguez Morales, & Noriega Rioja, 2021).

Para la estimación de las zonas susceptibles a flujos también se aplicó un análisis multicriterio de los principales factores causales definidos para cada municipio. Al igual que para el cálculo de derrumbes, esta técnica consiste en la estandarización en una escala común de clasificación para los parámetros incluidos en dicho análisis. Las siguientes tablas muestra la comparación de las variables que se utilizaron para el cálculo y el peso que se le asignó a cada variable.

Tabla 53. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles por Flujos

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Edafología	Corrientes	Geología
Pendiente	1	5	4	2	3
Uso de suelo	1/5	1	1/2	1/4	1/3
Edafología	1/4	2	1	1/3	1/2
Corrientes	1/2	4	3	1	3
Geología	1/3	3	2	1/2	1
Suma	2.28333	15.00000	10.50000	4.08333	7.83333

Tabla 54. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a flujos

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Edafología	Corrientes	Geología	Promedio (peso específico)
Pendiente	0.43796	0.33333	0.38095	0.48980	0.38298	0.40500
Uso de suelo	0.08759	0.06667	0.04762	0.06122	0.04255	0.06113
Edafología	0.10949	0.13333	0.09524	0.08163	0.06383	0.09670
Corrientes	0.21898	0.26667	0.28571	0.24490	0.38298	0.27985
Geología	0.14599	0.20000	0.19048	0.12245	0.12766	0.15731
Suma						1

En el apartado de derrumbes se describió con detalle la importancia y procedimiento para calcular la Razón de Consistencia, por lo que en este apartado solo se mostraran las matrices y resultados para realizar dicho cálculo.

Tabla 55. Resultados de la multiplicación de las matrices de importancia relativa y el peso específico de zonas susceptibles a flujos.

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Edafología	Corrientes	Geología
Pendiente	**0.4050**	0.0810	0.1013	0.2025	0.1350
Uso de suelo	0.3057	**0.0611**	0.1223	0.2445	0.1834
Edafología	0.3868	0.0484	**0.0967**	0.2901	0.1934
Corrientes	0.5597	0.0700	0.0933	**0.2798**	0.1399
Geología	0.4719	0.0524	0.0787	0.4719	**0.1573**
Suma	**2.129113**	**0.312884**	**0.492157**	**1.488928**	**0.809041**

Tabla 56. Resultados correspondientes a B/A.

Parámetro	Peso específico (A)	Suma de valores de multiplicación entre matrices (B)	Resultado de B/A
Pendiente	0.405003312	2.129112667	5.257025322
Uso de suelo	0.061130927	0.312883678	5.118255066
Edafología	0.096704584	0.492156664	5.08927957
Corrientes	0.279847147	1.488928352	5.320505733
Geología	0.157314029	0.809040657	5.142838569
Promedio			**5.185580852**

A partir de las operaciones realizadas, se calculó el CI

$CI = (\lambda \max - n) / (n - 1))$ $(IC = (5.1855 - 5) / (5 - 1))$

Cuyo resultado fue **0.0464**

Posteriormente, a partir de la siguiente tabla se obtuvo el valor de RI

Tabla 57. Índice aleatorio (RI) estandarizado

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0	0.58	0.90	**1.12**	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Fuente: Yepes Piqueras, 2021

Una vez obtenidos los valores de *CI* (Índice de consistencia) y de *RI* (Índice aleatorio), es posible calcular la Razón de Consistencia (*CR*):

CR= CI/RI CR = 0.0464 / 1.12 **CR= 0.041424299**

Para asegurar que el valor de la Razón de Consistencia es aceptable, se considera la siguiente tabla:

Tabla 58. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia

Tamaño de la matriz	Radio de Consistencia
3	≤ 5% (0.5)
4	≤ 9% (0.9)
5 o mayor	≤ 10% (.10)

Fuente: Yepes Piqueras, 2021

De tal forma, que el resultado de la Razón de Consistencia de la tabla de comparaciones entre pares es menor a .10 (0.04142), por lo que se puede afirmar que existe la consistencia suficiente en el ejercicio del análisis multicriterio para poder emplear los pesos específicos calculados en la definición de las zonas susceptibles a flujos.

Deslizamientos

Los deslizamientos son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, delimitada por una o varias superficies, planas o cóncavas, sobre las que se desliza el material inestable. (Alcántara Ayala, Echavarría Luna, Guriérrez Martínez, Domínguez Morales, & Noriega Rioja, 2021).

Para la estimación de las zonas susceptibles a deslizamientos se aplicó, al igual que para derrumbes y para flujos, un análisis multicriterio de los principales factores causales definidos para cada municipio. De la misma forma que en los otros cálculos, esta técnica consiste en la estandarización en una escala común de clasificación para los parámetros incluidos en dicho análisis.

Tabla 59. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles por deslizamientos

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Fallas	Corrientes	Geología
Pendiente	1	5	3	4	2
Uso de suelo	1/5	1	1/2	1/2	1/3
Fallas	1/3	2	1	3	1/2
Corrientes	1/4	3	1/3	1	1/3

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Fallas	Corrientes	Geología
Geología	1/2	3	2	3	1
Suma	2.28333	14.00000	6.83333	11.50000	4.16667

Tabla 60. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a deslizamientos

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Fallas	Corrientes	Geología	Promedio (peso específico)
Pendiente	0.43796	0.35714	0.43902	0.34783	0.48000	0.41239
Uso de suelo	0.08759	0.07143	0.07317	0.04348	0.08000	0.07113
Fallas	0.14599	0.14286	0.14634	0.26087	0.12000	0.16321
Corrientes	0.10949	0.21429	0.04878	0.08696	0.08000	0.10790
Geología	0.21898	0.21429	0.29268	0.26087	0.24000	0.24536
Suma						1.000

Tabla 61. Resultados de la multiplicación de las matrices de importancia relativa y el peso específico de zonas susceptibles a deslizamientos

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Fallas	Corrientes	Geología
Pendiente	0.4124	0.0825	0.1375	0.1031	0.2062
Uso de suelo	0.3557	0.0711	0.1423	0.2134	0.2134
Fallas	0.4896	0.0816	0.1632	0.0544	0.3264
Corrientes	0.4316	0.0540	0.3237	0.1079	0.3237
Geología	0.4907	0.0818	0.1227	0.0818	0.2454
Suma	2.180027	0.370956	0.88933	0.560592	1.315088

Una vez que se obtienen los cálculos de la tabla anterior, se procede a la división de los resultados correspondientes a la suma de cada parámetro entre el peso específico. Los resultados de esta operación se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 62. Datos requeridos para calcular el CI (índice de consistencia)

Parámetro	Peso específico (A)	Suma de valores de multiplicación entre matrices (B)	Resultado de B/A
Pendiente	0.412389908	2.1800268	5.286324323
Uso de suelo	0.071133761	0.370956031	5.214908169
Fallas	0.163210715	0.889330235	5.448969678
Corrientes	0.107902355	0.56059244	5.195367982
Geología	0.245363262	1.315087993	5.359759173
Promedio			5.301065865

A partir de las operaciones realizadas, se calculó el CI

CI = (λ max – n) / (n - 1)) (IC = (5.3010 – 5) / (5 – 1))

Cuyo resultado fue **0.07527**

Posteriormente, a partir de la siguiente tabla se obtuvo el valor de RI

Tabla 63. Índice aleatorio (RI) estandarizado

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Fuente: Yepes Piqueras, 2021

Una vez obtenidos los valores de *CI* (Índice de consistencia) y de *RI* (Índice aleatorio, valor: 1.12), es posible calcular la Razón de Consistencia (*CR*):

CR= CI/RI CR = 0.07527/ 1.12 **CR= 0.0672022**

Para asegurar que el valor de la Razón de Consistencia es aceptable, se considera la siguiente tabla:

Tabla 64. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia

Tamaño de la matriz	Radio de Consistencia
3	≤ 5% (0.5)
4	≤ 9% (0.9)
5 o mayor	≤ 10% (.10)

Fuente: Yepes Piqueras, 2021

De tal forma, que el resultado de la Razón de Consistencia de la tabla de comparaciones entre pares es menor a 0.10 (0.0672), por lo que se puede afirmar que existe la consistencia suficiente en el ejercicio del análisis multicriterio para poder emplear los pesos específicos calculados en la definición de las zonas susceptibles a deslizamientos.

Caída de Detritos

Se conoce como caída o avalancha de detritos al movimiento rápido de una mezcla en donde se combinan partículas sueltas, fragmentos de rocas, y vegetación con aire y agua entrampados, formando una masa que puede ser viscosa o francamente fluida, y que se mueve pendiente abajo. Estos movimientos también son conocidos como

flujos de escombro (Alcántara Ayala, Echavarría Luna, Guriérrez Martínez, Domínguez Morales, & Noriega Rioja, 2021).

Al igual que para los cálculos relacionados con los otros mecanismos de inestabilidad de laderas, para la estimación de las zonas susceptibles a caída de detritos se aplicó un análisis multicriterio de los principales factores causales definidos para cada municipio. Como se puede observar, esta técnica consiste en la estandarización en una escala común de clasificación para los parámetros incluidos en dicho análisis. A partir de este proceso, fue posible realizar la comparación de la importancia relativa entre estos parámetros, lo cual se llevó a cabo mediante una matriz de pares (tabla siguiente), cuyo análisis determina los pesos específicos de cada parámetro.

Este tipo de análisis permite disminuir de manera importante la subjetividad de la determinación de la influencia relativa de los parámetros analizados, en este caso los factores causales de inestabilidad. Algunos autores que han aplicado esta metodología son (Galindo-Serrano & Alcántara-Ayala, 2015) y (Borja-Baeza & Alcántara-Ayala, 2012).

Tabla 65. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles para cálculo de caída de detritos

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Caminos	Carreteras	Geología	Edafología	Ríos	Fallas
Pendiente	1	4	3	3	2	5	3	2
Uso de suelo	1/4	1	1/2	1/2	1/4	1	1/2	1/3
Caminos	1/3	2	1	2	1/4	1/2	2	1/2
Carreteras	1/3	2	1/2	1	1/3	2	2	1/2
Geología	1/2	4	4	3	1	4	3	2
Edafología	1/5	1	2	1/2	1/4	1	1/3	1/4
Ríos	1/3	2	1/2	1/2	1/3	3	1	1/2
Fallas	1/2	3	2	2	1/2	4	2	1
Suma	3.4500	19.00	13.500	12.50	4.916	20.500	13.83333	7.08333

Tabla 66. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a caída de detritos

Parámetro	Pendiente	Uso de suelo	Caminos	Carreteras	Geología	Edafología	Ríos	Fallas	Promedio (peso específico)
Pendiente	0.28986	0.21053	0.22222	0.24000	0.40678	0.24390	0.21687	0.28235	0.26406
Uso de suelo	0.07246	0.05263	0.03704	0.04000	0.05085	0.04878	0.03614	0.04706	0.04812
Caminos	0.09662	0.10526	0.07407	0.16000	0.05085	0.02439	0.14458	0.07059	0.09079
Carreteras	0.09662	0.10526	0.03704	0.08000	0.06780	0.09756	0.14458	0.07059	0.08743
Geología	0.14493	0.21053	0.29630	0.24000	0.20339	0.19512	0.21687	0.28235	0.22369
Edafología	0.05797	0.05263	0.14815	0.04000	0.05085	0.04878	0.02410	0.03529	0.05722
Ríos	0.09662	0.10526	0.03704	0.04000	0.06780	0.14634	0.07229	0.07059	0.07949
Fallas	0.14493	0.15789	0.14815	0.16000	0.10169	0.19512	0.14458	0.14118	0.14919
									1.000

Tabla 67. Matrices para el cálculo de CI.

Parámetro	Pendiente	Geología	Fallas	Caminos	Carreteras	Edafología	Uso de suelo	Ríos	Promedio (Peso específico)
Pendiente	1	2	2	4	3	5	6	2	0.2696
Uso de suelo	1/2	1	3	4	4	3	4	2	0.2235
Caminos	1/2	1/3	1	1	3	3	4	3	0.1446
Carreteras	1/4	1/4	1	1	2	2	3	1	0.0970
Geología	1/3	1/4	1/3	1/2	1	1	3	4	0.0908
Edafología	1/5	1/3	1/3	1/2	1	1	1	2	0.0622
Ríos	1/6	1/4	1/4	1/3	1/3	1	1	2	0.0503
Fallas	1/2	1/2	1/3	1	1/4	1/2	1/2	1	0.0621
Suma	3.45000	4.9166	8.25000	12.3333	14.5833	16.5000	22.5000	17.0000	

Tabla 68. Resultados de la multiplicación de las matrices. comparación de la importancia relativa entre pares entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles a caída de detritos y peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a caída de detritos.

Parámetro	Pendiente	Topoformas	Geología	Fallas	Edafología	Uso de suelo	Ríos	Carreteras
Pendiente	**0.270**	0.135	0.135	0.068	0.090	0.054	0.045	0.135
Topoformas	0.449	**0.224**	0.075	0.056	0.056	0.075	0.056	0.112
Geología	0.288	0.431	**0.144**	0.144	0.048	0.048	0.036	0.048
Fallas	0.416	0.416	0.104	**0.104**	0.052	0.052	0.035	0.052
Edafología	0.268	0.357	0.268	0.179	**0.089**	0.089	0.030	0.022
Uso de suelo	0.308	0.185	0.185	0.123	0.062	**0.062**	0.062	0.031
Ríos	0.297	0.198	0.198	0.149	0.149	0.050	**0.050**	0.025
Carreteras	0.114	0.114	0.170	7.442	0.227	0.114	0.114	**0.057**
Suma	**2.410**	**2.061**	**1.280**	**8.265**	**0.773**	**0.543**	**0.426**	**0.482**

Posteriormente, se divide la suma de valores de cada parámetro entre su peso específico.

Tabla 69. Datos resultantes entre la división del peso específico de cada parámetro y la suma de valores de la multiplicación entre las matrices

Parámetro	Peso Específico (A)	Suma de valores de multiplicación entre matrices (B)	Resultado de (B/A)
Pendiente	0.2705	2.4101	8.9098
Topoformas	0.2244	2.0612	9.1854
Geología	0.1438	1.2796	8.8985
Fallas	0.1040	8.2647	79.4683
Edafología	0.0894	0.7732	8.6488
Uso de suelo	0.0616	0.5430	8.8149
Ríos	0.0496	0.4264	8.5968
Carreteras	0.0568	0.4821	8.4877
Promedio			**17.6263**

A partir de las operaciones realizadas, se calculó el CI

$$CI = (\lambda \max - n) / (n - 1)) \quad (IC = (17.6263 - 8) / (8 - 1))$$

Cuyo resultado fue **1.3751799**

Posteriormente, a partir de la siguiente tabla se obtuvo el valor de RI

Tabla 70. Índice aleatorio (RI) estandarizado

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Fuente: Yepes Piqueras, 2021

Una vez obtenidos los valores de *CI* (Índice de consistencia) y de *RI* (Índice aleatorio), es posible calcular la Razón de Consistencia (*CR*):

CR= CI/RI CR = 1. 3751799/ 1.41 **CR= 0.9753049**

Para asegurar que el valor de la Razón de Consistencia es aceptable, se considera la siguiente tabla:

Tabla 71. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia

Tamaño de la matriz	Radio de Consistencia
3	≤ 5% (0.5)
4	≤ 9% (0.9)
5 o mayor	≤ 10% (.10)

Fuente: Yepes Piqueras, 2021

De tal forma, que el resultado de la Razón de Consistencia de la tabla de comparaciones entre pares es menor a 0.10, por lo que se puede afirmar que existe la consistencia suficiente en el ejercicio del análisis multicriterio para poder emplear los pesos específicos calculados en la definición de las zonas susceptibles a caída de detritos.

V.1.1.1. Susceptibilidad por deslizamientos

Los deslizamientos, también conocidos como procesos de inestabilidad de laderas, son movimientos relativamente rápidos del talud, en los cuales, la masa de la roca se mueve a través de una o más superficies bien definidas y que definen la geometría del desplazamiento. Existen los siguientes tipos y subtipos:

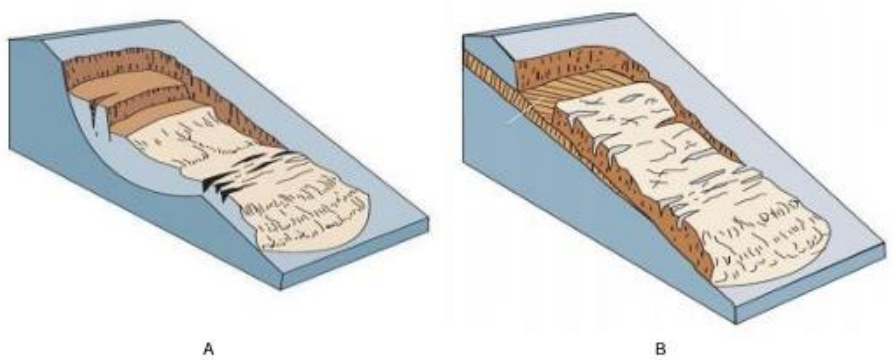
a. **Deslizamiento rotacional**: la falla se presenta por corte a través de una superficie de falla curva. Se puede presentar ya sea en rocas con fracturamiento denso y aleatorio, o bien con aquellas rocas que pueden presentar fisionomía muy alterada.

b. **Deslizamiento traslacional**: la falla se presenta por corte a través de una superficie relativamente plana. Por los rasgos estructurales que afectan a las rocas, conviene hacer una subclasificación de este tipo de deslizamiento:

   i. *Deslizamiento plano de roca*: son movimientos traslacionales de masas monolíticas de roca que se presentan en superficies planas formadas por discontinuidades que pueden estar bien rellenas de material arcilloso.

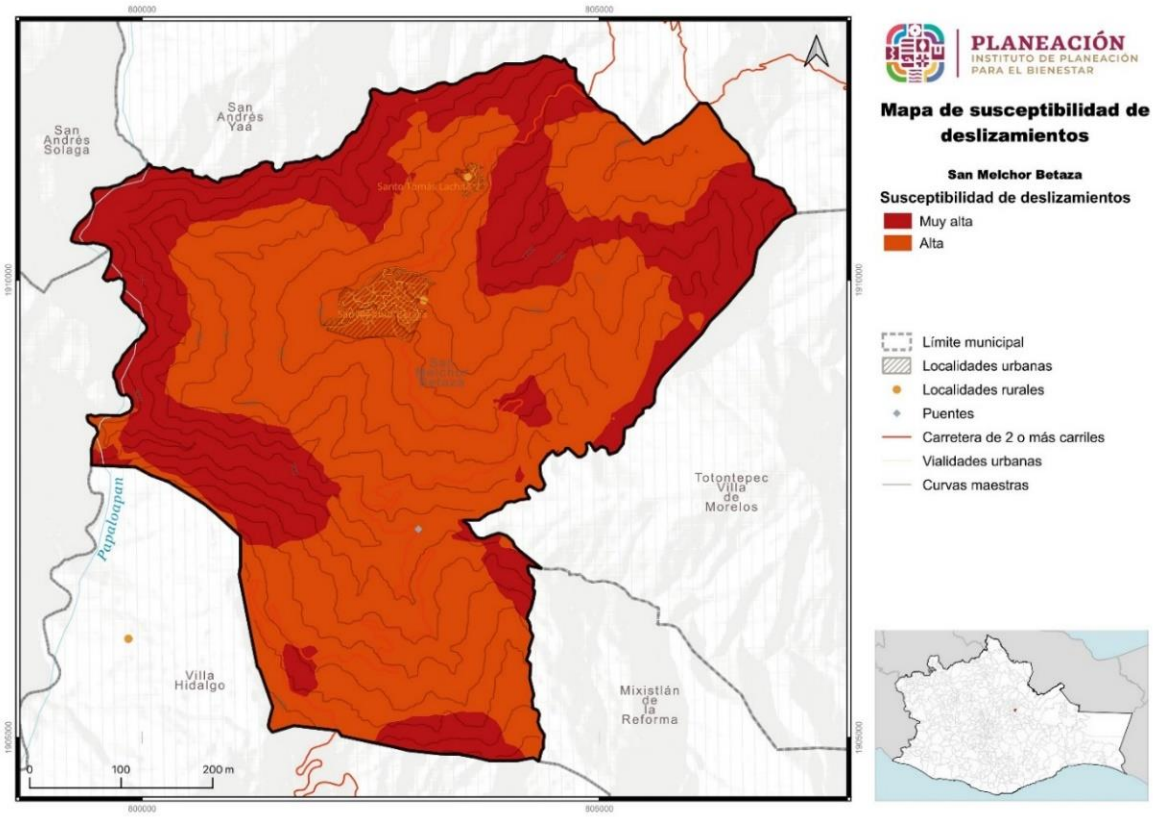
   ii. *Deslizamiento en cuña*: se refiere a la falla que se presenta en masas rocosas en las cuales el deslizamiento se desarrolla sobre la línea de intersección de 2 continuidades planas.

Imagen 2. Mecanismo potencial de Falla de Deslizamiento Rotacional (A) y Mecanismo Potencial de Falla de Deslizamiento Traslacional (B).



El Mapa de la susceptibilidad a la Inestabilidad de laderas indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones del terreno municipal para que pueda ocurrir inestabilidad y se refiere únicamente a factores intrínsecos (condicionantes) de los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes, como la precipitación o la sismicidad, el municipio de San Melchor Betaza cuenta con una susceptibilidad **Alta** con un 65.63% (2236.67 hectáreas) y Muy Alta con 34.37% (1171.53 hectáreas) del territorio municipal como se presenta en el mapa.

Mapa 30. Susceptibilidad por deslizamientos en el municipio San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

Con las curvas de nivel del mapa, 1171.53 hectáreas se considera con peligro de deslizamiento con una susceptibilidad Muy Alta.

Los criterios considerados para determinar las zonas susceptibles al mecanismo de volteo-deslizamiento fueron los siguientes:

1) Zonas de terreno con pendiente entre 6° y 40°, considerando este último como la pendiente máxima para el municipio.
2) Las formaciones litológicas representadas por la geología del municipio, con una susceptibilidad definida de mayor a menor al mecanismo de volteo-deslizamiento.
3) La energía del relieve.
4) Longitud y cantidad de grietas en una superficie determinada.
5) Suma de la longitud de todos los cauces fluviales de una porción de la superficie terrestre dividida entre el área de esta.
6) Precipitación total anual.

La pendiente es una de las variables de mayor importancia por ser el principal detonante del mecanismo, asignándole una mayor intensidad al rango de pendiente de 15° a 30°, intervalo donde el proceso se presenta como se observa en la tabla.

Tabla 72. Grado de intensidad

Rangos	Intensidad	Porcentaje
15° - 30°	Alta	60
30° - 45°	Media	20
6° - 15°	Baja	20
3° - 6°	-	0
0° - 3°	-	0
	Total	100

Las categorías de intensidad se describen a continuación:

Muy Alta: valores de pendiente de 15° a 30°; materiales geológicos de andesita, riolita-toba ácida y basalto; energía del relieve alta y muy alta; densidad de lineamiento de muy alta a baja; densidad de disección muy alta a baja; además de precipitación total anual media y alta.

Alta: valores de pendiente de 6° a 45°; materiales geológicos esquisto, caliza, aluvial, andesita, basalto, basalto-brecha, riolita-toba acida y toba acida; energía del relieve muy alta y alta; densidad de lineamiento muy alta a baja; densidad de disección muy alta a baja, y precipitación total anual de alta a baja.

Media: valores diversos de pendiente; materiales geológicos andesita, basalto y toba ácida principalmente; energía del relieve principalmente media y alta; densidad de lineamiento de alta a baja; densidad de disección preponderó la densidad baja y media; y precipitación total de alta a baja.

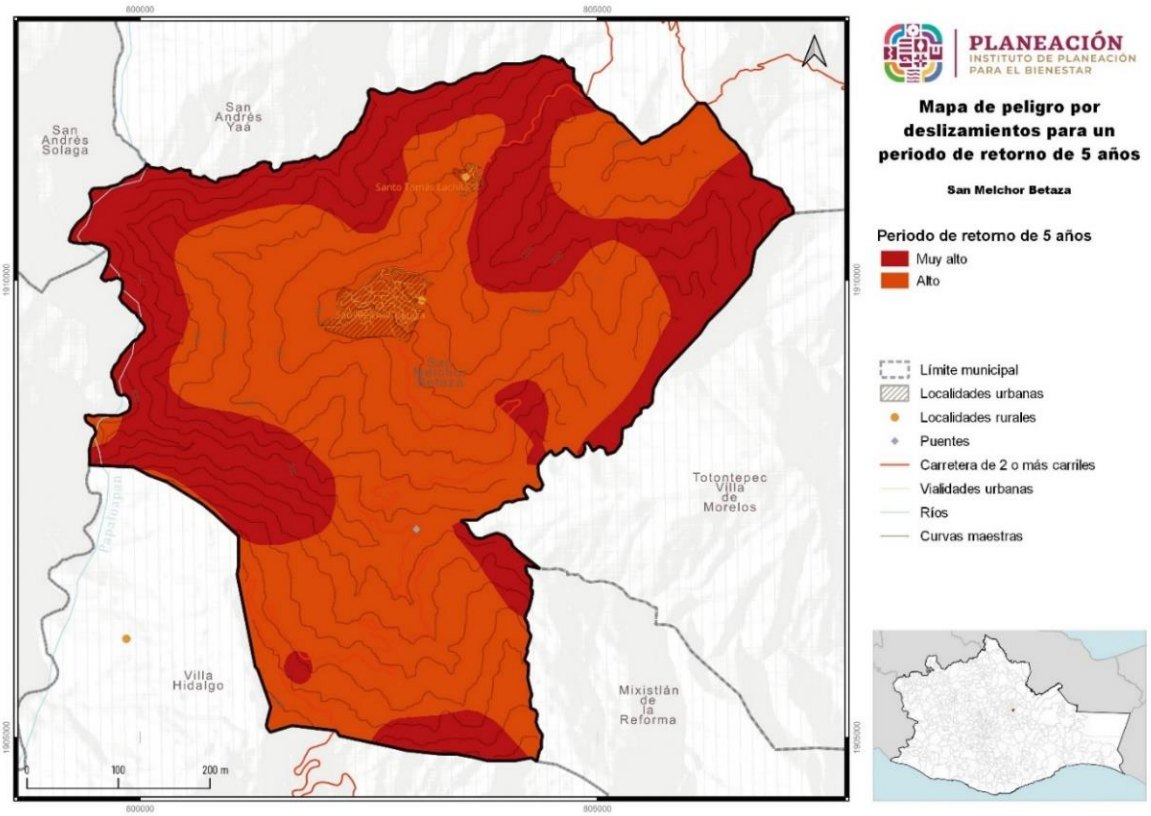
Baja: siendo la principal intensidad de pendiente baja; litología basalto y andesita; energía del relieve baja y media; densidad de lineamientos muy baja; densidad de disección media y baja; y precipitación total anual sin efectos por ser pendientes menores a 15°.

Muy Baja: las categorías de bajas y muy bajas no cuentan con alguna variable definida de manera homogénea. Valores de pendiente baja y N/A; litología de basalto y arenisca principalmente; energía de relieve baja y media; densidad de lineamiento muy baja; densidad de disección muy baja y baja; y, precipitación anual sin efectos por ser pendientes menores a 15°.

V.1.1.2 Peligro por deslizamiento periodo de retorno de 5 años

Con base en los resultados del estudio regional y las lluvias diarias máximas anuales, es posible obtener las lluvias de diseño para distintos periodos de retorno como las que se incluyen en la base de datos para los periodos de 5, 10, 20, 50 y 100 años. De igual forma, sólo representan un punto espacial de las cabeceras municipales y una duración de 24 horas.

Mapa 31. Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años



Fuente: CentroGeo, 2024

Para peligros por deslizamiento en un periodo de retorno de lluvias de 5 años **(PR 5 años)** el municipio presenta un 37.2% (1269.71 hectáreas) con un nivel de Peligro Muy Alto, seguido de **Alto** con un 62.8% (2143.5 hectáreas) de su territorio municipal.

Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción o elaboración de normativa.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 5 años significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo a consecuencia de derrumbes en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

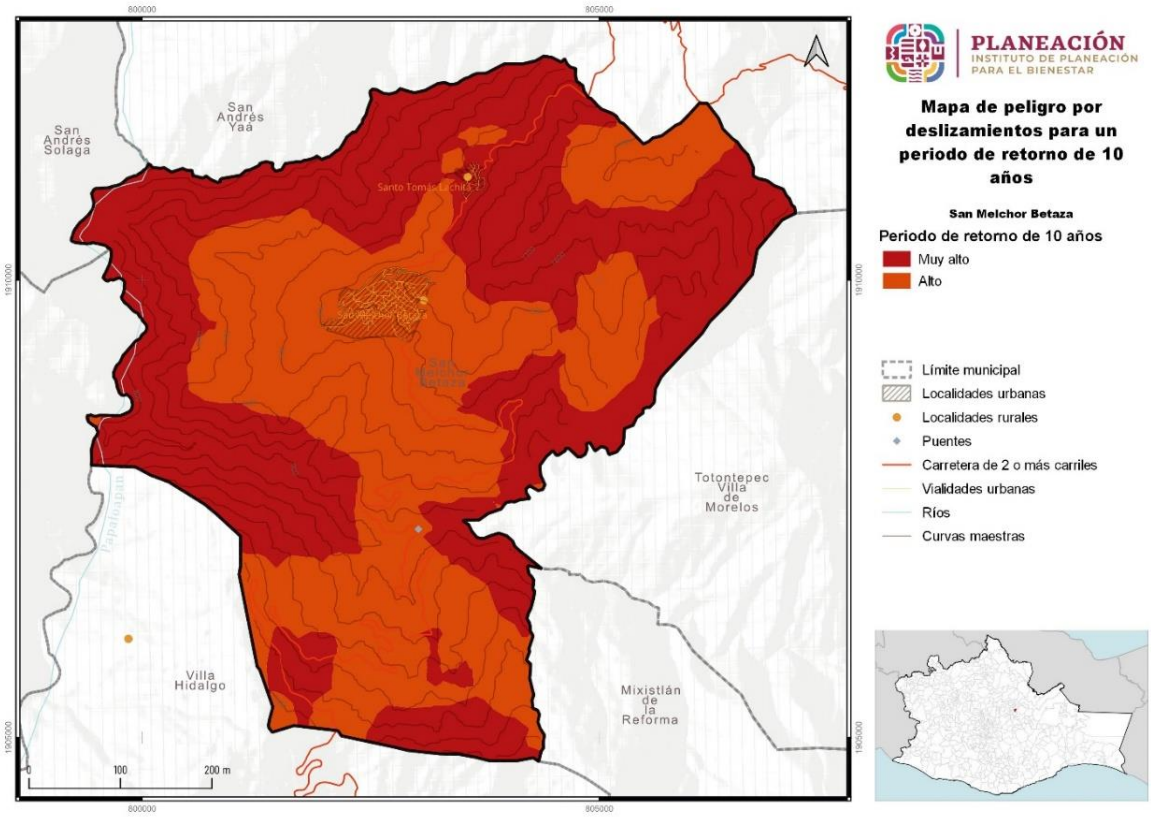
V.1.1.3 Peligro por deslizamiento periodo de retorno de 10 años

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 10 años **(PR 10 años)** el municipio presenta un 53.36% (1821.21 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de Alto con un 46.64% (1591.99 hectáreas) de su territorio municipal.

Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de derrumbes en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

Mapa 32. Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

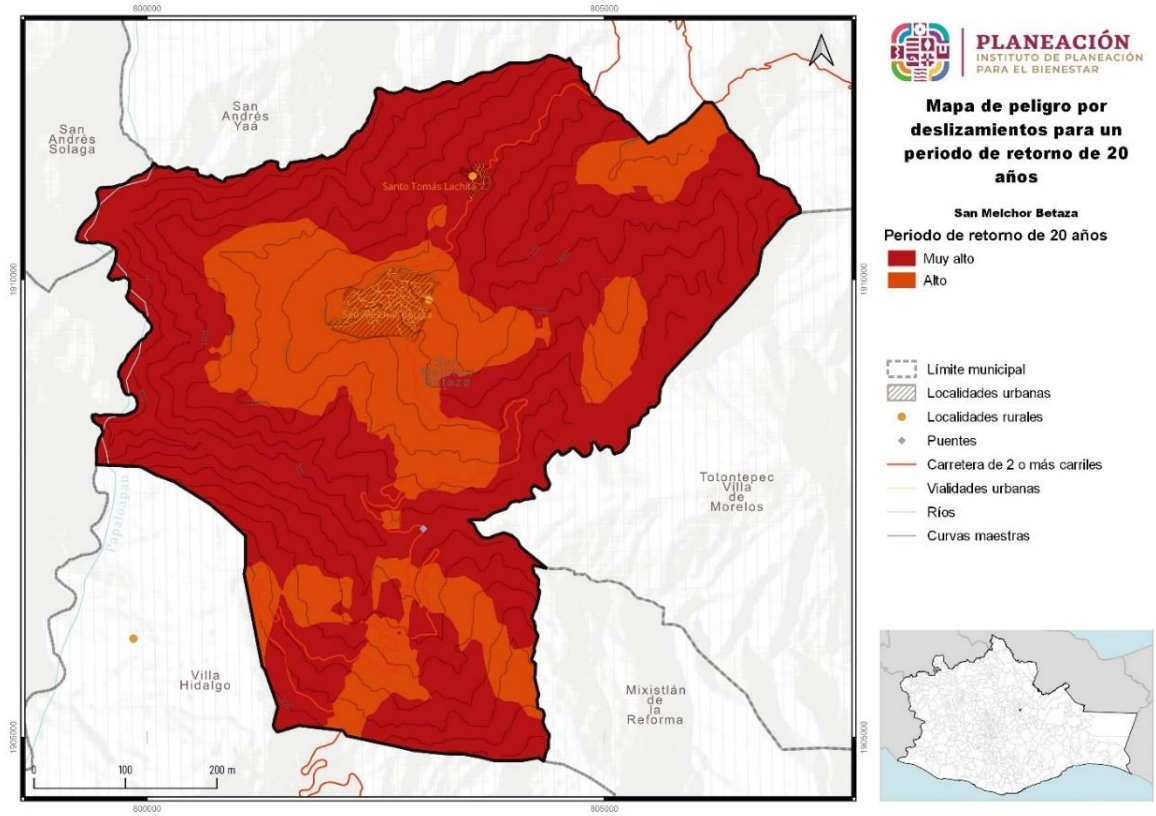
V.1.1.4 Peligro por deslizamiento periodo de retorno de 20 años

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 20 años **(PR 20 años)** el municipio presenta un 69.91% (2386.13 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de Alto con un 30.09% (1027.1 hectáreas) de su territorio municipal.

Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 20 años significa que podrá ser afectada 5 veces en un siglo, a consecuencia de derrumbes en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

Mapa 33. Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años



Fuente: CentroGeo, 2024

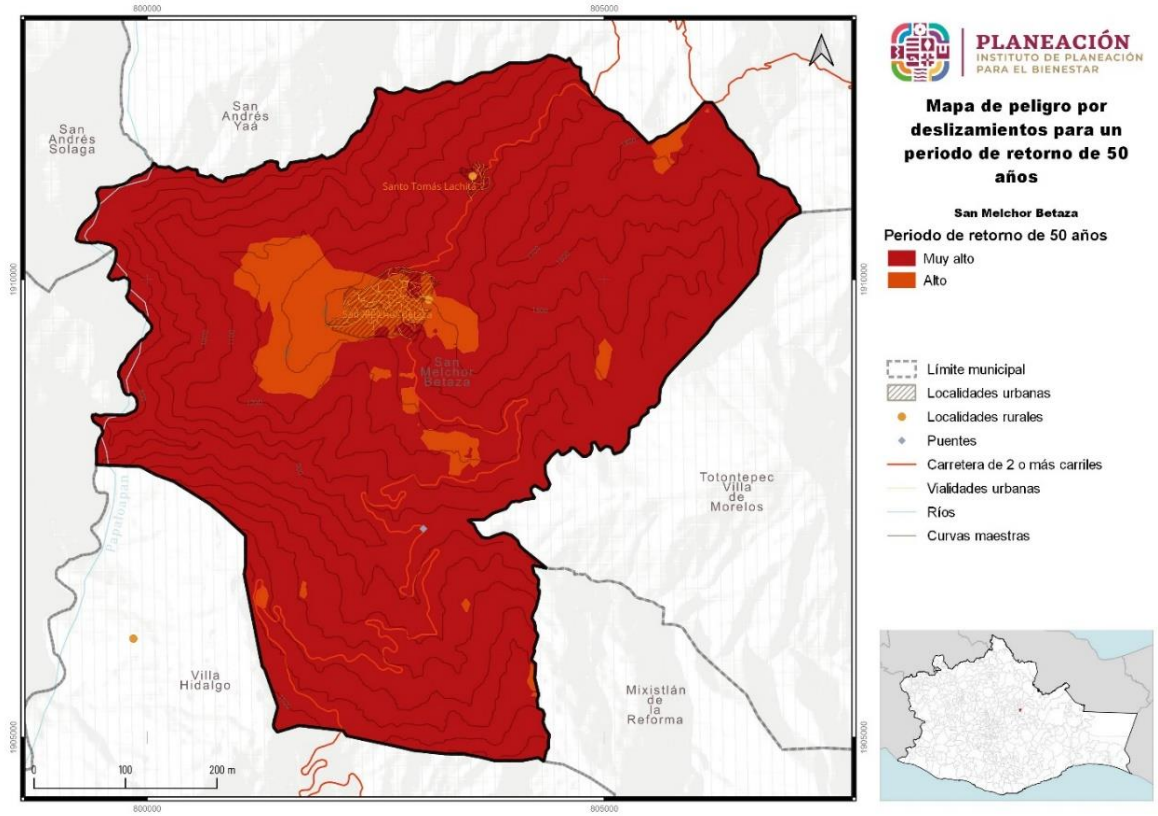
V.1.1.5 Peligro por Deslizamiento periodo de retorno de 50 años

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 50 años **(PR 50 años)** el municipio presenta un 91.85% (3135.2 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de Alto con un 8.15% (278.01 hectáreas) de su territorio municipal.

Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo a consecuencia de derrumbes en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

Mapa 34. Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

Se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, debido a que la población se asienta en las laderas de los cerros que presentan esta problemática.

De esta manera, el **riesgo por deslizamientos es muy alto** en el Municipio de San Melchor Betaza debido a la población expuesta.

V.1.1.6 Susceptibilidad por derrumbes y caídos

Los derrumbes son técnicamente conocidos por dos procesos llamados volteos y derrumbes, los cuales se explican brevemente a continuación.

1. **Volteos.** Este tipo de falla ocurre cuando la resultante de las fuerzas aplicadas a un bloque cae fuera del tercio medio en la base de este. El giro o volteo se produce alrededor de un punto de pivote. Este tipo de falla es común en masas rocosas con discontinuidades casi verticales.

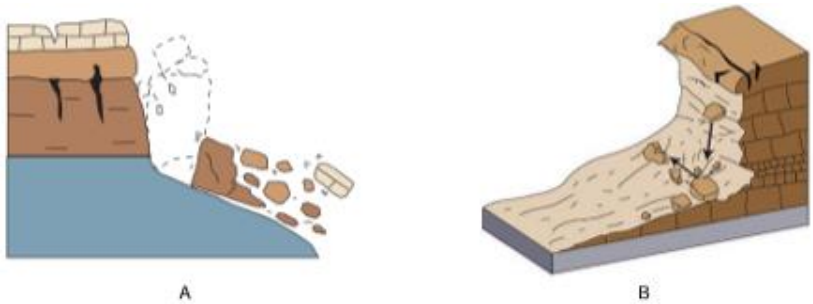
- **Volteo con flexión:** Se presenta cuando un sistema de discontinuidades orientado subverticalmente y con echado en contra del talud, delimita capas o columnas semicontinuas, donde la fuerza del peso induce un momento y los bloques tienden a flexionarse. Este mecanismo de falla puede ser inducido por erosión o excavaciones y alteraciones en la geometría del pie de un talud.
- **Volteo de Bloques:** Este mecanismo de falla ocurre cuando se trata de bloques singulares que son divididos por discontinuidades muy espaciadas y con gran apertura.

2. **Caídos:** son movimientos que se refieren al descenso rápido y libre de bloques de roca con tamaños y geometría variable, con fuerte pendiente de acantilados y son fuertemente influenciados por factores como la gravedad, la erosión y el agua. El movimiento puede incluir deslizamiento, rodamiento, rebotes y caída libre. La separación y generación de bloques se produce a lo largo de una serie de discontinuidades.

- **Caída Primaria o desprendimiento:** Involucra material fresco que se ha separado del talud.
- **Caída Secundaria o rodamiento:** Involucra material disgregado que ha quedado como un residuo del primario; es decir, material que se volverá a mover para depositarse en otros sitios.

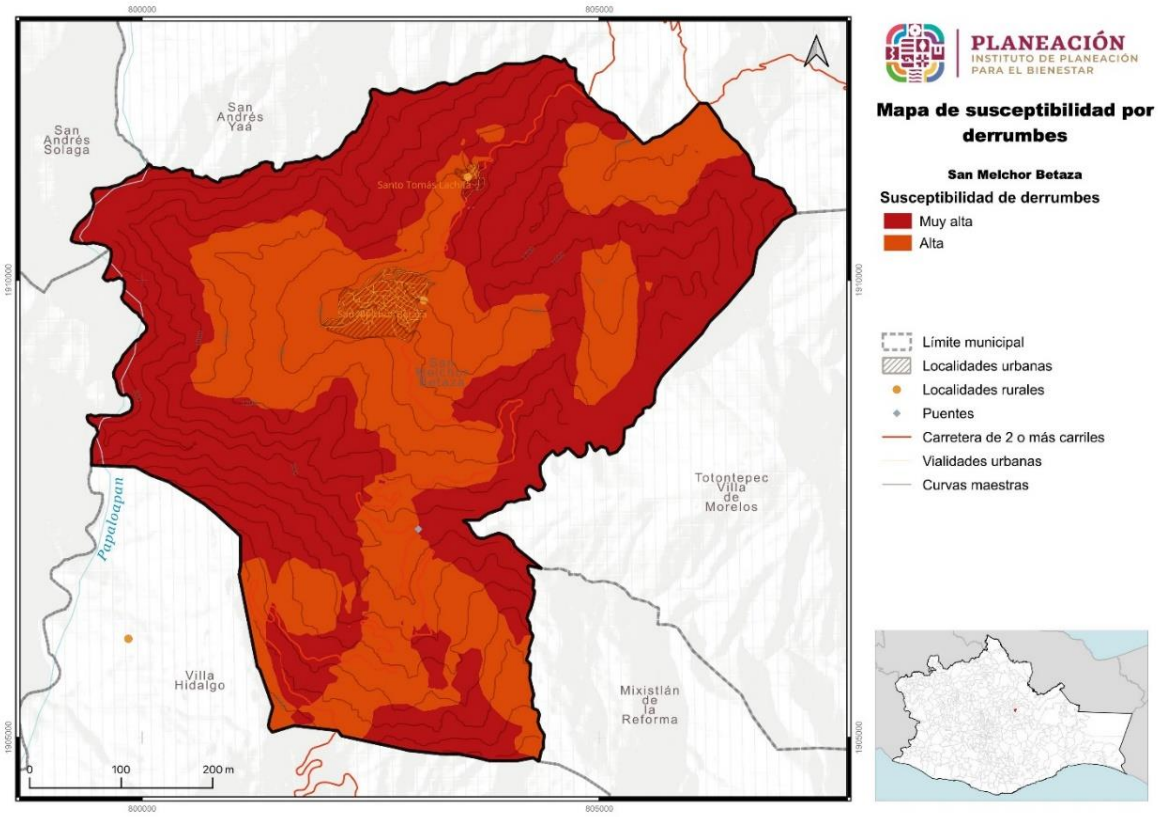
3. **Movimientos Complejos**: se refiere a la combinación de dos o más mecanismos de falla, identificados a lo largo del frente de un talud.

Imagen 3. Mecanismo potencial de Falla Volteo (A) y Mecanismo Potencial de Falla caída o desprendimiento (B).



Uno de los sitios susceptibles a desarrollar procesos de remoción en masa por derrumbes se presenta en los cerros de la periferia del municipio, donde el escarpe afecta de manera directa a la población.

Mapa 35. Susceptibilidad por derrumbes en San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa se observa la susceptibilidad por derrumbes en casi la mitad del territorio municipal, la zona urbana de San Melchor Betaza se ubica en una zona de susceptibilidad Alta, para Santo Tomás Lachitá su ubicación está entre la zona de Alta a Muy Alta susceptibilidad.

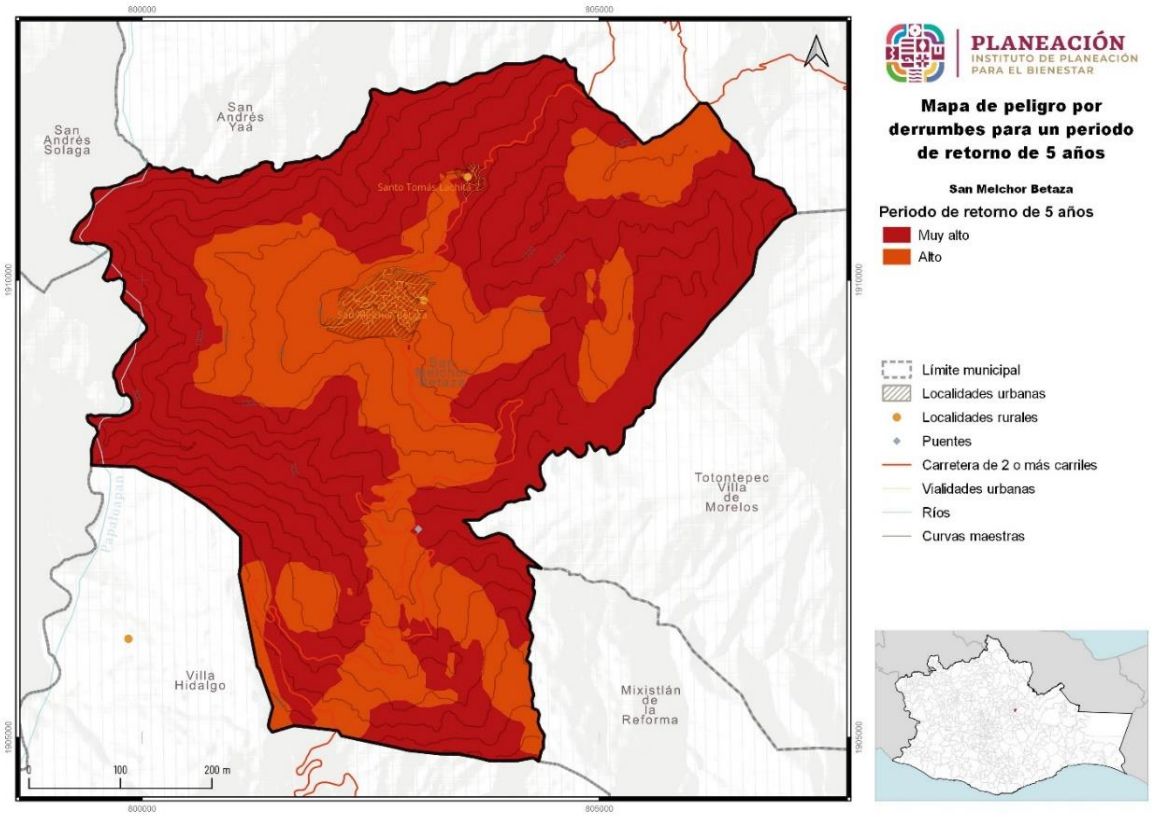
V.1.1.7 Peligro por derrumbe periodo de retorno de 5 años

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 5 años **(PR 5 años)** el municipio presenta un 64.73% (2209.37 hectáreas) con un nivel de Peligro Muy Alto, seguido de Alto con un 35.27% (1203.83 hectáreas) de su territorio municipal.

Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo a consecuencia de derrumbes en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

Mapa 36. Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa se observa la susceptibilidad por derrumbes casi el 65% del territorio municipal, la zona urbana de San Melchor Betaza se ubica en una zona de susceptibilidad **Alta**, mientras que Santo Tomás Lachitá en la zona de **Muy Alta** susceptibilidad.

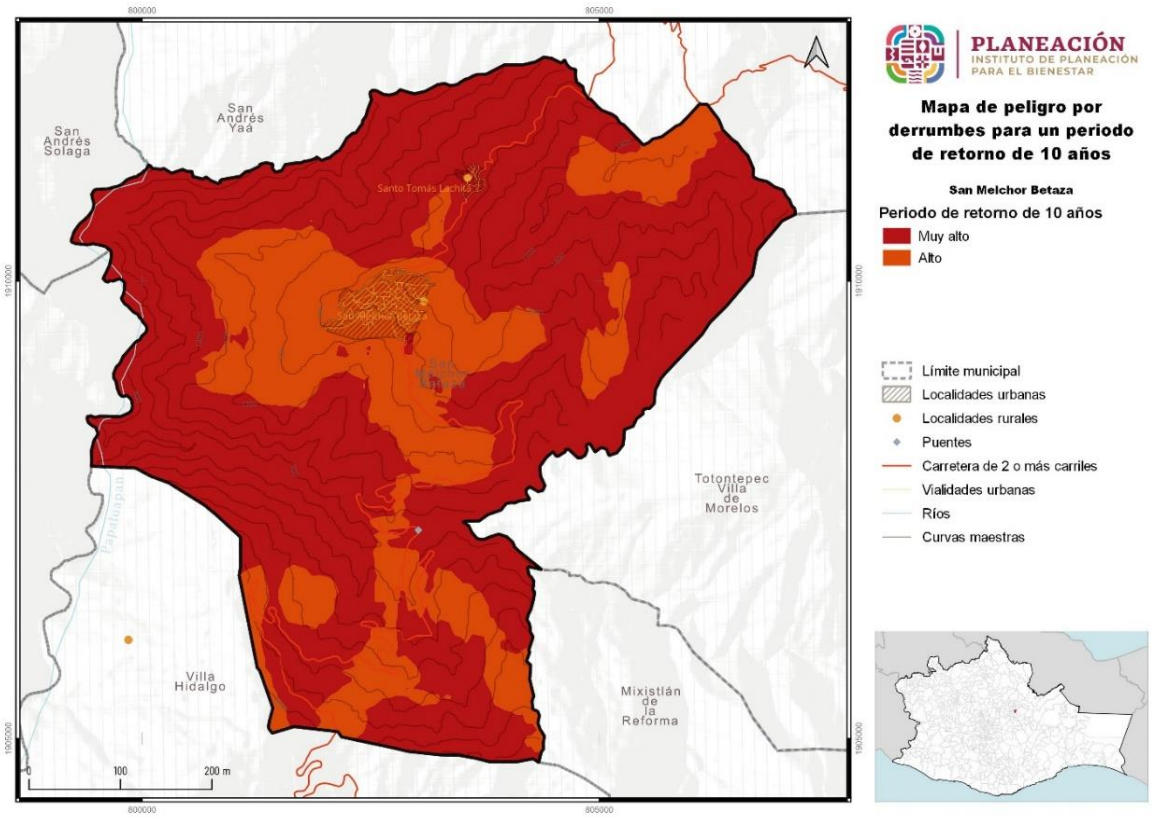
V.1.1.8 Peligro por Derrumbe periodo de retorno de 10 años

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 10 años **(PR 10 años)** el municipio presenta un 71.4% (2437.12 hectáreas) con un nivel de Peligro Muy Alto, seguido de Alto con un 28.6% (976.11 hectáreas) de su territorio municipal.

Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo a consecuencia de derrumbes en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

Mapa 37. Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

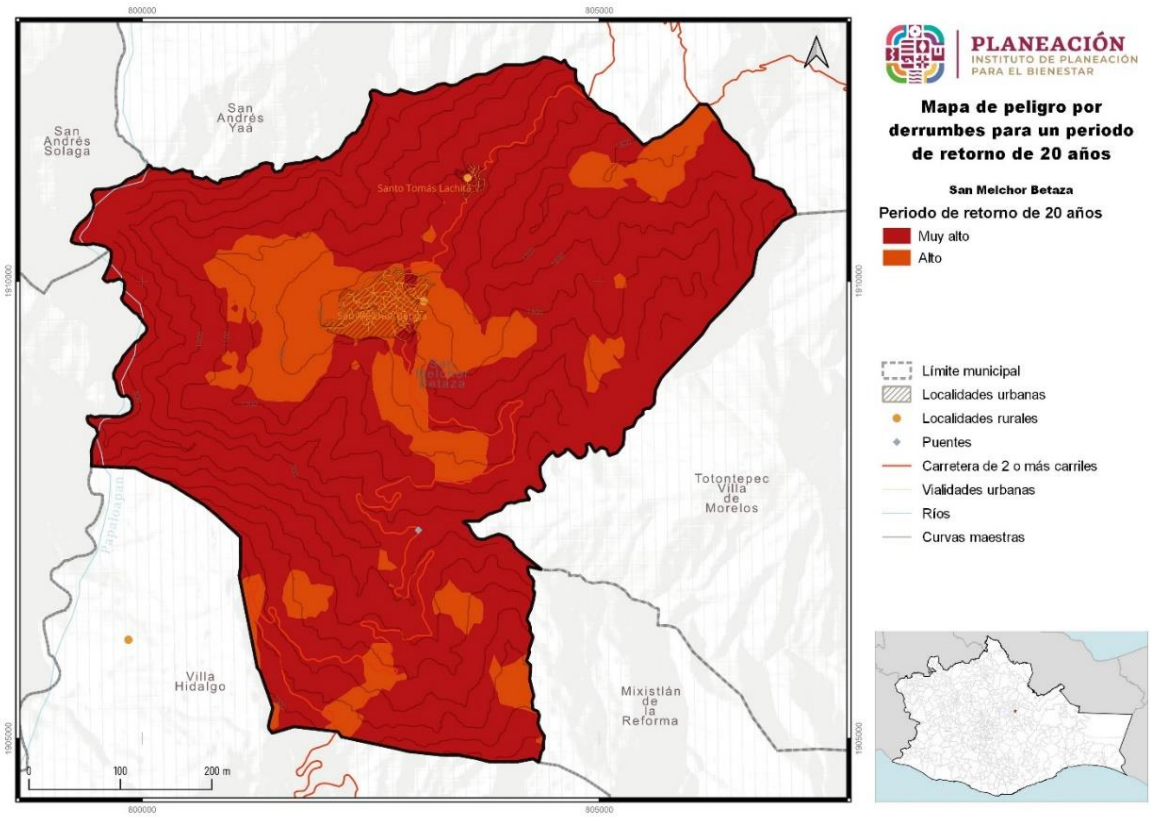
En el mapa se observa la susceptibilidad por derrumbes casi el 65% del territorio municipal, la zona urbana de San Melchor Betaza se ubica en una zona de

susceptibilidad **Alta**, Santo Tomás Lachitá se ubica en la zona de **Muy Alta** susceptibilidad.

V.1.1.9 Peligro por Derrumbe periodo de retorno de 20 años

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 20 años **(PR 20 años)** el municipio presenta un 81.88% (2794.6 hectáreas) con un nivel de Peligro Muy Alto, seguido de Alto con un 18.12% (618.6 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 38. Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa se observa la susceptibilidad por derrumbes casi el 65% del territorio municipal, la zona urbana de San Melchor Betaza se ubica en una zona de susceptibilidad **Alta** y Santo Tomás Lachitá en la zona de **Muy Alta** susceptibilidad.

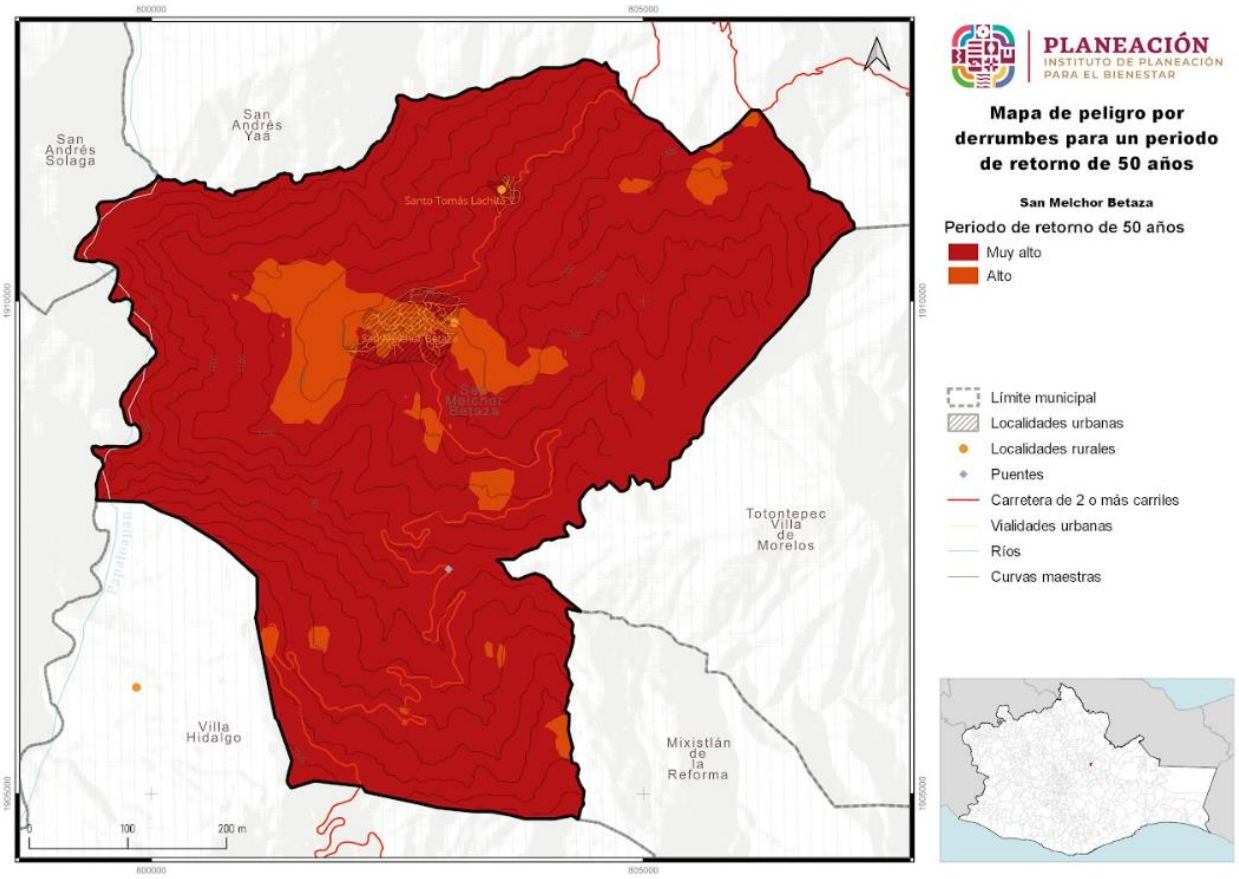
Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta el

volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que podrá ser afectada 5 veces en un siglo a consecuencia de derrumbes en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.1.1.10 Peligro por Derrumbe periodo de retorno de 50 años

Mapa 39. Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

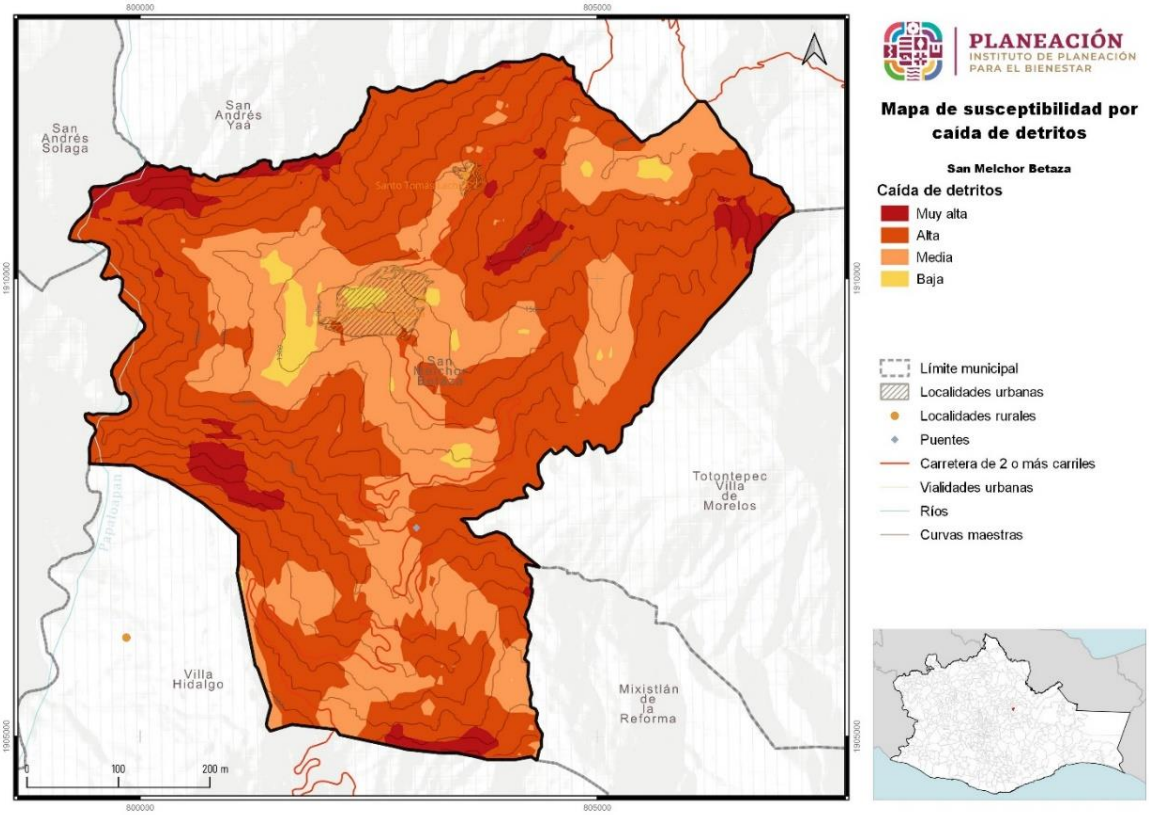
En el Municipio de San Melchor Betaza se reconocieron varias zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían viviendas o infraestructura, debido a que la población se asienta en la parte de las laderas de los cerros cercanos. De esta manera, el **riesgo por derrumbes es alto** en general para el

Municipio, debido a la presencia de población expuesta, como se observa en el mapa con un 38.8% del territorio municipal

V.1.1.11 Peligro por caída de detritos

Este tipo también conocido como debris flows constituyen un flujo de sedimentos tomado por una mezcla de fragmentos gruesos empastados en una matriz de partículas finas con un contenido de agua y aire en su interior, se localizan en la mayoría de las zonas morfoclimáticas y pueden desplazarse grandes distancias y ser muy destructivos. La fuente de material se encuentra en los depósitos de ladera y de alteración, en el mapa se puede observar las curvas de nivel y donde se ubica la zona urbana de San Melchor Betaza.

Mapa 40. Susceptibilidad por caída de detritos



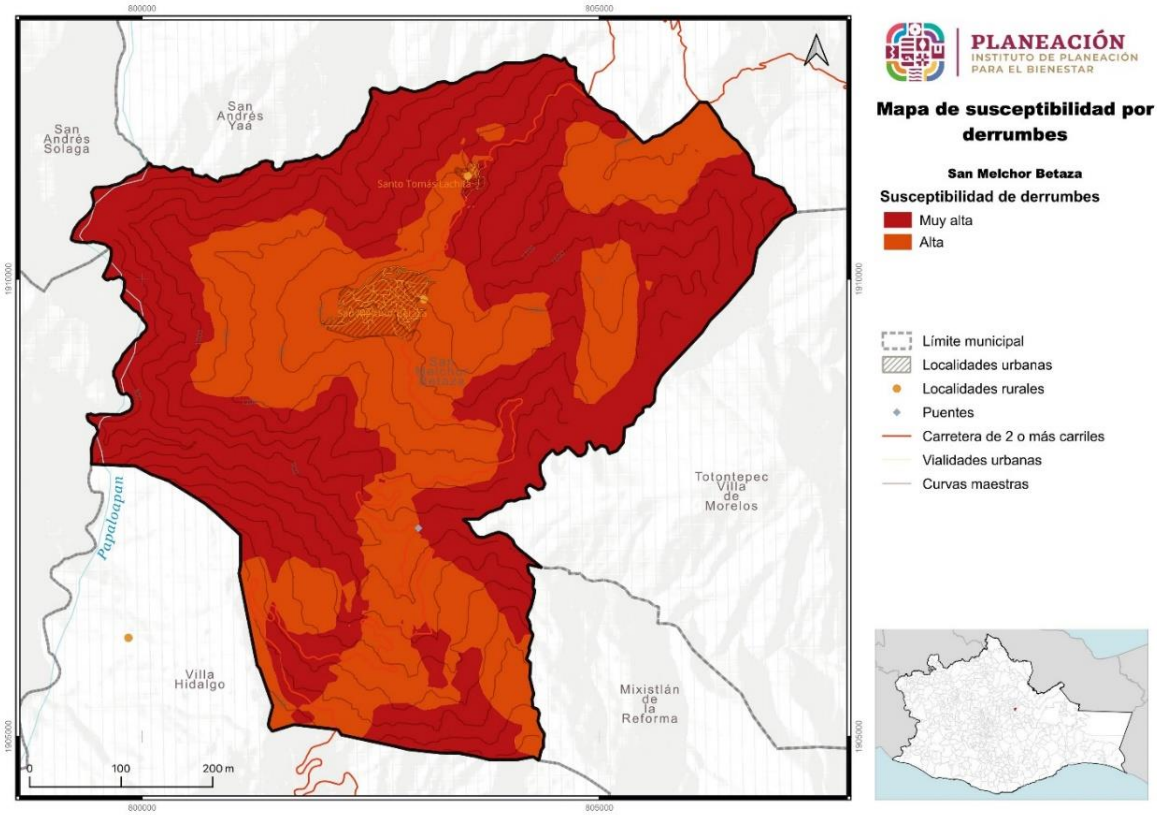
Fuente: CentroGeo, 2024

En las montañas podemos tener otra de las áreas de alimentación que son los depósitos aluviales correspondientes a anteriores etapas de actividad fluvial y el municipio de San Melchor Betaza presenta estas características con niveles de caída de detritos en una escala Baja en un 2.12% (72.35 hectáreas), Media con 30.1% (1027.23

hectáreas), Alta con 62.5% (2124.81 hectáreas) y Muy Alta con 5.53% (188.8 hectáreas) como se muestra en el mapa.

La zona urbana de San Melchor Betaza se ubica en una zona de susceptibilidad Media en un 80% aproximadamente y con un 20 % en Baja, para Santo Tomás Lachitá su ubicación está entre la zona de Alta a Muy Alta susceptibilidad.

Mapa 41. Susceptibilidad de derrumbes



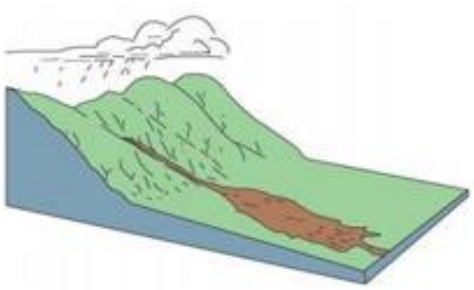
Por las condiciones del terreno y las propiedades mecánicas de suelo, el Municipio de San Melchor Betaza presenta una susceptibilidad Muy Alta en inestabilidad de laderas.

V.1.1.12 Susceptibilidad por flujos

Los flujos son movimientos de detritos bajo las siguientes características

- Flujos de detritos. Son movimientos de detritos húmedos y/o secos, con alto grado de saturación, que presentan un dinamismo de rápido a muy rápido. Esta forma destructiva de falla de talud está asociada a zonas de montañas donde una precipitación puede movilizar los detritos del manto e incorporarlos a un proceso de flujo. El material involucrado puede ser detritos de roca alterada o acumulaciones de material de escombro y/o material retrabajado.
- Avalancha. Son flujos extremadamente rápidos de detritos secos. Algunos deslizamientos o caídas de roca de gran magnitud se pueden convertir en avalanchas.

Imagen 4. Mecanismo potencial de Flujos



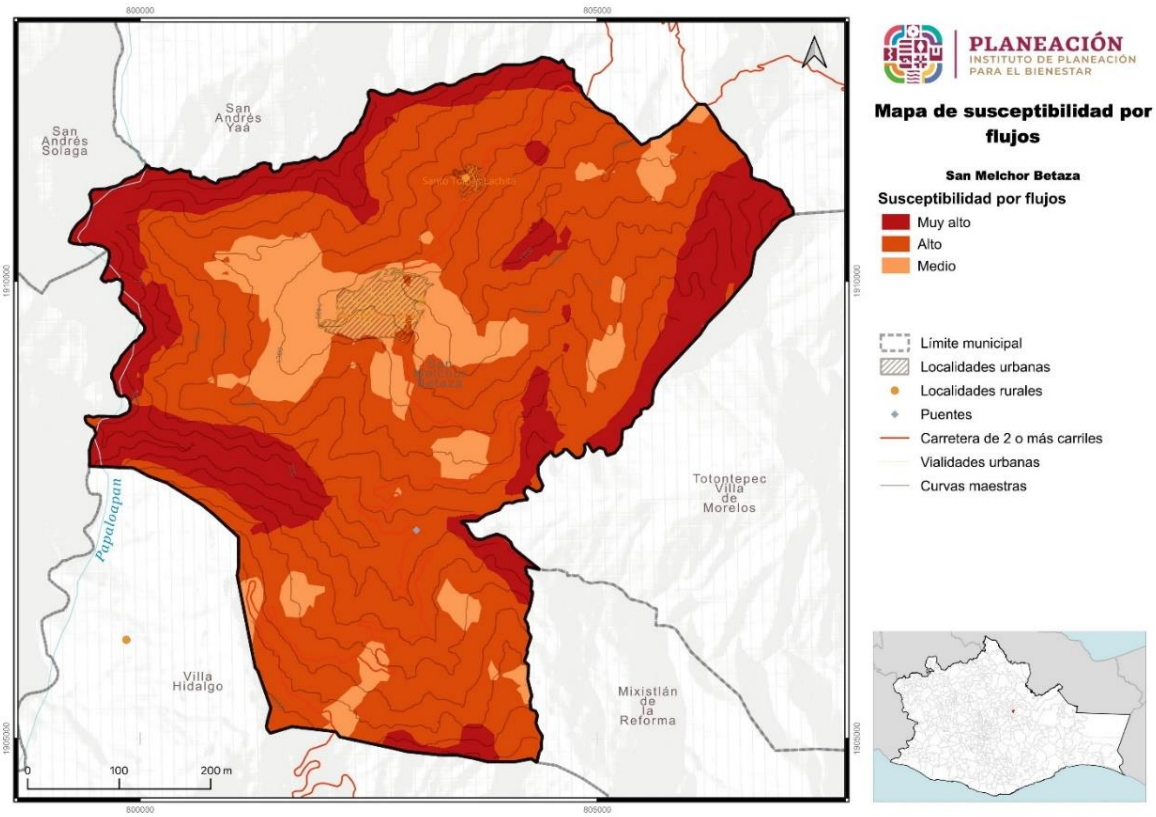
Entendida como la predisposición que tiene una ladera a desarrollar un proceso de remoción en masa, el análisis de susceptibilidad a flujos se presenta mediante una metodología de análisis espacial, basada en la asignación de puntajes para cada elemento que conforma cada una de las seis variables que componen el presente análisis. Posteriormente se ponderaron las variables de acuerdo con su importancia para detonar el proceso de flujos.

Los deslizamientos de los flujos adquieren grandes velocidades y que se comportan como fluidos viscosos en movimiento. Las masas se comportan como un fluido, pero su comportamiento es diferente al de los fluidos convencionales como el agua. Los deslizamientos tipo flujo (Flujos de rocas y residuos, flujos de residuos y de lodo y flujos hiper concentrados) son fenómenos muy complejos que involucran grandes volúmenes de roca, residuos y suelo. Estos fenómenos presentan diferentes tipos de movimiento inicial (caídos, deslizamientos trasnacionales, etc.) seguidos de un movimiento de flujo de fragmentos de roca o residuos con una movilidad anormal. Los flujos comúnmente se relacionan con lluvias ocasionales de índices pluviométricos excepcionales muy altos, deshielo de nevados o movimientos sísmicos en zonas de alta montaña y aunque la ausencia de vegetación es un factor influyente, no es un prerrequisito para que ocurran. Generalmente, los flujos se originan en otros

tipos de deslizamiento, los cuales, al desintegrarse la masa deslizada, forman el flujo a lo largo de un canal. Algunos flujos pueden resultar, además, de la alteración de suelos muy sensitivos, tales como sedimentos no consolidados.

Por el entorno de terreno y tipo de suelo en el municipio de San Melchor Betaza es posible que tenga ocurrencia este evento natural.

Mapa 42. . Susceptibilidad por flujos



Fuente: CentroGeo, 2024

San Melchor Betaza presenta estas características con niveles de flujo en una escala Media con 13.99% (476.76 hectáreas), Alta con 63.32% (2157.97 hectáreas) y Muy Alta con 22.69% (773.47 hectáreas), como se muestra en el mapa. Adicionalmente en el municipio se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa que afectarían edificaciones, viviendas o infraestructura debido a que ocurrirían en las laderas de los cerros. De esta manera, el **riesgo por flujos es alto** en el Municipio de San Melchor Betaza a causa de la población expuesta.

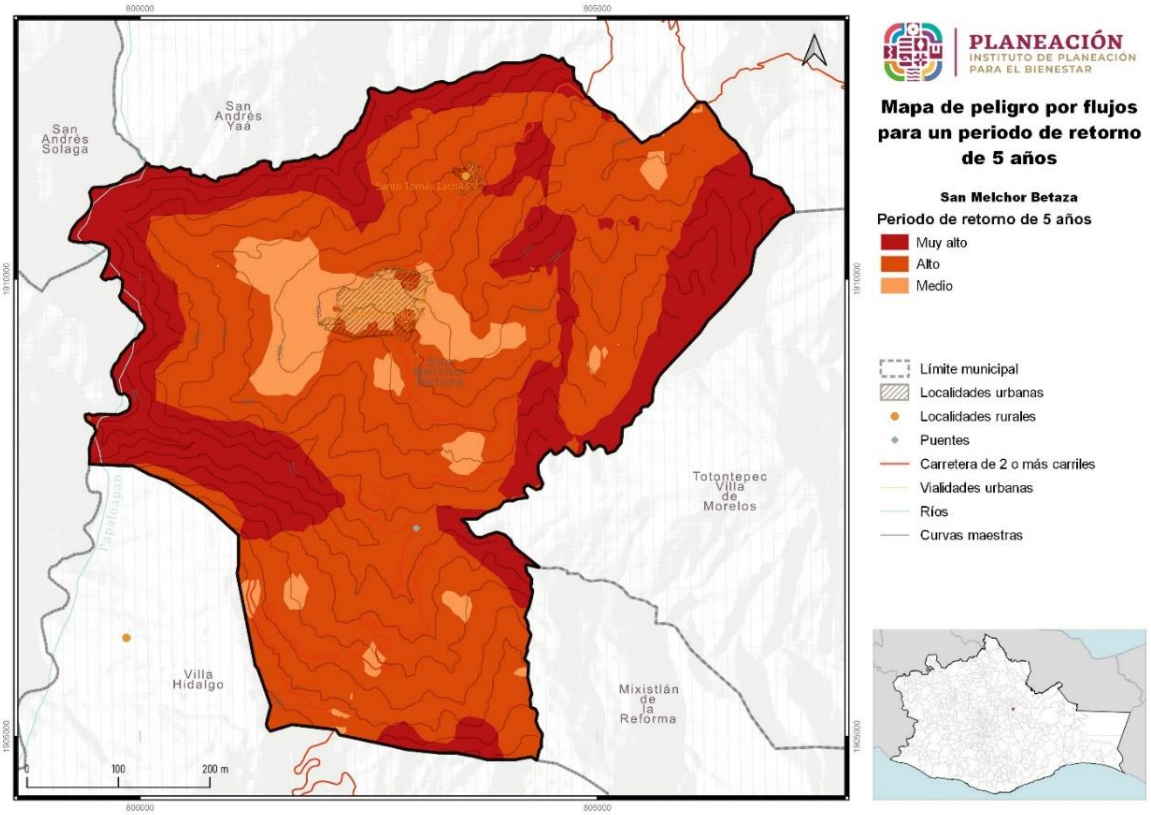
V.1.1.13 Peligro por flujos periodo de retorno de 5 años

Para flujos en un periodo de retorno de 5 años **(PR 5 años)**, el municipio presenta un 8.71% (297.17 hectáreas) un nivel de Peligro Medio, con un nivel Alto 61.98% (2115.52 hectáreas), seguido de Muy Alto con un 29% (1000.52 hectáreas) de su territorio municipal.

Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo, a consecuencia de flujos en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

Mapa 43. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 5 años

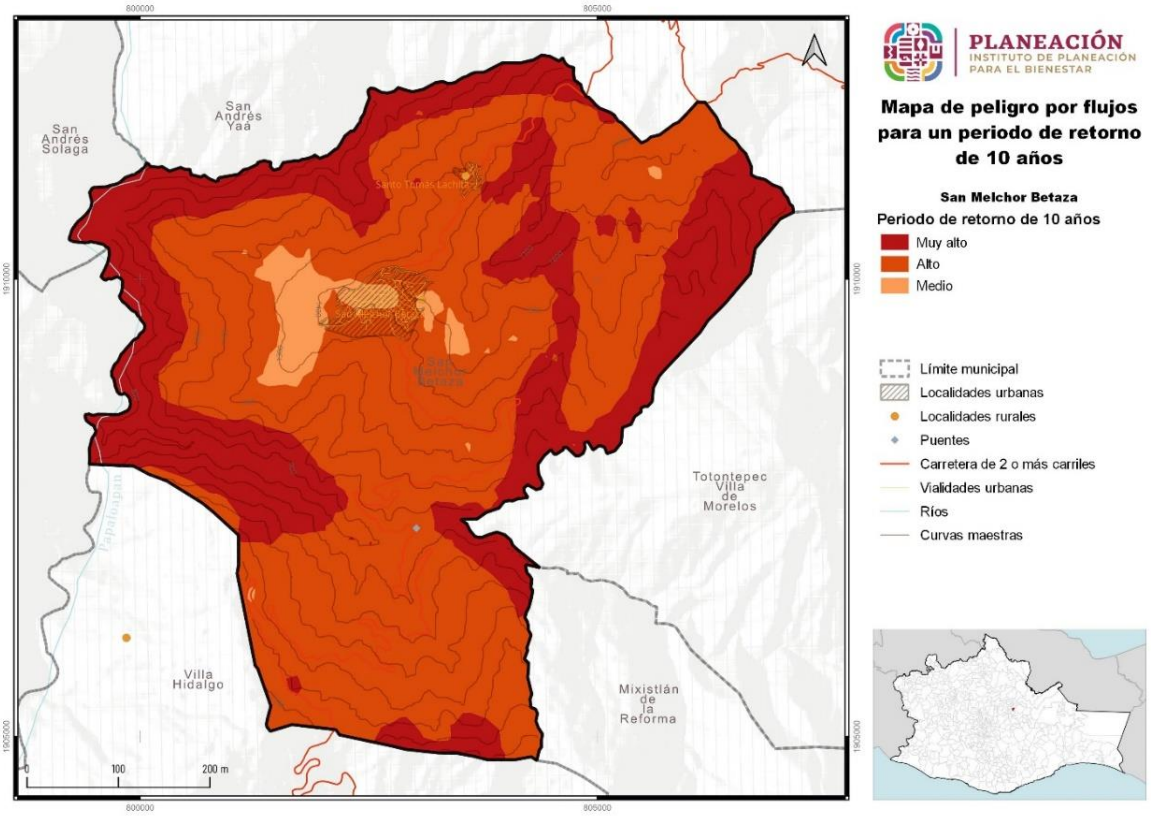


Fuente: CentroGeo, 2024

V.1.1.14 Peligro por flujos periodo de retorno de 10 años

Para flujos en un periodo de retorno de lluvias de 10 años **(PR 10 años)**, el municipio presenta un 3.49% (119.19 hectáreas) un nivel de Peligro Medio, con un nivel Alto 63.4% (2164.14 hectáreas), seguido de Muy Alto con un 33.1% (1129.88 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 44. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

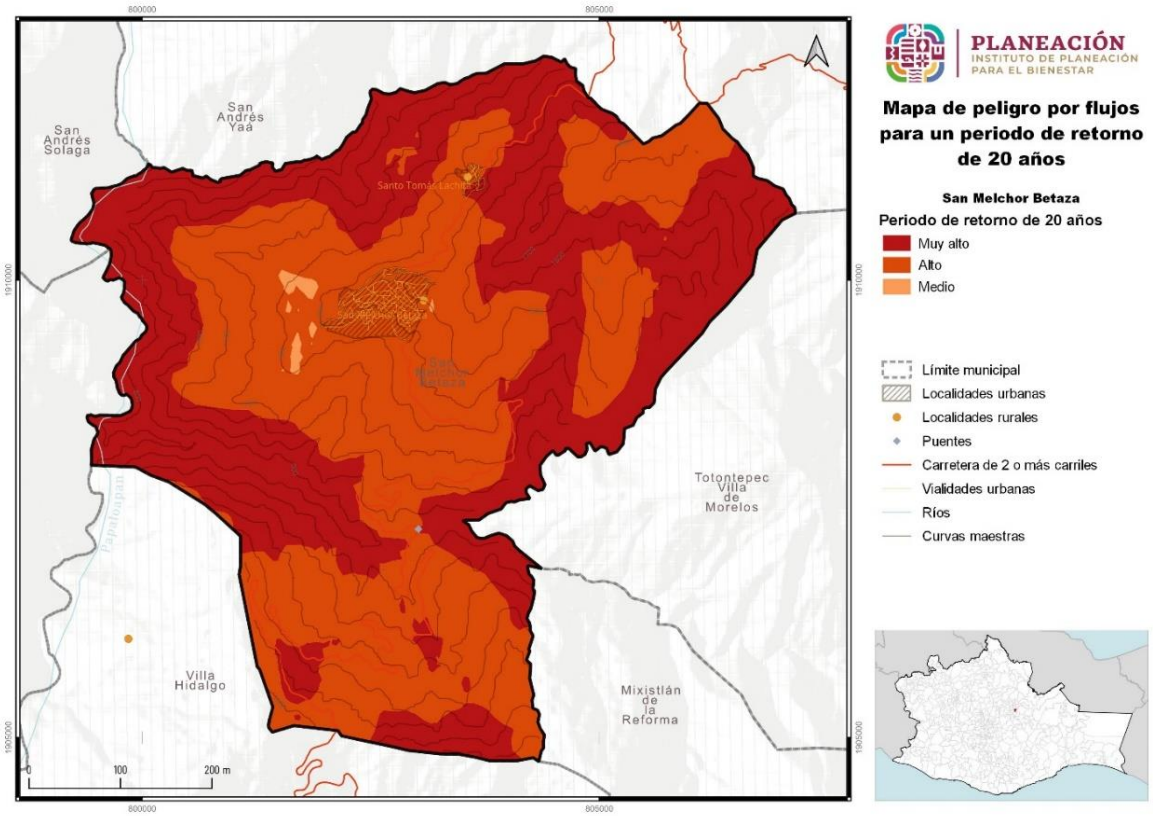
Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo a consecuencia de flujos en un cierto entorno de barrios o agencias y el municipio de San Melchor Betaza.

V.1.1.15 Peligro por flujos periodo de retorno de 20 años

Para flujos en un periodo de retorno de lluvias de 20 años **(PR 20 años)**, el municipio presenta un 3.39% (13.46 hectáreas) un nivel de Peligro Medio, con un nivel Alto 51.71% (1764.8 hectáreas), seguido de Muy Alto con un 47.9% (1634.94 hectáreas), de su territorio municipal.

Mapa 45. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 20 años



Fuente: CentroGeo, 2024

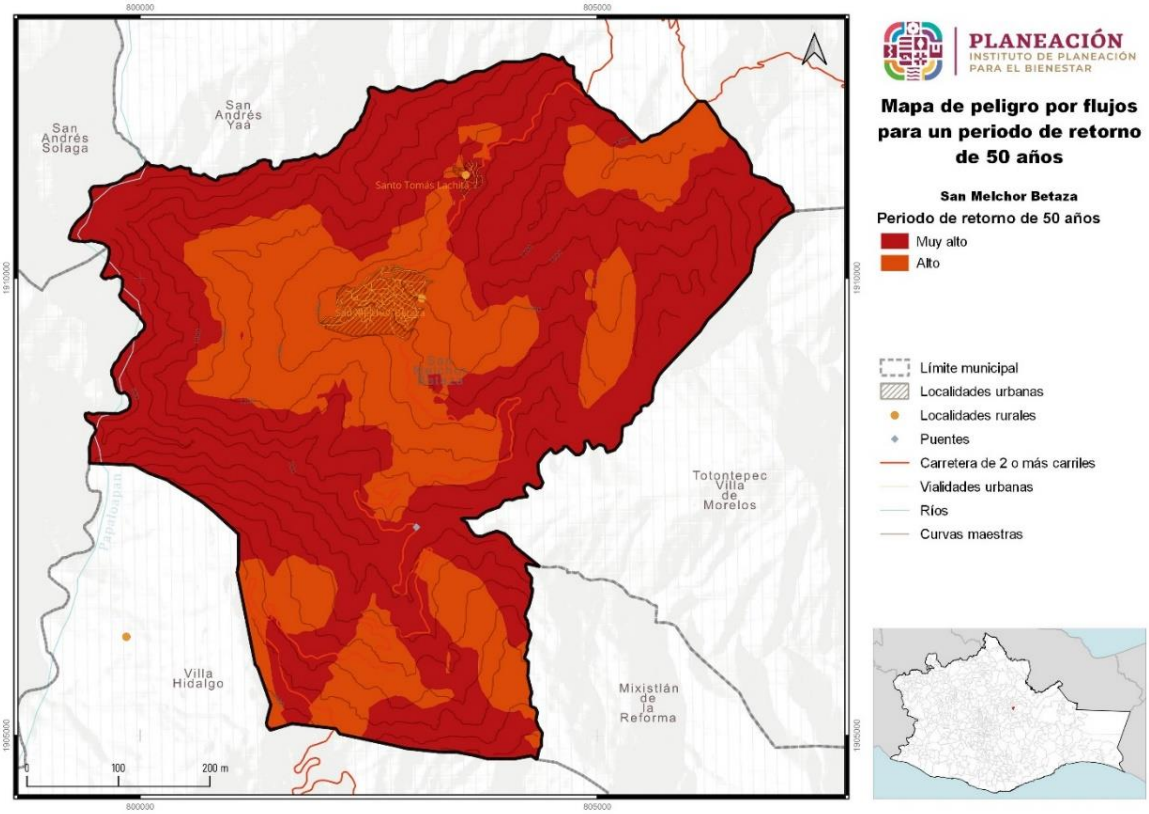
Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que podrá ser afectada 5 veces en un siglo a consecuencia de flujos en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.1.1.16 Peligro por flujos periodo de retorno de 50 años

Para flujos en un periodo de retorno de lluvias de 50 años **(PR 50 años)**, el municipio presenta un 35.58% (1214.32 hectáreas) un nivel de Peligro Alto, seguido de Muy Alto con un 64.42% (2198.9 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 46. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo a consecuencia de flujos en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.1.2 Sismo

Como se comentó anteriormente, de acuerdo con la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos de Fenómenos Geológicos (CENAPRED, CNCP, SSyPC, 2021), son los de mayor impacto en México: inestabilidad de laderas, sismos, volcanes.

De acuerdo con el CENAPRED, los sismos son las vibraciones de la tierra ocasionadas por la propagación en el interior o en la superficie de ésta, de varios tipos de ondas. Terremoto o temblor son sinónimos de la palabra sismo.

Los sismos ocurren porque la tierra está cubierta por una capa rocosa conocida como litosfera, con espesor hasta de 100 km, la cual está fragmentada en grandes porciones llamadas placas tectónicas. La movilidad de éstas ocasiona que, en los bordes, donde las placas hacen contacto, se generen esfuerzos de fricción que impiden el desplazamiento de una respecto a la otra. Si dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de las rocas, o se vencen las fuerzas friccionantes, ocurre una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada.

Para el caso del sismo, el fenómeno es impredecible y su impacto puede alcanzar altos niveles de daño, aun a distancias mucho mayores a las esperadas. El cálculo se presenta a través de un procedimiento sencillo para que en una localidad dada se defina el contexto general del peligro sísmico, aportando información para el tomador de decisiones a nivel de protección civil, así como para aquéllos que se encarguen de definir políticas de construcción local y disminución de la vulnerabilidad.

El sismo como fenómeno derivado de la dinámica interna de la Tierra que se ha presentado a lo largo de la historia geológica, no pueden predecirse, es decir, no existe un procedimiento confiable que establezca con claridad la fecha y el sitio de su ocurrencia, así como el tamaño del evento. Sin embargo, se presentan en regiones definidas por los límites de placas a nivel regional y se cuenta con una estimación de las magnitude máximas y mínimas, en función de los antecedentes hitóricosy estudios geofísicos (Centro Nacional de Prevención de Desastres 2004, 2006)

En el caso de la República Mexicana, ésta se localiza en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, representada por el Anillo de Fuego. De esta forma, la alta sismicidad que afecta al país se origina en la fosa Mesoamericana en el límite de las placas de Cocos y Rivera con Norteamérica, así como en el sistema de fallas de San Andrés en Baja California, y Polochic-Motagua en Chiapas (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

V.1.2.1. Peligro/amenaza por sismo

Intensidad Sísmica

La intensidad de un sismo se refiere a un lugar determinado, se asigna en función de los efectos causados en el humano, en sus construcciones y, en general, en el terreno natural. En la tabla se muestra la escala de intensidad de Mercalli modificada abreviada. Para cada grado se presentan, de manera resumida, los principales efectos asociados.

Tabla 73. Escala de Intensidad de Mercalli Modificada Abreviada

Escala de Intensidad de Mercalli Modificada	
I	No sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos suspendidos pueden oscilar delicadamente.
III	Sentido de manera clara en interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, pero mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara con el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todas las personas corren al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras corrientes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente; considerables en edificios corrientes sólidos con colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Paredes separadas de la estructura. Caída de chimeneas, rimeros de fábricas, columnas, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Conductores de automóviles entorpecidos.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras con armaduras bien diseñadas pierden la vertical; grande en edificios sólidos con colapso parcial. Los edificios se desplazan de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunos edificios bien construidos en madera destruidos; la mayoría de las obras de estructura de ladrillo destruidas junto con los cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel, deformadas. Objetos lanzados al aire.

Magnitud Sísmica

La magnitud de un sismo es un **número que busca caracterizar el tamaño de un sismo y la energía sísmica liberada**. Se mide en una escala logarítmica, de tal forma que cada unidad de magnitud corresponde a un incremento de raíz cuadrada de 1000, o bien, de aproximadamente 32 veces la energía liberada.

Trabajo de campo.

Consistió en realizar visitas a sitios en diferentes agencias y barrios del municipio. El objetivo principal es describir las características geológicas de materiales como: tipo de roca, fallas, fracturas, grado de alteración, resistencia, contenido de agua y cobertura de suelo; así como las características geomorfológicas como pendiente, elementos del relieve, valles, terrazas, densidad de drenaje y la identificación de los diferentes tipos de peligros geológicos y sus características. La información recabada fue georreferenciada mediante el uso de posicionadores satelitales (GPS) y de Kobo Toolbox.

Peligros Geológicos

Los fenómenos de origen geológico capaces de provocar daños se dividen en procesos geodinámicos externos e internos. Los externos afectan a la superficie terrestre mediante la erosión de transporte de suelos y rocas, inducidos por precipitaciones pluviales extremas, huracanes y tormentas tropicales. Los internos tienen su origen en fuerzas internas del planeta que provienen de la actividad sísmica, volcánica y tectónica de placas.

La magnitud e intensidad de todos estos fenómenos son factores decisivos para su clasificación en diferentes categorías de peligro y período de recurrencia.

A continuación, se hace una descripción de cada uno de los procesos capaces de provocar daños en el municipio.

Tabla 74. Resumen de los principales procesos geológicos capaces de provocar daños.

Procesos geodinámicos internos	• Terremotos (fallas, fracturas); • Vulcanismo (derrames de lava, caída de cenizas, flujos piro-plásticos, lahares y avalanchas de escombros).
Procesos geodinámicos externos	• Remoción en masa (deslizamientos, flujos de lodo, derrumbes); • Hundimientos y subsidencia; • Licuefacción.

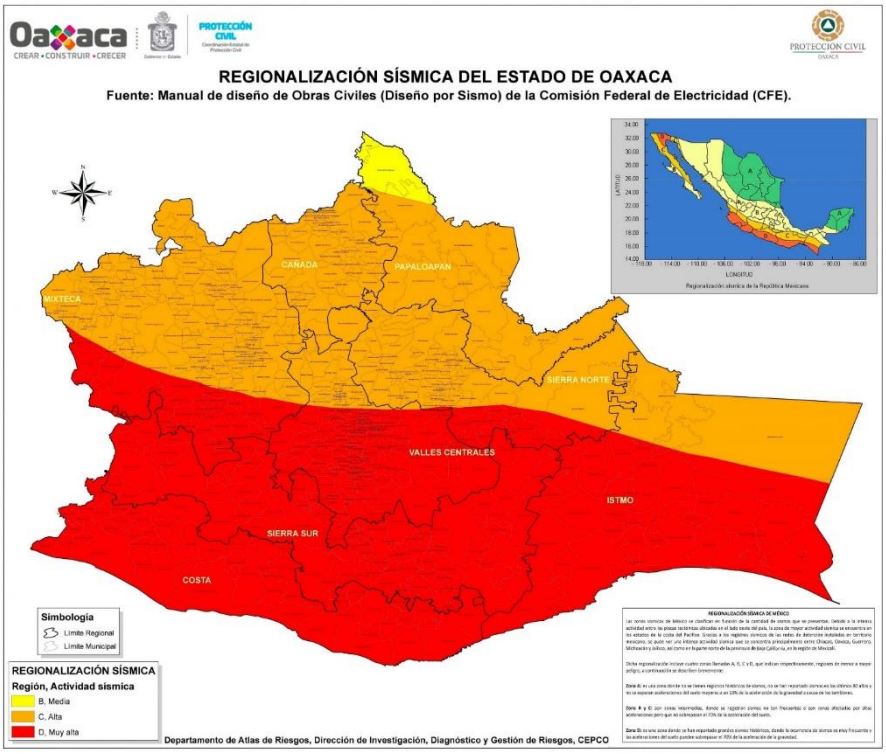
Sistemas Expuestos

De acuerdo con los postulados actuales sobre la teoría del riesgo, éste se compone de tres elementos: 1) Peligro, 2) Vulnerabilidad y 3) Exposición o Valor. El ***peligro o amenaza*** muestra la probabilidad que tiene un fenómeno a provocar una perturbación en la sociedad o en un ecosistema, como un terremoto, una erupción volcánica, un huracán, una inundación, una sequía o un deslizamiento de tierras; en tanto que la ***vulnerabilidad*** es la susceptibilidad o capacidad que tiene la población y su infraestructura para afrontar el peligro, y la ***exposición o valor*** refleja la posible pérdida potencial de vidas humanas y daños económicos o de la infraestructura. Estos tres elementos constituyen el riesgo. Se habla de un ***"desastre"*** cuando las autoridades y la población son rebasadas por el fenómeno aunado a que el ambiente físico y antrópico tarda mucho tiempo para restablecer sus sistemas o procesos.

Placas Tectónicas detonadores de sismos en el Municipio

Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, en la figura se muestran estas placas.

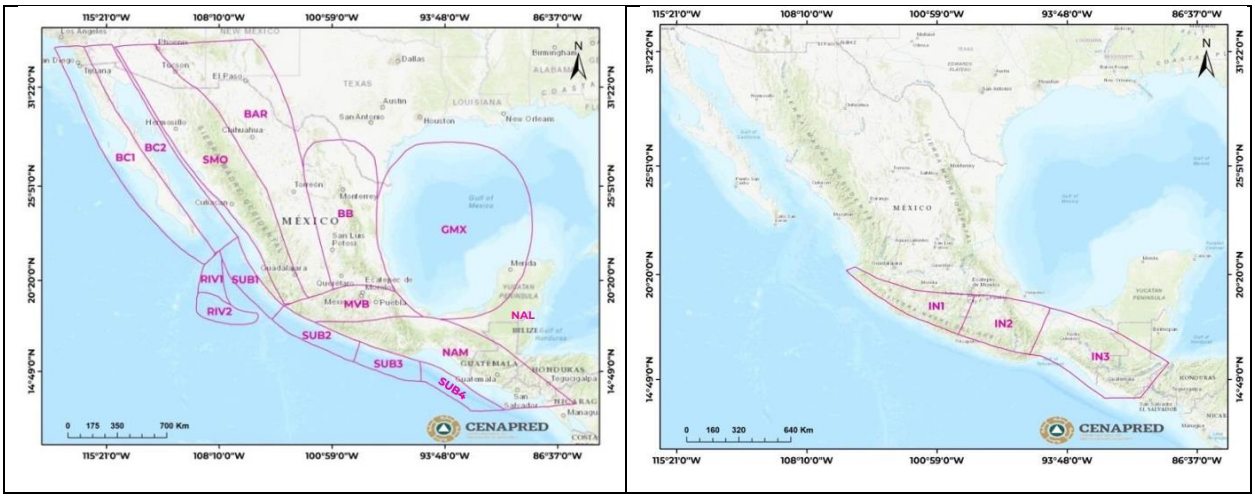
Mapa 47. Regionalización sísmica del estado de Oaxaca.



De acuerdo con el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015), el territorio nacional se encuentra clasificado en cuatro zonas sísmicas: **A, B, C y D,** las cuales representan un nivel creciente de peligro. Esta clasificación del territorio permite conocer, en términos generales, el nivel de peligro sísmico que tiene un área determinada y se emplea en los reglamentos de construcción para fijar los requisitos mínimos que deben seguir los proyectistas, diseñadores y constructores en las edificaciones y otras obras civiles, de tal manera que éstas resulten suficientemente seguras ante los efectos producidos por un sismo.

En México ocurren sismos de todos los tipos, aunque la profundidad máxima observada es menor que en otras zonas del mundo (e.g menor a 600 km). La figura muestra la regionalización sismo tectónica en la que se basa el manual de construcción de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad (F.R. Zúñiga, G. Suárez y A. Figueroa S. en prensa, 2011) dicha regionalización está siempre en proceso de actualización conforme se obtienen más y mejores datos, como se muestra en los mapas.

Mapa 48. Regionalización Sismo tectónica



Sismos ocurridos a nivel Municipal

El peligro sísmico en el municipio de San Melchor Betaza está representado por sismos cuyos epicentros han ocurrido en otros sitios del territorio municipal y cercanías. Las intensidades esperadas están en función de la aceleración máxima del terreno asociada a periodos de retorno, debe ser considerado como elemento fundamental por especialistas en el diseño de la construcción, de acuerdo a la clasificación del tipo de estructuras y el tipo de construcción que predomina en el municipio están clasificadas como del tipo B cuyos daños en este tipo de construcciones pueden llegar a ser considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de la aceleración de la gravedad terrestre (CFE, 2008).

Con base en el catálogo de sismos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) no se han registrado epicentros en el municipio.

Se analizaron los sismos más importantes de la base de datos (SSN, USGS) de los sismos que han afectado al país, al estado y al municipio. Se realizó una recopilación y clasificación de estos, tomando en cuenta la distribución geográfica de las isosistas (áreas de la misma intensidad) de los sismos más significativos.

La amplificación de las ondas sísmicas en sedimentos blandos cerca de la superficie ha sido reconocida desde hace varias décadas. Los sismos como el de Michoacán, México de 1985 (IMCYC 1986, Ríos 1986, Sarriá 1986, Singh S. K. et al. 1988) que involucró a muchos sismólogos e ingenieros sísmicos en el estudio de la respuesta de sitio, recalcó la importancia de los efectos de sitio y desde entonces se ha publicado toda una serie de referencias y revisiones críticas de los estudios de respuesta de sitio. (Nakamura 1989, Lermo et al. 1988a, b, 1993, 1994a, b, Giraldo et al. 1999). El conocimiento de los efectos que tiene un sismo sobre una ciudad se puede representar gráficamente en un mapa y por considerar un área geográfica pequeña con gran detalle se le llama mapa de microzonificación sísmica.

La metodología empleada para determinar los efectos de sitio en las Zonas Urbanas fue la experimental, misma que se ha ocupado en muchos estudios para determinar los efectos de sitio de ciudades en México como: Oaxaca, Puebla, Morelia, y que se divide, en general, en cuatro fases:

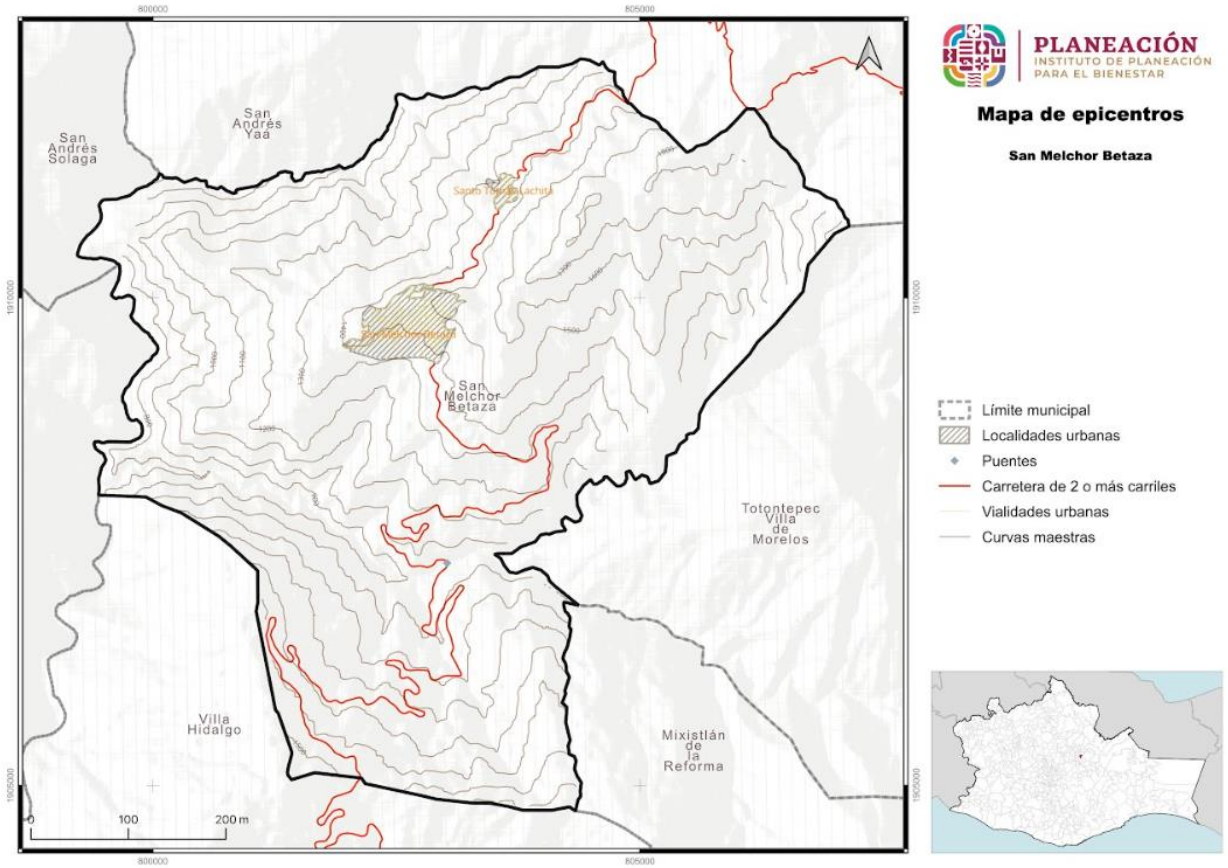
La primera fase consiste en definir las zonas sismo genéticas a través del estudio de la sismicidad global donde se ubica la ciudad, así como de una investigación de los sismos históricos que han afectado la zona. **La segunda fase** consiste en investigar y definir las características de la geología, morfología, geotecnia, hidrología, hidrología histórica, además de los daños por sismos. **La tercera fase** el monitoreo sísmico, consiste en cuantificar el comportamiento y las características del subsuelo. Se analizan los registros de movimientos sísmicos fuertes, débiles y micro temblores (vibración ambiental) y se tratan de aplicar todas las técnicas particulares para cada uno de estos registros y finalmente, **la cuarta fase** que consiste en definir, a partir de los mapas y la información integrada en los SIG, el mapa de curvas de isoperíodo, la amplificación relativa a terreno firme y el mapa de clasificación de las micro zonas sísmicas, que indican las zonas con amplificaciones locales debido al tipo de suelo en el municipio.

El comportamiento sísmico en la zona de estudio es sumamente complejo debido al comportamiento de los distintos tipos de roca y sedimentos de la región, así como de su relieve (montañas, piedemontes, valles y cañadas) que provoca diferente comportamiento de las ondas sísmicas. Se puede asumir que las edificaciones asentadas sobre sustratos rocosos son más resistentes que aquéllas que se encuentran en terrenos poco consolidados como arcillas o limos (suelos aluviales) o laderas con fuerte pendiente y con material poco consolidado,

San Melchor Betaza, se considera, por las evidencias presentadas, una zona de alta sismicidad que ha sido afectado por sismos de tipo Intraplaca y Subducción de magnitudes e intensidades diversas ocurridas en el estado que han provocados daños considerables en infraestructura y viviendas en el Municipio. Sin embargo, es necesario realizar estudios detallados para implementar un sistema de monitoreo e instrumentación a fin de detallar con precisión las posibles afectaciones en caso de eventos de gran magnitud como, los que han ocurrido en 2017 y 2020. De acuerdo con la Zonificación Sísmica de (CFE, 2015) el territorio del municipio de San Melchor Betaza se encuentra en la **Zona C** de peligro **Alto**, lo cual está expuesto a la acción de terremotos y el análisis se realizó con un grado de detalle de estudio de Nivel 2.

En el municipio, no se han registrado epicentros dentro del territorio de San Melchor Betaza.

Mapa 49. Distribución de sismos en el municipio San Melchor Betaza



Fuente: CentroGeo, 2024

V.1.2.2 Peligro por aceleración sísmica

La aceleración sísmica es una medida utilizada en terremotos que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. En otras palabras, es la medida de cuánto aumenta o disminuye la velocidad de movimiento de un punto específico en respuesta a las ondas sísmicas generadas por un terremoto.

La aceleración sísmica se mide en unidades de aceleración, como metros por segundo al cuadrado (m/s^2) o gravedades (g, donde 1 g es igual a la aceleración debida a la gravedad en la Tierra, aproximadamente 9.8 m/s^2).

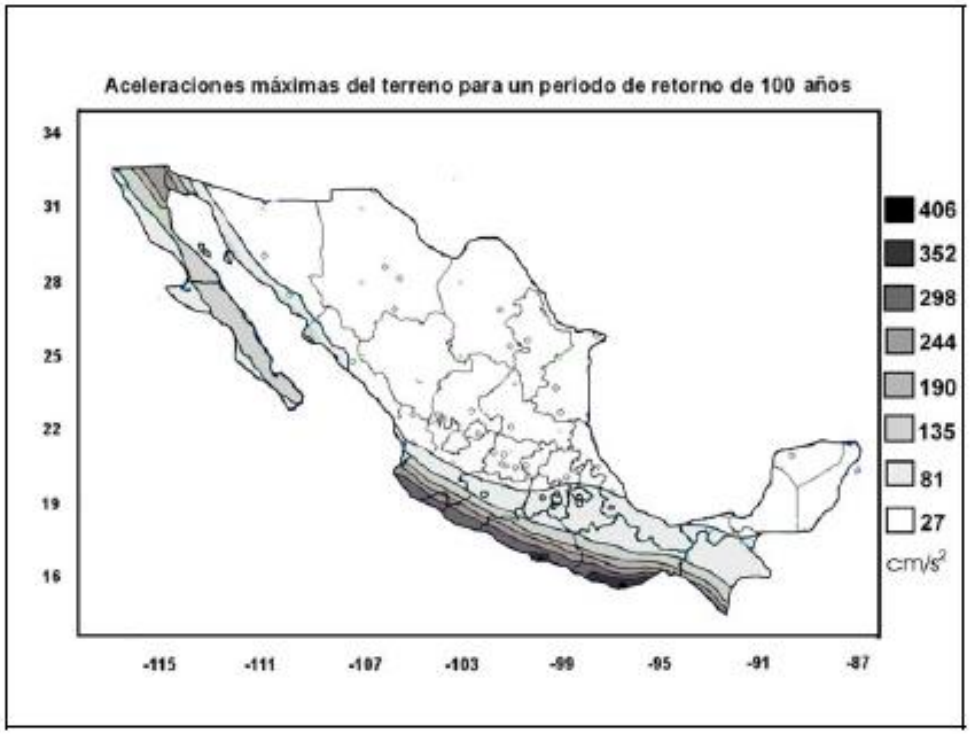
A diferencia de otras medidas que cuantifican terremotos, como las escalas de Richter o la escala de magnitud del momento, no es una medida de la energía total liberada del terremoto, por lo que no es una medida de magnitud sino de intensidad. La aceleración puede medirse con acelerómetros simples, además de que es sencillo correlacionar la aceleración con la escala de Mercalli.

La aceleración sísmica es de suma importancia, ya que determina la fuerza y el impacto que un terremoto puede tener en estructuras y edificaciones. Las construcciones deben ser diseñadas y construidas para resistir ciertos niveles de aceleración sísmica, de lo contrario, pueden sufrir daños graves o colapsar durante un sismo o terremoto.

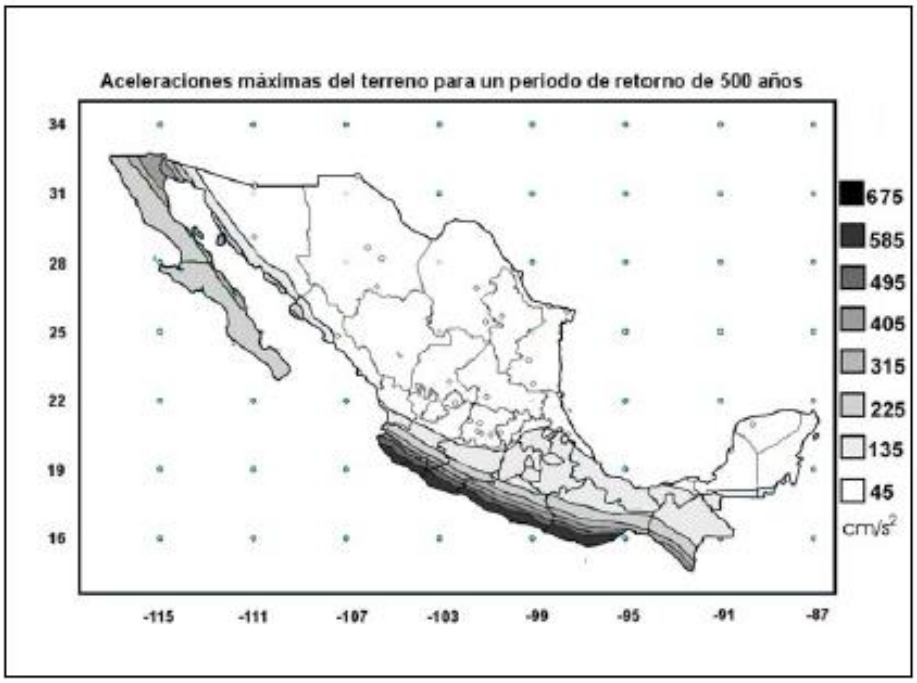
Mapa 50. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 10 años (CFE, 2010)



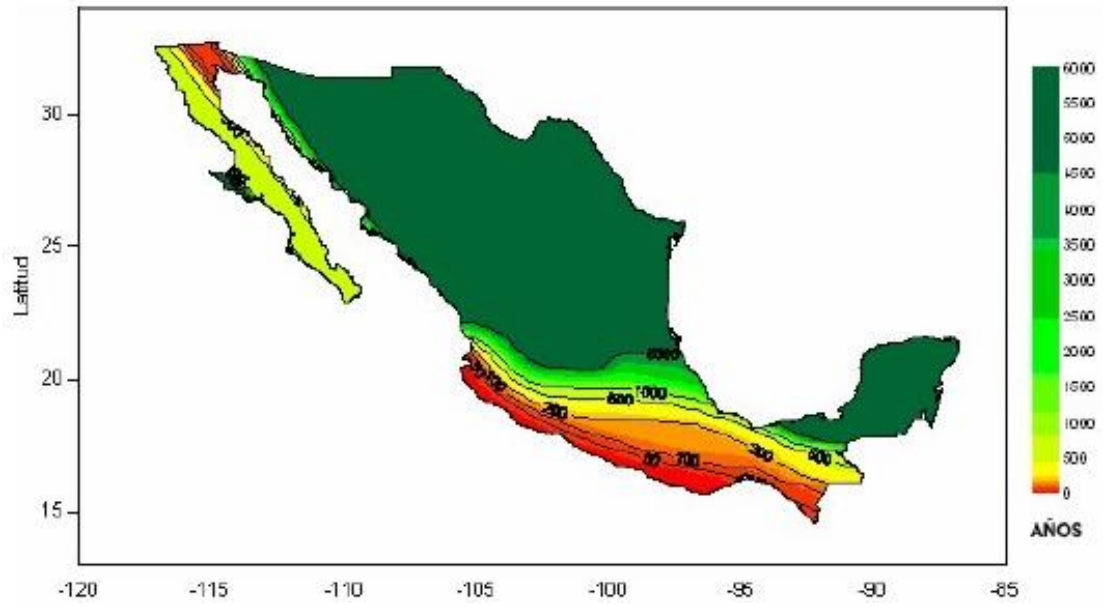
Mapa 51. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 100 años (CFE, 2010)



Mapa 52. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 500 años (CFE, 2010).



Mapa 53. Períodos de retorno para aceleraciones del 0.15 de g o mayores (CFE, 2010), la escala de lado derecho tiene valores en años.



Para el municipio de San Melchor Betaza presenta una aceleración sísmica de 150 g , lo cual indica una fuerza sísmica relativamente “alta”. Como referencia, 1 g es aproximadamente igual a la aceleración debida a la gravedad en la Tierra, que es aproximadamente 9.8 m/s².

Tabla 75. Grado de aceleración sísmica en el municipio.

Aceleración sísmica	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alta: aceleración de 150 g	3408.2	100

Fuente: CentroGeo, 2024

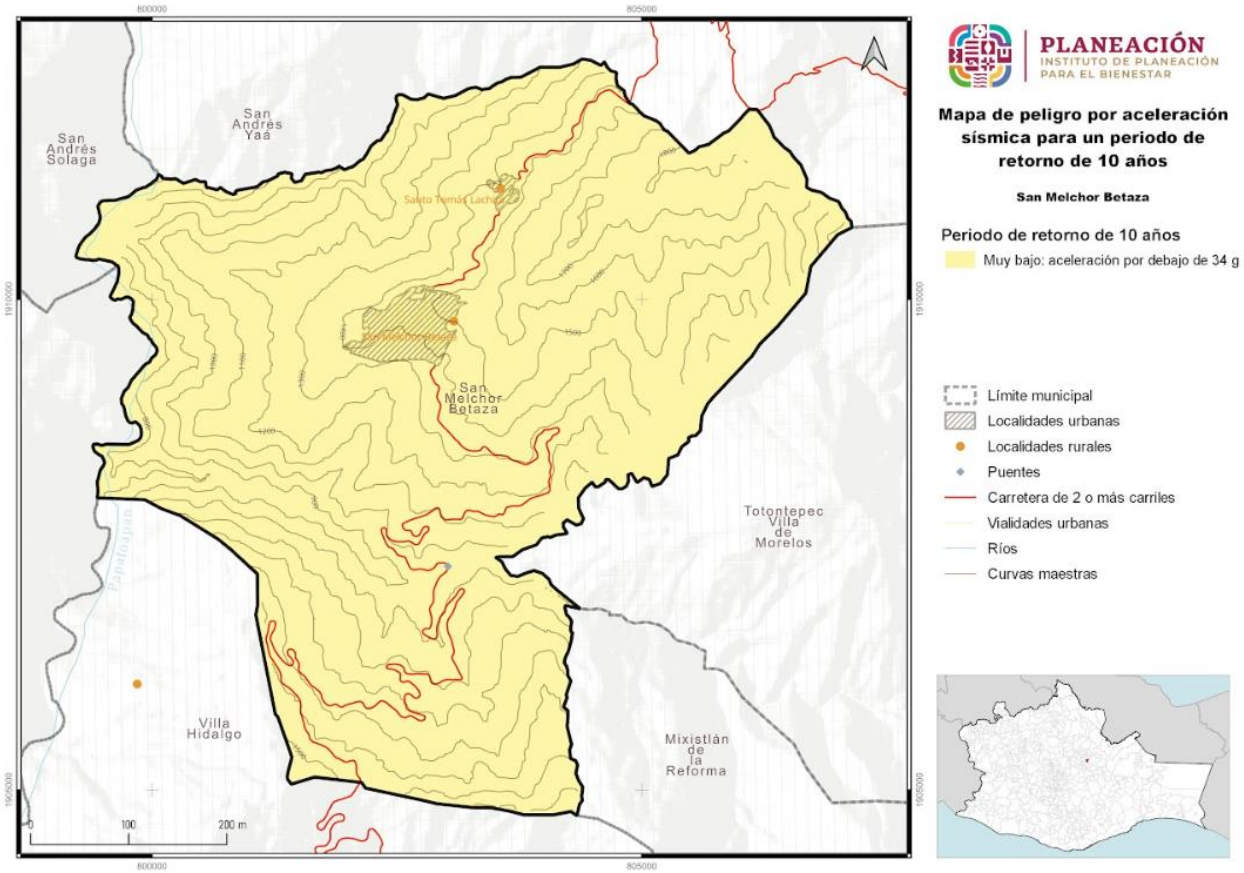
V.1.2.3 Peligro por aceleración sísmica, periodo de retorno de 10 años

Tabla 76. Aceleración sísmica en el municipio para un periodo de retorno de 10 años.

Aceleración sísmica (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo: aceleración por debajo de 34 g	3408.2	100

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 54. Aceleración sísmica en el municipio para un periodo de retorno de 10 años.



Fuente: CentroGeo, 2024

V.1.2.4 Peligro por aceleración sísmica, periodo de retorno de 100 años

Tabla 77. Aceleración sísmica en el municipio para un periodo de retorno de 100 años.

Aceleración sísmica (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo: aceleración de 81 g	3408.2	100

Fuente: CentroGeo, 2024

El municipio al presentar aceleraciones sísmicas de 81g para un período de retorno de 100 años implica que el municipio presenta la probabilidad de experimentar terremotos de baja intensidad.

V.1.2.5 Peligro por aceleración sísmica, periodo de retorno de 1000 años

Para un periodo de retorno de 1000 años se espera que el municipio se encuentre con un peligro “Muy bajo” por aceleración sísmica de 135 g en el 100 % (3,408.2 hectáreas) del territorito municipal.

Tabla 78. Aceleración sísmica en el municipio para un periodo de retorno de 1000 años.

Aceleración sísmica (PR 1000 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo: aceleración de 135 g	3408.2	100

Fuente: CentroGeo, 2024

V.1.3 Tsunami

Los fenómenos naturales conocidos como tsunamis se caracterizan por ser olas gigantes que alcanzan alturas máximas de hasta 35 metros cercanas a la línea de costa y generalmente son originados por un movimiento vertical del fondo marino derivado de un movimiento sísmico de gran magnitud.

Los tsunamis se caracterizan por ser olas gigantes que alcanzan alturas máximas de hasta 35 metros cercanas a la línea de costa y generalmente son originados por un movimiento vertical del fondo marino derivado de un movimiento sísmico de gran magnitud.

Los tsunamis se clasifican en: **a) locales**, cuando el sitio de arribo se encuentra dentro o muy cercano a la zona de generación; **b) regionales**, cuando el litoral invadido está a no más de 1,000 km del lugar de generación y **c) lejanos**, cuando se originan a más de 1,000 km.

En el caso de México, los más peligrosos son los que se originan como consecuencia de sismos de gran magnitud cuyo epicentro se encuentra a pocos kilómetros de la costa, en el Océano Pacífico.

La costa del estado está en zona con alto potencial generador de tsunami y también recepción de tsunamis lejanos. El 28 de marzo de 1787 tuvo lugar el terremoto más grande del que se tenga conocimiento en el territorio mexicano. Su magnitud aproximada fue de **M8.6**, provocó el tsunami más grande de la historia de México, devastando todo a su paso hasta seis kilómetros tierra adentro, cerca de Pochutla y Puerto Ángel.

V.1.3.1 Amenaza por Tsunami

En el catálogo de tsunamis sean registrado diversos eventos en las costas de Oaxaca, en particular se tienen registros de la presencia de un tsunami en las costas de Puerto Escondido con una altura máxima de las olas de 1.5 m. El tsunami fue generado por un sismo de magnitud 7.6° el día 29 de noviembre de 1978 (CENAPRED, 2005).

Mapa 55. Áreas costeras susceptibles de afectación por tsunamis generados localmente o a distancia hasta miles de metros.



En el caso de los tsunamis lejanos, la zona puede ser afectada por oleaje de hasta 1 m de altura. En el sismo del 11 de marzo en Japón que presentó una magnitud de 8.9° sirvió para que algunas instituciones como Protección Civil y el Servicio Sismológico nacional emitieran alertas en los estados costeros de la república, con el propósito de que se cerraran puertos a la navegación menor y se tomaran las previsiones necesarias ante la posible recepción de oleaje por tsunami lejano.

A partir del mapa anterior es posible asegurar que el municipio de San Melchor Betaza está lejos de las líneas de conjunción de placas que son las causantes de la generación de este tipo de eventos. La distancia aproximada de la cabecera municipal de San Melchor Betaza al Océano Pacífico es de 164.7 km y al Golfo de México es de 168.73 Km. La Figura muestra la ubicación del municipio, distante también de la costa correspondiente al Golfo de México. Para que pueda ocurrir un evento de este tipo se requiere que ocurra un evento extraordinario de impacto de gran magnitud.

Mapa 56. Áreas costeras susceptibles de afectación por tsunamis generados localmente o a distancia hasta miles de kilómetros.



En el mapa se puede observar que el municipio de San Melchor Betaza no es afectado por Tsunamis ya que el territorio no tiene una relación directa con el mar u océanos y por su ubicación geográfica, altura a 2500 msnm.

Por su Ubicación geográfica el territorio de San Melchor Betaza no se ve afectado por este tipo de fenómeno ya que se haya a una distancia aproximada de 164.7 Km de distancia de la costa del Pacífico y a 168.73 Km del Golfo de México, por lo que se omite su análisis y el nivel de peligro es **Muy bajo.**

V.1.4 Vulcanismo

V.1.4.1 Amenaza por vulcanismo

La actividad volcánica es una de las manifestaciones más impactantes de los procesos internos que revelan la evolución de la Tierra y de otros planetas del sistema solar. Un volcán es una estructura geológica por la que emerge el magma del interior de la tierra. El ascenso del magma, que se compone de lava y gases, ocurre en episodios de actividad violenta denominados erupciones, las cuales pueden variar en intensidad, duración y frecuencia. Los volcanes de México forman parte del Cinturón de Fuego y están asociados con el proceso de subducción, esto es, que la placa de Cocos y la placa de Rivera están deslizándose por debajo de la placa norteamericana.

Un volcán se considera **activo** cuando entra en actividad eruptiva en cualquier momento, es decir, que permanece en estado latente. En México hay más de 40

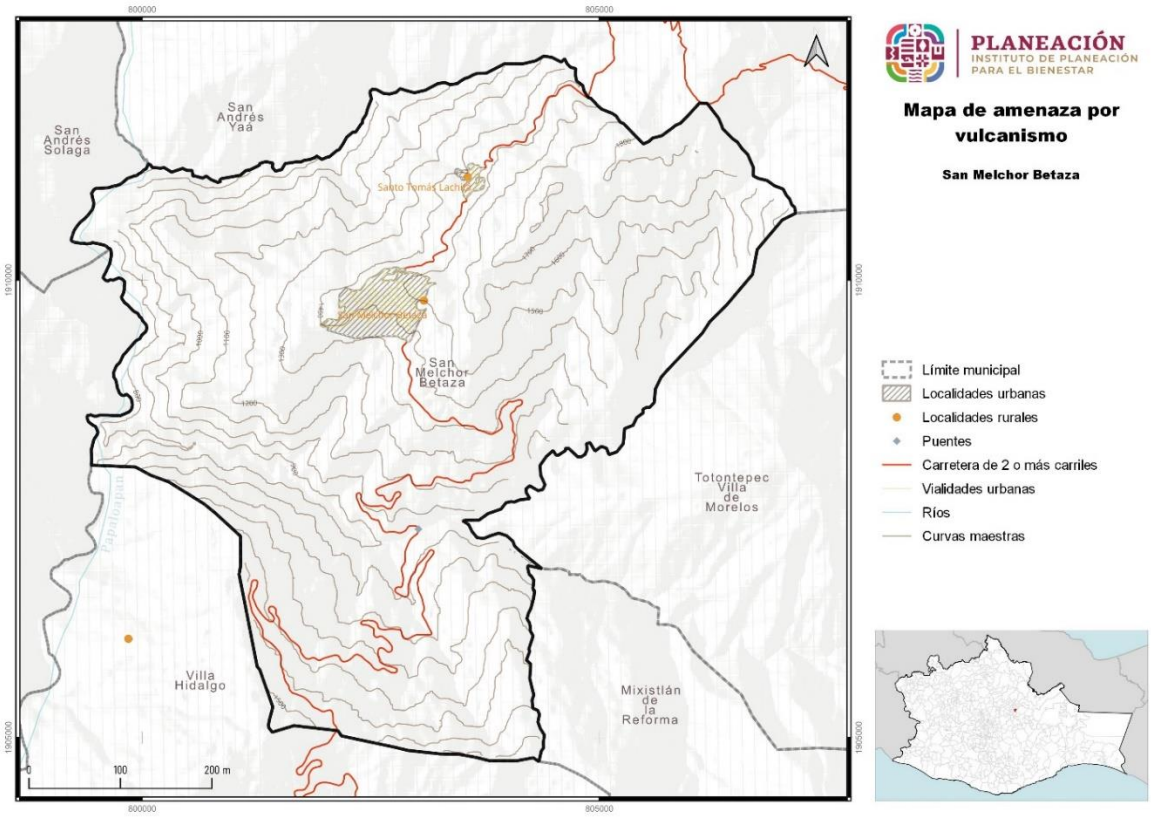
volcanes activos, según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de los cuales alrededor de 15 se consideran activos o peligrosos. Los más activos en el presente son los de Colima y el Popocatépetl, en la figura se muestran los principales volcanes en la república mexicana.

El peligro de un volcán se puede analizar con base en el principio de que un volcán activo es capaz de repetir o exceder lo que ha hecho en el pasado. Por lo que se requiere conocer los estudios geológicos de los depósitos de materiales arrojados en erupciones previas (indicador del nivel de peligro que ha sido capaz de generar en el pasado) en el entorno del volcán.

El daño causado por una erupción depende del tipo y magnitud de la erupción, distancia y vulnerabilidad del municipio, fuente generadora, topografía, viento y otras variables meteorológicas. Dado que un volcán es considerado activo o peligroso, es necesario hacer un análisis de la actividad eruptiva pasada de las formaciones volcánicas cercanas al área, a fin de determinar si representan algún tipo de peligro para el municipio, como se muestra en la figura **el escenario más probable** (zona en color rojo), corresponde a las erupciones más fuertes con columnas de cenizas menores a 10 Km de altura. Los diferentes tonos en rojo muestran las áreas que pueden ser afectadas por caída de cenizas con espesores de 1 cm, 1 mm y trazas (menores a 1mm).

De acuerdo con el análisis del peligro volcánico para el municipio de San Melchor Betaza, el peligro volcánico potencial lo representa la **caída de cenizas**. En el mapa anterior se muestra la estimación de espesores de ceniza volcánica en función de la distancia, en escenarios eruptivos del volcán Popocatépetl, que actualmente es la única fuente volcánica que se encuentra en erupción, dentro del área de peligro para San Melchor Betaza.

Mapa 57. Amenaza por vulcanismo



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa se observar que ninguna parte del territorio del municipio es afectado por alguna amenaza por vulcanismo, por lo que el nivel de amenaza se consideraría Nula.

La amenaza por fenómenos volcánicos para el Municipio de San Melchor Betaza es **Muy Bajo**, debido a que un evento de caída de cenizas (es el único al que está expuesto considerando los alcances de esta metodología de evaluación) con un grado de estudio de nivel 1.

V.1.5 Hundimientos (Subsidencia) y agrietamiento del terreno

De acuerdo con la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos de Fenómenos Geológicos (CENAPRED, CNCP, SSyPC, 2021), son los de mayor impacto en México: inestabilidad de laderas, sismos, volcanes. Al referirnos a **hundimientos de tierra o también llamados socavones**, se entenderán como los

movimientos de la superficie terrestre en el que predomina el sentido momero descendente y que tiene lugar en áreas de distintas características y pendientes. Este tipo de hundimiento se diferencia del término subsidencia por sus escalas temporal y espacial mucho más reducidas.

Se entenderá por **subsidencia** el hundimiento gradual de la tierra que eventualmente forma una forma de tazón. La subsidencia supone un riesgo cuando ocurre en zonas urbanas, al dañar y agrietar las edificaciones y afectar a sus cimientos. Actualmente, importantes ciudades costeras situadas en llanuras de inundación o en cuencas sedimentarias sufren graves problemas de subsidencia.

En cuanto a las **fallas o fracturas** se identificarán como las fisuras de la tierra o agrietamientos en la superficie, en ambos casos están asociados con el hundimiento de la tierra. Ambos resultan de la eliminación o agotamiento de los fluidos subterráneos, como las aguas subterráneas, o del uso excesivo de las aguas superficiales y pueden causar problemas de drenaje, romper canales y alterar los patrones de inundación o medidas de control de inundaciones. También pueden dañar los servicios públicos subterráneos, la infraestructura, las carreteras y las fundaciones de edificios.

Las causas naturales incluyen la disolución de materiales, el flujo lento del suelo, la erosión subterránea y los movimientos tectónicos. Por otro lado, actividades humanas como la construcción de estructuras subterráneas, actividades mineras o la explotación excesiva de acuíferos también pueden causar subsidencia.

Para el cálculo de sismos se emplearon mapas de aceleración máxima del terreno para tres distintos periodos de retorno, cuya información se reporta a nivel municipal, así como un mapa de periodos de retorno para aceleraciones a partir de las cuales pueden esperarse daños importantes en las construcciones.

Para las subsidencias, fallas, fracturas y agrietamientos, se realizó una evaluación multicriterio mediante la adaptación de las metodologías propuestas por (Galeana-Pérez, Chávez-Alegría, Medellin-Aguila, & Zamora-Castro, 2023), (Díaz-Nigenda, 2022), (Hernández-Conde, 2014), (Pacheco-Martínez, Ortiz-Lozano, Zermeño-de-León, & Mendoza-Otero, 2011), (Pacheco-Martínez & Arzate-Flores, Análisis multicapa de la subsidencia en el Valle de Querétaro, México, 2007), (Rodríguez-Castillo & Rodríguez-Velázquez, 2006) y (Carreon-Freyre, Hidalgo-Moreno, & Hernández-Marín, 2006).

Para el cálculo se utilizaron los siguientes materiales:

- Modelo Digital de Elevación (MDE): obtenido de Shuttle Radar Topography Mission (SRTM GL1)
- Niveles piezométricos: información oficial de redes piezométricas de la Comisión Nacional del Agua (Conagua)

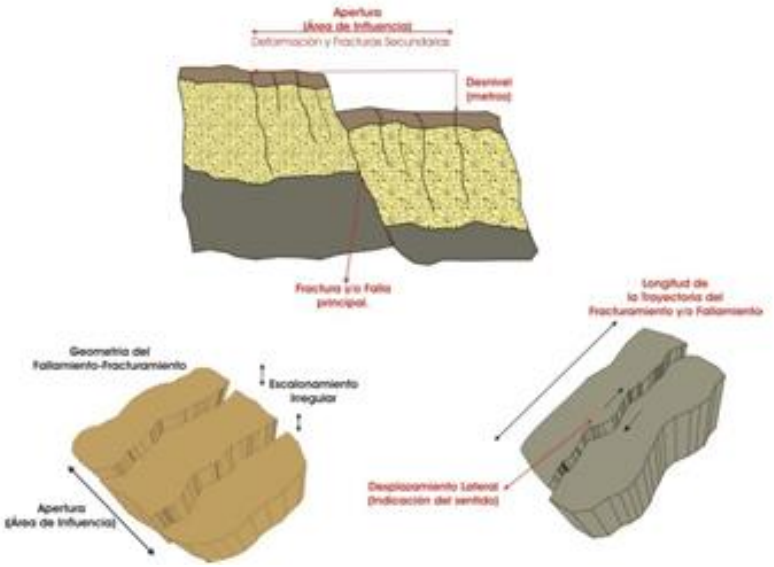
- Sequía: vulnerabilidad a sequía por municipio de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Cartografía Geológica: Desarrollada a partir de la información del Servicio Geológico Mexicano 1:250000, la síntesis de la información geográfica de Oaxaca del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y los levantamientos locales de Gutiérrez-Navarro et al (2013).
- Archivos SHP de fallas y fracturas: del Servicio Geológico Mexicano
- Cartografía de uso de suelo (centros urbanos): CONABIO 2010 y de las AGEBS del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)
- Edafología: bases de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Caracterización Sismo tectónica de México: Cotilla-Rodríguez et al (2019).
- Cartografía de precipitación: Desarrollada a partir de información de la red de estaciones hidrometeorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

V.1.5.1 Susceptibilidad por fallas y fracturas del suelo en el municipio

Anta la falta de estructuras geológicas dentro de la mayor parte del territorio municipal, como actividad detonante para la generación de hundimientos o agrietamientos del terreno, las fallas y fracturas pueden alterar las rutas de flujo del agua subterránea pudiendo causar que ciertas áreas pierdan agua más rápidamente, lo que provoca un asentamiento del suelo. Así mismo pueden debilitar la estructura del suelo o de las formaciones rocosas, haciendo que sean menos capaces de soportar las cargas de la superficie. En algunos casos, las fracturas pueden aumentar el grado de erosión del suelo, especialmente si se cuenta con mayor flujo de agua que erosiona internamente el material pudiendo generar cavidades subterráneas que eventualmente puedan colapsar, causando hundimientos en la superficie.

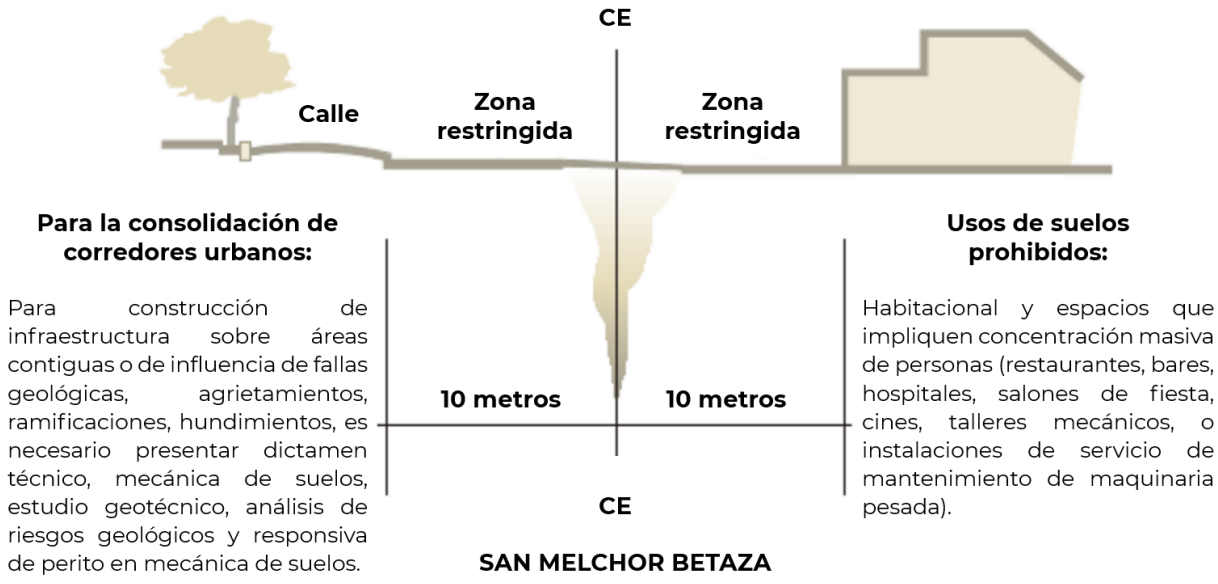
Las geometrías de las fracturas estarán controladas por la presencia de un sistema de fallas activo y/o asociado a morfologías de relieves volcánicos y/o sedimentarios, como se muestra en la imagen.

Imagen 5. Elementos por considerar en el mapeo de fracturas y fallas.



La susceptibilidad por hundimientos en el municipio de San Melchor Betaza es afectado al 100% (34,08.2 hectáreas) con un nivel de susceptibilidad **Media** en el territorio municipal.

Imagen 6. Zona de restricción para uso de suelo en fallas o grietas.



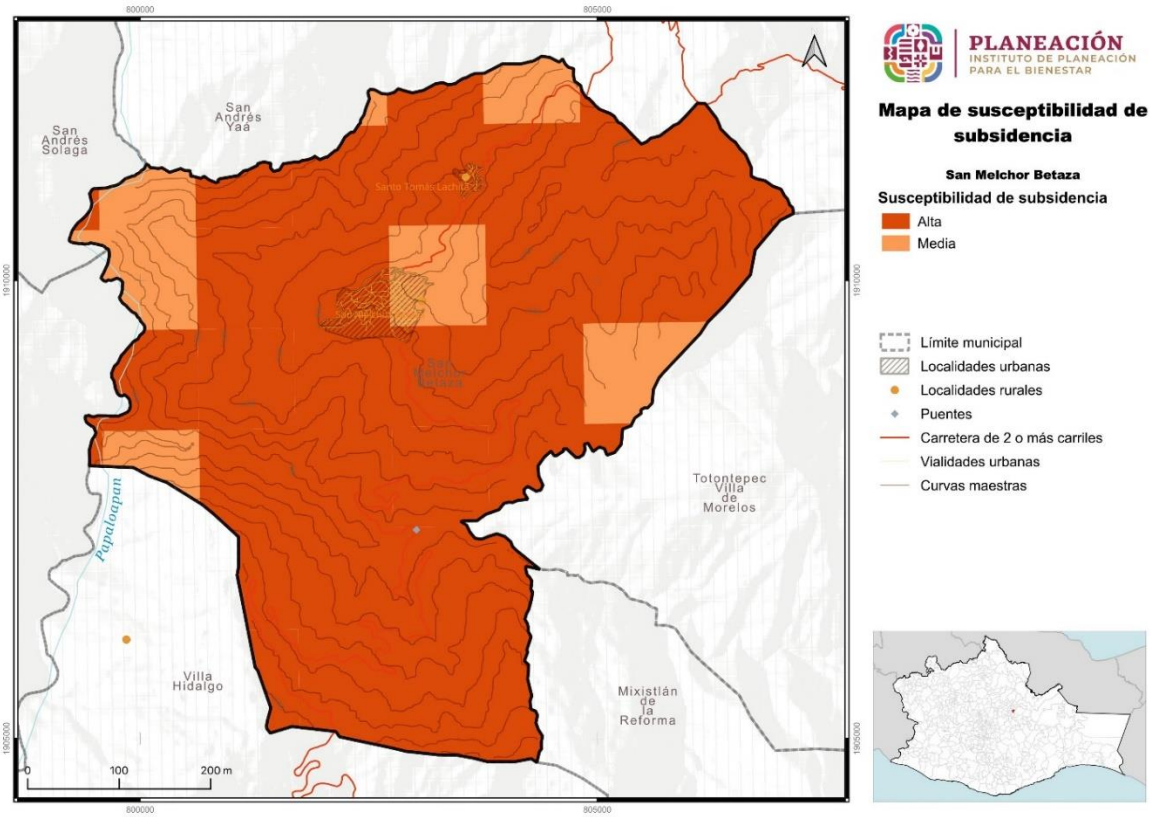
Para conocer a detalle el comportamiento sísmico del área urbana y su zona de influencia, es necesario realizar estudios geofísicos a detalle para determinar el

comportamiento potencial de las ondas sísmicas y la resistencia de los materiales de construcción y así establecer una zonificación sísmica precisa de la ciudad.

Es necesario aclarar que las fallas regionales mencionadas anteriormente (Las Peñas, Caltepec y Oaxaca) no son solamente planos de debilidad expresadas en una sola línea, sino que se presentan como un sistema o conjunto de fallas, y que su movimiento generalmente ocasiona otros fenómenos geomorfológicos como modificaciones en el comportamiento de los cauces, caída de rocas, movimiento de tierras y mayor fracturamiento de la roca; algunos de estos procesos se manifiestan de manera puntual en la zona de estudio.

Por su ubicación geográfica el municipio de San Melchor Betaza se ve afectado por este tipo de fenómeno ya que, por el mapa de fallas geológicas de INEGI, se hayan fallas con potencial de causar daño a la infraestructura y en consecuencia exponer a daños y pérdida de vidas humanas, por lo que el grado de peligro es **Muy Alta,** a reserva de que se continua con el análisis y estudios geotécnicos para determinar el mapa de fallas para el municipio.

Susceptibilidad de subsidencia

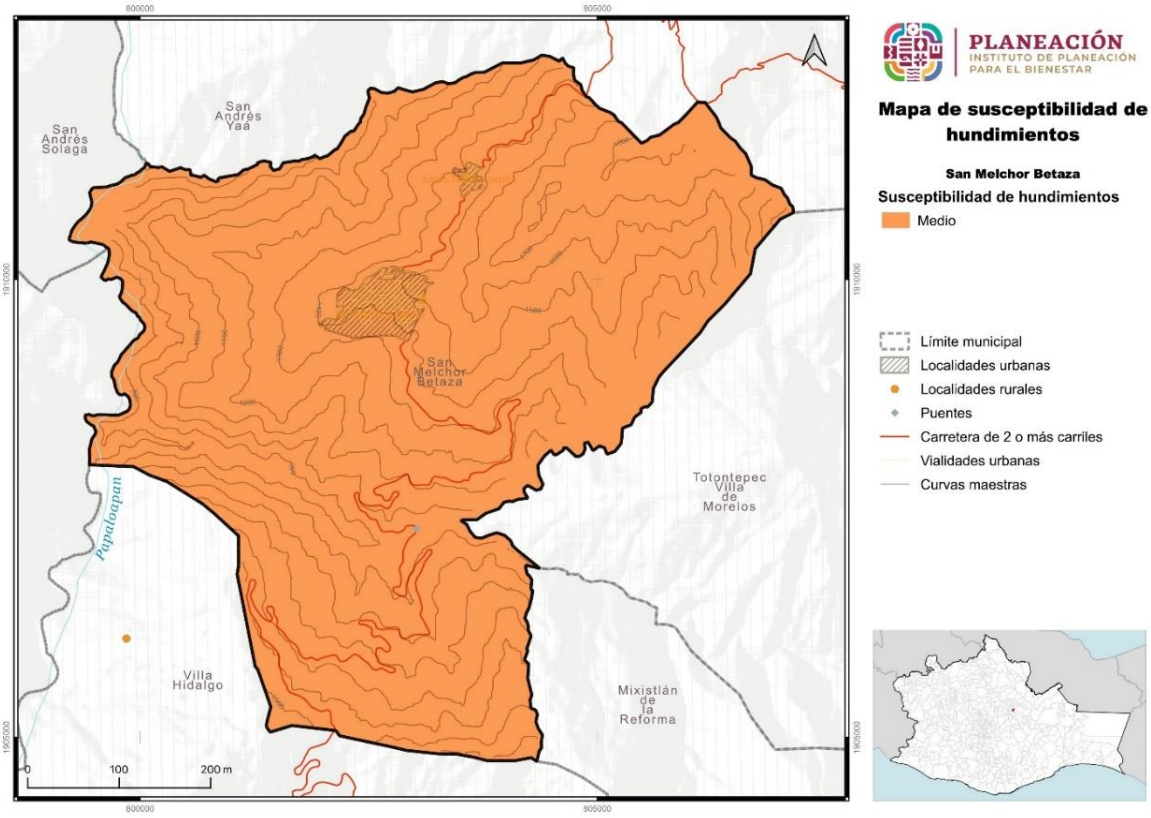


Fuente: CentroGeo, 2024

El hundimiento es una forma de tierra creada por una subsidencia de suelo, sedimento o roca como estratos subyacentes que son disueltos por las aguas subterráneas. Un hundimiento puede formar por colapso en los huecos subterráneos creados por disolución de caliza o dolomita o por la subsidencia mientras se disuelven estos estratos.

Se caracteriza por depresiones en el terreno, originados principalmente por colapso, producto de una disolución de carbonatos, componente principal de las rocas que afloran en la región, las cuales al contacto con el agua tienden a disolverse formando cavidades en la superficie (dolinas, uvalas y poljes) y en el interior de la estructura plegadas llegan a formar cavidades. Estas cavidades son importantes porque en ocasiones generan hundimientos por el desplome de sus techos.

Mapa 58. Susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

En el Municipio de San Melchor Betaza, presenta un grado de peligro por Hundimiento por fallas y fracturas Medio**,** como se observa en el mapa.

Con base a la geología, edafología, estratigrafía y a falta de determinar las propiedades mecánicas de los suelos, el municipio de San Melchor Betaza cuenta con las condiciones para que se presenten el fenómeno de agrietamiento.

El municipio, presenta manifestaciones de las propiedades que permitan la generación de algunos eventos como lo son: Hundimientos, Subsidencia, agrietamientos, esto se debe a su geografía ya que topográficamente este municipio está compuesto por una zona de lomeríos y montañas, por lo cual se detectaron riesgos geológicos, por lo que se analizará en un futuro hasta que se realicen estudios de Hidráulica del terreno y del nivel freático.

V.1.5.2. Susceptibilidad por subsidencia de suelo en el municipio.

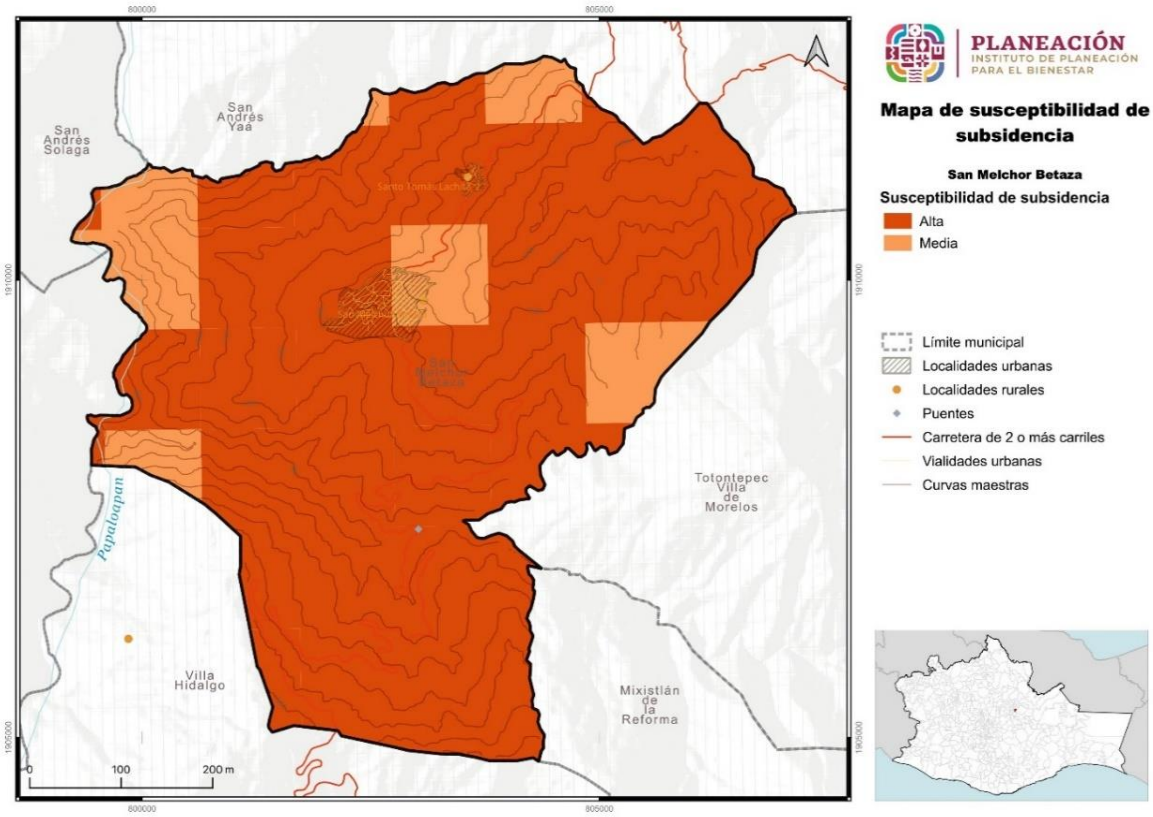
La subsidencia o hundimiento del terreno se define como el asentamiento gradual o repentino de la superficie terrestre debido al movimiento subterráneo de los materiales del suelo; este fenómeno suele asociarse con deformación horizontal y la aparición de fallas en el terreno causando daños significativos a infraestructura de obra civil.

La subsidencia del terreno puede deberse a numerosas causas como la disolución de materiales profundos, la construcción de obras subterráneas o de galerías mineras, la erosión del terreno en profundidad, el flujo lateral del suelo, la compactación de los materiales que constituyen el terreno o la actividad tectónica.

Hay dos tipos de subsidencia: **endógena y exógena**; el primero hace referencia a aquellos movimientos de la superficie terrestre asociados a procesos geológicos internos, tales como pliegues, fallas, vulcanismo, etc. El segundo se refiere a los procesos de deformación superficial relacionados con la compactación natural o antrópica de los suelos.

El municipio de San Melchor Betaza cuenta con una susceptibilidad por subsidencia **Alta** con un 84.98% (2896.39 hectáreas) y Media con 15.02% (511.8 hectáreas) del territorio municipal.

Mapa 59. Susceptibilidad por subsidencia en el municipio



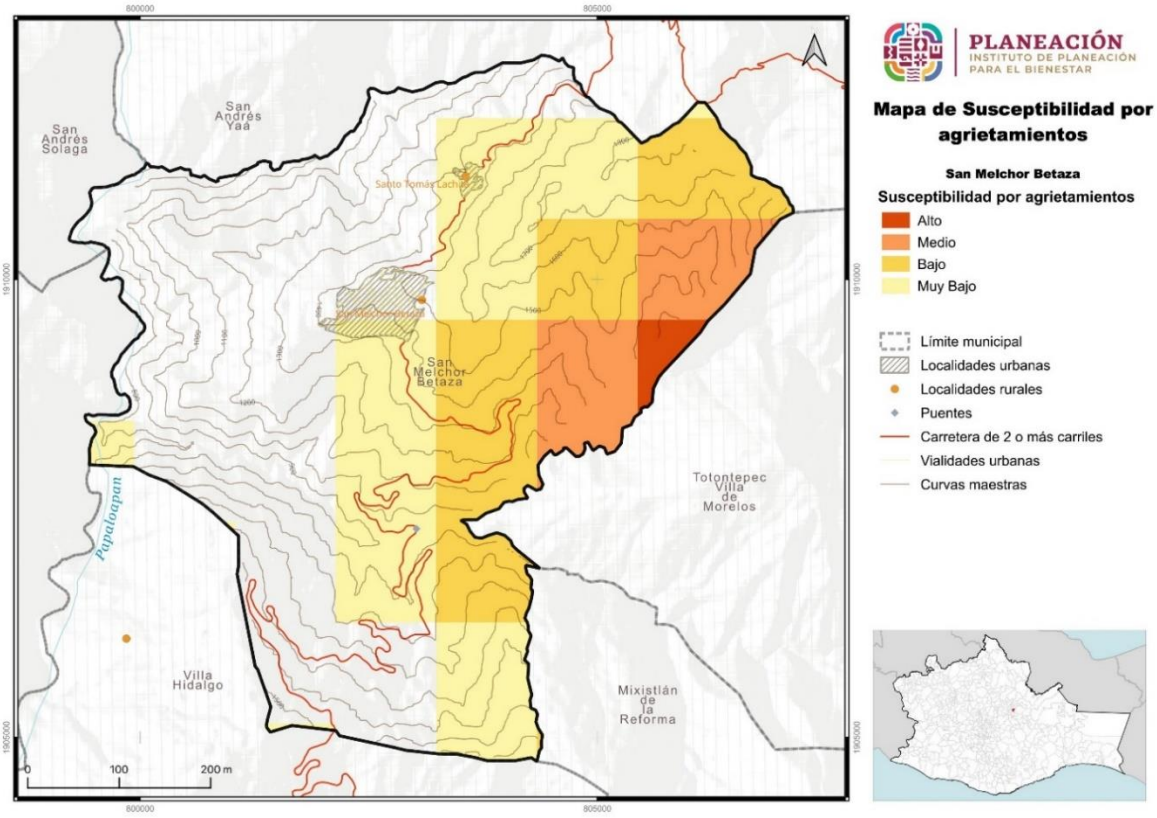
Fuente: CentroGeo, 2024

En el Municipio de San Melchor Betaza, presenta susceptibilidad por subsidencia, aunque se ha ubicado en el territorio municipal compactación antrópica, por lo que el grado es **Alto**, y al ser una zona sísmica lleva consigo riesgos geológicos, por lo que se analizará en un futuro hasta que se realicen estudios de mecánica de suelos se actualizará dicha información y su grado de peligro.

V.1.5.3. Susceptibilidad por agrietamiento del suelo en el municipio

Los peligros geomorfológicos se derivan en dos grandes grupos: los procesos de remoción en masa y los hundimientos. Los primeros refieren a un transporte o movimiento que puede ser lento o rápido de material en ambientes de ladera, por acción de la gravedad y el agua; en tanto que los hundimientos son movimientos bruscos del terreno de manera vertical, como producto de asentamientos locales y factores geológicos subterráneos, para el municipio tiene un nivel de agrietamiento Alto con poco 2.1% (38.19 hectáreas; con un nivel Medio 15.7% (285.43 hectáreas); con 32.14% (584.42 hectáreas) un nivel Bajo; y finalmente con el 50.07% (910.43 hectáreas) un grado **Muy Bajo** de su territorio.

Mapa 60. Mapa de susceptibilidad por agrietamientos



Fuente: CentroGeo, 2024

V.2 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos hidrometereológicos

Los fenómenos hidrometereológicos se generan por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados.

De acuerdo con la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos para Fenómenos Hidrometeorológicos, estos fenómenos tienen grandes repercusiones, positivas y negativas, en nuestro país, y dichas repercusiones son debidas, entre otros factores, a la ubicación geográfica, la orografía y a los diversos sistemas meteorológicos que afectan un territorio, pero principalmente a la distribución de su población, los grandes contrastes que ésta presenta y a su dinamismo, debido a que tiene un crecimiento, en algunas partes intenso, o bien, está en movimiento debido a fenómenos migratorios. (CENAPRED, CNPC, SSYPC, 2021)

Para la elaboración del presente Atlas y en particular de los mapas de riesgo hidrometeorológico, específicamente de inundaciones, avenidas súbitas, flujos de escombro, depósitos de sedimentos, marea de tormenta, oleaje y viento, incluso sequía y heladas, se siguieron las recomendaciones y metodologías de la Guía en mención, para cada uno de estos fenómenos, lo que permitió su obtención a través de una combinación de mapas de peligro y de vulnerabilidad.

Inundaciones

Este tipo de peligro hidrometeorológico se presenta cuando el terreno se encuentra temporalmente cubierto por agua, ocupando sitios que habitualmente no hay, la que genera afectaciones sobre los elementos que se encuentran en la superficie. El desarrollo de este fenómeno depende de la interacción de los factores que intervienen, entre los que se encuentran:

- Litología: la velocidad de infiltración del agua estará en función del tipo de material que constituya el basamento, este proceso dependerá de la compactación y presencia de fracturas en las rocas o sedimentos presentes en la zona de estudio.
- Pendiente: la inclinación del terreno permite que el agua producto de la precipitación se acumule o discurra, de esta forma, valores menores a 3° tienden a propiciar la acumulación de agua. Por otra parte, las cuencas con pendientes superiores a los 15° tienden a desarrollar torrentes.
- Tipo de suelo: condiciones relacionadas con las propiedades físicas del suelo (textura y estructura), influyen en la infiltración del agua; por tal motivo, textura fina asociada con poco desarrollo de estructura, son elementos que facilitan la acumulación de agua y generan inundaciones.

- Régimen de precipitación: la presencia de agua mediante en sus diferentes formas (lluvia, granizo, nieve), así como la intensidad y distribución durante el año, dependen directamente de los tipos de clima en el territorio.
- Huracanes: La ocurrencia de ciclones tropicales trae consigo el incremento en la precipitación, por lo que existe mayor probabilidad de desarrollar inundaciones.
- Modificaciones antrópicas: las acciones humanas propician la ocurrencia de este peligro debido a la construcción de obras que alteran el funcionamiento natural del sistema o en el caso de zonas urbanas, la contaminación por residuos sólidos que inhabilita el servicio de drenaje y alcantarillado, ocasionando encharcamientos

Por lo anterior para las **inundaciones** cuya cantidad depende de las características de la cubierta vegetal, tipo de suelo y pendiente, las cuales definen las áreas de depósito del material de arrastre (CENAPRED, CNPC, SSYPC, 2021), se utilizaron variables de temperatura, pendiente, precipitación y edafología para la matriz de comparación.
Para el cálculo de peligro/amenaza por inundaciones se empleó multicriterio mediante el Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty utilizando las variables de orientación, altitud, pendiente, precipitación y edafología. La siguiente matriz muestra los pesos específicos y la comparación que se utilizó para cada variable.

Tabla 79. Matriz de comparación y pesos obtenidos para el cálculo de peligro/amenaza por inundaciones

Variable	Temperatura	Pendiente	Precipitación	Edafología	Peso
Temperatura	1	5	7	9	0.063251
Pendiente	0.2	1	1	3	0.43613
Precipitación	0.14	1	1	0.2	0.112029
Edafología	0.11	0.33	5	1	0.174578

Tormentas Eléctricas y Tormentas de Granizo

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es la dependencia oficial del gobierno mexicano encargada de proporcionar información meteorológica (estado del tiempo) y climatológica. Para ello utiliza las redes de observación tales como estaciones automáticas, observatorios sinópticos, radares, estaciones de radio-sondeo y estaciones receptoras de imágenes de satélite. Para el cálculo de los peligros/amenazas respecto de las tormentas eléctricas, las temperaturas máximas y mínima, las tormentas de granizo y las lluvias extremas se consideró la estadística mensual de los últimos diez años de las normales climatológicas por estado obtenidas de la CONAGUA.

Con los datos **se realizaron interpolaciones mediante el método IDW** en el software, las estaciones consideradas para realizar los cálculos fueron:

Tabla 80. Estaciones consideradas para las interpolaciones de los fenómenos de tormentas eléctricas, las temperaturas máximas y mínima, las tormentas de granizo y las lluvias extremas

Estación	Nombre	Estación	Nombre
20001	Santa María Alotepec	20087	Piloto Uno
20004	San Juan Atepec	20088	Pinotepa Nacional (SMN)
20007	Ayutla	20089	Pluma Hidalgo
20009	Boquilla Número Uno	20090	San Pedro Pochutla
20010	San Juan Cacahuatepec (CFE)	20091	Porvenir
20012	Campamento Vista Hermosa	20092	Puerto Ángel (OBS)
20013	San Lucas Camotlán	20094	Putla de Guerrero (CFE)
20018	Coicoyán de las Flores (CFE)	20095	Santa María Puxmetacan
20022	Coyotepec	20097	San Miguel Quetzaltepec
20023	Cuajimoloyas	20098	Rio Grande
20026	Chalcatongo de Hidalgo	20099	San Miguel Sola de Vega (CFE)
20027	Chicapa de Castro	20100	Salina Cruz (OBS)
20030	Santiago Choapan	20101	Salina Cruz
20032	Santa María Ecatepec	20106	San Francisco Ozolotepec
20033	La Expiración	20108	San Francisco Yosocuta
20035	Huajuapan de León (SMN)	20109	San Jerónimo Taviche
20038	Ixtayutla	20110	San Jorge Nuchita
20039	Ixtepec	20111	San José Lachiguirí
20040	Ixtepeji	20113	San Juan del Rio
20041	Ixtlán de Juárez	20115	San Martin Duraznos (CFE)
20043	Jalapa del Marques	20118	San Miguel Ejutla
20044	Jalapa del Valle	20120	San Miguel Suchixtepec
20047	Santa Catarina Juquila (CFE)	20122	San Pedro Juchatengo (CFE)
20048	Juchitán de Zaragoza	20123	San Pedro Mixtepec
20050	Santiago Juxtlahuaca	20124	San Pedro Nolasco
20051	Juxtlahuaca	20125	Santa Catarina
20052	Asunción Ixtaltepec Km. 33	20126	Santa Cruz Zenzontepec (CFE)
20053	Juchitán de Zaragoza Km. 51+74	20130	Santa María Yucuhiti (CFE)
20054	Juchitán de Zaragoza Km. 67+50	20132	Santiago Astata (SMN)
20058	La Pobreza	20133	Santiago Chilixtlahuaca
20059	La Venta	20135	Santiago Minas
20060	Las Cuevas	20136	Santiago Progreso
20062	Pilas	20138	Santiago Tutla
20064	San Pablo Macuiltianguis	20141	Silacayoapam (SMN)
20067	Mariscala de Juárez	20142	Silacayoapam (DGE)
20069	San Juan Metaltepec	20145	San Miguel Talea de Castro
20070	Miahuatlán (SMN)	20146	Santiago Tamazola
20071	Miahuatlán (DGE)	20149	Tehuantepec
20072	Monterrosa	20153	Teojomulco
20077	Nusutia (CFE)	20162	Tequisistlán
20078	Oaxaca (OBS)	20163	Tezoatlán de Segura Y Luna
20079	Oaxaca	20165	Tlacolula de Matamoros
20080	Ocotlán de Morelos	20170	Totolapam (SMN)
20085	Paso Ancho (CFE)	20173	Unión Hidalgo
20086	Paso de la Reyna	20175	Valle Nacional
20177	San Ildefonso Villa Alta	20298	Huajuapan de León (OBS)
20178	Villa Chalcatongo (CFE)	20299	Paraje Pérez

Estación	Nombre
20179	Villa Hidalgo
20180	Vivero Benito Juárez
20181	Vivero Rancho Teja
20183	San Juan Yaee
20184	San Carlos Yautepec
20185	Santiago Yaveo
20186	Santiago Yosondúa
20187	Yutacua (CFE)
20188	Santa María Zacatepec (CFE)
20189	Zapote
20190	Zapotitlán Palmas (SMN)
20191	Zoquitlán
20194	Puerto Ángel
20198	Yahila (CFE)
20200	El Carrizo (CFE)
20202	Santa Ana Tlapacoyan
20205	El Tomatal
20206	La Hamaca
20207	Magdalena Tetatepec
20208	San Juan Copala
20209	Zimatlán
20211	San Martin Mexicapan
20212	Yutama (CFE)
20220	Comitancillo
20340	El Morro
20223	C.A.E. Rio Grande
20224	E.T.A. 150 San Pedro Pochutla
20229	E.T.A. 047 Macuiltianguis
20232	Putla de Guerrero
20233	Totolapam (DGE)
20241	Ayautla
20243	E.T.A. 050 Zaachila
20246	La Ceiba
20249	C.A.E. del Istmo
20251	E.T.A. 199 Santiago Jamiltepec
20256	Xadani
20259	Zacatepec (SMN)
20266	San Pablo Huixtepec
20269	Cuauhtémoc
20273	Humo Chico
20275	Huajuapan de León (DGE)
20276	Llano de las Flores
20277	Rio Hondo
20279	Soyalapa (CFE)
20372	Lajarcia San Juan
20280	Guelatao (CFE)
20282	Santa María Coatlán
20284	Vivero Forestal Tlacolula
20287	Agua Fría
20289	Guevea de Humboldt
20295	Santa María del Mar
20387	Santiago Zacatepec (DGE)
20388	Albarradas
20451	San Juan Guelavia

Estación	Nombre
20301	Rio Venado
20302	San Andrés Chicahuaxtla
20303	Tonameca (San Isidro)
20306	San Lorenzo Vista Hermosa
20307	San Martin Itunyoso
20308	San Mateo Rio Hondo
20310	San Miguel Tlacotepec
20313	Tlazoyaltepec
20314	Yalalag (CFE)
20315	Yukukimi
20316	Zapotitlán Lagunas
20317	Zapotitlán Palmas (DGE)
20319	Santiago Astata (DGE)
20320	Ayuta
20321	La Bamba
20322	Calihuala
20323	C.A.E. La Mixteca Baja
20324	Candelaria Loxicha
20326	Cozoaltepec
20327	Chacalapa
20329	Fortín
20332	Huamelula
20333	Huatulco (La Herradura)
20335	Jalatengo
20339	San Juan Mixtepec
20502	La Estancia
20342	San José del Pacifico
20343	Santa María Xadani
20344	El Tapanal
20346	San Sebastián de las Grutas
20350	Jamiltepec
20351	San Isidro Chacalapa
20353	Tlacolulita
20354	Zaachila
20356	Tapanala
20360	La Cumbre
20363	Guigovelaga
20366	Mitla
20367	Presa El Estudiante
20369	San Bartolo Yautepec
20371	Ihualtepec
20373	San Martin Peras
20375	Santiago del Rio
20376	Santos Reyes Tepejillo
20378	Tomatal
20381	Zapotalillo
20382	El Marques
20383	Reyes Mantecón
20384	San Antonio Huitepec
20385	Totontepec
20386	Yaitepec
12168	Planta Derivadora
12175	Las Juntas
12187	Milpillas (CFE)

Estación	Nombre
20454	Pinotepa Nacional (DGE)
20458	Santa María Zaniza
20459	Zimatan
20503	Nueva Esperanza
20504	Tlahuintoltepec
20505	San Baltazar Loxicha
20507	Díaz Ordaz
20508	Quiatoni
12013	Azoyú
12061	Ometepec (CFE)
12066	Quetzala
12072	San Pedro Cuitlapa
12132	Xochistlahuaca (CFE)
12145	Jicayan de Tovar (CFE)
12151	Pueblo Hidalgo (CFE)
12152	San Cristóbal (CFE)

Estación	Nombre
12205	Pueblo Hidalgo
12208	Cuajinicuilapa
12226	Tierra Colorada
12231	Rancho Viejo
12244	Llano Grande Hilarios
12005	Alcozauca (SMN)
12048	Ixcateopan de Tlapa
12072	San Pedro Cuitlapa
12104	Zitlaltépec
12106	Alcozauca (DGE)
12145	Jicayan de Tovar (CFE)
12195	Metlatonoc
12200	Igualita
12227	Xalpatlahuac
12231	Rancho Viejo
12248	San José Lagunas

Las **tormentas eléctricas** se definen como las descargas bruscas de electricidad atmosférica, la cual se manifiesta por un resplandor breve denominado rayo y por un estruendo, denominado trueno. Este fenómeno meteorológico está asociado a nubes convectivas y suele acompañarse de precipitación en forma de chubascos. Se distribuyen de manera local en un radio de solo unas decenas de kilómetros cuadrados.

Los daños que producen las tormentas eléctricas en las personas expuestas van desde herir hasta causar la muerte de forma directa o indirecta. También pueden provocar daños en la infraestructura de la población además de afectar aparatos eléctricos. En el entorno rural, las descargas pueden provocar la muerte de ganado.

Analizar la distribución, frecuencia e intensidad de las tormentas eléctricas, proporciona herramientas de prevención en un futuro cercano, medio y lejano respecto a los patrones de conducta del evento. Para ello se calcula el periodo de retorno, mismo que refiere a un evento extremo que se cree que será igual o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta dicho evento. El grado de magnitud de un fenómeno extremo está relacionado de forma inversa con su frecuencia de ocurrencia (periodicidad) (Gutiérrez et al. 2011).

El análisis se desarrolló a partir de la consulta de estaciones meteorológicas y clasificación de los valores registrados a partir del máximo anual de días con tormenta. Por otra parte, se hizo el cálculo de los periodos de retorno para cada estación utilizada y posteriormente se generaron las isolíneas a partir del método de interpolación.

Para definir las zonas de peligro por tormenta eléctrica se realizó una consulta de información climatológica para las estaciones cercanas al municipio y administradas por CONAGUA, en las cuales se determinó la cantidad de días al año con registro de tormentas eléctricas correspondientes a los meses con mayor presencia de este fenómeno.

Se consultaron las declaratorias de emergencia registradas para el municipio, con el objetivo de identificar años estratégicos en la conformación de eventos extremos relacionados a este tipo de fenómeno meteorológico.

Se llevó a cabo el análisis estadístico para obtener el valor de días totales con tormenta eléctrica por cada año consultado. Se calculó el valor máximo y se realizó una interpolación de datos en un sistema de información geográfica (SIG). El método utilizado fue el IDW (Distancia Inversa Ponderada), obteniendo así una superficie continua con los valores máximos de días con tormenta eléctrica durante el periodo con mayor actividad de este tipo de precipitación.

Para el cálculo del periodo de retorno se tuvo como base el método intensidad-periodo de retorno utilizando la función de distribución de probabilidad de valor extremo de Gumbel (Chow et al. 1994), el cual permite calcular con qué frecuencia (periodo de retorno) se presentará algún evento.

Las **tormentas de granizo** son un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo, las cuales son producto principalmente de tormentas severas, en donde nubes de tipo cumulonimbos arrastran a las gotas de agua hacia corrientes ascendentes de aire, en donde encuentran condiciones de congelación. El granizo puede presentar tamaños que oscilan entre los 5 milímetros de diámetro hasta pedriscos del tamaño de una pelota de golf y las mayores pueden ser muy destructivas.

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

Analizar la distribución, frecuencia e intensidad de las tormentas de granizo, proporciona herramientas de prevención en un futuro cercano, medio y lejano respecto a los patrones de conducta del evento. Para ello se calcula el periodo de retorno, mismo que refiere a un evento extremo que se cree que será igual o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta dicho evento. El grado de magnitud de un fenómeno extremo está relacionado de forma inversa con su frecuencia de ocurrencia (periodicidad) (Gutiérrez et al. 2011).

El análisis se desarrolló a partir de la consulta de estaciones meteorológicas y clasificación de los valores registrados a partir del máximo anual de días con tormenta de granizo. Por otra parte, se hizo el cálculo de los periodos de retorno para cada estación utilizada y posteriormente se generaron las isolíneas a partir del método de interpolación.

Se llevó a cabo el análisis estadístico para obtener el valor de días totales con tormenta de granizo por cada año consultado. Se calculó el valor máximo y se realizó una interpolación de datos en un sistema de información geográfica (SIG). El método

utilizado fue el IDW (Distancia Inversa Ponderada), obteniendo así una superficie continua con los valores máximos de días con granizo durante el periodo con mayor actividad de este tipo de precipitación.

Para el cálculo del periodo de retorno se tuvo como base el método intensidad-periodo de retorno utilizando la función de distribución de probabilidad de valor extremo de Gumbel (Chow et al. 1994), el cual permite calcular con qué frecuencia (periodo de retorno) se presentará algún evento.

Ciclones tropicales.

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y se forman a partir de la interacción de una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Se forman en el mar, cuando la temperatura es superior a los 26°C (CENAPRED, 2007).

Son fenómenos que se pueden monitorear y pronosticar su trayectoria. Su intensidad se mide con la escala Escala-Saffir-Simpson. El ciclón forma una concentración anormal de nubes que gira en torno a un centro de baja presión atmosférica, cuyos vientos convergentes rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj a grandes velocidades. Sus daños principales son por descarga de lluvia, viento, oleaje y marea de tormenta.

Se clasifican de tres modos de acuerdo con la fuerza de sus vientos: Depresión Tropical, Tormenta Tropical y Huracán, el cual tiene cinco categorías. Para el cálculo, se consideró el registro histórico obtenido del sistema nacional de información sobre riesgo, por otra parte, se realizó el cálculo de marea de tormenta.

Tabla 81. Alturas de marea de tormenta (m)

Clave	Municipio	TT	H1	H2	H3	H4
20248	San Mateo del Mar	1.9	2.4			
20079	Salina Cruz	2.3	2.4			
20307	San Pedro Huamelula	2.3	2.5			
20324	San Pedro Pochutla	2				
20334	Villa de Tututepec	1.8	2.9	2.8	4	4
20482	Santiago Pinotepa Nacional	1.8	2.5	3.5		

Tabla 82. Alturas de marea de tormenta y pleamar a nivel municipal (m)

Clave	Municipio	TT	H1	H2	H3	H4
20248	San Mateo del Mar	4.1	4.6			
20079	Salina Cruz	4.6	4.7			
20307	San Pedro Huamelula	4.6	4.8			
20324	San Pedro Pochutla	4.2				
20334	Villa de Tututepec	3.7	4.8	4.7	5.9	5.9

Clave	Municipio	TT	H1	H2	H3	H4
20482	Santiago Pinotepa Nacional	3.5	4.2	5.2		

El tipo de daños provocados por las lluvias y escurrimientos de los ciclones tropicales depende de varios factores:

- Velocidad de desplazamiento: ciclones que se mueven lentamente o permanecen estacionarios tienden a dejar más lluvia.
- Tamaño del fenómeno: mientras más grande es un ciclón, mayor es el área que recibe lluvias de este; trayectoria específica y hora del día.
- Efectos locales debidos a la topografía.
- Interacción con otros sistemas meteorológicos presentes, por ejemplo: frentes fríos, ondas tropicales, canales de baja presión, un segundo ciclón tropical.

Las precipitaciones asociadas al ciclón tropical pueden reblandecer el suelo en algunas regiones, por lo que se exhorta a la población a extremar precauciones debido a que pudieran registrarse deslaves, deslizamientos de laderas, desbordamientos de ríos y arroyos, o afectaciones en caminos y tramos carreteros, así como inundaciones en zonas bajas y saturación de drenajes en zonas urbanas. La navegación marítima en las inmediaciones del sistema deberá extremar precauciones, así como las operaciones aéreas.

Se realizó el siguiente proceso metodológico para identificar el peligro por ciclones tropicales:

- Se investigó en fuentes documentales y cartográficas el grado de peligro ante ciclones tropicales asignados al municipio de por el CENAPRED.
- Se investigó la trayectoria de los eventos históricos utilizando el programa “Busca ciclones” de CENAPRED.
- Se cartografiaron las principales trayectorias de los eventos históricos que han afectado indirectamente al municipio utilizando un buffer de 100 kilómetros a partir de los límites municipales para identificar los eventos ocurridos en los Océanos Pacífico y Atlántico, considerando que esta área puede verse afectada de forma indirecta por el incremento de la precipitación debido a las bandas nubosas que genera el efecto ciclónico.

Sequías

Las sequías constituyen un fenómeno natural que se manifiesta como una deficiencia de humedad anormal y persistente, que tiene un impacto adverso en la vegetación, los animales y las personas. Se considera que la sequía constituye 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.

En el 2014 el Monitor de Sequía en México (MSM) (CONAGUA, 2024) que a su vez forma parte del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM) adquirió su carácter nacional, lo que le permitió emitir mapas de sequía basados en la metodología utilizada por el USDM y el NADM. Esta metodología contempla la obtención e interpretación de diversos índices o indicadores de sequía que cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación, como lo son la anomalía de lluvia en proporción de lo normal, el modelo de humedad del suelo y la anomalía de la temperatura media, por lo que, para el cálculo de peligro/amenaza por sequías, se empleó multicriterio mediante el Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty utilizando las variables de orientación, altitud, pendiente, precipitación y edafología con las comparaciones y pesos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 83. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza por sequías

Variable	Orientación	Altitud	Pendiente	Precipitación	Edafología	Peso
Orientación	1	5	5	1	0.2	0.21723
Altitud	0.2	1	0.33	0.14	0.2	0.063251
Pendiente	0.2	3	1	3	5	0.43613
Precipitación	1	7	0.33	1	1	0.112029
Edafología	5	5	0.2	1	1	0.174578

Heladas

La **helada** es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C o menos, durante un lapso mayor a ocho horas. La cubierta de **hielo** es una forma del agua que ocurre cuando se presentan dichas temperaturas. Las heladas suceden en las noches de invierno; suelen acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos.

En relación con su aspecto usual, las heladas se clasifican en blancas y negras: las primeras se forman cuando las masas de aire frío son húmedas, por lo que provocan condensación y formación de hielo sobre la superficie de las plantas y en objetos expuestos libremente a la radiación nocturna. La helada negra se desarrolla cuando el aire del ambiente se encuentra excesivamente seco, no existe condensación ni formación de hielo sobre la superficie. A pesar de ello, los cultivos son dañados y al día siguiente la vegetación presenta una coloración negruzca.

Para el cálculo de peligro/amenaza por heladas se empleó multicriterio mediante el Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty utilizando las variables de orientación, altitud, pendiente, precipitación y edafología, de acuerdo con la comparación y pesos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 84. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza de heladas

Variable	Orientación	Altitud	Pendiente	Precipitación	Edafología	Peso
Orientación	1	5	5	1	0.2	0.21723
Altitud	0.2	1	0.33	0.14	0.2	0.063251
Pendiente	0.2	3	1	3	5	0.43613
Precipitación	1	7	0.33	1	1	0.112029
Edafología	5	5	0.2	1	1	0.174578

Temperaturas Máximas y Temperaturas Mínimas

La **temperatura máxima extrema** se considera o maneja como el límite extremo que alcanza la temperatura en cualquier momento respecto a la época del año en que ocurra. Las elevadas temperaturas están relacionadas con sistemas de estabilidad atmosférica principalmente en las estaciones de primavera y verano, así como de la ocurrencia de olas de calor.

Para evaluar la presencia de este fenómeno se empleó una interpolación de los datos climatológicos correspondientes a la temperatura máxima del mes más cálido para realizar una regionalización espacial de este fenómeno. La interpolación de datos climáticos se obtuvo del proyecto WorldClim, las cuales emplean el método de interpolación ANUSPLIN[11].

La República Mexicana se caracteriza por una diversidad de condiciones de temperatura y humedad. Debido a la forma del relieve, la altitud, extensión territorial y su localización entre dos océanos se producen diversos fenómenos atmosféricos, según la época del año; por ejemplo, en el invierno que es frío y seco, el país se encuentra bajo los efectos de las masas polares y frentes fríos, que ocasionan bruscos descensos de temperatura, acompañados generalmente de problemas en la salud de la población.

Para determinar los niveles de peligro ante **temperaturas mínimas extremas** se empleó una superficie interpolada correspondiente a los datos de temperatura

[11] Para más información se puede consultar el trabajo: Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, 2005. Very high-resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25: 1965-1978.

mínima promedio del mes más frio, la cual fue segmentada en niveles discretos de intensidad relativa al municipio.

La interpolación de datos climáticos se obtuvo del proyecto WorldClim, las cuales emplean el método de interpolación ANUSPLIN.

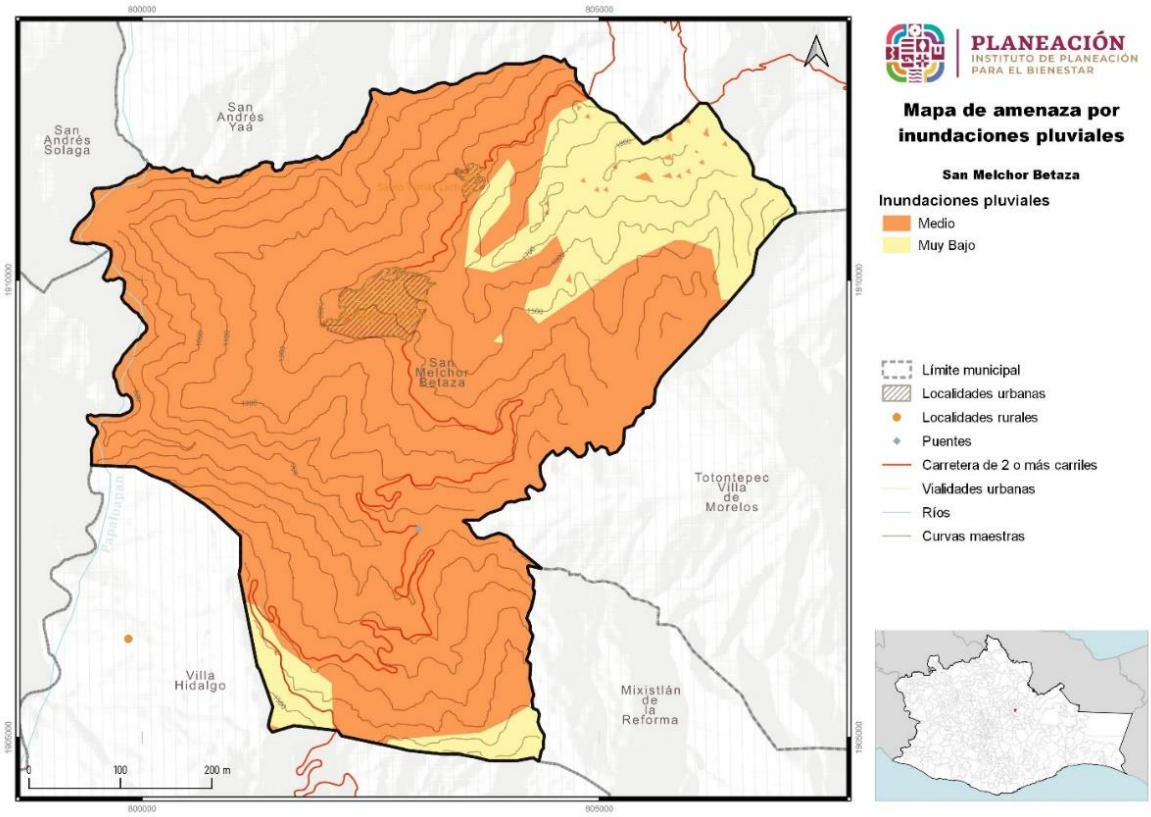
V.2.1 Inundaciones pluviales

Las inundaciones son un fenómeno en el cual se anega un área determinada que generalmente está libre de ésta. El agua proviene del desbordamiento de arroyos, ríos o represas, o bien de escurrimientos de partes altas y se asocia a lluvias intensas en el área o incluso en otras lejanas. A pesar de considerarse un fenómeno natural, tiene una alta influencia de los procesos de ocupación del territorio y construcción de infraestructura, ya que a menudo el riesgo existe cuando se establecen viviendas en zonas inundables y se crean embudos artificiales que impiden el libre tránsito de las avenidas de agua.

La OMM/UNESCO define como inundación al “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

Con respecto a las amenazas por inundaciones pluviales, el municipio de San Melchor Betaza tiene una probabilidad de riesgo **Medio** a una afectación al territorio con un 83.62% (2854.13 hectáreas) y con un nivel Bajo con 16.38% (559.09 hectáreas) de la superficie municipal.

Mapa 61. Amenaza por inundaciones pluviales en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

La Ley General de Protección Civil señala que una ***inundación pluvial sucede*** cuando el terreno se ha saturado de agua y no puede absorberla, lo que provoca que la lluvia excedente se acumule durante horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte.

Inundaciones debido a la urbanización

Las inundaciones y encharcamientos en zona urbana aumentan su frecuencia y magnitud debido principalmente a los bajos coeficientes de escurrimiento que se propician con la pavimentación del suelo, obstrucciones de escurrimientos (rellenos, puentes, drenajes pluviales insuficientes en cuanto a diseño, etc.). Generalmente estas inundaciones son de tipo local porque ocurren en cuencas pequeñas (< 100 km2, así como cuencas < 10 km2).

Conforme la urbanización de una ciudad avanza pueden presentarse los siguientes impactos:

- Aumento de los caudales máximos (hasta 7 veces), así como su frecuencia, debido al aumento de la capacidad de escurrimiento a través de conductos y canales e impermeabilidad de la superficie de escurrimiento.

- Aumento en la generación de sedimentos debido a la falta de protección natural de las superficies del suelo expuestas (deforestadas), así como la producción de residuos sólidos (basura).
- Deterioro de la calidad del agua superficial y subterránea debido al lavado de las calles, transporte de material sólido y de la conjunción clandestina de descargas sanitarias y pluviales en los escurrimientos.

Uno de los principales problemas que enfrenta el municipio actualmente en el tema de inundaciones es el impacto resultante del desarrollo urbano en el escurrimiento dentro de la cuenca, ello debido a que, si bien la población crece en la periferia de la zona urbana, donde en su momento no existe ni pavimentación ni dotación de servicios básicos (agua, drenaje, luz y recolección de basura), las personas tratarán de buscar los medios para subsistir creando otros problemas (invasión de cauces, residuos sólidos, caminos de terracería, descargas domiciliarias a cielo abierto, etc.).

Afectando de manera directa el ciclo del escurrimiento hacia zonas de desfogue de la cuenca en estudio; por ello a continuación se presentan las fichas referentes a la inspección de cauces tanto en la periferia como dentro de la zona urbana.

En el Municipio de San Melchor Betaza se han presentado inundaciones del tipo Pluvial y/o Fluvial, esto debido a los escurrimientos. Por lo que este fenómeno se presenta en un grado **Medio**.

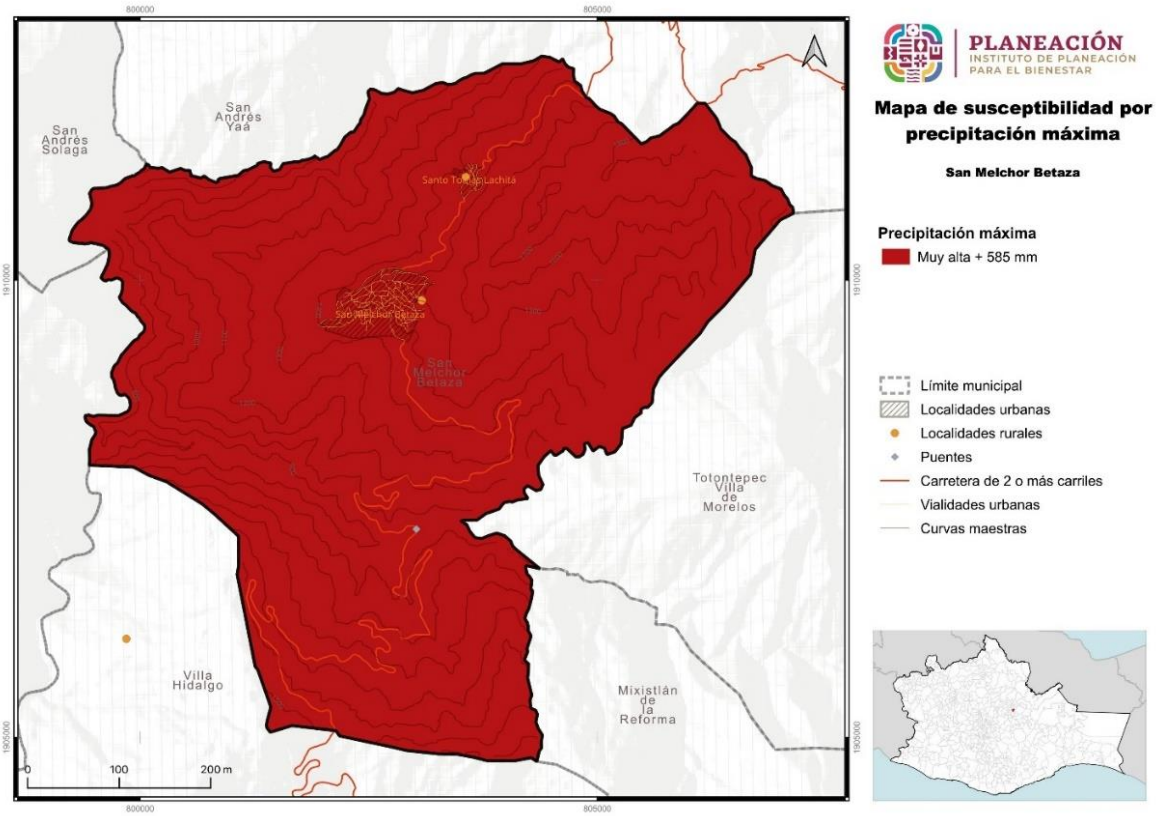
V.2.1.1 Susceptibilidad por precipitación máxima en el municipio

Las lluvias extraordinarias son aquellos eventos en los cuales se precipita una cantidad mayor de agua a lo usual en un solo evento, o bien en varios continuos. Para saber cuánto es lo usual, se toman en cuenta los valores promedio históricos y en función de los datos mensuales se calcula una precipitación normal y, por ende, una extraordinaria.

Las lluvias extraordinarias en muchos casos son detonantes de otro tipo de fenómenos que ponen en peligro a la población, como movimientos gravitacionales, inundaciones, encharcamientos, desbordes de ríos, entre otros. Estas lluvias, pueden presentar fenómenos de rayos, pero no es una condicionante. Incluso pueden ser lluvias poco intensas, pero muy prolongadas. Además, las lluvias extraordinarias pueden aparecer en varios episodios repartidos en varios días, y no necesariamente en una sola emisión.

Con respecto al caso de susceptibilidad por precipitación máxima en el municipio de San Melchor Betaza tiene una probabilidad de riesgo **Muy Alto** en el rango de precipitación de +585 mm afectando al 100% (3,408.2 hectáreas) del territorio.

Mapa 62. Amenaza por precipitación máxima



Fuente: CentroGeo, 2024

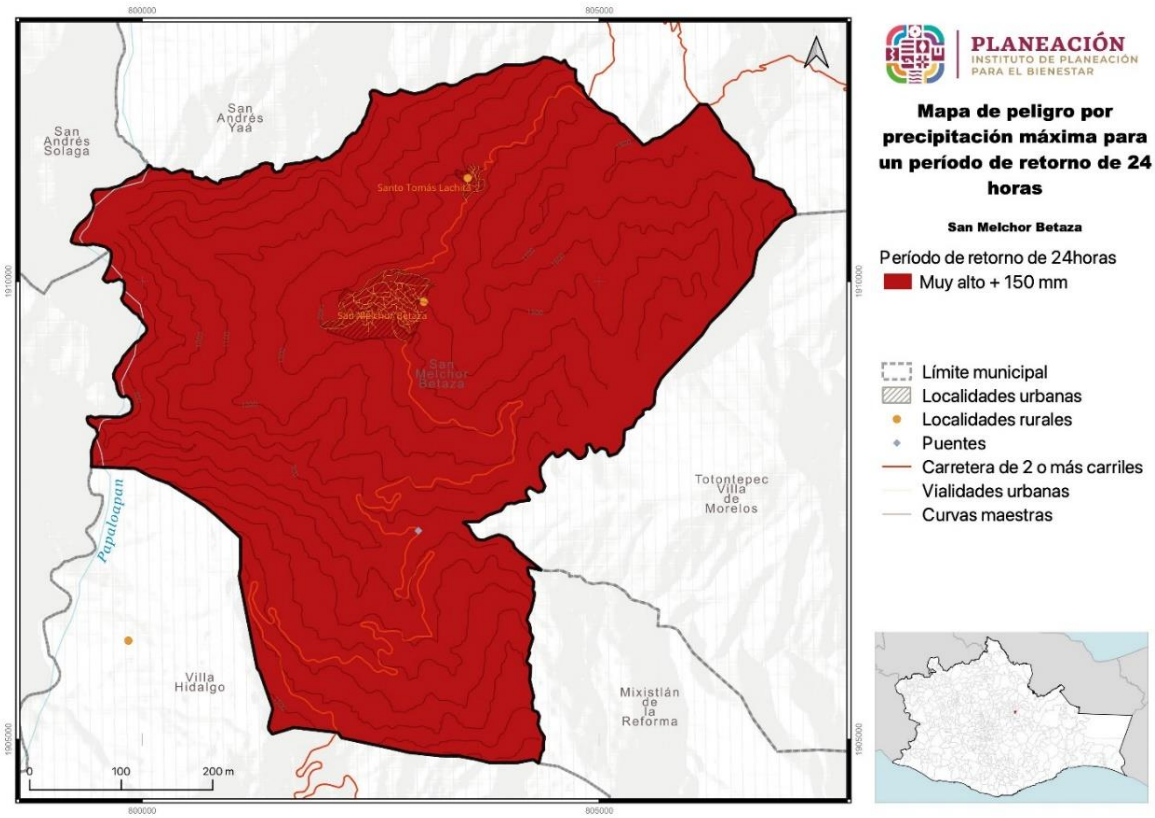
En el mapa se puede observar que, la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá son vulnerables ante este fenómeno hidrometeorológico. Todo el territorio del municipio de San Melchor Betaza, presenta un riesgo de precipitación máxima Muy Alta + 585 mm.

V.2.1.2 Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 24 horas

Con base en los resultados del estudio regional y las lluvias diarias máximas anuales, es posible obtener las lluvias de diseño para distintos periodos de retorno como las que se incluyen en la base de datos para los periodos de 5, 10, 20, 50 y 100 años. De igual forma, sólo representan un punto espacial de las cabeceras municipales y una duración de 24 horas.

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por 24 horas **(PR 24 horas)**, en este lapso se estima que el 100% del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 3408.2 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 63. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 24 horas



Fuente: CentroGeo, 2024

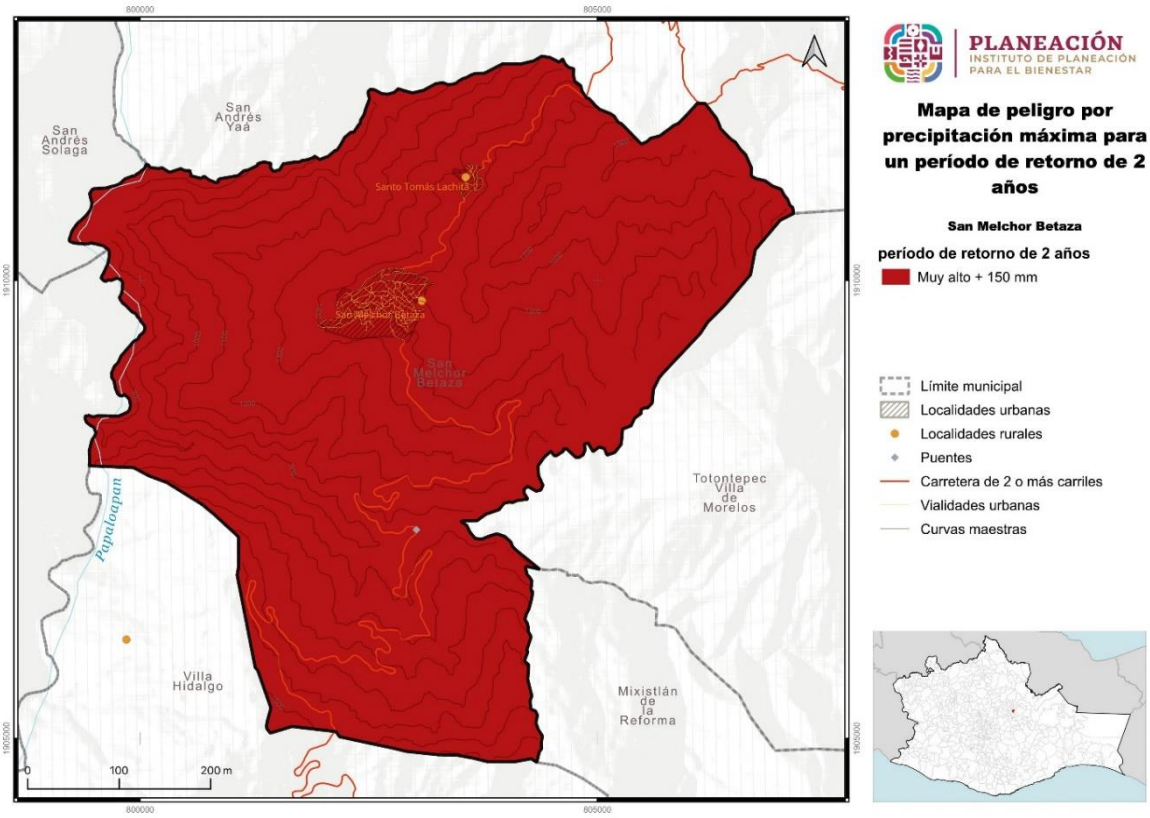
Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 24 horas significa que podrá ser afectada 876,000 veces en un siglo, a consecuencia de precipitación máxima en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.1.3 Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 2 años

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por dos años **(PR 2 años)**, en este lapso se estima que el 100% del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 3408.2 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 64. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



Fuente: CentroGeo, 2024

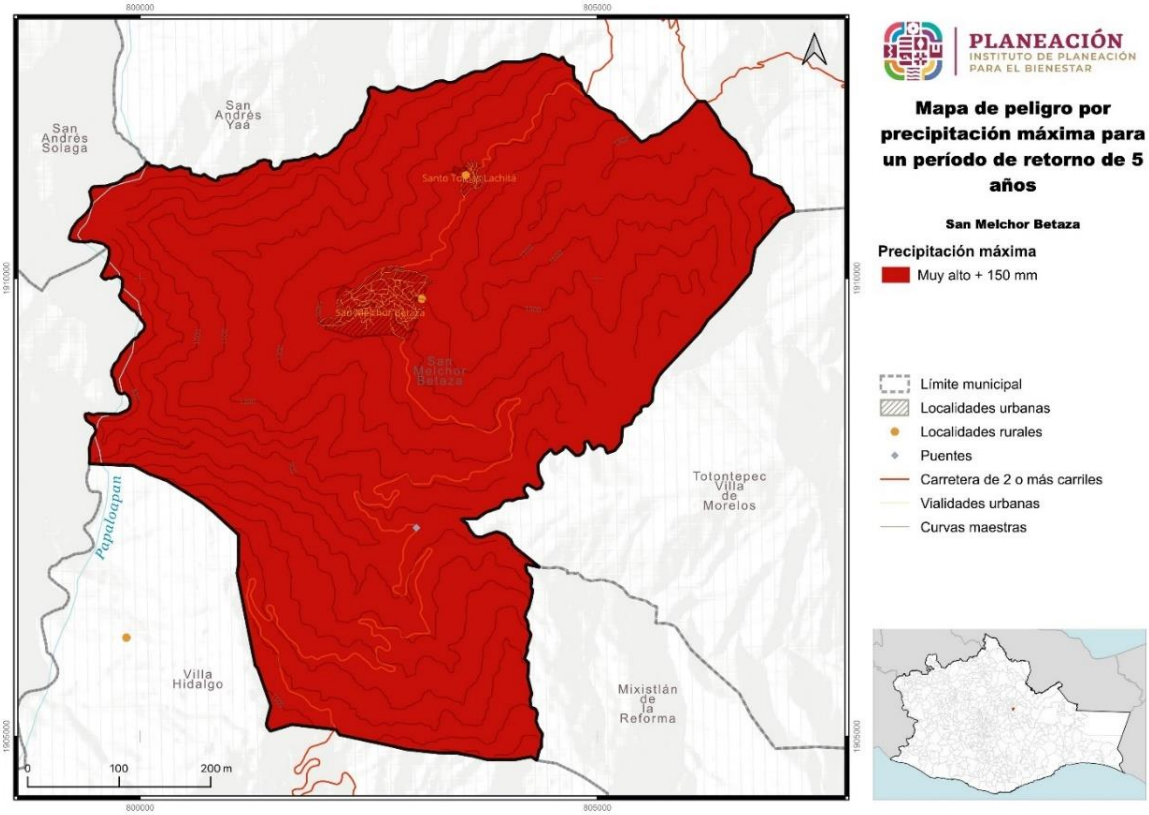
Para cada población seleccionada, el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos, pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de dos años significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de precipitación máxima en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.1.4 Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 5 años

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por cinco años **(PR 5 años)**, en este lapso se estima que el 100% del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 3408.2 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 65. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



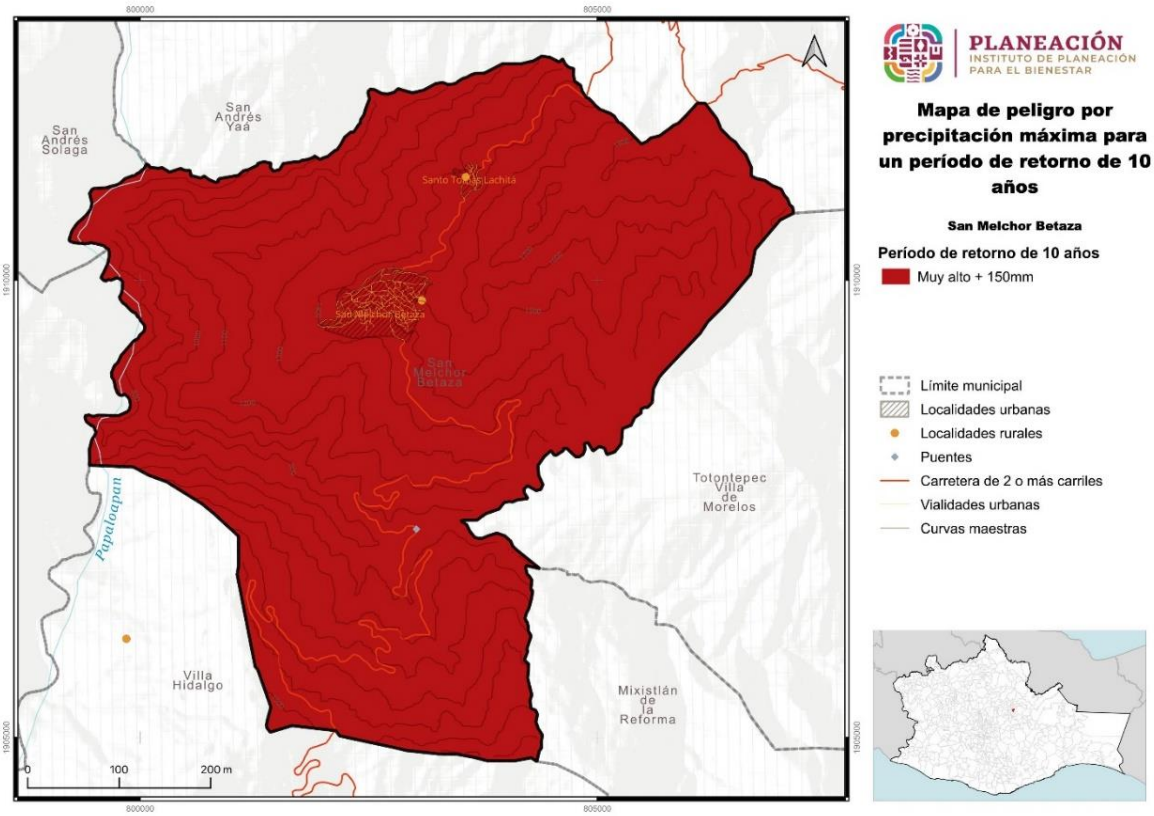
Fuente: CentroGeo, 2024

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 5 años significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo, a consecuencia de precipitación máxima en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.1.5. Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 10 años

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por diez años **(PR 10 años)**, en este lapso se estima que el 100% del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 3408.2 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 66. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

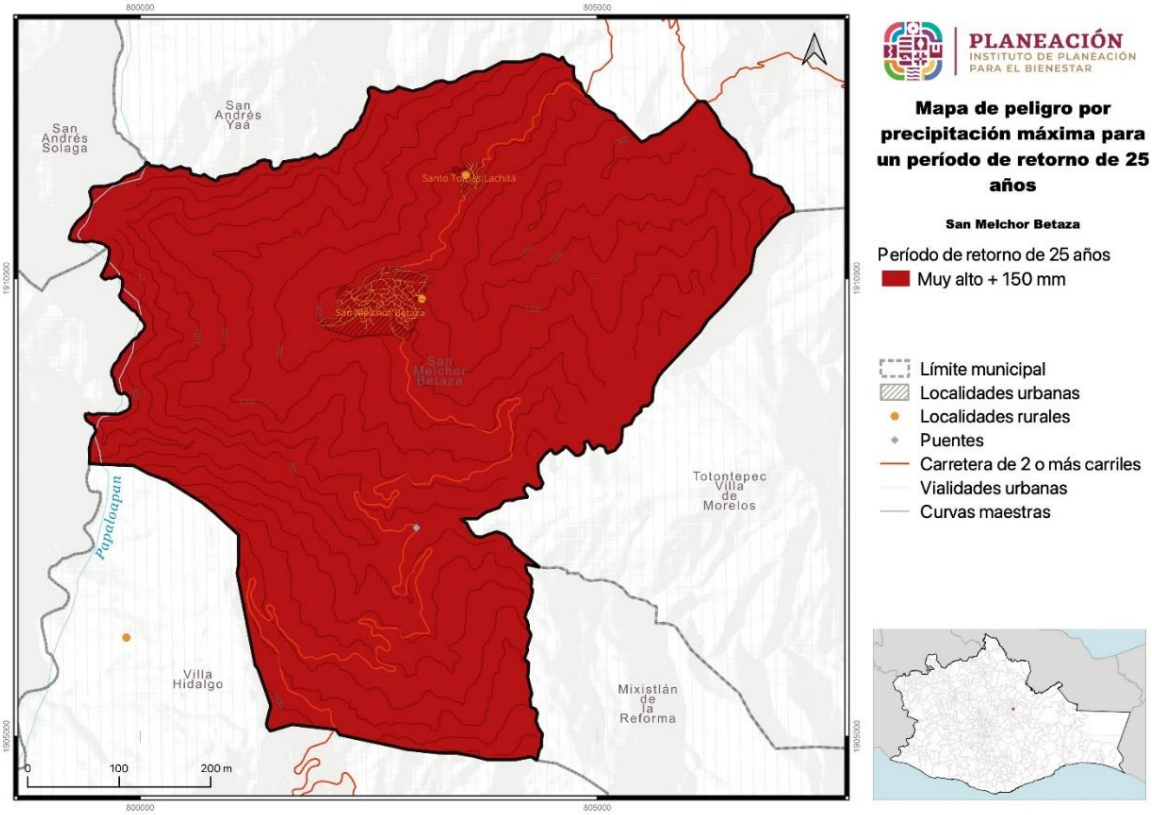
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 10 años significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de precipitación máxima en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.1.6 Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso se estima que el 100% del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 3408.2 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 67. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



Fuente: CentroGeo, 2024

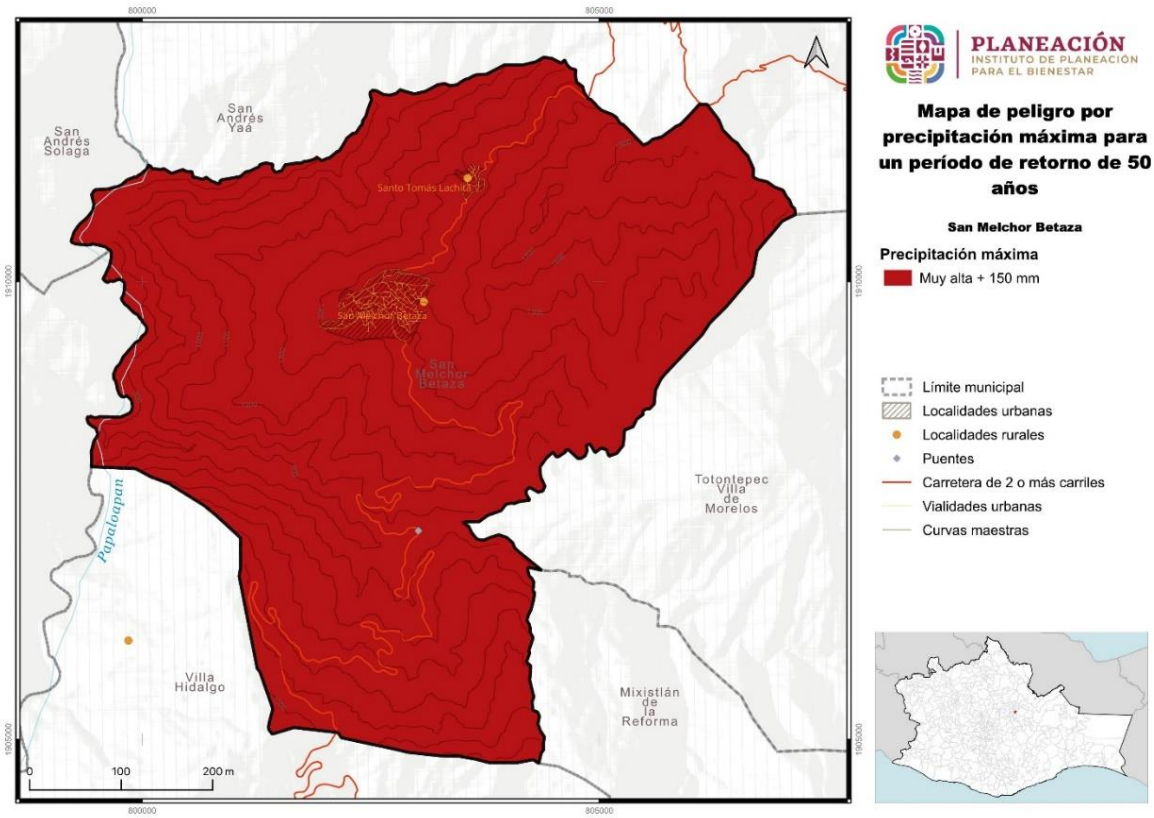
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 25 años significa que podrá ser afectada 4 veces en un siglo, a consecuencia de precipitación máxima en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.1.7. Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 50 años

Finalmente, para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso se estima que el 100% del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 3408.2 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 68. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 50 años significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo, a consecuencia de precipitación máxima en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.2 Inundaciones fluviales*

Inundaciones fluviales se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie del terreno. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada. Es importante observar que el volumen que escurre sobre el terreno a través de los cauces se va incrementando con el área de aportación de la cuenca, por lo que las inundaciones fluviales más importantes se darán en los ríos con más desarrollo (longitud) o que lleguen hasta las planicies costeras.

La Ley General de Protección Civil señala que una ***inundación fluvial*** se genera cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie del terreno. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada. Es importante observar que el volumen que escurre sobre el terreno a través de los cauces se va incrementando con el área de aportación de la cuenca, por lo que las inundaciones fluviales más importantes se darán en los ríos con más desarrollo (longitud) o que lleguen hasta las planicies costeras.

Fundamentado en la ubicación geográfica del municipio de San Melchor Betaza, implica que la susceptibilidad al peligro de inundaciones fluviales es nula.

V.2.3 Inundaciones costeras*

Inundaciones costeras, es cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea de tormenta de los huracanes y el oleaje, los cuales cubren grandes extensiones de terreno.

Fundamentado en la ubicación geográfica del municipio de San Melchor Betaza, implica que la susceptibilidad al peligro de inundaciones costeras es nula.

V.2.4 Inundaciones lacustres*

Inundaciones lacustres, es el incremento del nivel medio de un cuerpo de agua (humedales, lagos, lagunas, entre otros).

Fundamentado en la ubicación geográfica del municipio de San Melchor Betaza, implica que la susceptibilidad al peligro de inundaciones lacustres es nula.

V.2.5 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 *cumulunimbus* son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm, y las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse formando grandes masas pesadas de hielo y nieve.

Los datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) muestran que la ciudad tiene un promedio de 3 - 4 días al año con tormentas eléctricas, 3 días con granizadas y días con neblina; estos datos deben tomarse en cuenta para ser considerados en proyectos de construcción, periodos de cultivo y vías de comunicación.

Mapa 69. Días con Granizo

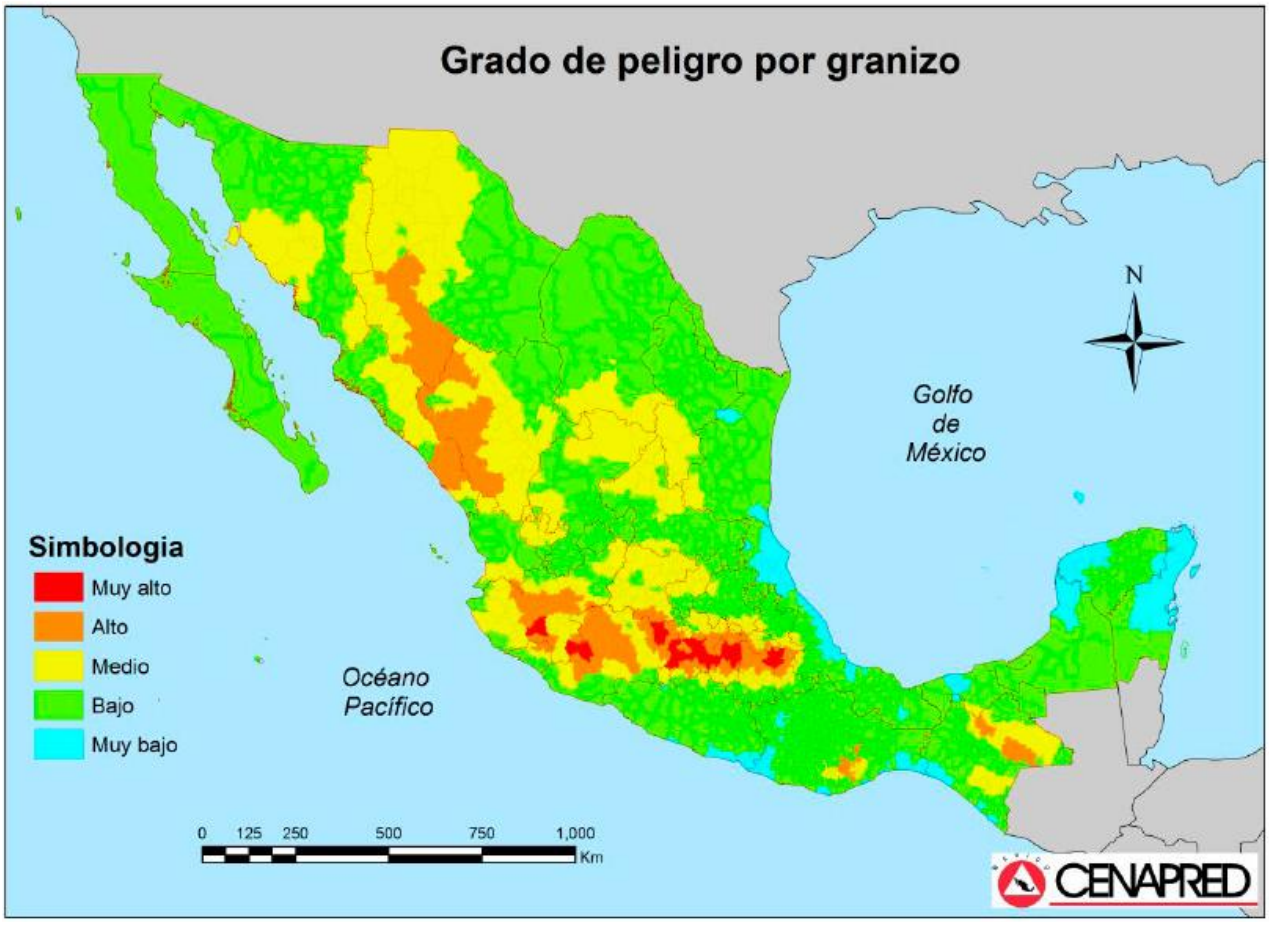


Las ciudades que con mayor frecuencia son afectadas son Puebla, Pachuca, Tlaxcala, Zacatecas y el Distrito Federal, donde se tiene la mayor incidencia, durante los meses de mayo, julio y agosto.

De este índice se concluye que sólo el 15% de los municipios de México tiene una alta exposición a las granizadas, y son aquéllos que se encuentran sobre la Sierra Madre Occidental, en el Sistema Volcánico Transversal y en algunas zonas altas de Oaxaca y Chiapas.

En estado de Oaxaca las tormentas de granizo tienen una alta exposición y se presenta en algunas zonas altas del estado; en lo que respecta al municipio, la frecuencia en la región se localiza en el rango de 0 a 2 días al año. Su distribución es muy irregular y no guarda un patrón de comportamiento definido, como se observa en el mapa siguiente.

Mapa 70. Grado de peligro por granizo

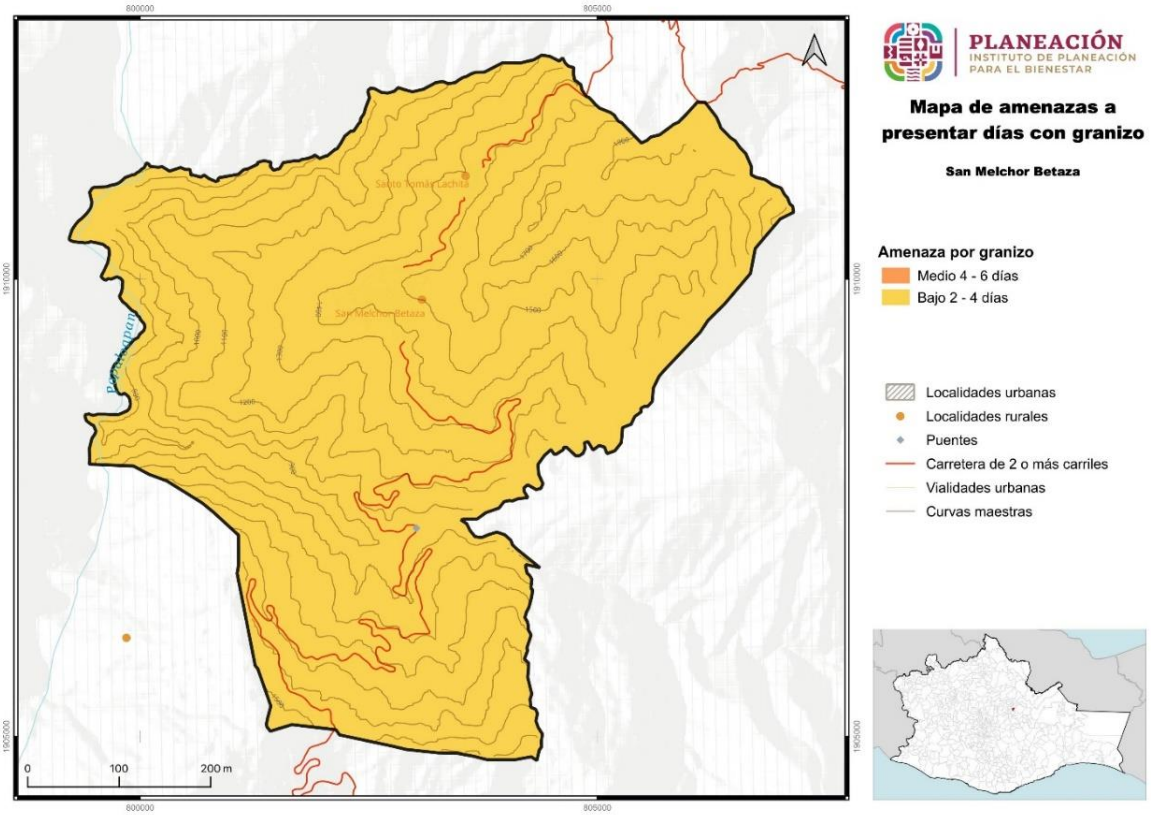


Por las evidencias se considera que San Melchor Betaza es una zona no muy propensa a la susceptibilidad de peligro por granizo, por lo que se considera un nivel de peligro **BAJO**, aunque cuando se presenta causa daños.

V.2.5.1. Amenaza por días con granizo en el municipio

Entendida que las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. San Melchor Betaza no presenta estas características con días de granizo en una escala de amenaza **BAJA** (2 – 4 días) con 95.61% (6517.1 hectáreas); MEDIA (4-6 días), con 4.39% (299.3 hectáreas); como se muestra en el mapa.

Mapa 71. Amenaza por días con granizo en el municipio



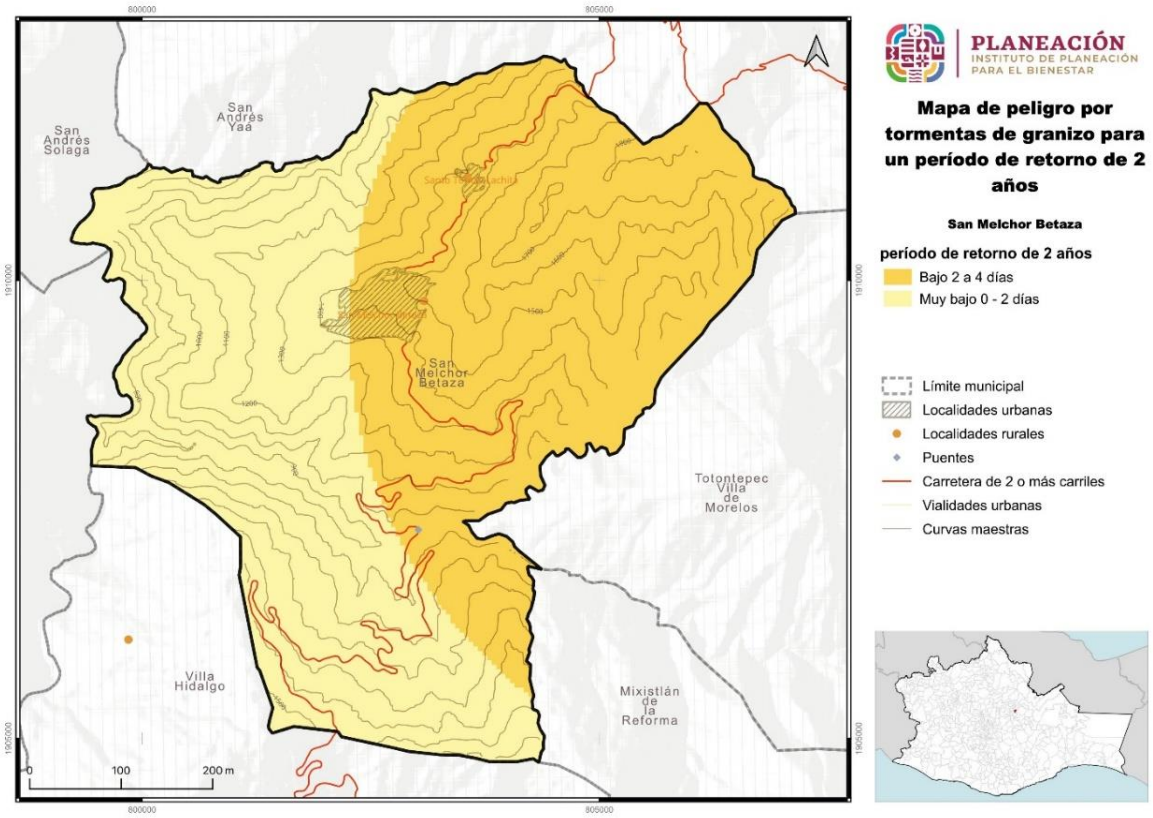
Fuente: CentroGeo, 2024

V.2.5.2 Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 2 años

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de dos años **(PR 2 años)**, en este lapso se estima que el 52.42% (1786.62 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Bajo (2 a 4 días)**; con 47.58% (1621.58 hectáreas), clasificado como nivel Muy Bajo (0 a 2 días), tal como se muestra en el mapa.

En el mapa siguiente se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Bajo (2 a 4 días)**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá; y en el nivel **Muy Bajo (0 a 2 días)**, complementa la totalidad del territorio municipal con una porción de la zona urbana de la cabecera municipal.

Mapa 72. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 2 años



Fuente: CentroGeo, 2024

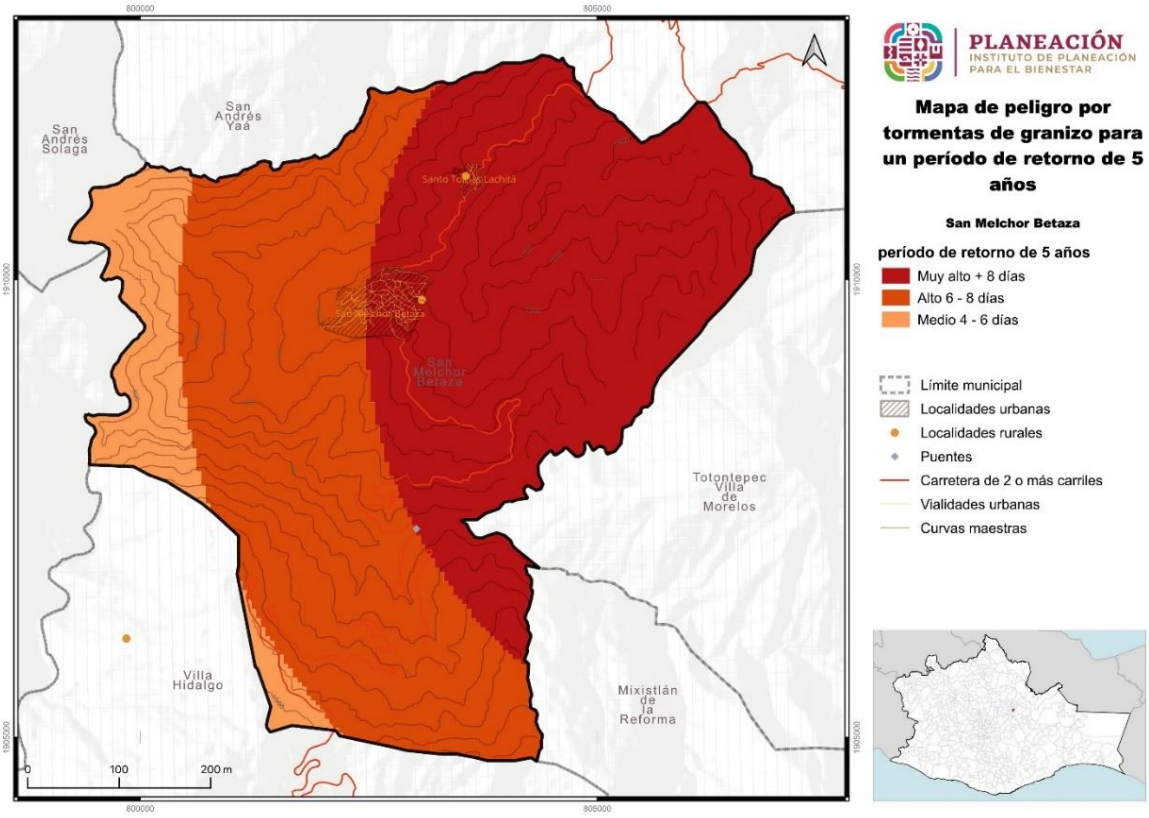
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 2 años significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.5.3. Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 5 años

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de cinco años **(PR 5 años)**, en este lapso se estima que el 48% (1635.9 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Muy Alto +8 días**; con 42.24% (1439.6 hectáreas), clasificado como nivel Alto 6 - 8 días, y en 9.76% (332.7 hectáreas) como nivel Medio 4 – 6 días, como se muestra en el mapa.

Mapa 73. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 8 días**, se ubican en un 50% aproximadamente la cabecera municipal San Melchor Betaza; así como de Santo Tomás Lachitá; el otro 50% de la cabecera municipal en la zona de peligro catalogada como **Alto 6 - 8 días**, y en el nivel **Medio 4 – 6 días**, complementa la totalidad del territorio municipal.

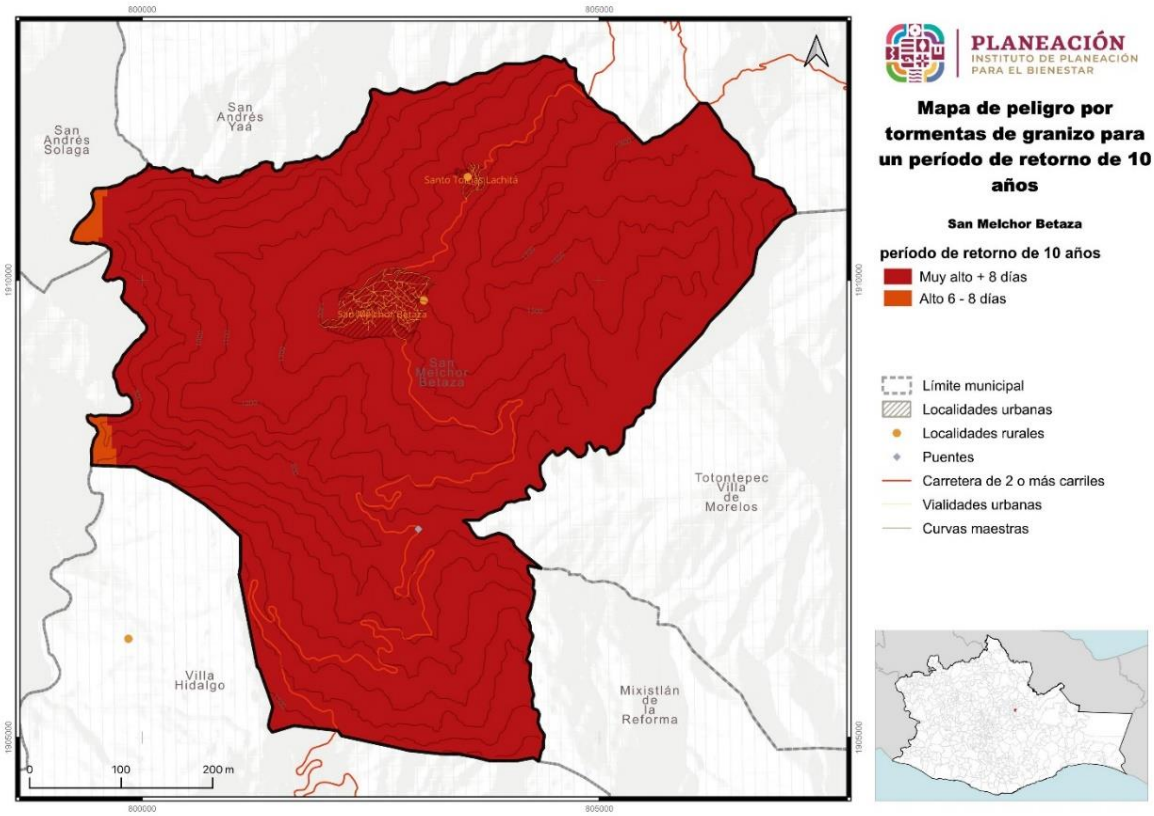
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 2 años significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.5.4 Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 10 años

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de diez años **(PR 10 años)**, en este lapso se estima que el 99.3% (3384.46 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Muy Alto +8 días**; con 0.7% (23.74 hectáreas), clasificado como nivel **Alto 6 - 8 días**, como se muestra en el mapa.

Mapa 74. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 8 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza; así como de Santo Tomás Lachitá; y sólo una porción 0.7% del territorio en la zona de peligro catalogada como **Alto 6 - 8 días**, complementa la totalidad del territorio municipal en su colindancia con San Andrés Solaga y Villa Hidalgo.

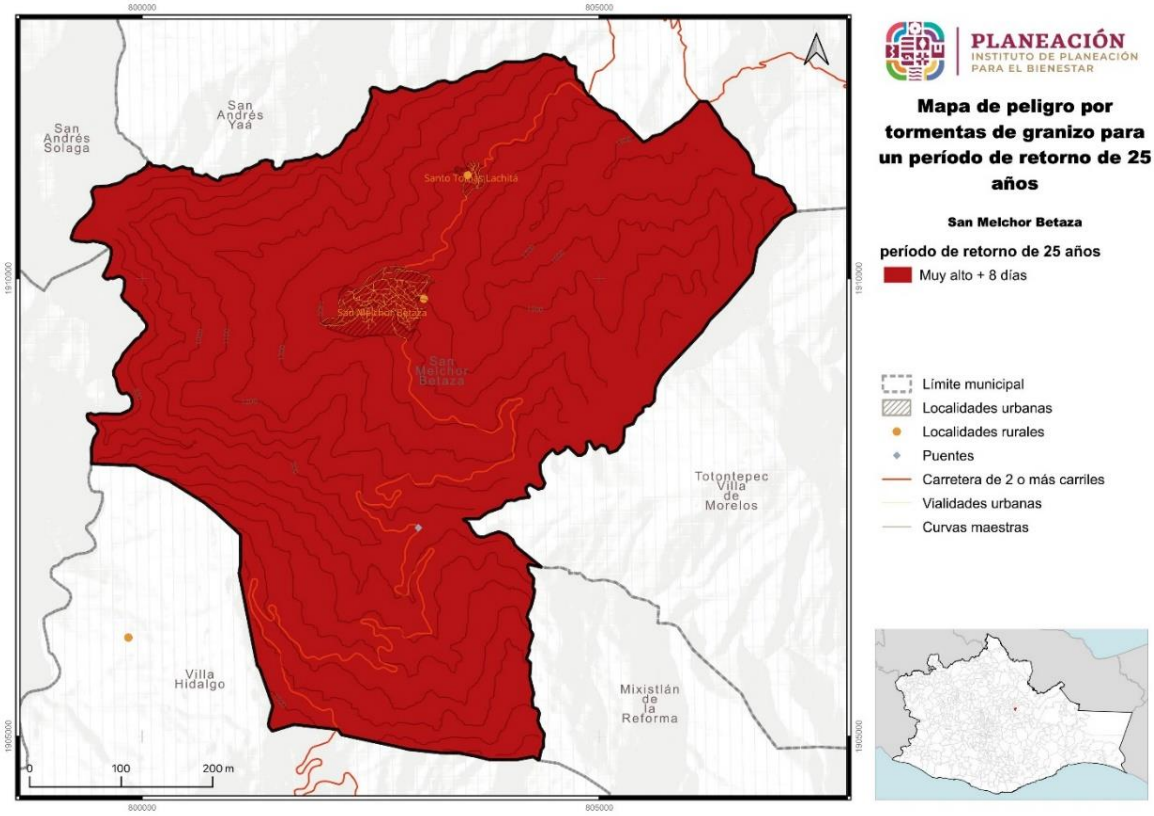
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 10 años significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.5.5 Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 25 años

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso se estima que el 100% (3408.2 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Muy Alto +8 días**, como se muestra en el mapa.

Mapa 75. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 25 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 8 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza; así como de Santo Tomás Lachitá, la totalidad del territorio municipal.

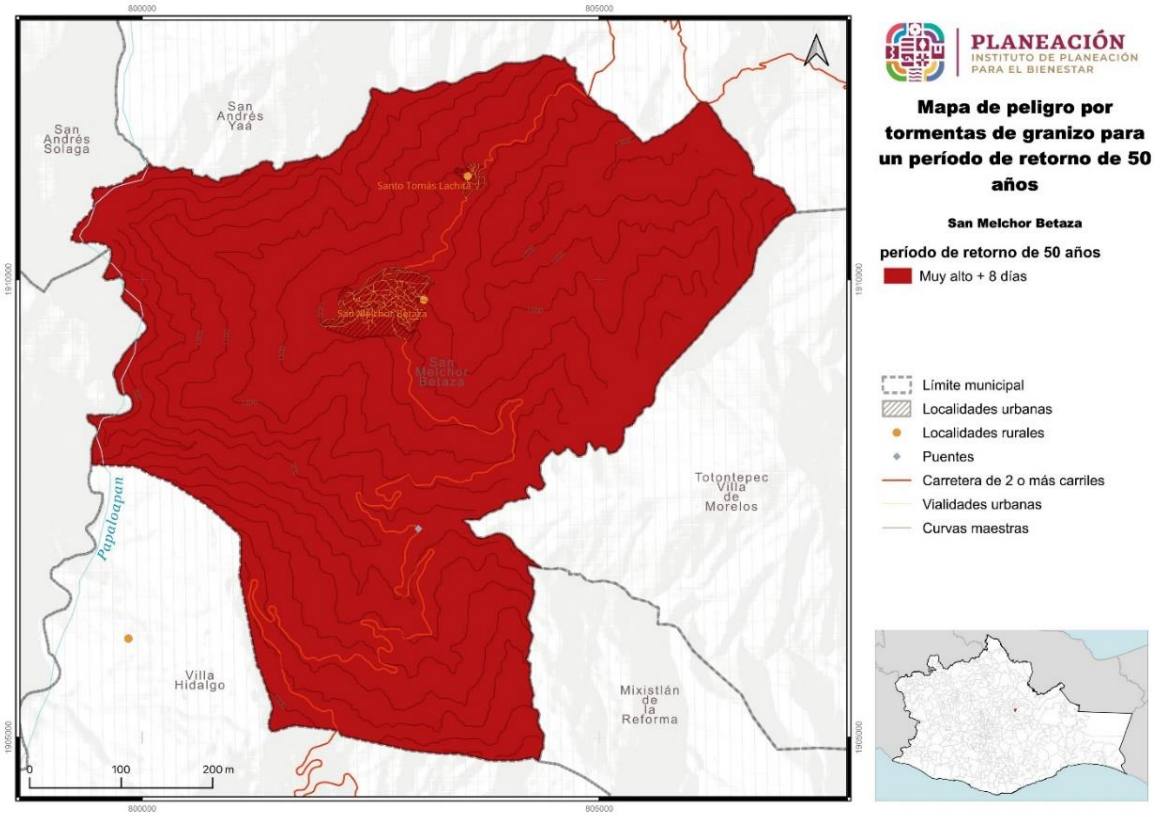
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 25 años significa que podrá ser afectada 4 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.5.6. Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 50 años

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso se estima que el 100% (3408.2 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Muy Alto +8 días**, como se muestra en el mapa.

Mapa 76. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 8 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza; así como de Santo Tomás Lachitá, la totalidad del territorio municipal.

Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

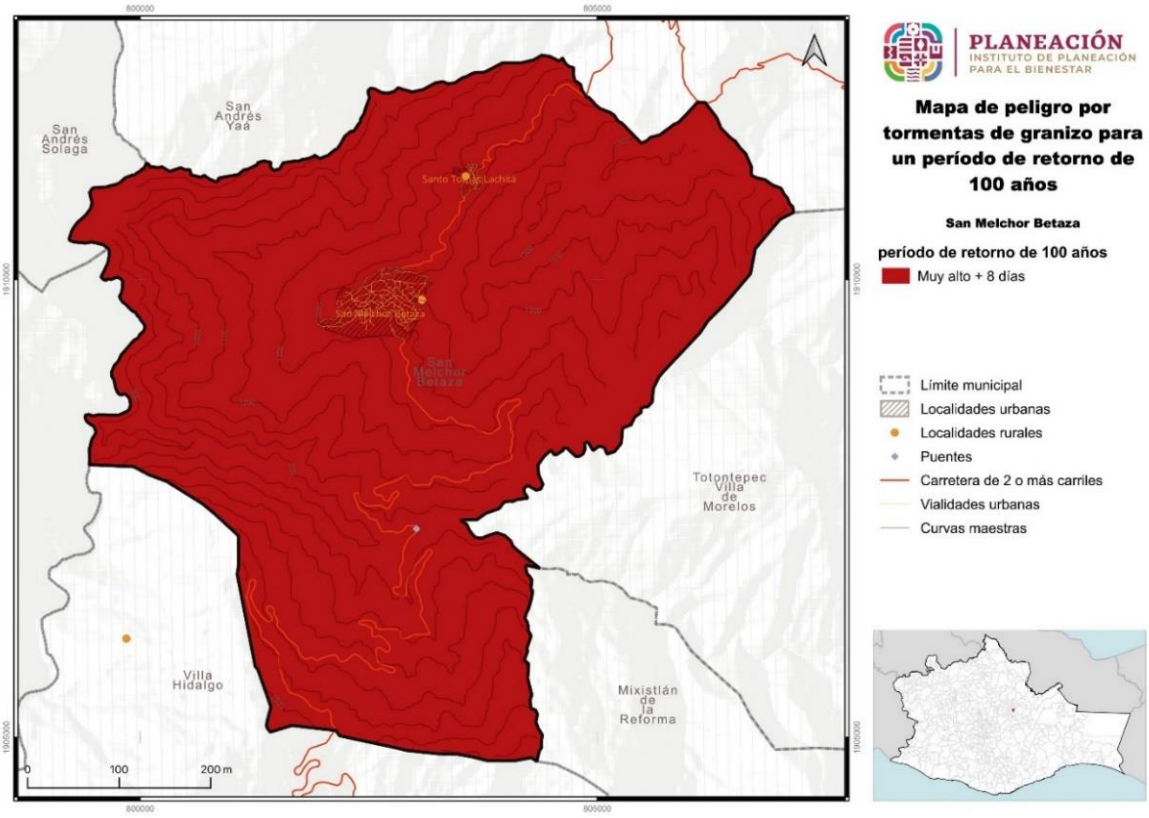
Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 50 años significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de

granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.5.7. Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 100 años

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso se estima que el 100% (3408.2 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Muy Alto +8 días**, como se muestra en el mapa.

Mapa 77. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 100 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 8 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza; así como de Santo Tomás Lachitá, la totalidad del territorio municipal.

Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un

porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 100 años significa que podrá ser afectada 1 vez en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.6 Nevadas

Las 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 la solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones.

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.

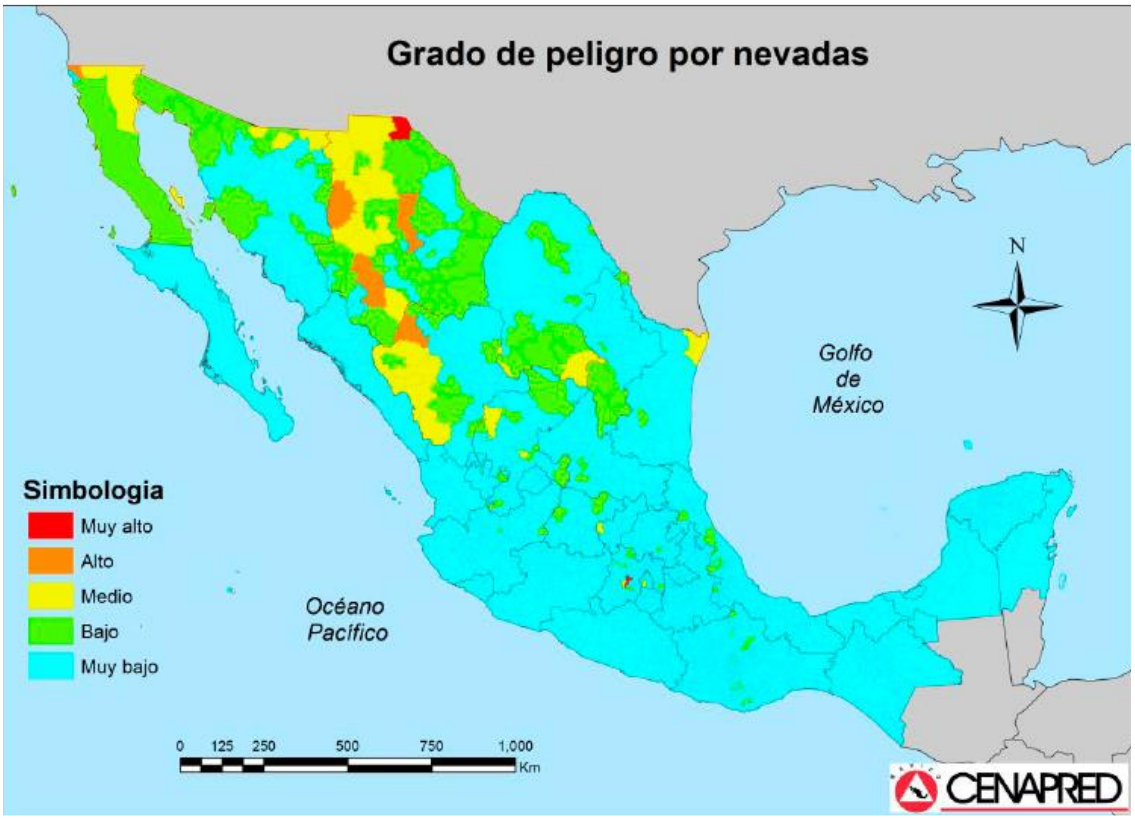
Etapas de la formación de una tormenta de nieve:

- **Fase inicial:** en la que comienza la formación de nubes grandes de desarrollo y crecimiento en vertical, conocidas como cumulonimbos que almacenan gran cantidad de vapor de agua.
- **Fase de madurez:** en la segunda fase se desarrolla el fenómeno en sí, el vapor de agua cae en forma de nieve y se desencadenan fuertes vientos capaces de llegar a la superficie disminuyendo su temperatura.
- **Fase final:** en esta última fase la tormenta comienza a disiparse, debido a que las diferencias entre las masas de aire se igualan, cesando la precipitación y los vientos.

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 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.

Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras, principalmente, durante el invierno. Como se ve en la siguiente imagen en el estado de Oaxaca, es poco frecuente la presencia de nieve. Al respecto, en el municipio, no se han registrado tormentas de nieve en los últimos años, por lo que peligro es muy bajo.

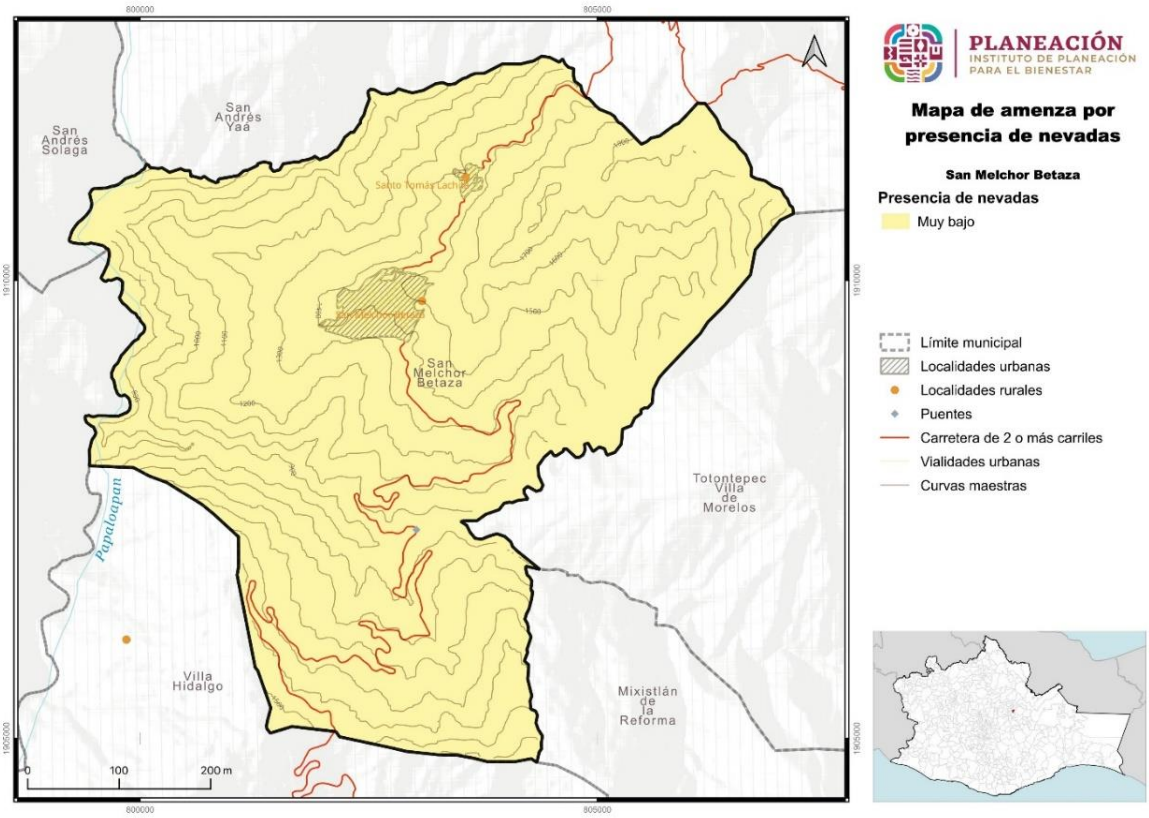
Mapa 78. Grado de peligro por nevadas



V.2.6.1 Amenaza por nevadas en el municipio

Para la amenaza por nevadas en el municipio se estima que el 100% (3408.2 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por nevada, clasificado como nivel **Muy Baja**, como se muestra en el mapa.

Mapa 79. Amenaza por nevadas en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

San Melchor Betaza, se considera por las evidencias presentadas de ser una zona no muy propensa a la susceptibilidad de peligro por nevada, por lo que se considera un nivel de peligro **Bajo**, aunque cuando se pueda presentar puede causar daños.

V.2.7 Tormentas eléctricas

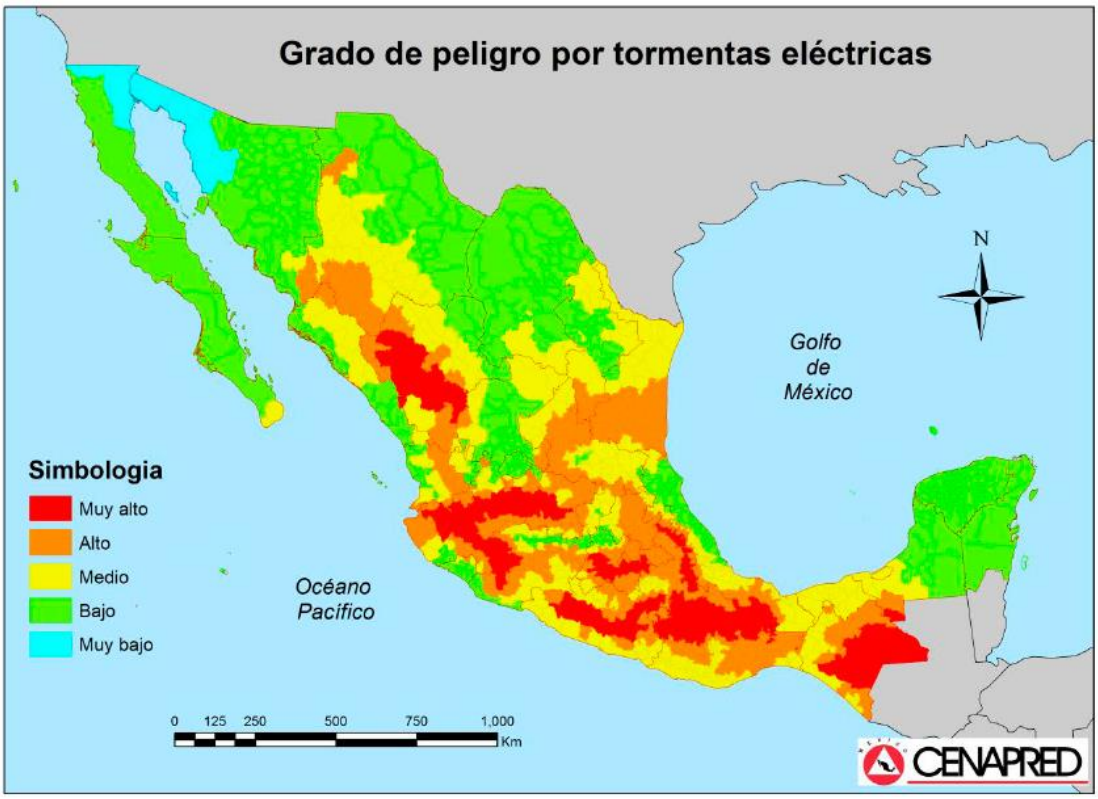
Las tormentas son descargas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Las tormentas se asocian a nubes convectivas tipo cumulonimbos y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo. Generalmente son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados.

V.2.7.1 Amenaza por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas se asocian a nubes convectivas tipo cumulonimbos y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo. Generalmente son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados. San Melchor Betaza presenta características con días de granizo en una escala de amenaza **Alta 20 – 30 días** con 99% (3374.12 hectáreas); **MEDIA 10 – 20 días**, con 1% (34.08 hectáreas).

El 57.4% de los municipios del país muestran una condición de peligro alto y muy alto, donde los habitantes expuestos son 64, 173,495, que corresponde al 57.1% de la población total de México.

Mapa 80. Grado de peligro por tormentas eléctricas



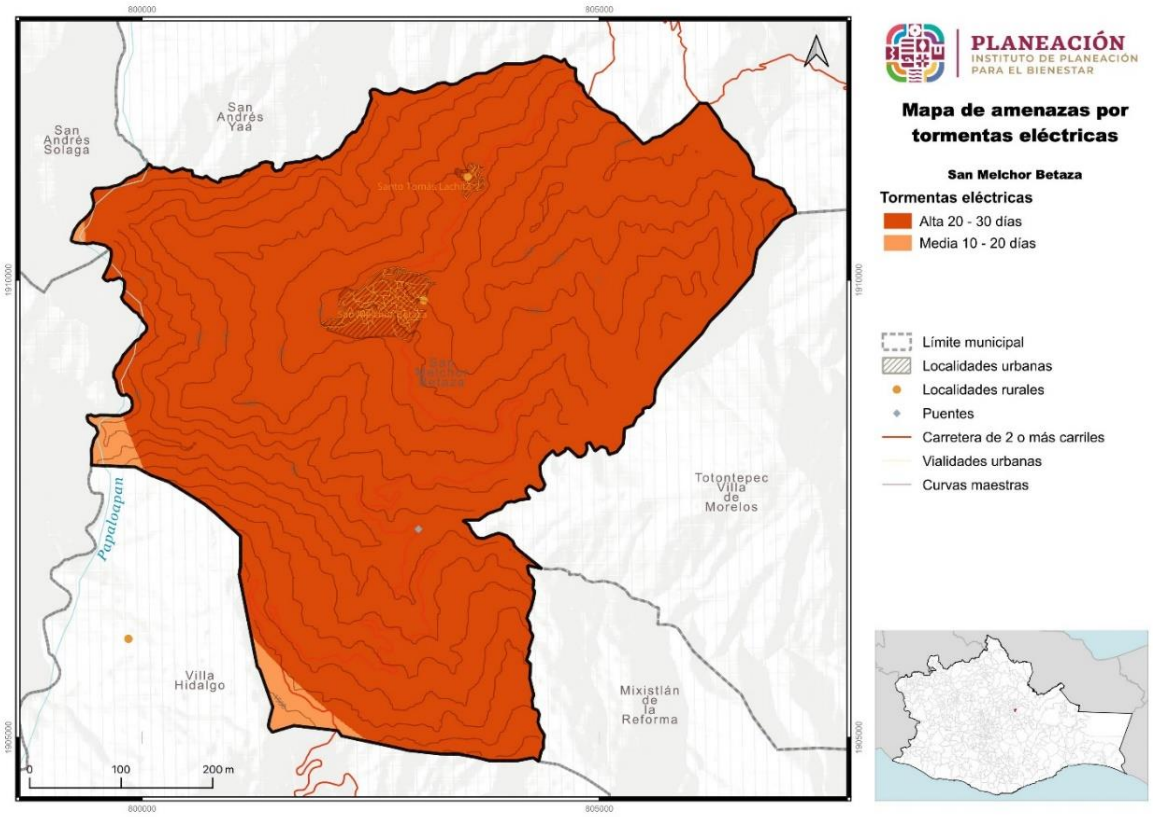
De la figura anterior se destaca la región de peligro muy alto, localizada en el estado de Oaxaca, debido a que concentra el mayor número de municipios con 265, y una población de 1, 215,946, además de estar sobre los principales sistemas montañosos del estado.

A continuación, se muestra en la tabla la asignación de valores para el número de días con tormentas eléctricas y categorías sugeridas para el índice de peligro por tormentas eléctricas.

Tabla 85. Días con tormentas eléctricas

Asignación de valores para el número de días con tormentas eléctricas y categorías sugeridas para el índice de peligro por tormentas eléctricas			
Número de días con tormentas	valor	índice	Categoría
Cero	0	0	Muy baja o nula
1 – 9	1	0.25	Baja
10 – 19	2	0.50	Media
20 – 29	3	0.75	Alta
>30	4	1.0	Muy alta

Mapa 81. Amenaza por tormentas eléctricas en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

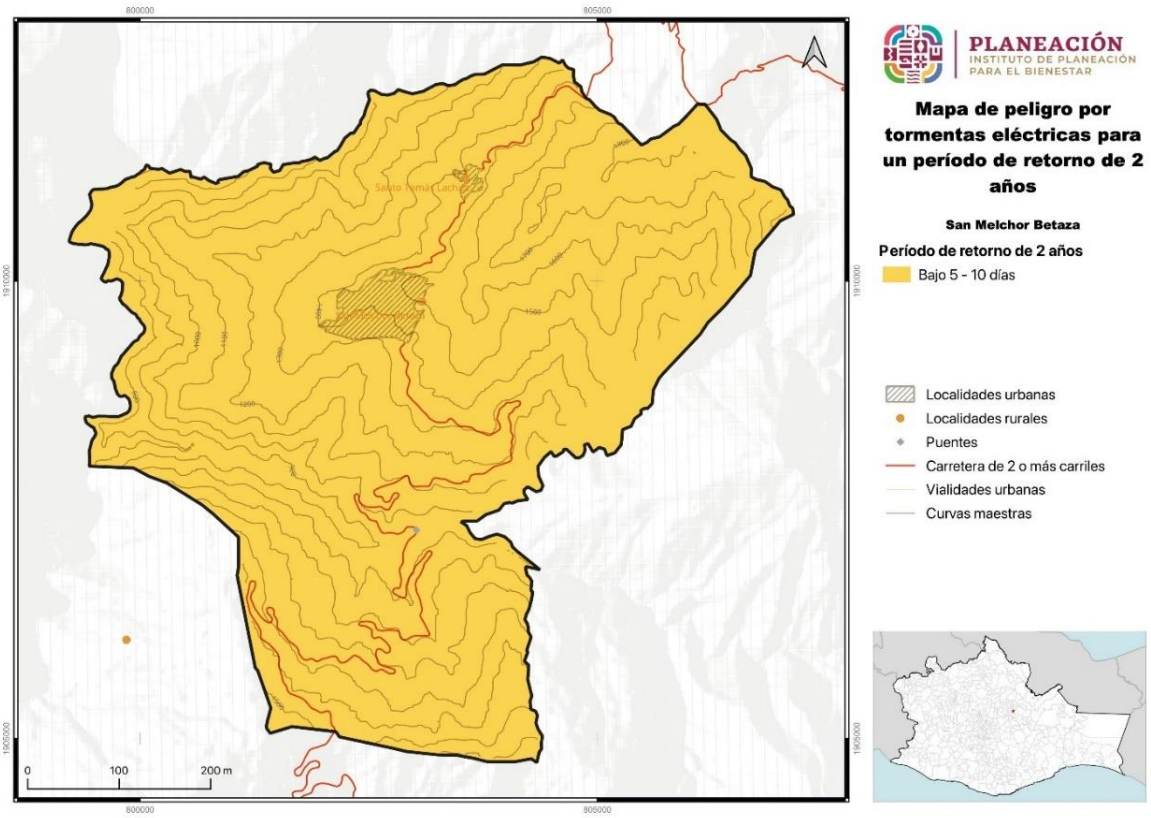
En el mapa previo se puede apreciar que la amenaza catalogada como **Alto 20 - 30 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza; así como de Santo Tomás Lachitá; como **Media 10 - 20 días** complementando la totalidad del territorio municipal.

En San Melchor Betaza, las precipitaciones que se han registrado en la estación climatológica tienen observaciones de hasta 20 tormentas eléctricas; en general es un fenómeno que se presenta en el territorio municipal se considera por las evidencias presentadas de ser una zona propensa a la susceptibilidad de peligro por Tormentas eléctricas, por lo que se considera un nivel de peligro **Alto**.

V.2.7.2 Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 2 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de dos años **(PR 2 años)**, en este lapso se estima que el 100% (3408.2 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Bajo 5 – 10 días**, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 82. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 2 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Bajo (5 a 10 días)**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

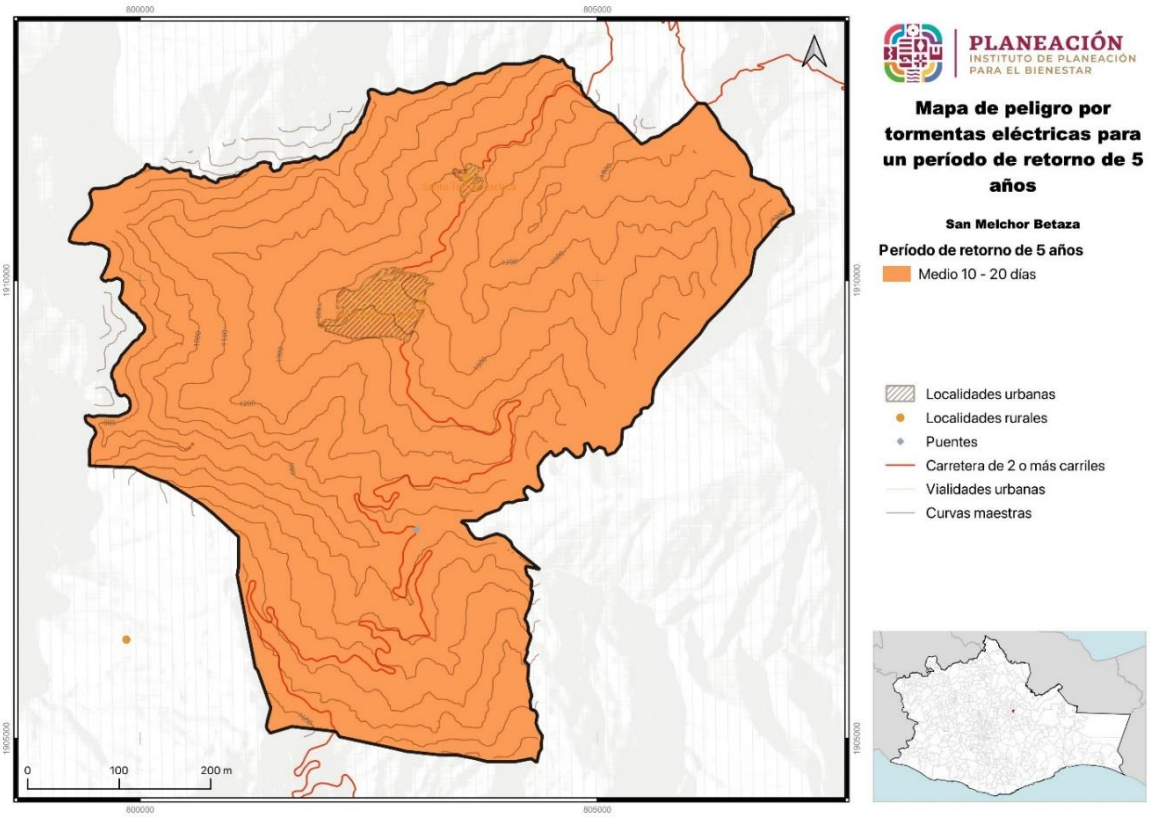
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 2 años significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.7.3 Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 5 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 5 años **(PR 5 años)**, en este lapso se estima que el 100% (3408.2 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Medio 10 – 20 días**, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 83. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 5 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Medio 10 - 20 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un

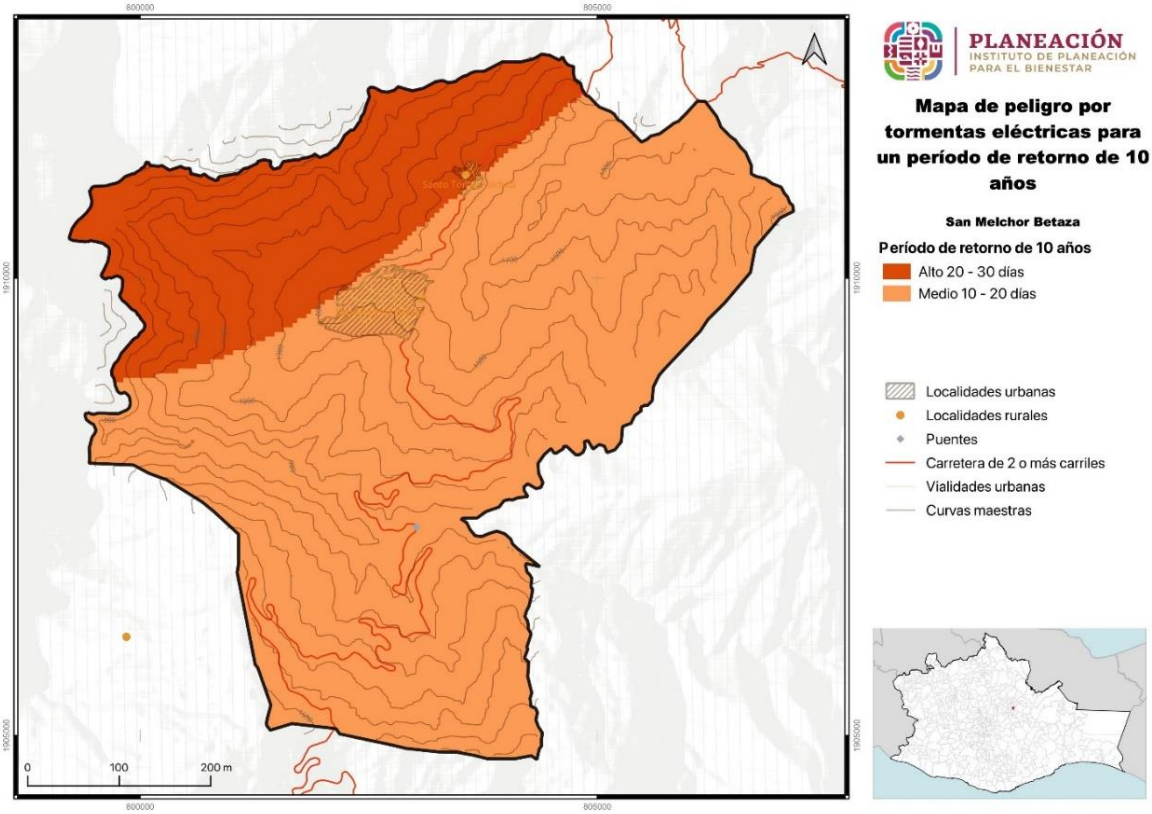
porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 5 años significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.7.4 Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 10 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 10 años **(PR 10 años)**, en este lapso se estima que el 75.72% (2580.73 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Medio 10 – 20 días**; y con un 24.28% (827.47 hectáreas), clasificado con un nivel Alto 20 – 30 días, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 84. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Medio 10 - 20 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y una porción pequeña de Santo Tomás Lachitá; para un peligro catalogada como **Alto 20 - 30 días**, se ubica Santo Tomás Lachitá con alrededor de 80% de su localidad.

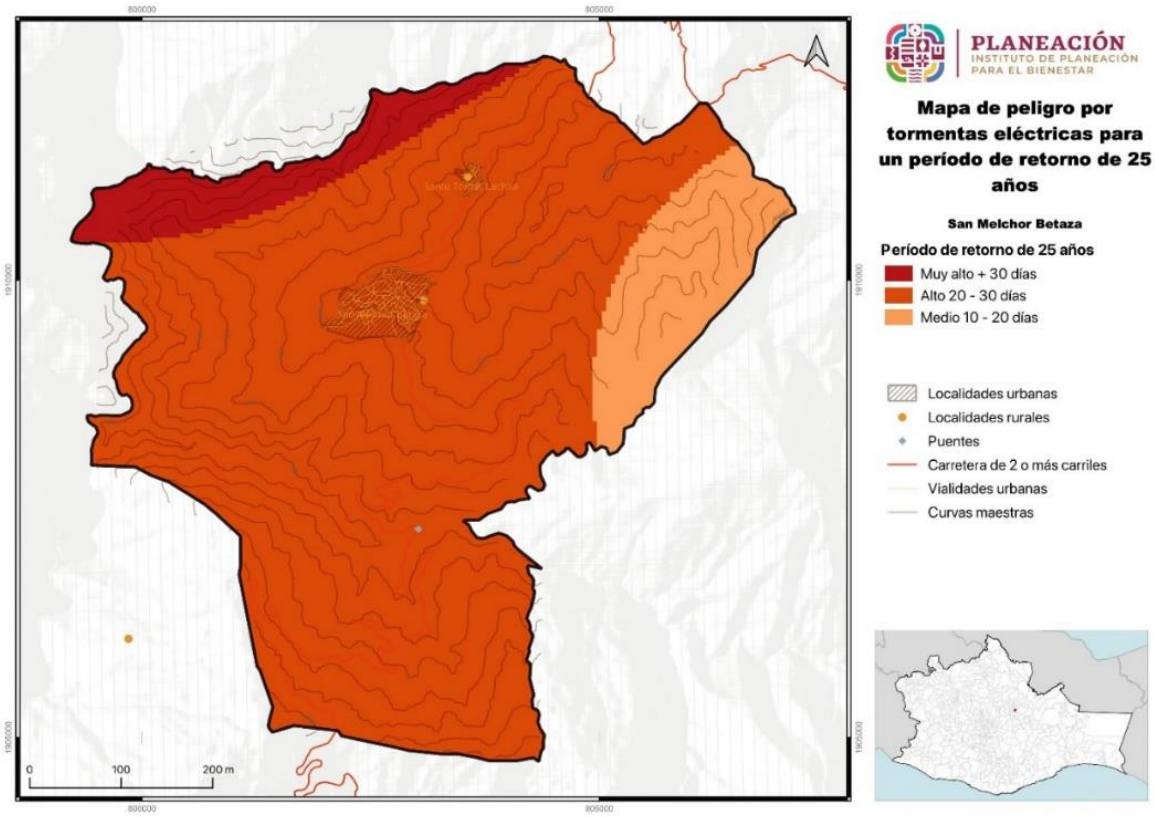
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 10 años significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.7.5 Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 25 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 6.9% (235 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Muy Alto + 30 días**; y con un 83.51% (2846 hectáreas), clasificado con un nivel **Alto 20 – 30 días**; y con el 9.6% (327 hectáreas), clasificado como un nivel **Medio 10 – 20 días**, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 85. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 25 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Alto 20 - 30 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

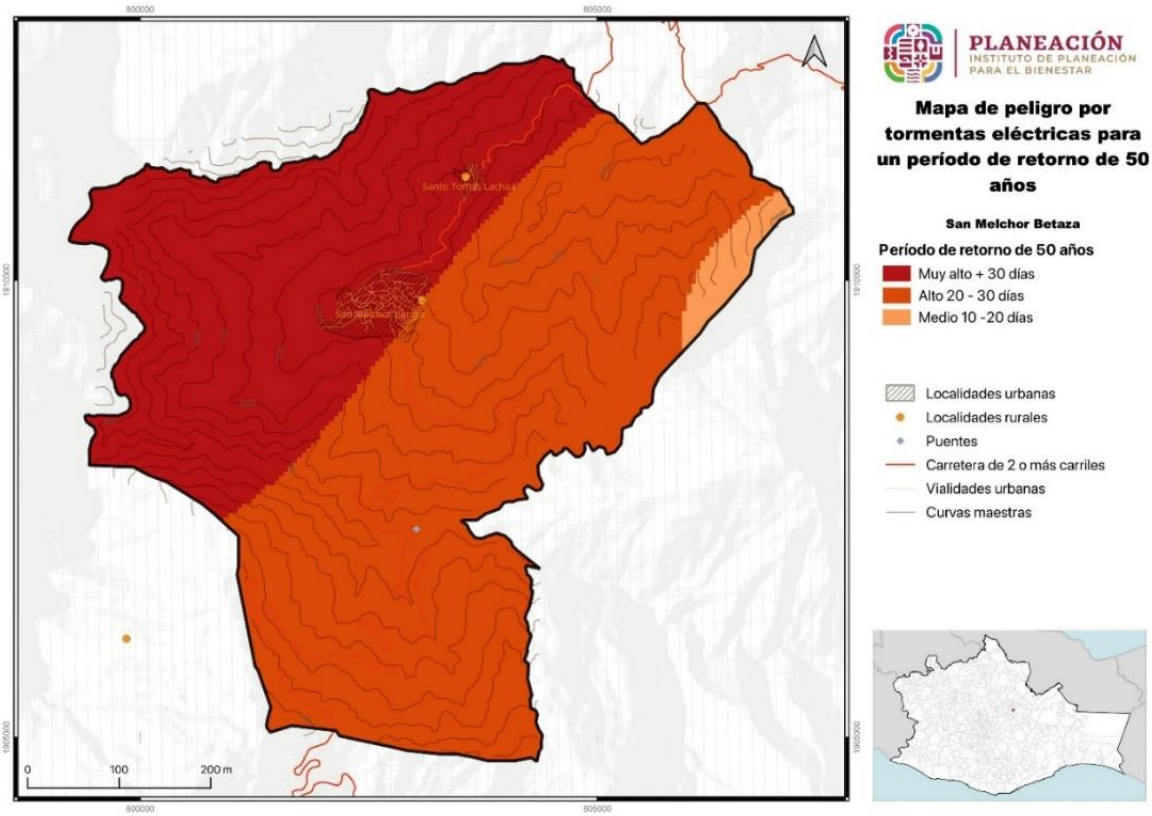
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 25 años significa que podrá ser afectada 4 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.7.6 Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 50 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 40.09% (1366.29 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Muy Alto + 30 días**; y con un 57.86% (1972.02 hectáreas), clasificado con un nivel **Alto 20 – 30 días**; y con el 2.05% (69.89 hectáreas), clasificado como un nivel **Medio 10 – 20 días**, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 86. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 30 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

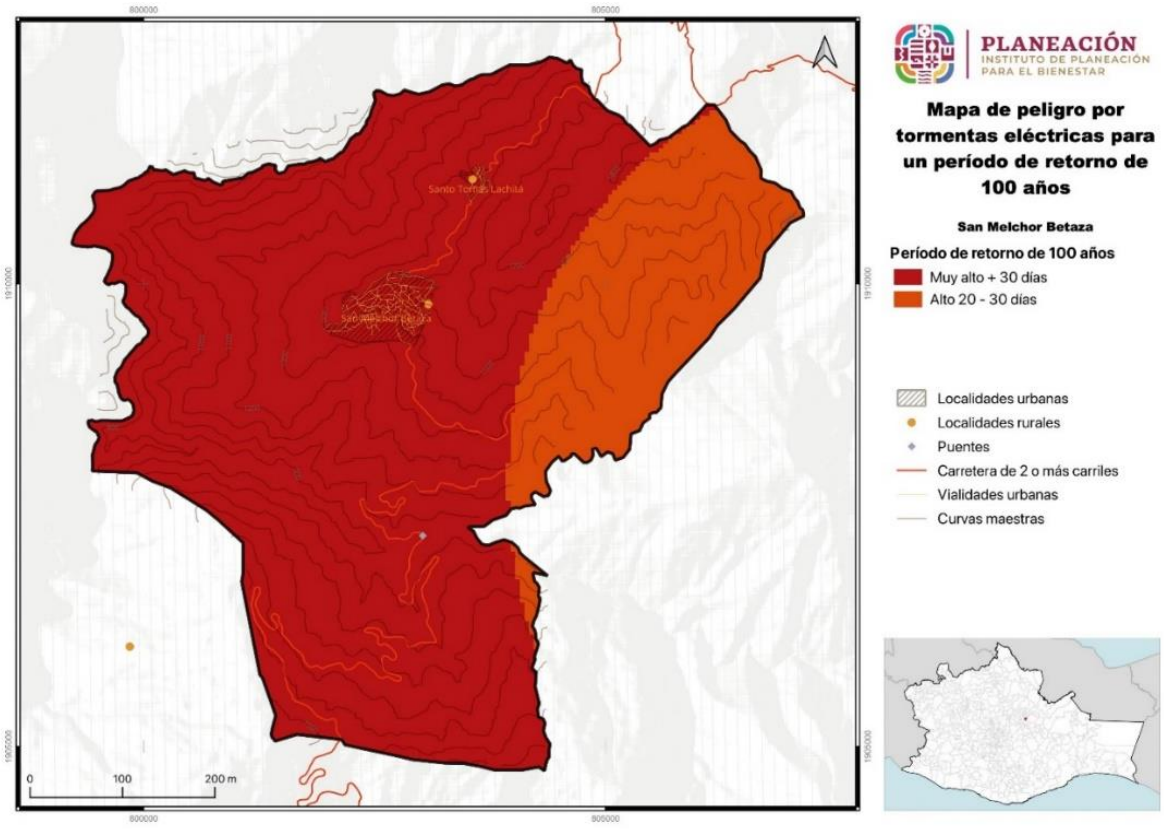
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 50 años significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.7.7. Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 100 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 100 años **(PR 100 años)**, en este lapso se estima que el 80.66% (2749 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Muy Alto + 30 días**; y con un 19.34% (659 hectáreas), clasificado con un nivel **Alto 20 – 30 días**, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 87. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 100 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 30 días**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 100 años significa que podrá ser afectada 1 vez en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.8 Sequías

La sequía es un lapso caracterizado por un prolongado y anormal déficit de humedad. Su magnitud, duración y severidad se consideran 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 ocurrencia de la sequía es discutible. La sequía ocurre cuando la precipitación, en un lapso, es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas. Cuando la cantidad de precipitación durante la temporada de lluvias no es suficiente para cubrir las necesidades de la población de la región, se origina un déficit de agua dando lugar a la sequía, la cual se puede prolongar por varios años, y que termina hasta que las lluvias satisfagan el déficit de agua.

El porcentaje de área con sequía en los Organismos de Cuenca (CONAGUA), se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 86. Porcentaje de área con sequía

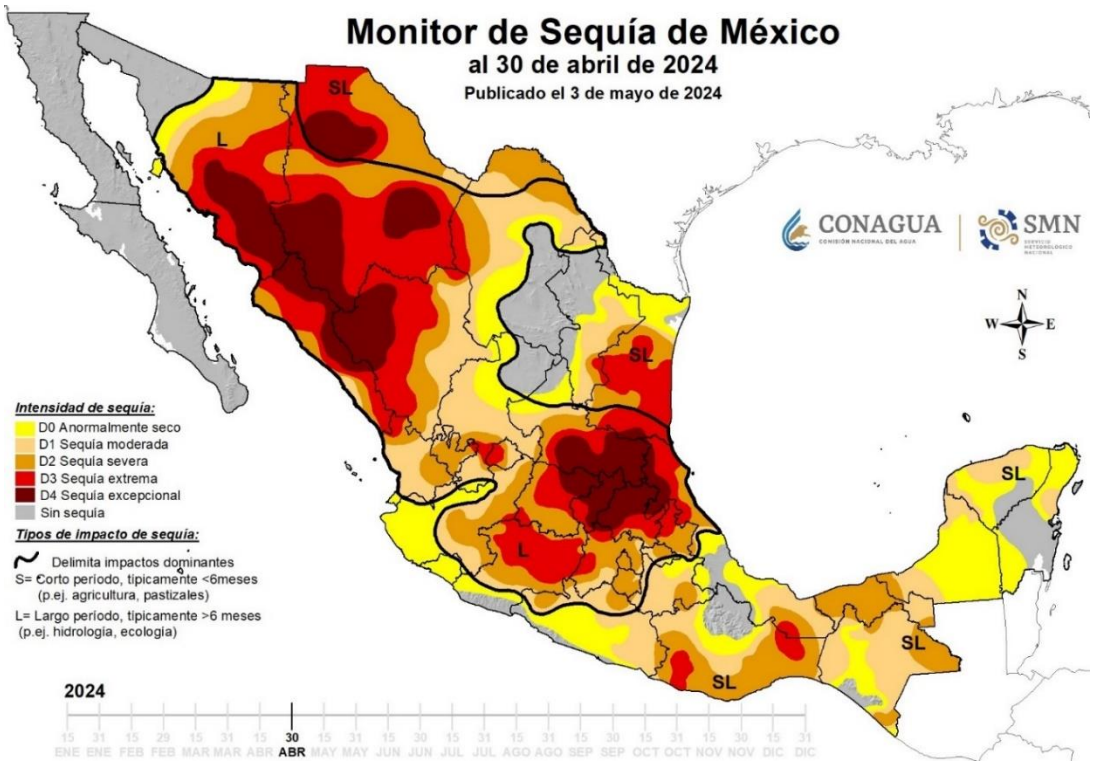
		Porcentaje de área (%) al 31 de enero de 2024					
Clave	Organismo de cuenca	Sin afectación	D0	D1	D2	D3	D4
I	Península de baja California	100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
II	Noroeste	2.2	1.7	3.8	13.9	52.4	26.0
III	Pacífico Norte	0.0	9.3	12.4	28.9	21.5	27.9
IV	Balsas	3.1	40.3	27.7	13.7	15.2	0.0
V	Pacífico Sur	16.0	18.1	11.2	45.6	9.1	0.0
VI	Río Bravo	16.3	13.9	16.0	17.2	27.0	9.6

VII	Cuencas Centrales del Norte	7.5	25.5	22.9	16.7	13.3	14.1
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	7.8	29.1	22.7	31.5	17.3	0.6
IX	Golfo Norte	0.0	5.4	11.1	23.2	42.8	17.5
X	Golfo centro	42.8	23.1	16.7	11.9	5.5	0.0
XI	Frontera Sur	34.0	44.6	17.7	3.7	0.0	0.0
XII	Península de Yucatán	83.3	9.4	7.3	0.0	0.0	0.0
XIII	Aguas del Valle de México	0.0	8.6	33.7	37.2	20.5	0.0

La Comisión Nacional del Agua señala que, de seguir los patrones actuales de sobreexplotación de acuíferos y contaminación de los cuerpos superficiales, en 30 años México padecerá escasez del recurso en varias ciudades, verá frenado su desarrollo, sufrirá el colapso de varios de sus ecosistemas y registrará problemas de salud pública.

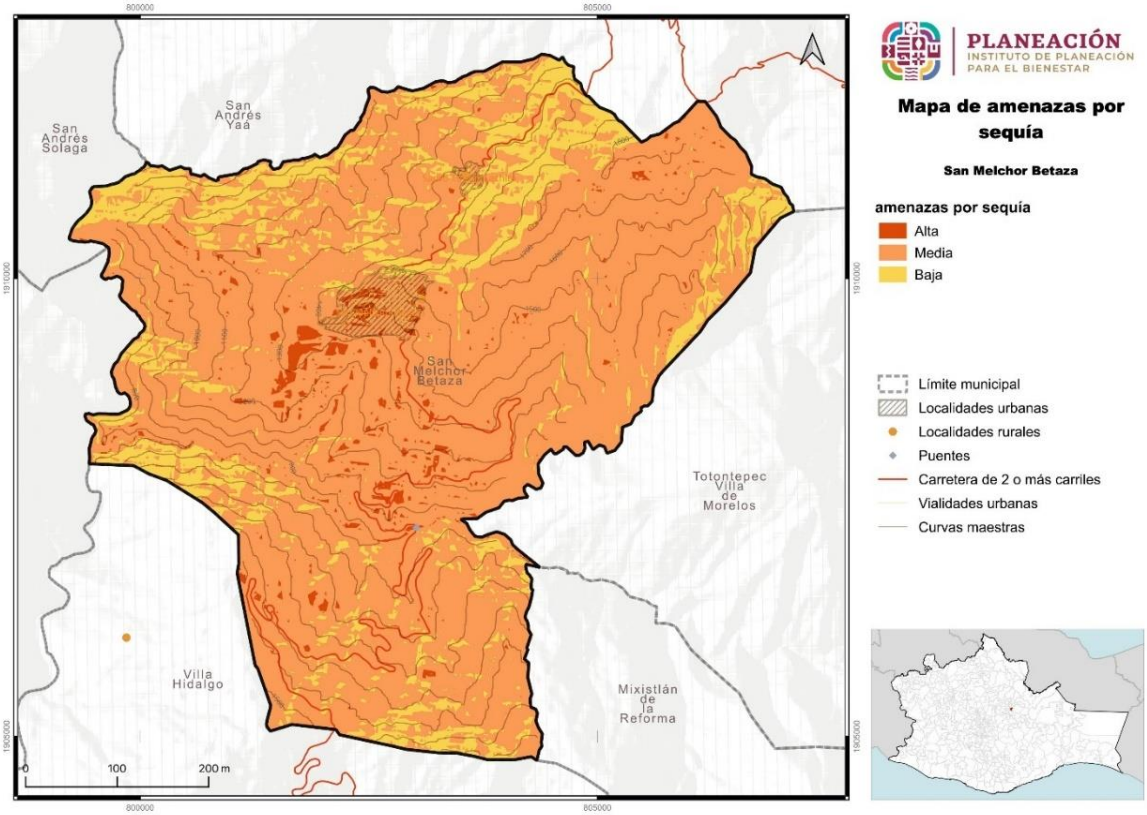
Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios en las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, así como modificaciones en la cantidad de luz solar reflejada en la superficie de la Tierra, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera, que a su vez ocasionan variaciones espaciotemporales de las precipitaciones.

Mapa 88. Monitoreo de Sequía en México



Para la susceptibilidad de peligro por sequía en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por sequía, clasificado como nivel Alto, con 2.27% (77.44 hectáreas); con un 79.6% (2715.12 hectáreas), clasificado con un nivel **Medio**; y 18.13% (618.31 hectáreas) en nivel Bajo, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 89. Amenaza peligro por sequía



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Media**, se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

Mediante los reportes que emite el Monitor de Sequias en México (MSM), el municipio de San Melchor Betaza, presenta amenaza al fenómeno climático de sequias, que van desde una sequía anormalmente seco hasta sequias moderada, según la intensidad y clasificación de sequias que maneja la CONGUA, el municipio se encuentra en el rango **Medio** de peligro provocados por dicho fenómeno.

V.2.9 Ondas cálidas

Por lo general las temperaturas máximas extremas que se presentan en un lugar son consecuencias de sistemas atmosféricos atípicos que se asientan en una región y pueden dar lugar en el verano a ondas cálidas. Generalmente las temperaturas extremas que se presentan son de una magnitud de dos a tres desviaciones estándar, respecto a los valores normales de temperaturas máximas.

Las temperaturas máximas que se presentan durante una onda de calor podrían generar un escenario crítico y dar lugar a una mayor incidencia de casos como el golpe de calor, agotamiento, sincope, calambres, enfermedades gastrointestinales, deshidratación, etc. las cuales incrementan la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebes, ancianos y personas en situación de alta marginación; adicionalmente pueden causar la desecación de la vegetación lo que provoca incendios forestales.

Dentro de las ondas cálidas y gélidas se analizan las variaciones en las temperaturas, enfocándose en las temperaturas máximas y el impacto que provoca en las actividades económicas y en el propio ser humano.

La onda u ola de calor es un periodo de temperatura excesiva, casi siempre combinada con humedad, que se mantiene durante varios días consecutivos, a continuación, se muestra en la tabla los rangos de vulnerabilidad por altas temperaturas.

Tabla 87. Vulnerabilidad por altas temperaturas

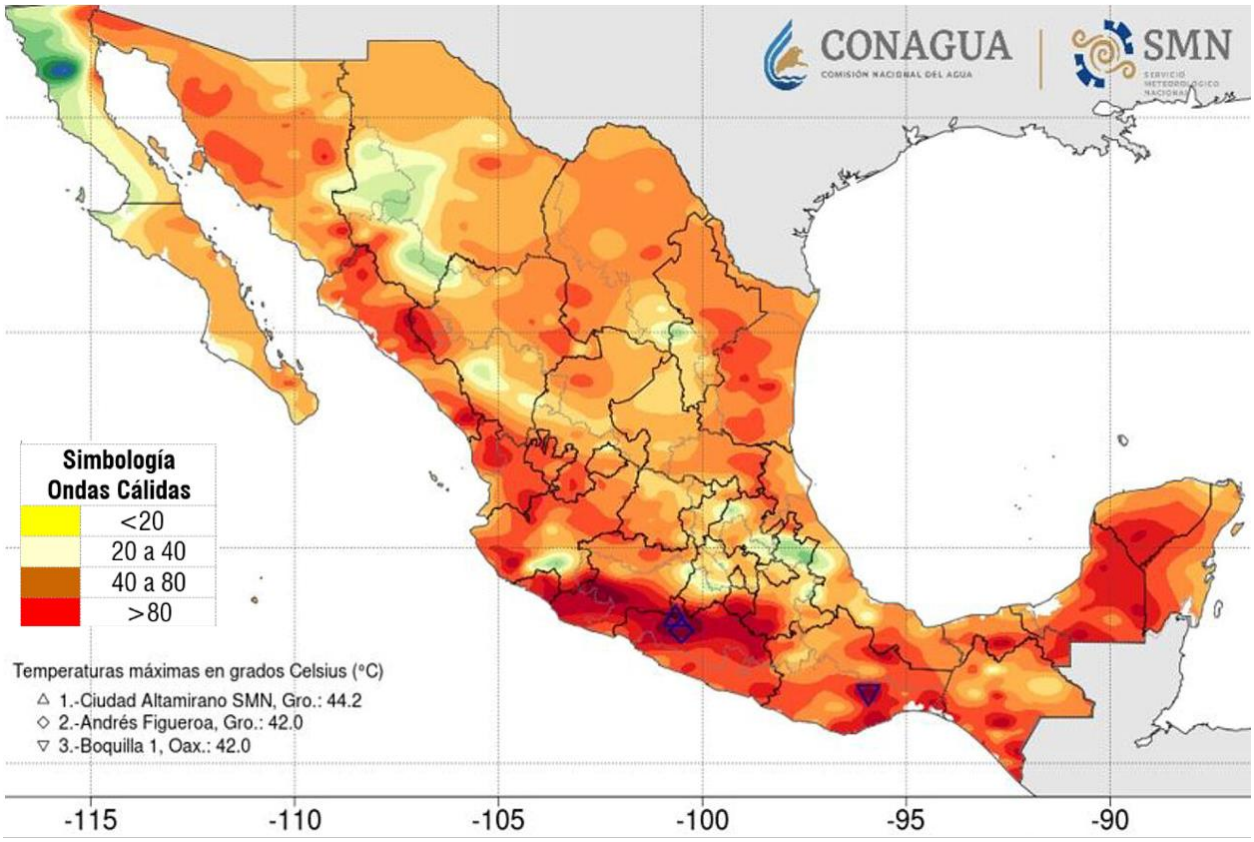
Vulnerabilidad por Altas Temperaturas		
Temperaturas	Sensación	Vulnerabilidad
28°C ≤ 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1°C ≤ 33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolvaneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1°C ≤ 35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
>35°C	Límite Superior de Tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Aumentando las enfermedades.

Una onda de calor se interpreta cuando el umbral de temperatura está presente durante tres días continuos, para ello se establecieron ciertos umbrales que aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 88. Umbrales de temperatura

Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas de calor	
Intervalos de temperatura °C	Tipo o grado de severidad
26 – 29.9	1
30 – 33.9	2
34 – 34.9	3
>40	4

Mapa 90. Ondas cálidas



Como se observa en el mapa, el municipio de San Melchor Betaza se haya en el rango de 20 a 40.

V.2.9.1. Amenaza por temperaturas máximas extremas

Las oscilaciones térmicas en la zona no representan un peligro para los habitantes de la zona de estudio, ya que no se registran cambios importantes a lo largo del año ni tampoco temperaturas extremas en comparación con otras zonas del país, donde el calor o el frío excesivo causa continuamente afecciones a la sociedad.

Mapa 91. Temperaturas máximas

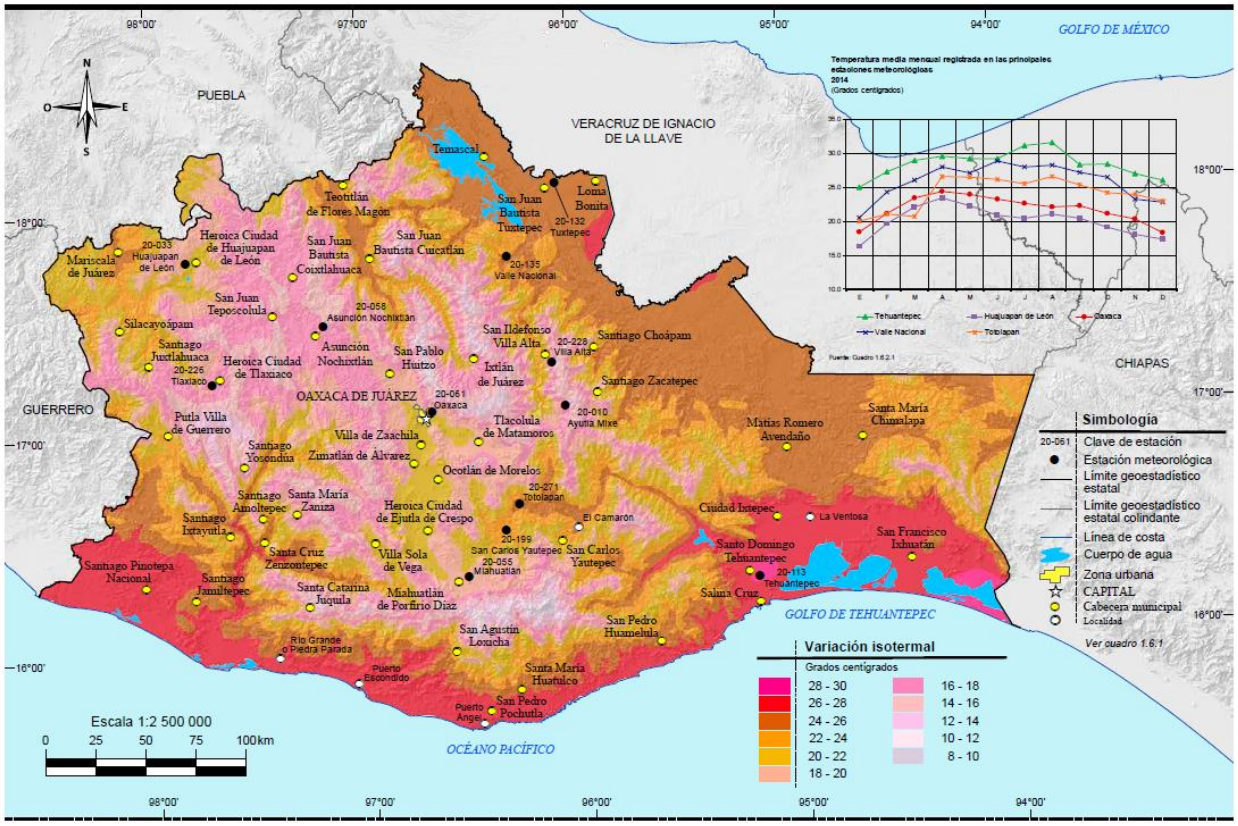


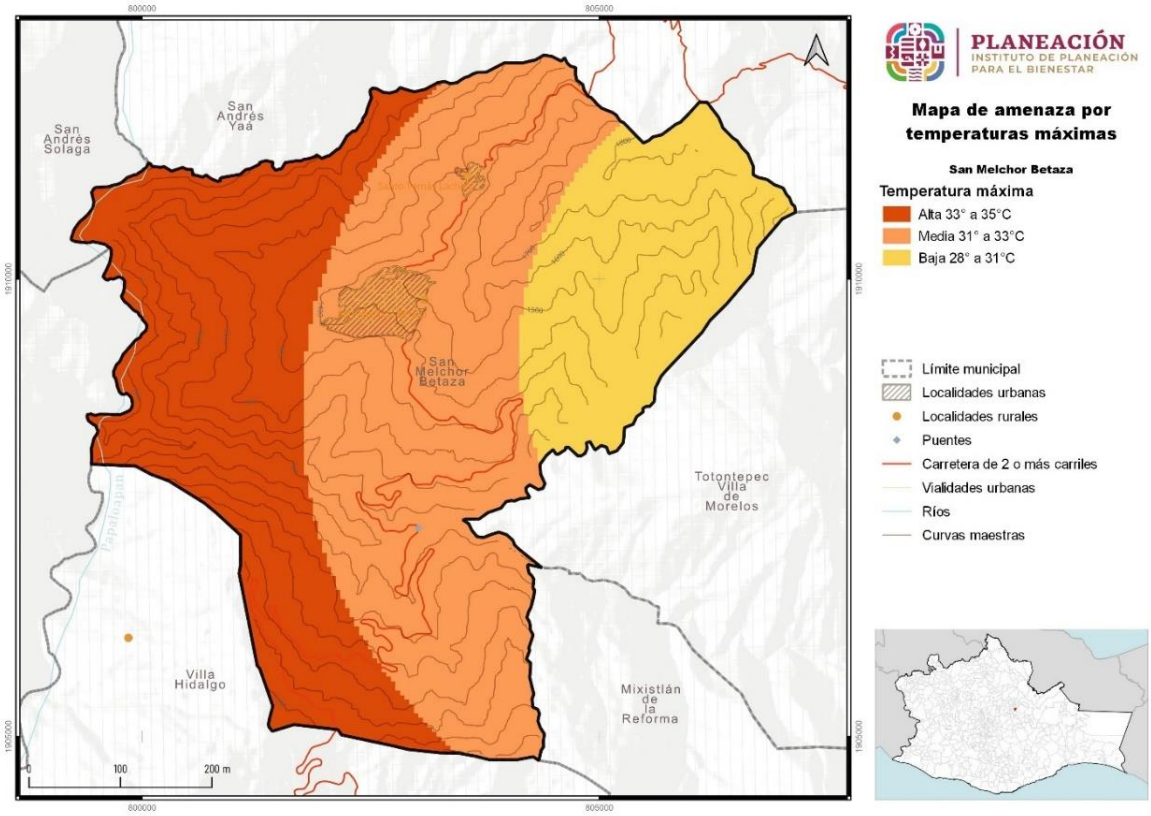
Tabla 89. Carta de Temperaturas Medias Anuales

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	36	34	37.3	40.3	39.3	39.3	37	36	37.3	37.3	39	41.3	41.3
Temp. máx. media (°C)	27.2	28	29.6	31	31.3	29.4	28.6	28.9	27.7	28.1	28.2	26.9	28.7
Temp. media (°C)	16.4	17.4	19.7	21.4	22.2	21.6	20.7	20.8	20.2	19.6	18.1	16.6	19.6
Temp. mín. media (°C)	5.7	6.8	9.8	11.8	13.1	13.7	12.9	12.6	12.7	11.1	8	6.3	10.4
Temp. mín. abs. (°C)	-1	-5	1	2	4	7.6	9	0.9	2	1	0	-1	'
Precipitación total (mm)	7	4	4	21	68	159	94	142	148	70	15	4	736
Días de precipitaciones (≥ 1 mm)	0.9	0.7	1.1	3.5	7.8	14.1	10.5	10.6	12.9	6.9	3	1.2	73.2

De acuerdo con la amenaza temperaturas máximas extremas, lo que quiere decir que el 34.29% (1170.38 hectáreas) del territorio es afectado por el nivel de riesgo **Alto 33°C - 35°**; el 45.73% (1560.81 hectáreas) es afectado por el grado clasificada como **Medio 31°C**

- 33°; con 19.98% (682.02 hectáreas) por el grado **Bajo 28°C - 31°**, como se presenta en el mapa correspondiente.

Mapa 92. Amenaza peligro por temperaturas máximas en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada con grado **Media**, en la cual se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá con el rango de temperaturas de 31°C a 33°C.

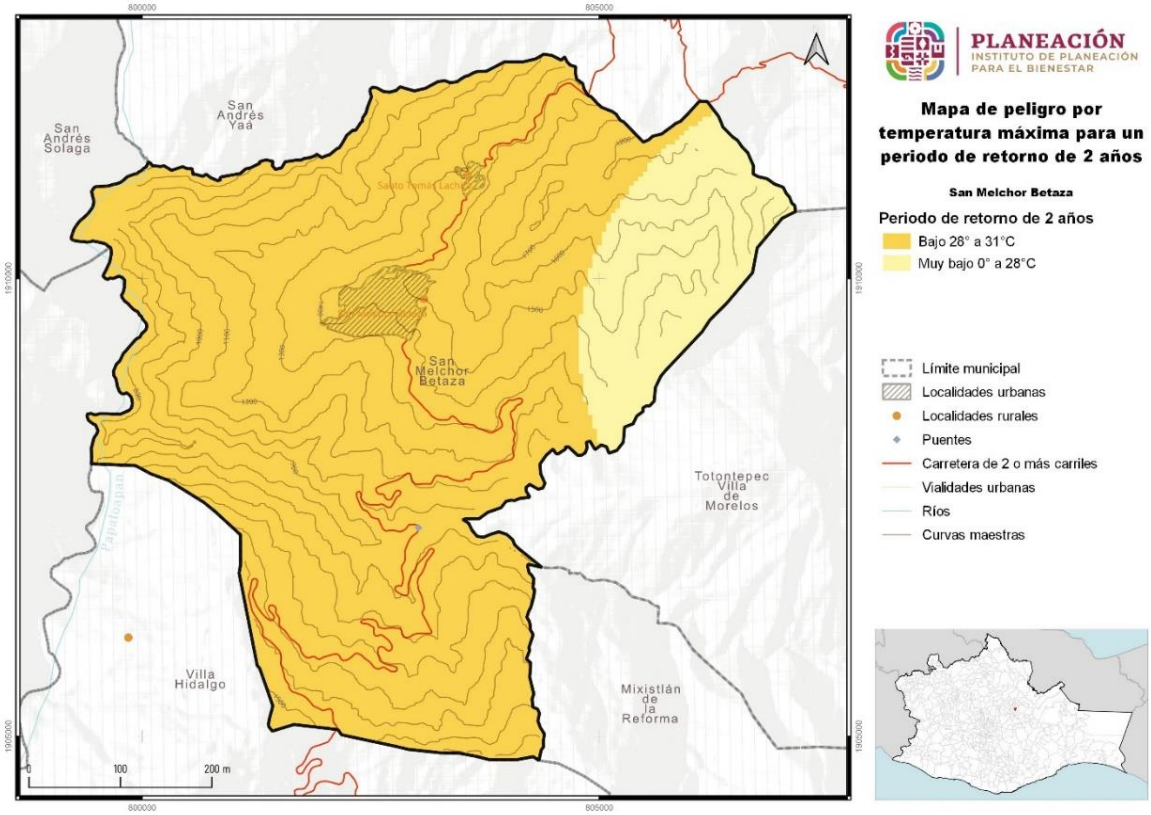
Para el periodo promedio de repetición puede producir daños importantes a las construcciones. Si adicionalmente se toma en cuenta la densidad de población, un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos de peligro, por lo que pueden definirse prioridades para estudios específicos como actualización y/o elaboración de reglamentos de construcción.

V.2.9.2 Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 2 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 2 años **(PR 2 años)**, en este lapso se estima que el 100% (3408.2 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Bajo 5° – 10°C**, tal como se muestra en el mapa.

En el mapa siguiente mapa se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Bajo 28°C a 31°C,** en el territorio que comprende este grado se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

Mapa 93. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



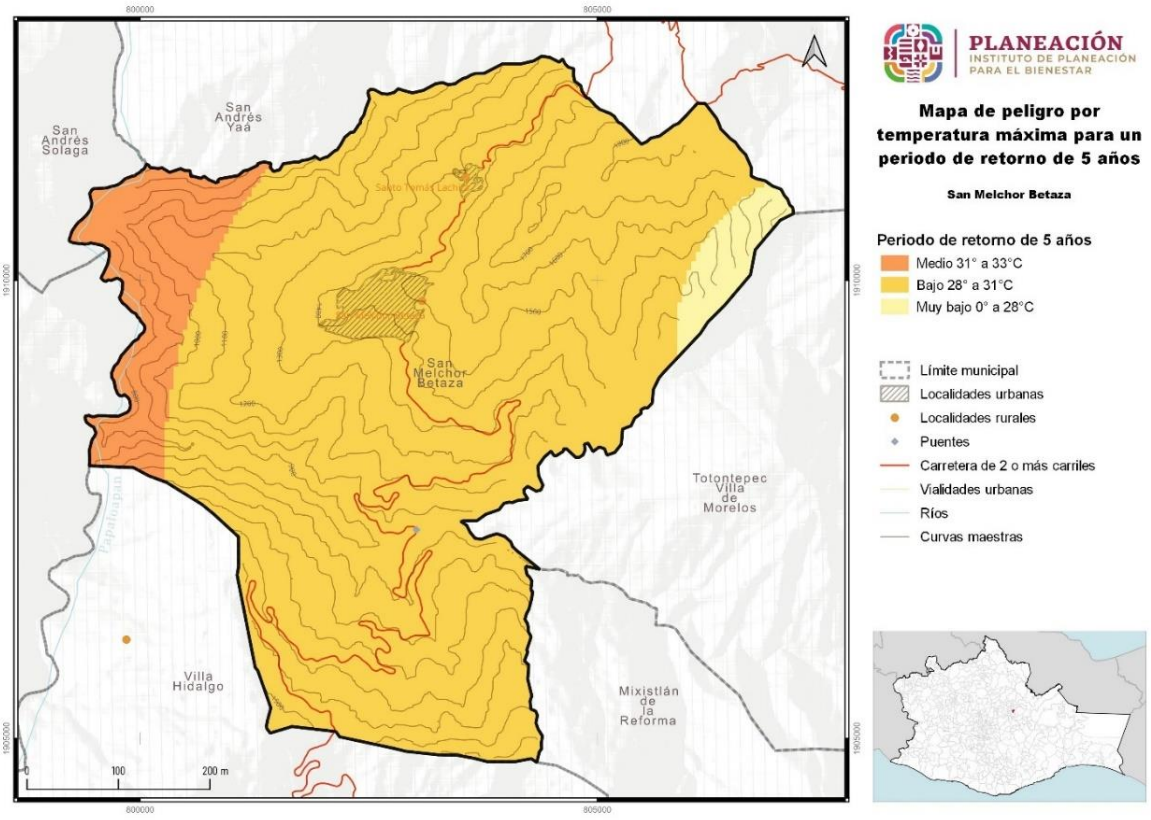
Fuente: CentroGeo, 2024

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 2 años significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.9.3 Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 5 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 5 años **(PR 5 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 9.18% (313.41 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado **Medio 31° a 33°C**; con un 88.09% (3006.78 hectáreas), clasificado con un grado **Bajo 28°C a 31°C**; y con 2.73% (93.02 hectáreas), como grado Muy **Bajo 0°C a 28°C** tal como se muestra en el mapa.

Mapa 94. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



Fuente: CentroGeo, 2024

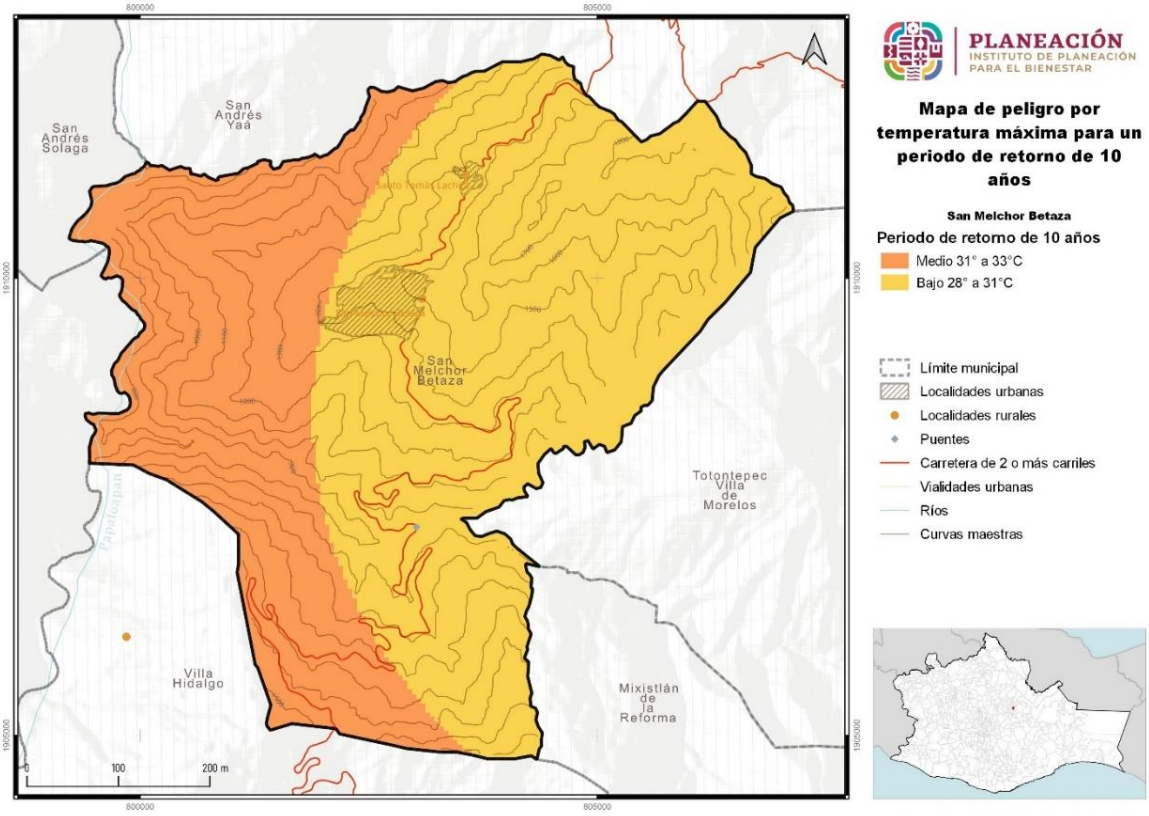
En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Bajo 28°C a 31°C,** en el territorio que comprende este grado se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 5 años significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.9.4 Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 10 años

En las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 10 años **(PR 10 años)**, en este lapso se estima que el 37.56% (1281.84 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado Medio 31° a 33°C; con un 62.44% (2131.37 hectáreas), clasificado con un grado **Bajo 28°C a 31°C**, como se muestra en el mapa.

Mapa 95. Amenaza peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

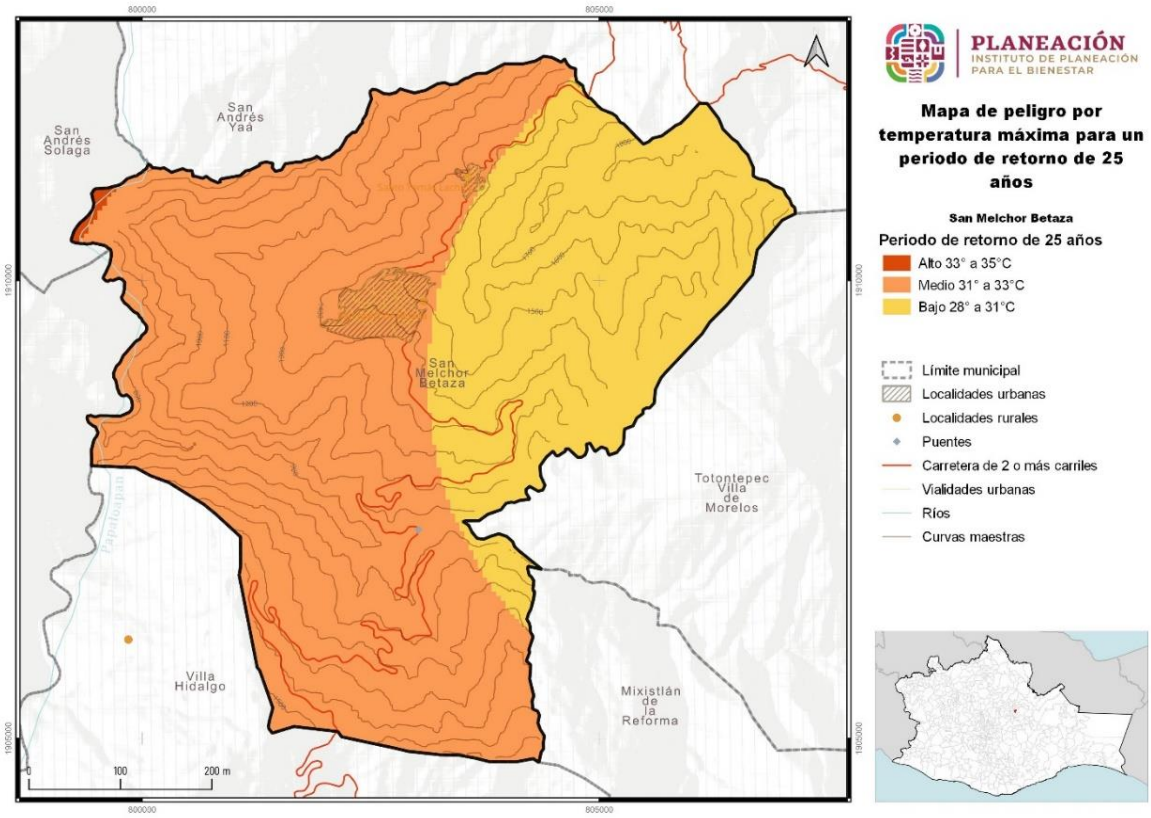
En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Bajo 28°C a 31°C,** en el territorio que comprende este grado se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 10 años significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.9.5 Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 25 años

En las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 0.26% (8.71 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado Alto 33° a 35°C; con un 65.5% (2235.58 hectáreas), clasificado con un grado **Medio 31° a 33°C**; y con 34.25% (1168.92 hectáreas), clasificado con el grado Bajo 28°C a 31°C, como se muestra en el mapa.

Mapa 96. Amenaza peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



Fuente: CentroGeo, 2024

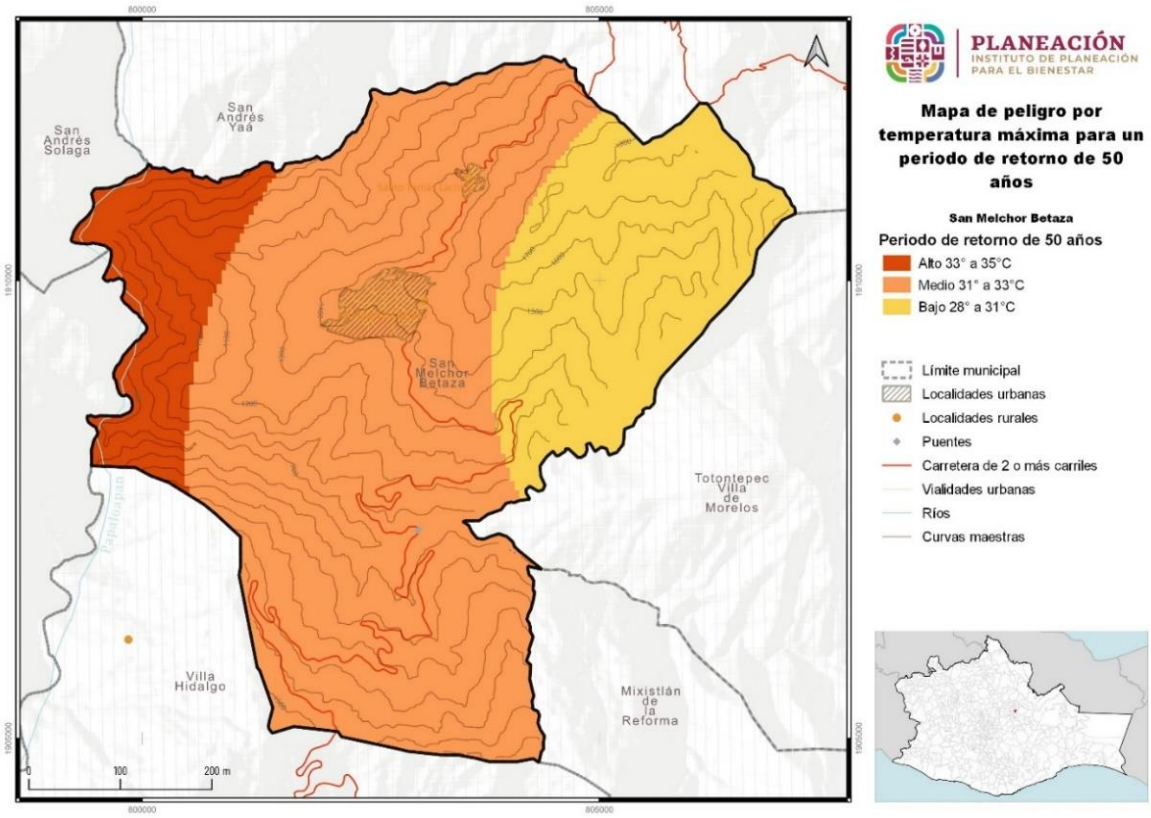
En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Medio 31°C a 33°C,** en el territorio que comprende este grado se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 25 años significa que podrá ser afectada 4 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.9.6 Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 50 años

En las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 10.97% (374.49 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado Alto 33° a 35°C; con un 65.22% (2225.96 hectáreas), clasificado con un grado **Medio 31° a 33°C**; y con 23.81% (812.76 hectáreas), clasificado con el grado Bajo 28°C a 31°C, como se muestra en el mapa.

Mapa 97. Amenaza peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Medio 31°C a 33°C,** en el territorio que comprende este grado se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 50 años significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.9.7 Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 100 años

En las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 100 años **(PR 100 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 32.76% (1118.2 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado Alto 33° a 35°C; con un 49.68% (1695.56 hectáreas), clasificado con un grado **Medio 31° a 33°C**; y con 17.56% (599.45 hectáreas), clasificado con el grado Bajo 28°C a 31°C, como se muestra en la tabla.

Tabla 90. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años

Temperaturas máximas (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto 33° a 35°C	1118.2	32.76
Medio 31° a 33°C	1695.56	49.68
Bajo 28° a 31°C	599.45	17.56

Fuente: CentroGeo, 2024

V.2.10 Ondas gélidas

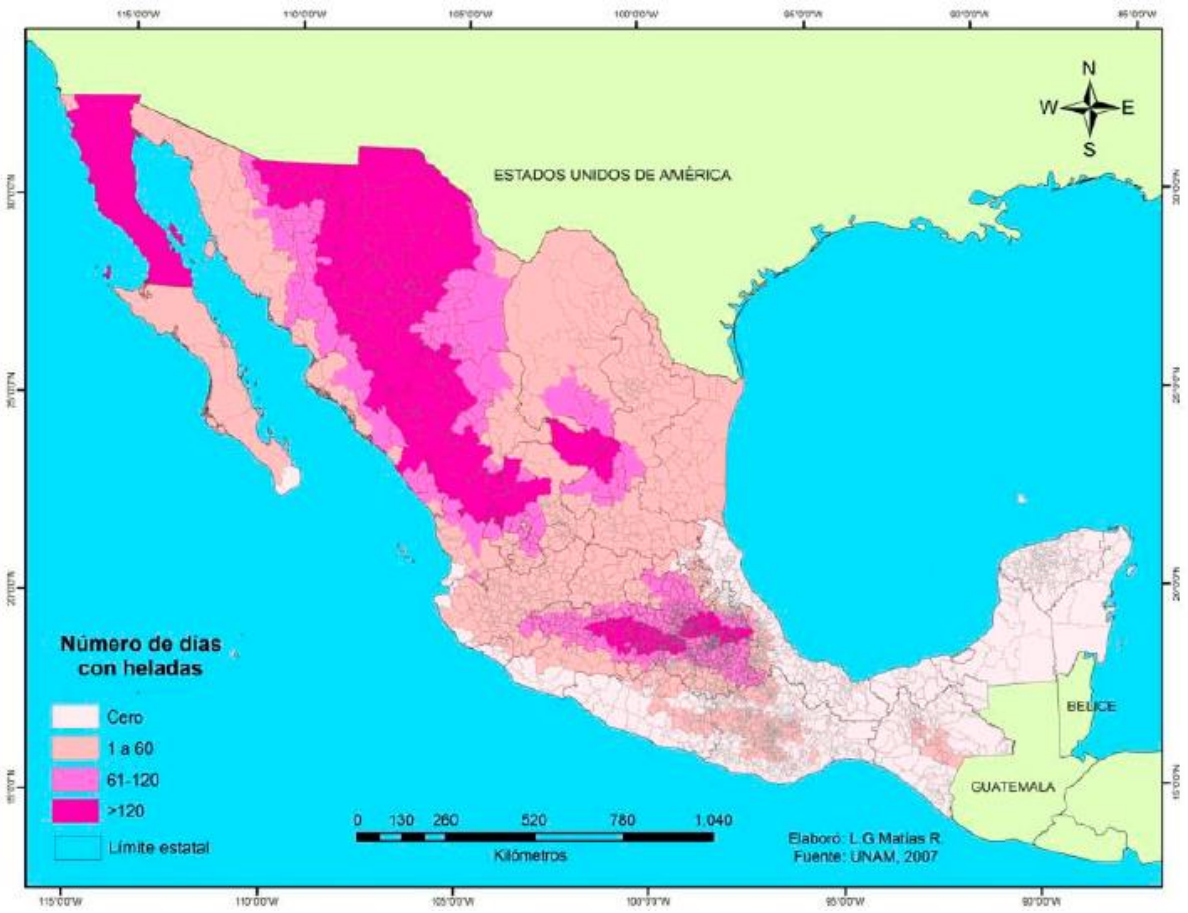
Los frentes fríos corresponden a la porción delantera de una masa polar, transportan aire frío que en su avance hacia el sur interacciona con aire caliente, se caracterizan por fuertes vientos, nublados y precipitaciones si la humedad en la atmósfera es suficiente. Los efectos de los frentes fríos sobre la población están relacionados con descensos abruptos de temperatura, heladas y en ocasiones nevadas en sierras, cerros altos y volcanes. Es común que durante el paso de uno de estos frentes se formen ondas gélidas u ondas de frio, las cuales se definen como un fuerte enfriamiento del aire (helada de irradiación) o una invasión de aire muy frío (helada de advección) que se extiende sobre un amplio territorio. Su desarrollo es breve de 3 a 4 días, aunque se puede prolongar a una semana. Este fenómeno representa un riesgo para la población debido a que origina enfermedades en las vías respiratorias, incrementando la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebes, ancianos y personas en situación de alta marginación.

Al igual que en el apartado de nevadas, el municipio por su ubicación geográfica y a las condiciones climáticas que predominan en la región, no favorecen la acumulación de bajas temperaturas y por ende no permiten periodos prolongados de frío extremo que se caracteriza por un frío persistente que dura varios días o incluso semanas. Además, la presencia de masas de aire cálido y sistemas de alta presión limitan la presencia de frentes fríos intensos, que son esenciales para el descenso de la temperatura.

Mientras que las ondas u olas gélidas son eventos de muy baja temperatura, junto con los vientos secos y fríos del norte que provocan sensaciones térmicas excesivas en la gente, dando lugar a un clima que parece aún más frío de lo que es, como se muestra en la figura.

Mientras que las ondas u olas gélidas son eventos de muy baja temperatura, junto con los vientos secos y fríos del norte que provocan sensaciones térmicas excesivas en la gente, dando lugar a un clima que parece aún más frío de lo que es, como se muestra en la figura.

Mapa 98. Ondas Gélidas



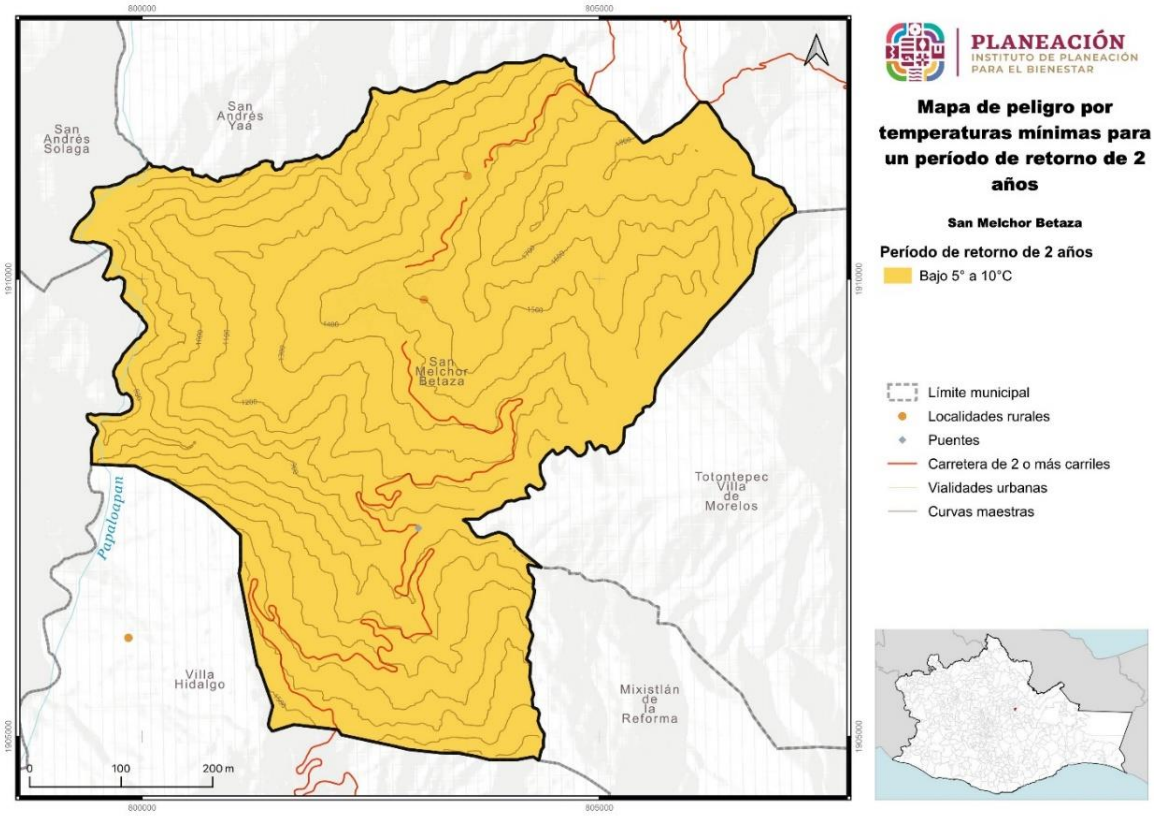
En el municipio se presenta el fenómeno con un mínimo de días con ondas gélidas, por lo que el grado de peligro es **Bajo.**

V.2.10.1. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 2 años

En las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 2 años **(PR 2 años)**, en este lapso se estima que el 100% (3408 hectáreas) del

territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas mínimas, clasificado con un grado **Bajo 5°C a 10°C**, como se muestra en el mapa.

Mapa 99. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Bajo 5°C a 10°C,** en el territorio que comprende este grado se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

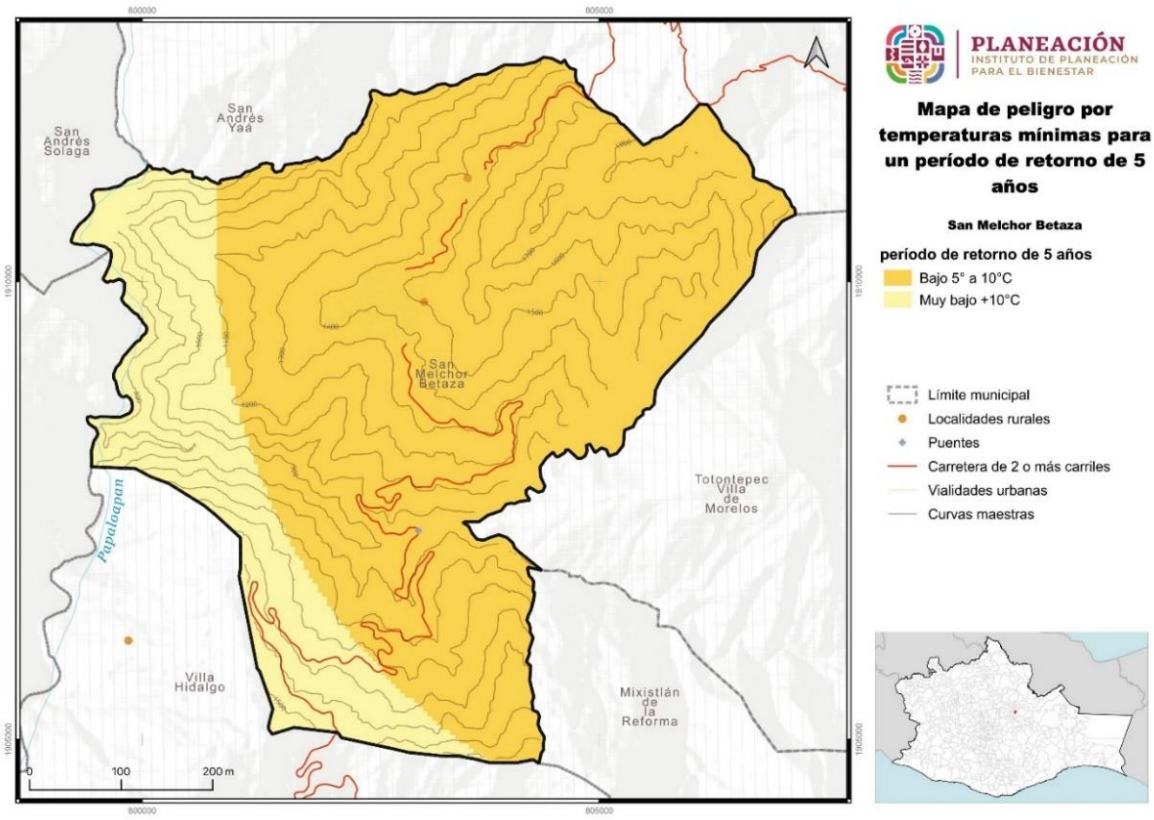
Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 2 años significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.10.2. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 5 años

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 5 años **(PR 5 años)**, en este lapso se estima que el 78.39% (2671.55

hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado **Bajo 5° a 10°C**; con un 21.61% (736.65 hectáreas), clasificado con un grado Muy Bajo + 10°C, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 100. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Bajo 5°C a 10°C,** en el territorio que comprende este grado se ubican la cabecera municipal San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá.

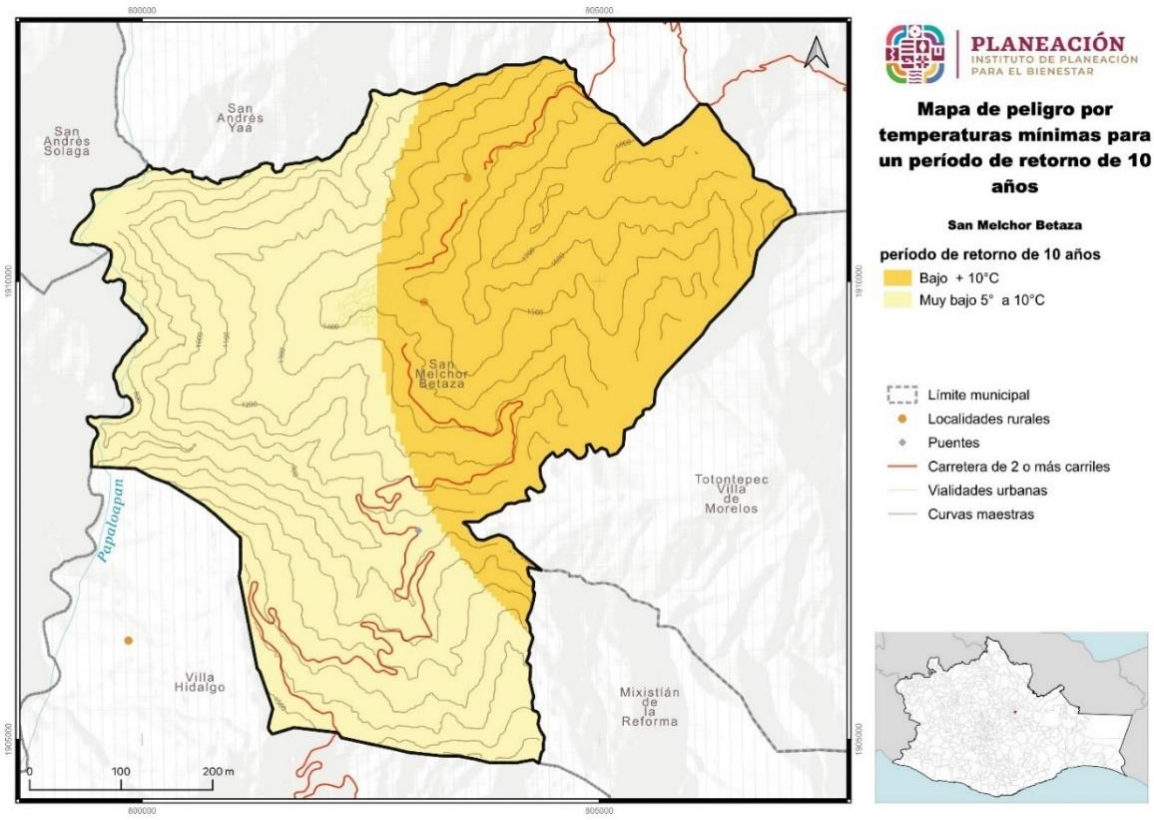
Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 5 años significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.10.3. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 10 años

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 10 años **(PR 10 años)**, en este lapso se estima que el 45.13% (1538

hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado Bajo + 10°C; con un 54.87% (1870 hectáreas), clasificado con un grado **Muy Bajo 5°C a 10°C**, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 101. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Bajo 5°C a 10°C,** en el territorio que comprende este grado se ubica aproximadamente un 60% de zona urbana de la cabecera municipal; para la zona de peligro catalogada como **Bajo 5°C a 10°C**, se ubica el 40% restante de la zona urbana de San Melchor Betaza y en su totalidad Santo Tomás Lachitá.

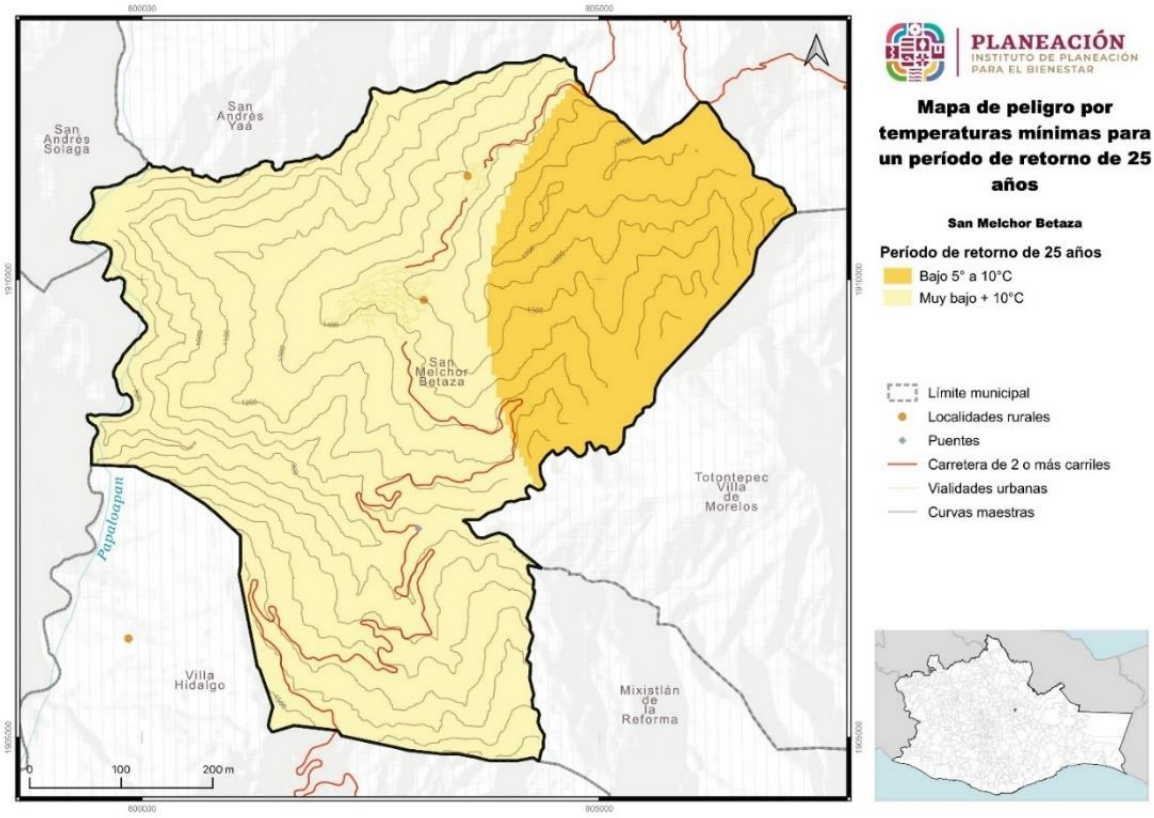
Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 10 años significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.10.4. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 25 años

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso se estima que el 25.41% (865.91

hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado Bajo 5°C a 10°C; con un 74.59% (2542.29 hectáreas), clasificado con un grado **Muy Bajo + 10°C**, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 102. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



Fuente: CentroGeo, 2024

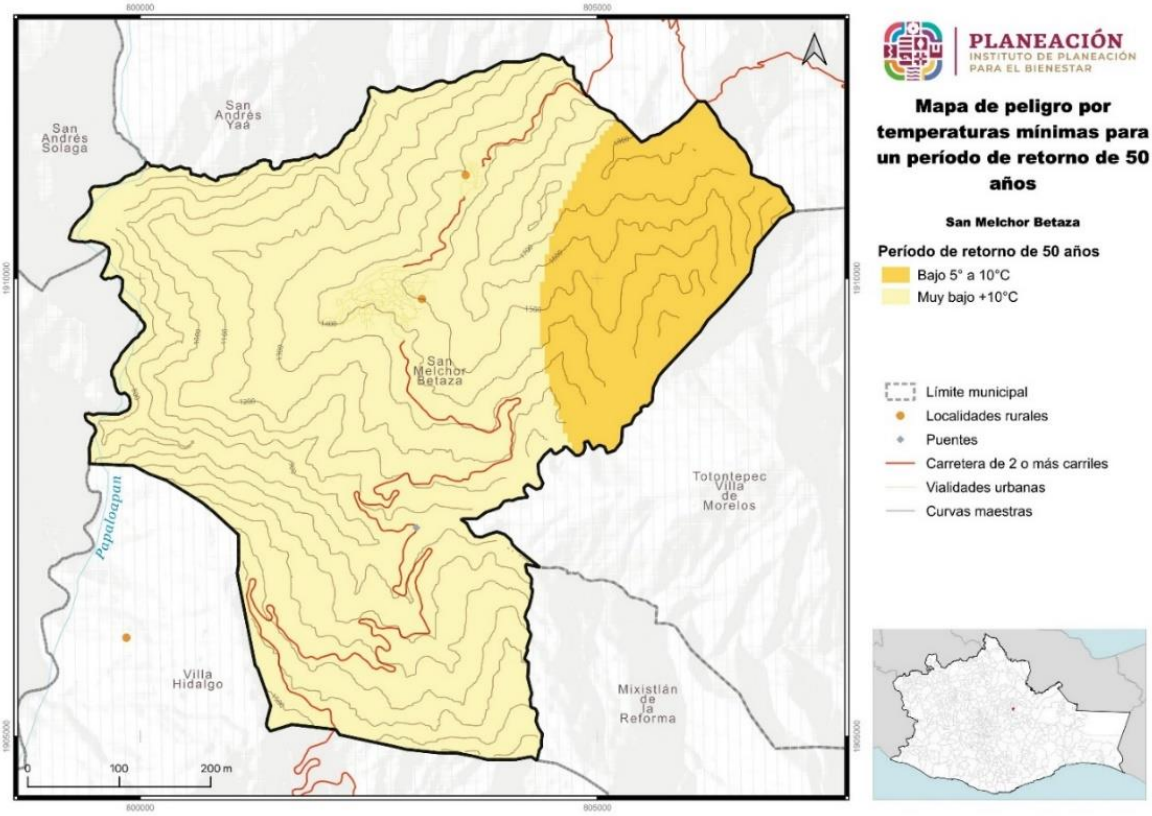
En el mapa anterior se aprecia que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Bajo + 10°C,** en el territorio que comprende este grado se ubica la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá; para la zona de peligro catalogada como **Bajo 5°C a 10°C**, se ubica el restante del territorio. Una localidad donde el periodo de retorno indicado de 25 años significa que podrá ser afectada 4 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.10.5. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 50 años

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso se estima que el 17.9% (610 hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado Bajo 5°C a 10°C; con un

82.1% (2798 hectáreas), clasificado con un grado **Muy Bajo + 10°C**, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 103. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Bajo + 10°C,** en el territorio que comprende este grado se ubica la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá que para este periodo se extiende más; para la zona de peligro catalogada como **Bajo 5°C a 10°C**, se reduce en hectáreas de afectación y se ubica el restante del territorio.

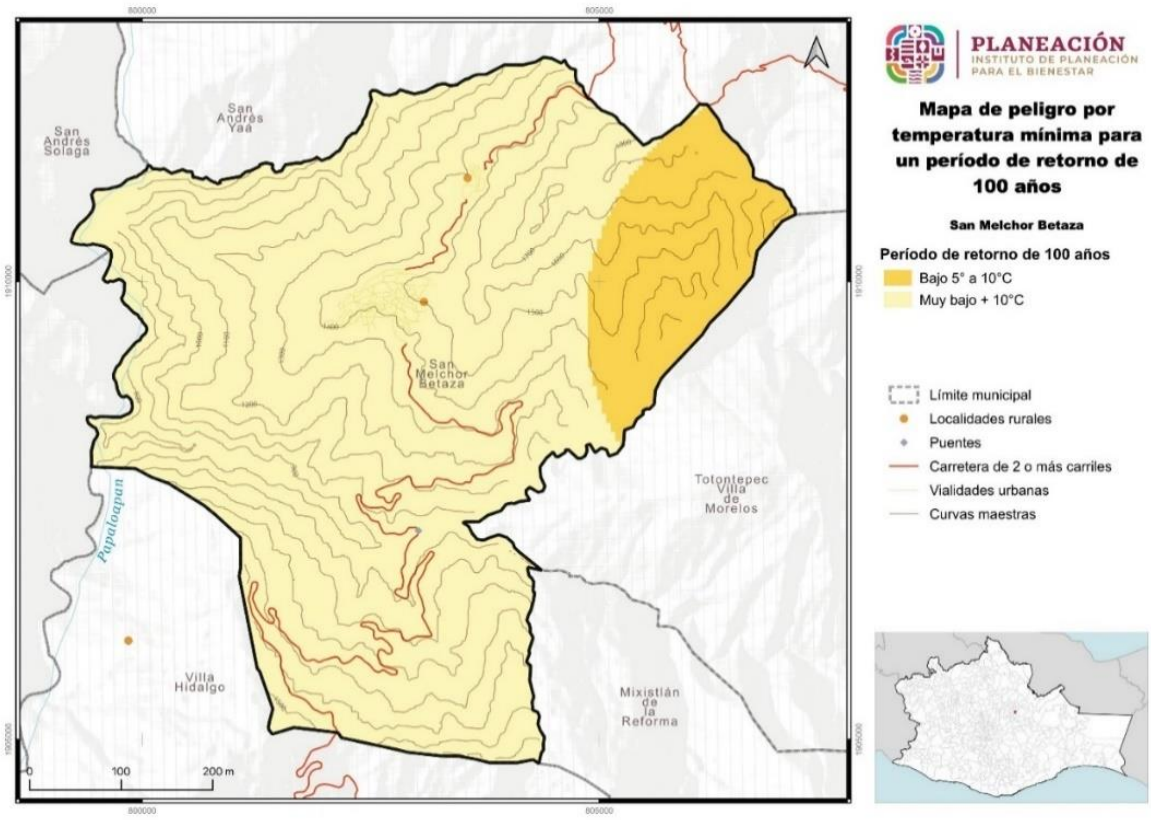
Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 50 años significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.10.6. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 100 años

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 100 años **(PR 100 años)**, en este lapso se estima que el 12.68% (432.1

hectáreas) del territorio en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas, clasificado con un grado Bajo 5°C a 10°C; con un 87.32% (2976.1 hectáreas), clasificado con un grado **Muy Bajo + 10°C**, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 104. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Bajo + 10°C,** en el territorio que comprende este grado se ubica la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá que para este periodo se extiende más aún que el de período de retorno de 50 años; para la zona de peligro catalogada como **Bajo 5°C a 10°C**, se reduce en hectáreas de afectación y se ubica el restante del territorio.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 100 años significa que podrá ser afectada 1 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Melchor Betaza.

V.2.11 Heladas

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. Se caracterizan por la cubierta de hielo, que 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. Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el sector agrícola. Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío.

Las heladas no tienen un patrón anual ni una frecuencia definida; existiendo años sin presentarse y otros en que suceden tres o más eventos en un mismo invierno.

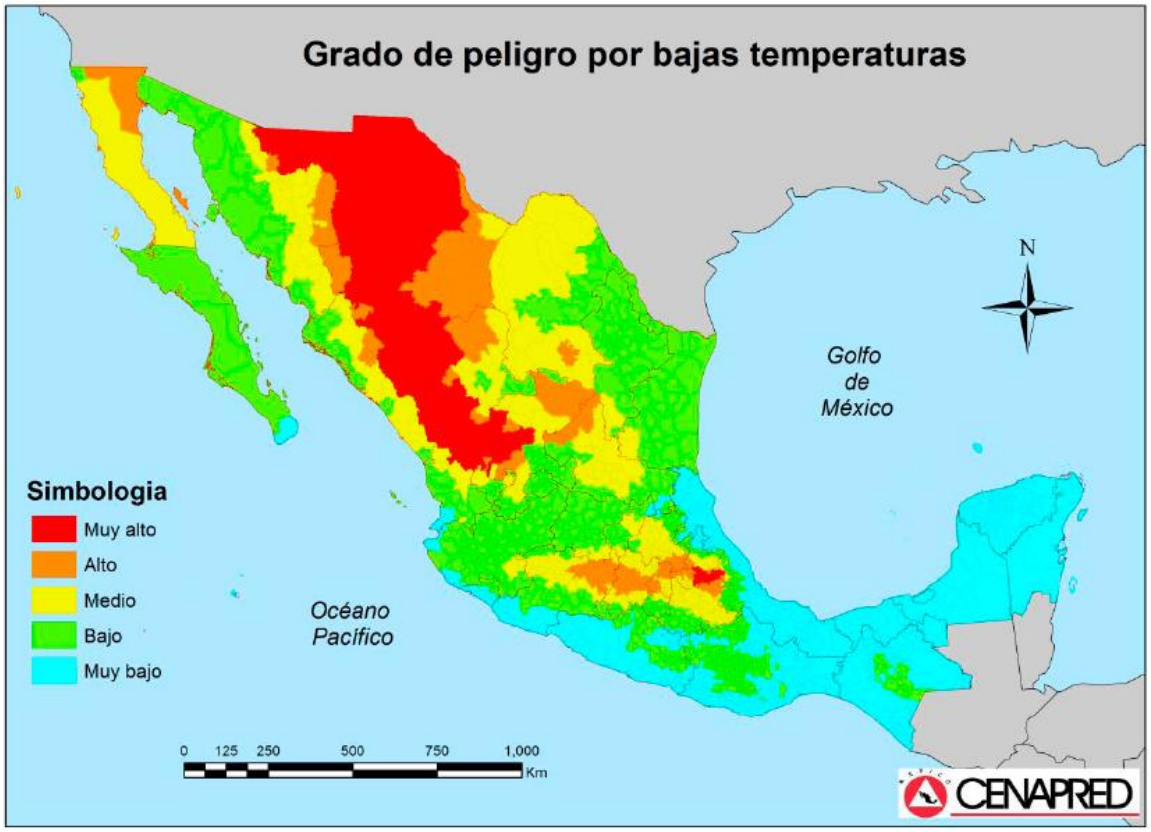
Tabla 91. Efectos ambientales por Heladas

Efectos Ambientales por Heladas		
Temperaturas	**Designación**	**Vulnerabilidad**
0°C a -3.5°C	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad, el ambiente se torna blanco por la escarcha.
-3.6°C a -6.4°C	Moderada	Los pastos, hierbas y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café en su follaje. Aparecen los problemas de enfermedades en los humanos, principalmente de vías respiratorias.
-6.5°C a -11.5°C	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles frutales. Se dañan (rompen) tuberías de agua poa aumento de volumen del hielo. Se incrementan enfermedades respiratorias, existiendo decesos por hipotermia.
<-11.5°C	Muy Severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños son elevados en algunas zonas tropicales.

Tabla 92. Umbrales de temperatura

Asignación de valores para el número de días con heladas			
Número de días con heladas	Valor	Ihel	Categoría
>120	3	0.5	Alta
61 – 120	2	0.375	Media
1 – 60	1	0.25	Baja
cero	0	0.125	Muy baja o nula

Mapa 105. Peligro por bajas temperaturas



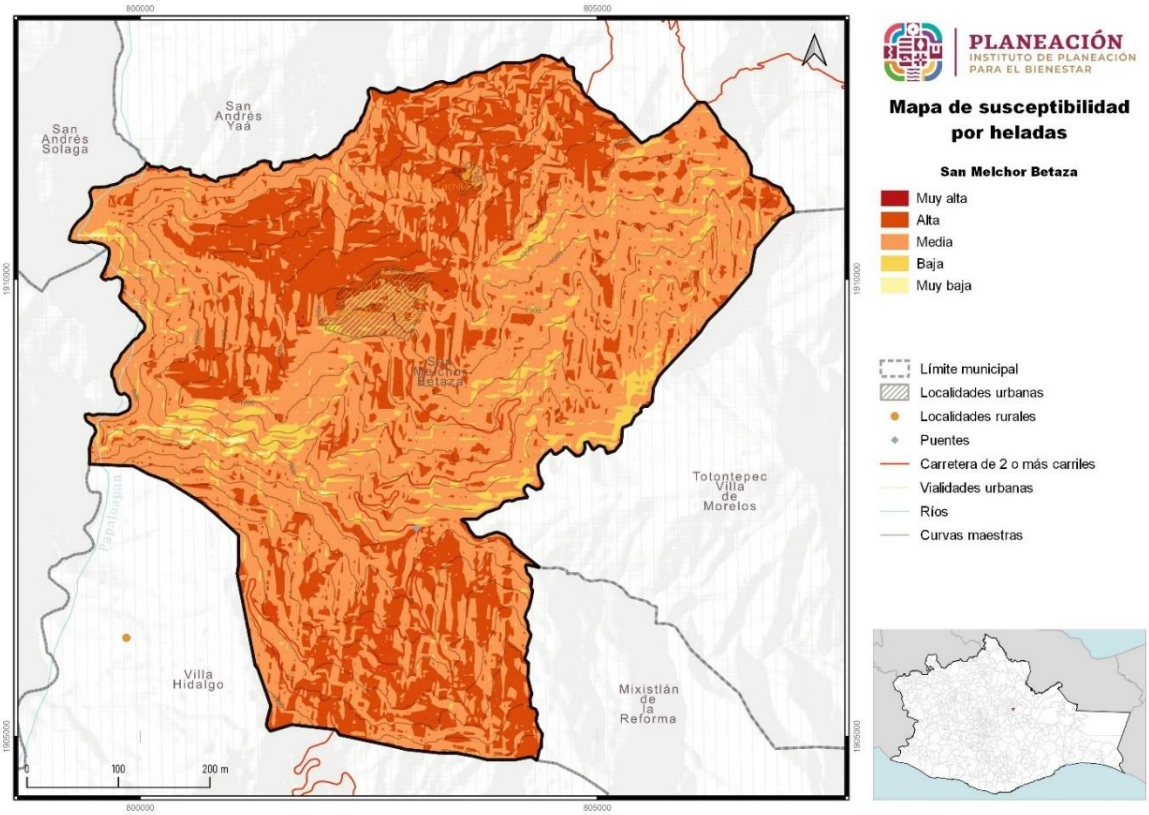
V.2.11.1. Susceptibilidad por heladas en el municipio

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Para la susceptibilidad de peligro por heladas en San Melchor Betaza estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por heladas, clasificado como nivel Muy Alta con 0.009% (2.99 hectáreas); con un 31.59% (1078.24 hectáreas), clasificado con un nivel **Alto**; con 62.57% (2135.69 hectáreas) en un grado **Medio**; con

5.57% (190.03 hectáreas) en un grado Baja; y con 0.18% (6.27 hectáreas) en un grado Muy Baja, tal como se muestra en el mapa.

En el siguiente mapa se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Media,** en el territorio que comprende este grado se ubica la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá.

Mapa 106. Susceptibilidad por heladas en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.2.12 Tornados

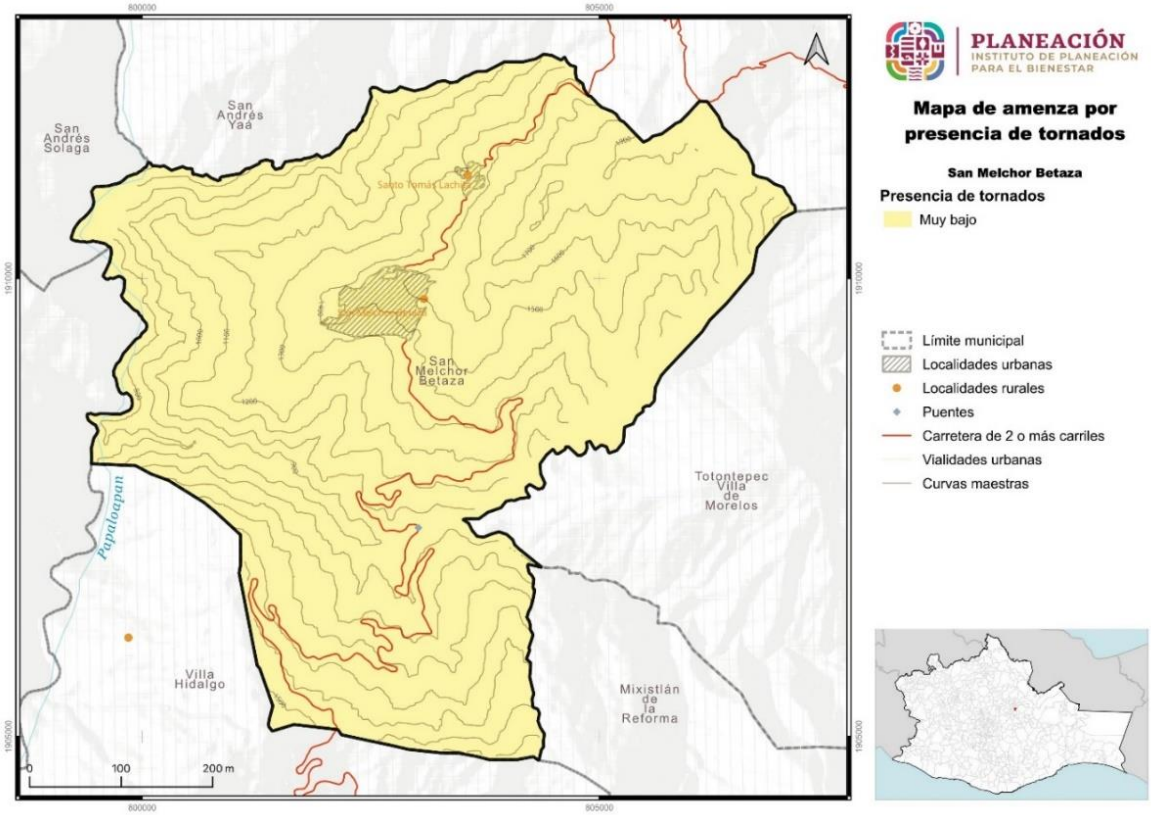
Un tornado se define como la perturbación atmosférica más violenta, se origina en la base de una nube de tormenta cuando dos masas de aire de diferente temperatura, humedad y velocidad chocan entre sí formando una gran inestabilidad, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. Los tornados o remolinos de aire en forma de embudo, los cuales se generan desde la base de una nube conocida como cumulonimbus y de ahí se extienden hasta tocar el suelo; el aire gira a tal velocidad que sus fuertes vientos pueden arrancar árboles, postes, destruir viviendas e incluso volcar vehículos de carga. La velocidad de sus vientos puede variar desde los 100 km/h hasta más de 450 km/h, su duración va desde algunos minutos hasta horas; el

diámetro promedio de los tornados es de 250m, oscilando entre los 100m y 1 km. La intensidad de los tornados se mide utilizando la escala conocida como “Escala Fujita Mejorada”, la cual va del nivel cero al cinco (EF-0 a EF-5).

La probabilidad de ocurrencia de un tornado en México se extiende a todo el territorio, sin embargo, los más fuertes han tenido presencia en el norte del país, generalmente los tornados se desarrollan entre marzo y junio en el norte y el noreste de la República Mexicana, es decir, en Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, sin embargo, también se han registrado en Veracruz, Hidalgo, Estado de México y Chiapas, aunque podrían ocurrir en cualquier otro mes y sitio.

V.2.12.1. Amenaza por vientos fuertes y tornados en el municipio

Mapa 107. Amenaza por presencia de tornados en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

En el caso de amenaza por vientos fuertes y tornados, el 100% del territorio municipal está clasificado como grado **Muy Baja**, por lo que las 3408.2 hectáreas, son las que no están expuestas al riesgo de ser afectadas, como se presenta en el mapa correspondiente.

V.3 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos químico-tecnológicos

V.3.1 Sustancias peligrosas

De acuerdo con la International Social Security Association (ISSA), las sustancias peligrosas son todos aquellos líquidos, gases o sustancias sólidas que perjudican la salud o la seguridad de los trabajadores.

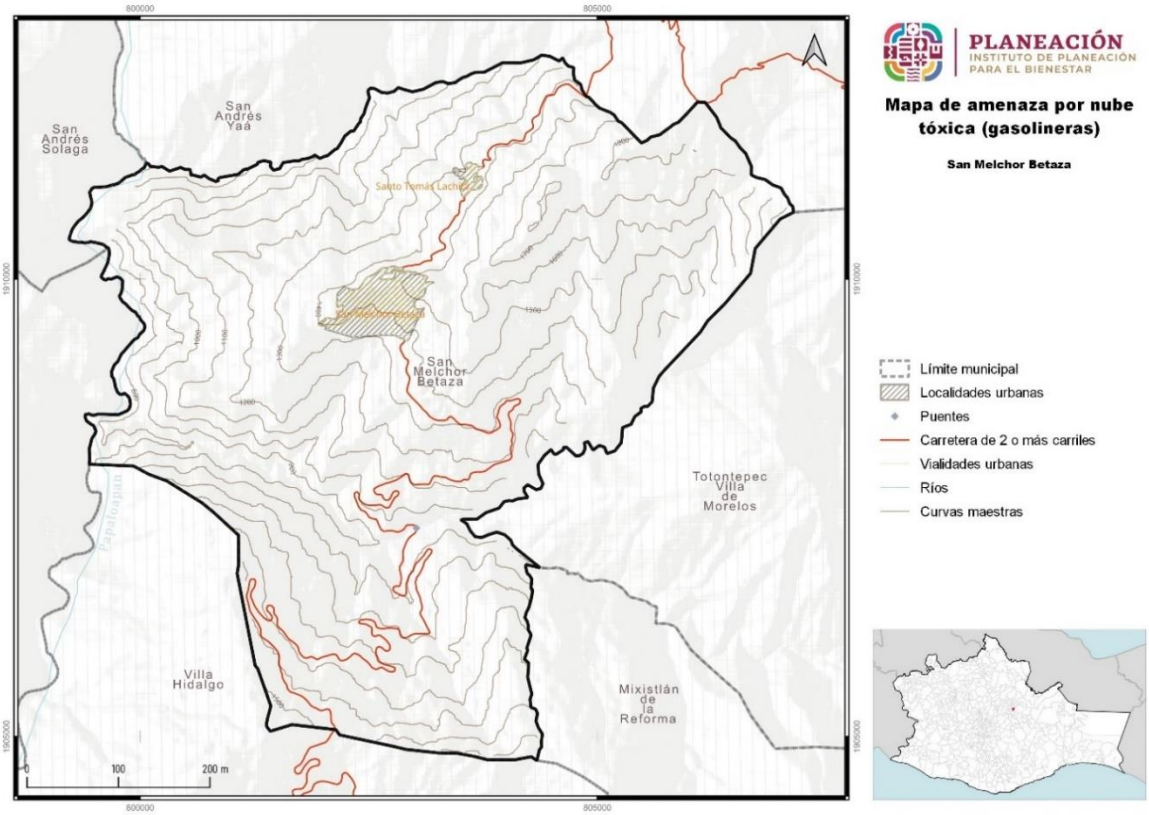
Por lo que las sustancias peligrosas se refieren a aquellos materiales o compuestos químicos que, debido a sus características fisicoquímicas, representan un riesgo potencial para la salud humana y el medio ambiente. Entre las que se pueden encontrar mas no limitar a:

- Sustancias Inflamables: como gasolina, diésel, alcohol y otros solventes que puedan arder o explotar.
- Sustancias Corrosivas: Ácidos y bases fuertes capaces de corroer metales o dañar la piel al contacto.
- Sustancias Reactivas: Químicos que pueden causar reacciones violentas, como explosiones, al mezclarse con otros químicos o al estar expuestos a calor, presión o choque.
- Sustancias Tóxicas: Compuestos que pueden causar daños a la salud o la muerte cuando se inhalan, se ingieren o entran en contacto con la piel.
- Sustancias Oxidantes: Como los peróxidos, que pueden causar o intensificar un fuego.
- Sustancias Radiactivas: Materiales que emiten radiación ionizante y pueden ser perjudiciales para la salud.
- Bio peligrosos: Incluyen materiales biológicos que pueden causar enfermedades en seres humanos o animales.
- Eco-tóxicos: Sustancias que pueden causar daños graves a los ecosistemas, como pesticidas o herbicidas.

V.3.1.1 Amenaza por flujo sustancias peligrosas

Los depósitos de combustible y suministro (gasolina, diésel) establecidas en el Municipio están identificadas y siendo caso de estudio de análisis de riesgo para determinar las zonas de impacto de su entorno por incendio/explosión y derrame, como se muestra en el mapa de las ubicaciones de las estaciones de servicio.

Mapa 108. Amenaza por nube tóxica (gasolineras)



Fuente: CentroGeo, 2024

En el Municipio de San Melchor Betaza, los flujos de sustancia peligrosas no se presentan en el municipio, por lo que este fenómeno tiene un grado de peligro **Bajo**.

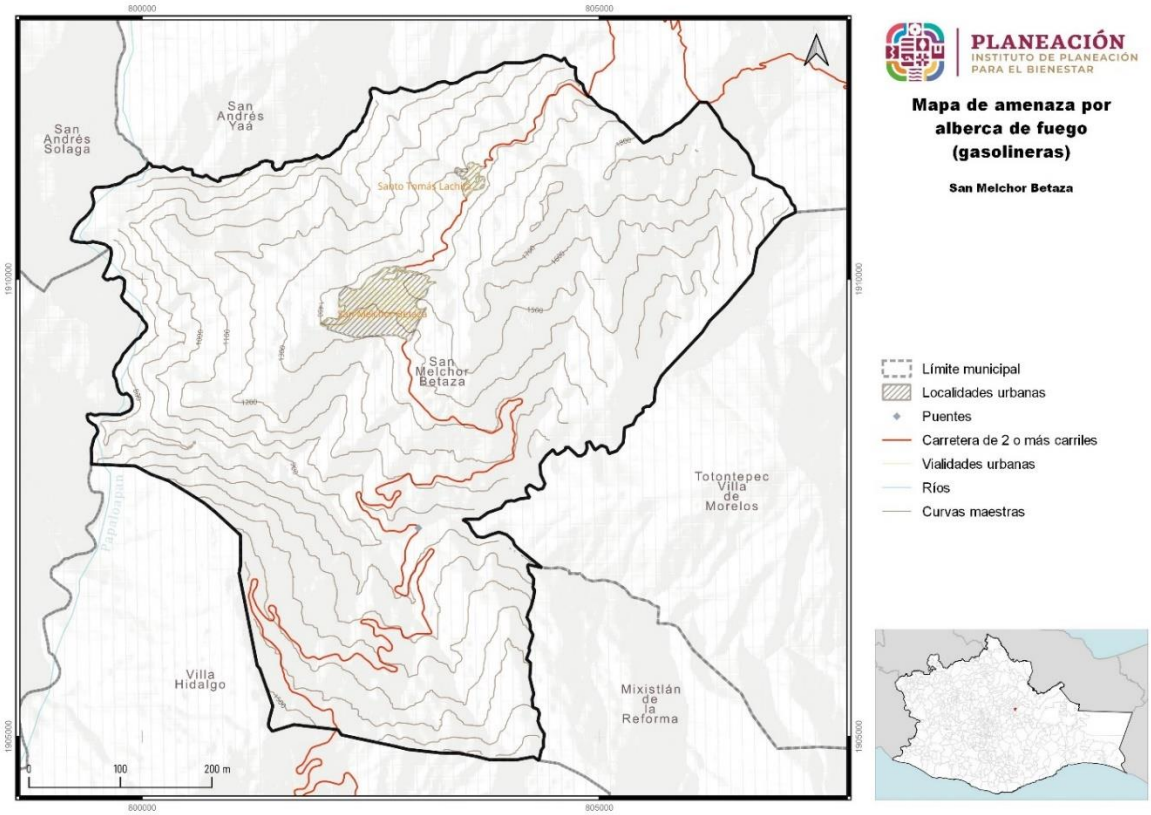
V.3.1.2 Amenaza por derrame de sustancias peligrosas

En el Municipio de San Melchor Betaza, la amenaza por derrame de sustancias peligrosas no se presenta en el municipio, por lo que este fenómeno tiene un grado de peligro **Bajo**.

V.3.1.3 Amenaza por explosión de sustancias peligrosas

Los depósitos de combustible y suministro (gasolina, diésel) establecidas en el Municipio están siendo identificadas y siendo caso de estudio de análisis de riesgo para determinar las zonas de impacto de su entorno por incendio/explosión y derrame, de momento no hay estaciones de servicio.

Mapa 109. Amenaza por alberca de fuego (gasolineras)



Fuente: CentroGeo, 2024

En el Municipio de San Melchor Betaza, la amenaza por explosión de sustancias peligrosas (alberca de fuego) no se presenta en el municipio, por lo que este fenómeno tiene un grado de peligro **Muy bajo.**

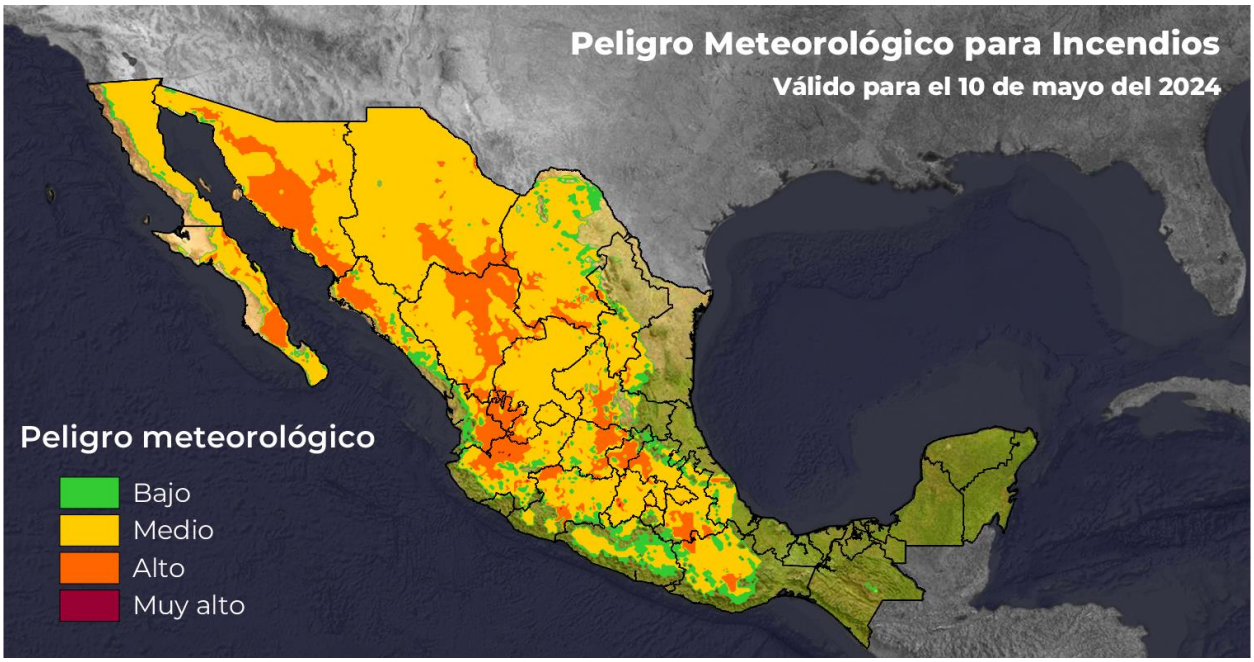
V.3.1.4 Amenaza por transporte de sustancias peligrosas

En el Municipio de San Melchor Betaza, la amenaza por transporte de sustancias peligrosas no se presenta en el municipio, por lo que este fenómeno tiene un grado de peligro **Muy bajo**.

V.3.2 Incendios forestales

Los incendios forestales ocurren de manera natural en muchos ecosistemas boscosos de México y el mundo; forman parte importante de su dinámica natural de regeneración. Bajo condiciones naturales, los bosques son capaces de amortiguar los impactos del fuego y, después de un tiempo, regresar a un estado similar al que se encontraban antes del incendio. En la figura se observa el grado de peligro para incendio, para la ubicación del municipio le corresponde un grado Medio.

Mapa 110. Peligro meteorológico para incendio



Fuente: Subgerencia de Monitoreo Atmosférico Ambiental

Aunque en muchos casos el origen de los incendios es natural, un número importante de ellos se asocia a actividades humanas, entre las que destacan el uso del fuego en las prácticas agropecuarias para la habilitación de terrenos cultivables o de pastoreo, la quema de basura o las fogatas no controladas.

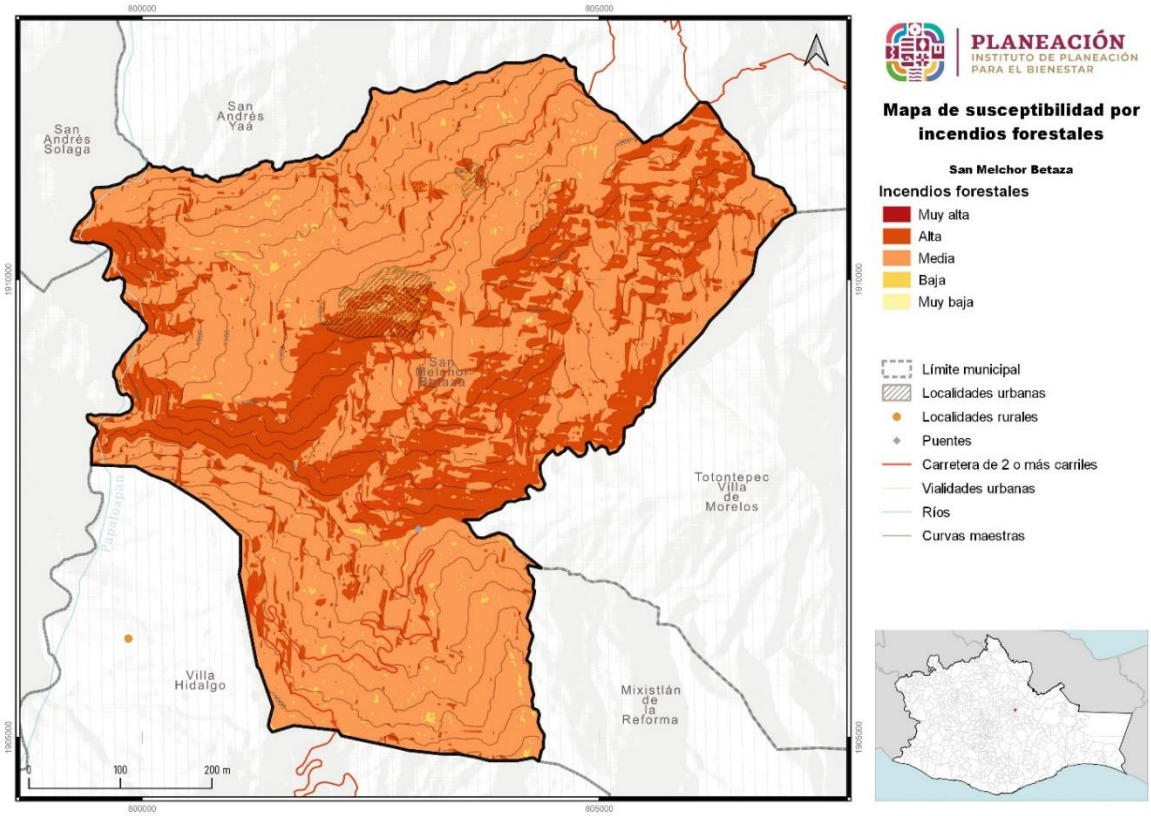
Actualmente, es cada vez más frecuente que los incendios forestales ocurran en zonas en donde antes no se registraban o incluso se produzcan con mayor intensidad. Bajo estas circunstancias, pueden provocar la degradación de los ecosistemas, además de la pérdida de vidas humanas, infraestructura y de cuantiosas pérdidas económicas. En muchos de estos casos, la recuperación de los bosques y otros ecosistemas puede ser muy lenta o, incluso, imposible de alcanzarse.

En el Municipio de San Melchor Betaza, la amenaza por peligro meteorológico de incendio tiene un grado de peligro **Medio**.

V.3.2.1 Susceptibilidad por incendios forestales

Para el caso de la Susceptibilidad de incendios forestales, el grado Muy Alto; afecta a un 0.01% (0.01 hectáreas); con 29.82% (1017.09 hectáreas) clasificado con un grado Alto; con 69.13% (2357.59 hectáreas) clasificado con un grado **Media**; con 1.04% (35.48 hectáreas) clasificado con un grado Bajo; superficie de afectación para el territorio municipal, como se presenta en el mapa correspondiente.

Mapa 111. Amenaza susceptibilidad por incendios forestales



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que el 70% de la superficie de la cabecera municipal está en el área de susceptibilidad por incendio forestal catalogada como **Alta,** y un 30% de la cabecera municipal con grado **Medio**, y para Santo Tomás Lachitá en un grado **Medio**.

V.4 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos sanitario-ecológicos

V.4.1 Contaminación del suelo, aire y agua

La contaminación del ambiente es un problema cada vez más relevante en todo el mundo. La actividad humana ha generado una serie de emisiones contaminantes que están afectando seriamente la calidad del aire, agua y suelo, lo que a su vez está teniendo un impacto negativo en la salud humana, la biodiversidad y el clima global.

El fenómeno Sanitario-Ecológico se presenta cuando se producen cambios drásticos en el equilibrio de los ecosistemas y trae consigo consecuencias fatales para las especies más vulnerables del sistema.

Una de las principales causas es la acción patógena de agentes biológicos, así como las plagas y epidemias en sus distintos vectores de transmisión; de igual manera, este fenómeno considera la contaminación como factor de análisis, particularmente lo referente a contaminación del aire, agua y suelo.

V.4.1.1 Amenaza por contaminación del agua

La contaminación del agua es un problema grave que afecta a millones de personas en todo el mundo. Cada año, miles de personas mueren como resultado de enfermedades relacionadas con el agua contaminada. Esta se produce cuando sustancias nocivas como químicos, bacterias y otros contaminantes entran en el agua y la hacen peligrosa para el consumo humano y animal.

Algunas de las fuentes de contaminación son:

1. Biológica: este tipo se produce cuando las bacterias, virus y parásitos entran en el agua y pueden causar enfermedades en los seres humanos y los animales.
2. Química: este tipo se produce cuando sustancias químicas tóxicas entran en el agua y pueden causar problemas de salud en los seres humanos y los animales.
3. Térmica: este tipo se produce cuando se vierte agua caliente en un cuerpo de agua, lo que puede dañar la vida acuática y reducir la cantidad de oxígeno en el agua.
4. Radiactiva: este tipo se produce cuando sustancias radiactivas entran en el agua y pueden causar enfermedades graves como el cáncer.

Algunas de las causas de la contaminación del agua son:

1. Vertidos industriales: las fábricas y las plantas industriales a menudo vierten productos químicos tóxicos en el agua, lo que puede contaminar ríos y arroyos cercanos.
2. Vertidos de aguas residuales: las ciudades y los pueblos a menudo vierten aguas residuales en ríos y lagos cercanos, lo que puede contaminar el agua.
3. Vertidos agrícolas: los productos químicos utilizados en la agricultura pueden entrar en el agua y contaminarla.
4. Derrames de petróleo: los derrames de petróleo pueden causar daños graves al medio ambiente y contaminar el agua.

Efectos en la salud humana

El consumo de agua contaminada puede tener graves consecuencias en la salud humana. Los contaminantes del agua pueden causar enfermedades como la diarrea, el cólera, la fiebre tifoidea, la hepatitis A y la disentería. Estas enfermedades pueden ser graves y a menudo resultan en hospitalización y, en casos extremos, la muerte.

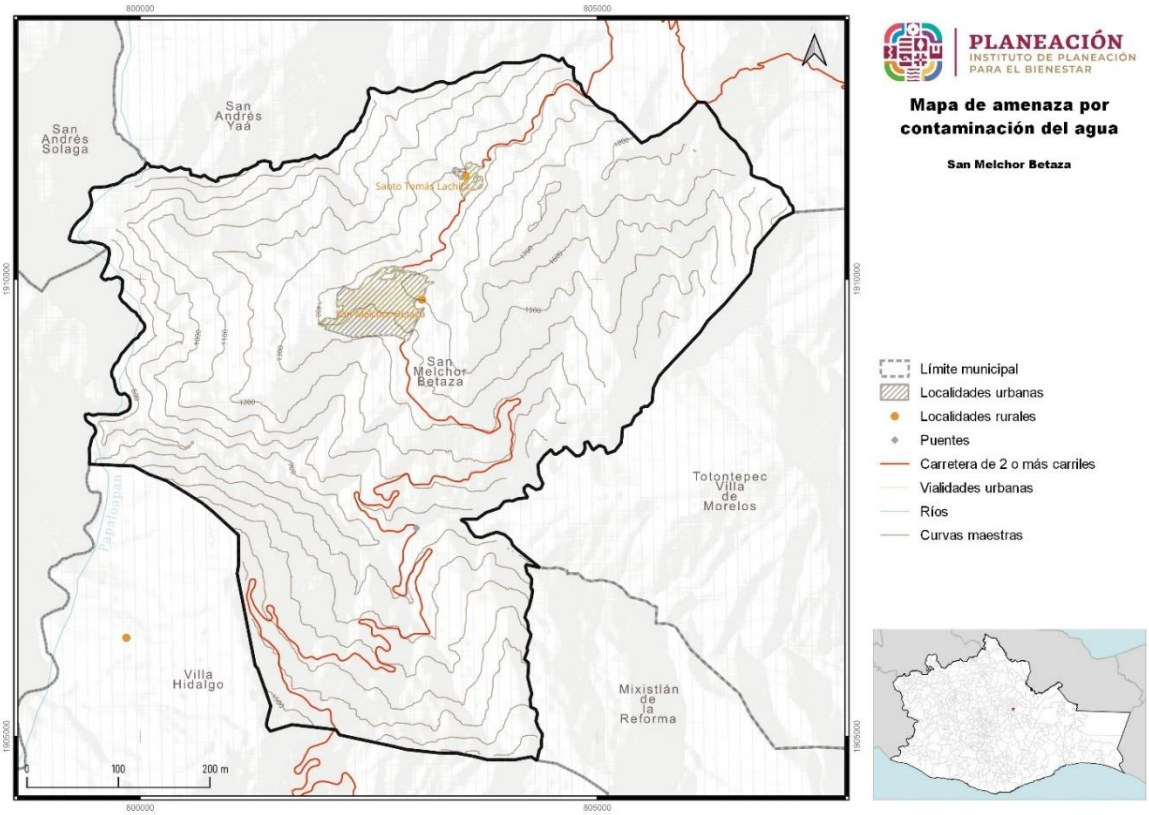
Los niños, las personas mayores y aquellos con sistemas inmunológicos debilitados son especialmente vulnerables a las enfermedades causadas por el agua contaminada. El plomo, el arsénico y el mercurio son algunos de los contaminantes del agua que pueden ser perjudiciales para la salud humana, y pueden causar daño cerebral y nervioso, problemas reproductivos y trastornos del aprendizaje.

Efectos en la agricultura

La agricultura también se ve afectada por la contaminación del agua. Los pesticidas y fertilizantes utilizados en la agricultura pueden filtrarse en los cuerpos de agua y contaminarlos. Esto no solo puede matar la vida acuática, sino también afectar la calidad del agua utilizada para el riego. La contaminación del agua también puede afectar los cultivos y reducir su rendimiento y calidad.

En el mapa se observa que el municipio no es afectado por amenazas de contaminación del agua, lo que quiere decir que este riesgo no aplica para el municipio.

Mapa 112. Amenaza por contaminación del agua



Fuente: CentroGeo, 2024

En el Municipio de San Melchor Betaza, la amenaza por contaminación del agua se presenta en un mínimo grado por efectos de la agricultura en el municipio, por lo que este fenómeno tiene un grado de peligro **Bajo**

V.4.1.2 Amenaza por contaminación del aire

Los principales contaminantes del aire se clasifican en:

- Primarios: son los que permanecen en la atmósfera tal y como fueron emitidos por la fuente. Para fines de evaluación de la calidad del aire se consideran: óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas.
- Secundarios: son los que han estado sujetos a cambios químicos, o bien, son el producto de la reacción de dos o más contaminantes primarios en la atmósfera. Entre ellos destacan oxidantes fotoquímicos y algunos radicales de corta existencia como el ozono.

Los factores contaminantes que han merecido mayor importancia son los siguientes:

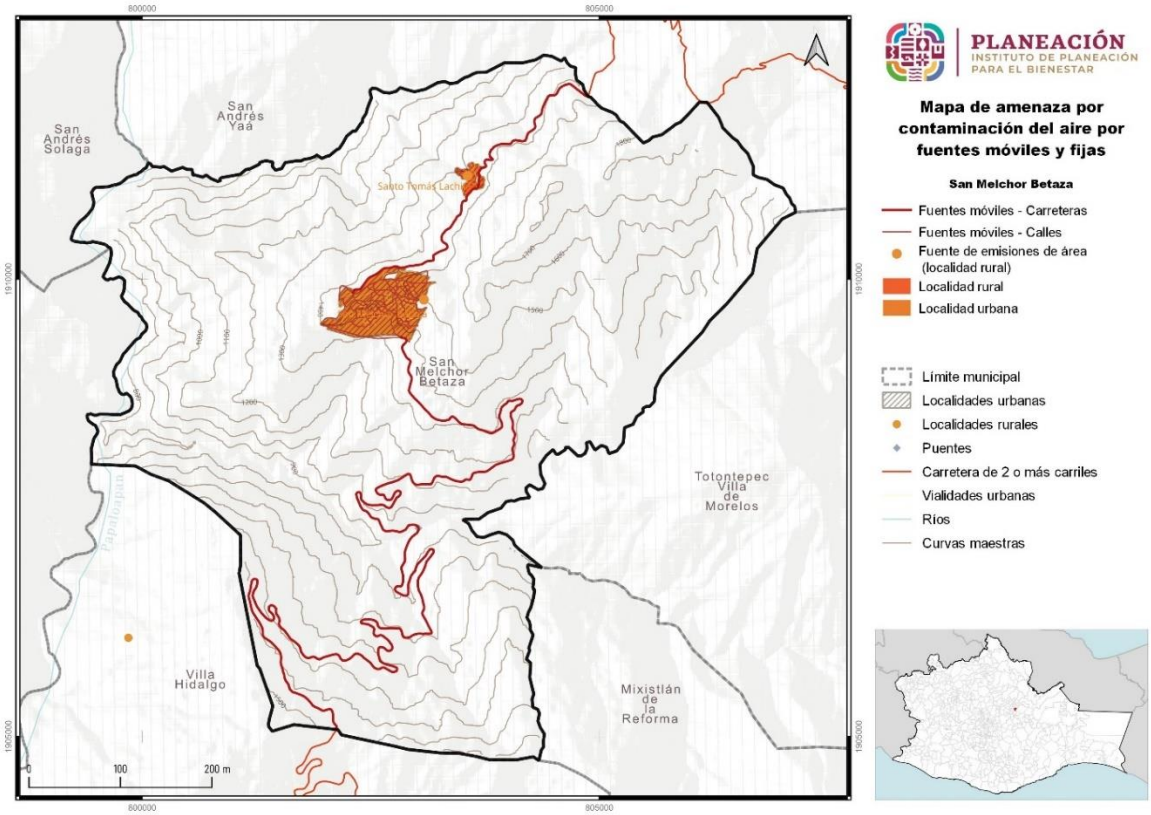
- Compuestos Clorofluorocarbonados (CFC): los equipos de enfriamientos (heladeras, acondicionadores de aire) utilizan estos compuestos y, cuando los equipos tienen pérdidas, estos compuestos son liberados a la atmósfera.
- Ozono (O_3): los equipos que trabajan con tensiones eléctricas altas producen descargas sobre el aire, que hacen que las moléculas de oxígeno reaccionen formando ozono.
- Dióxido de carbono (CO_2): la combustión genera grandes cantidades de este gas.
- Óxidos de azufre y nitrógeno: por combustibles que contengan azufre o nitrógeno, se formarán óxidos de azufre y nitrógeno (también se pueden formar en la combustión a partir del nitrógeno del aire).
- Combustión incompleta: la combustión incompleta forma monóxido de carbono, polvo de carbón en forma de hollín y sustancias orgánicas parcialmente oxidadas.
- La degradación del ambiente en lugares cerrados se produce por mala combustión, humo de cigarrillos, uso de artefactos eléctricos, insecticidas, adhesivos, solventes y otros compuestos orgánicos provenientes de artículos de limpieza.

La contaminación del aire es uno de los mayores problemas ambientales que enfrenta el mundo hoy en día. Afecta tanto a las áreas urbanas como a las rurales, y es causada por una variedad de fuentes, como la quema de combustibles fósiles, las emisiones de vehículos y las actividades industriales.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación del aire es responsable de aproximadamente 7 millones de muertes prematuras cada año en todo el mundo. Además, se ha demostrado que la exposición prolongada a la contaminación del aire aumenta el riesgo de enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón y enfermedades respiratorias crónicas como el asma y la bronquitis.

Los niños y los ancianos son especialmente vulnerables a los efectos de la contaminación del aire. Los niños que viven en áreas con altos niveles de contaminación del aire tienen un mayor riesgo de desarrollar asma y otros problemas respiratorios. Los ancianos, por otro lado, son más propensos a desarrollar enfermedades cardíacas y respiratorias como resultado de la exposición a la contaminación del aire.

Mapa 113. Amenaza por contaminación del aire por fuentes móviles y fijas

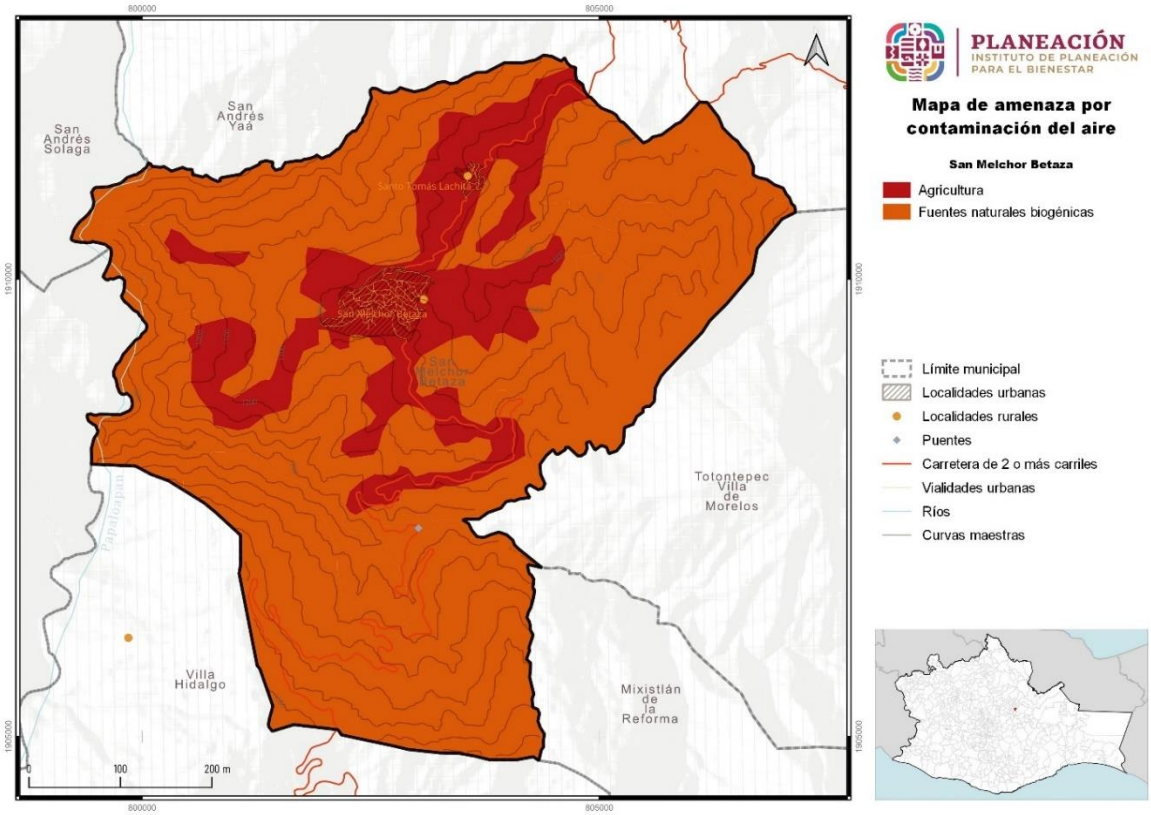


Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa anterior se muestra la amenaza por contaminación del aire por fuentes móviles y fijas; las fuentes móviles se presentan en las vías de comunicación, particularmente por el tránsito de vehículos en las carreteras; se pueden observar las fuentes fijas, generadas en las localidades rurales y urbanas por el uso de leña como combustible

El mapa inferior ilustra visualmente la amenaza relacionada con la contaminación del aire, presentando dos categorías distintas. La primera, denominada ‘agricultura’, la cual se extiende por el centro del municipio, abarcando incluso la zona urbana y Santo Tomás Lachitá. Por otro lado, la segunda categoría, conocida como ‘fuentes naturales biogénicas’, cubre la mayor parte del territorio, alcanzando los límites del municipio. Este análisis cartográfico destaca las áreas críticas y las fuentes de contaminación del aire en la región, proporcionando información crucial para la gestión y la mitigación de riesgos ambientales.

Mapa 114. Amenaza por contaminación del aire



Fuente: CentroGeo, 2024

V.4.1.3 Amenaza por contaminación del suelo

La contaminación del suelo es un problema ambiental grave que afecta a millones de personas en todo el mundo. Se produce cuando se introduce en el suelo sustancias tóxicas que pueden dañar el medio ambiente y la salud humana. Los contaminantes del suelo incluyen una amplia variedad de sustancias, desde productos químicos industriales hasta residuos orgánicos.

Los contaminantes del suelo pueden ser naturales o artificiales. Los contaminantes naturales incluyen elementos como el plomo y el mercurio, que se encuentran naturalmente en el suelo. Los contaminantes artificiales, por otro lado, son producidos por la actividad humana y pueden ser mucho más peligrosos. Algunos ejemplos de contaminantes artificiales incluyen:

1. Pesticidas y herbicidas: son productos químicos utilizados en la agricultura para matar insectos y malezas. Estos productos químicos pueden filtrarse en el suelo y contaminar el agua subterránea.
2. Petróleo y productos derivados: los vertidos de petróleo y los derrames de productos derivados del petróleo son una fuente importante de contaminación

del suelo. El petróleo puede tardar décadas en descomponerse y puede afectar seriamente la calidad del suelo.

3. Metales pesados: los metales pesados, como el plomo, el mercurio y el cadmio, son tóxicos para los seres humanos y pueden ser peligrosos en cantidades elevadas. Estos metales se encuentran a menudo en las pilas y baterías, así como en otros productos industriales.
4. Residuos tóxicos: los residuos tóxicos incluyen sustancias químicas peligrosas como el ácido clorhídrico y el cianuro. Estos residuos se producen a menudo en los procesos industriales y pueden filtrarse en el suelo y contaminar el agua subterránea.

La contaminación del suelo es un problema ambiental que tiene efectos perjudiciales en la salud humana, la biodiversidad y la economía. Los contaminantes del suelo pueden afectar los cultivos, los ecosistemas naturales y los animales que dependen del suelo para sobrevivir. Además, la contaminación del suelo también puede tener un impacto negativo en la calidad del agua potable y en la salud humana.

La contaminación del suelo puede reducir la biodiversidad de los ecosistemas naturales y tener un efecto dominó en la cadena alimentaria. Los contaminantes del suelo pueden dañar la estructura del suelo y reducir su capacidad para sostener la vida vegetal. Como resultado, los animales que dependen de plantas para alimentarse pueden verse afectados y su población puede disminuir.

Además, la contaminación del suelo también puede afectar a los microorganismos que viven en el suelo, como bacterias y hongos. Estos microorganismos son importantes para la descomposición de la materia orgánica y para la formación de nutrientes que son esenciales para el crecimiento de las plantas. Si los microorganismos del suelo se ven afectados por la contaminación, pueden producirse efectos adversos en los ecosistemas naturales.

La contaminación del suelo puede tener un impacto negativo en los cultivos y la agricultura. Los contaminantes del suelo pueden acumularse en los cultivos y pueden ser tóxicos para los animales y humanos que los consumen. Además, los cultivos pueden verse afectados por la contaminación del suelo y producir menos cosechas y de menor calidad.

La contaminación del suelo también puede afectar a los sistemas de riego y al agua utilizada en la agricultura. Los contaminantes del suelo pueden filtrarse en el agua subterránea y contaminar las fuentes de agua utilizadas para el riego. Como resultado, los cultivos pueden absorber los contaminantes del suelo a través del agua utilizada para su riego.

La contaminación del suelo también puede tener efectos perjudiciales sobre la salud humana. Los contaminantes del suelo pueden ser tóxicos para los seres humanos y

pueden causar una serie de problemas de salud, como enfermedades respiratorias, cáncer y otros trastornos.

En la tabla siguiente describe la característica de la degradación del suelo, muy importante a considerar.

Tabla 93. Degradación de suelo

Formas de degradación del suelo	Características
Daños Físicos	Suceden cuando se trabaja repetidamente con equipos pesados en condiciones climáticas húmedas, en los suelos compactados es muy difícil restituir su productividad.
Acumulación salina	Es provocada por la evaporación de agua por efecto del sol en tierras de riego mal drenadas.
Daños biológicos	Se atribuye a los suelos que han perdido los nutrientes indispensables para los vegetales y la materia orgánica que contienen.
Erosión	Consiste en el desprendimiento, transporte y depósito de los materiales del suelo por agentes que causan el intemperismo (viento, agua, temperatura extrema, etc.).
Erosión Geológica	Esta es provocada por los procesos de formación del suelo que lo mantienen en el equilibrio adecuado.
Erosión acelerada	Es inducida por el hombre con severos desequilibrios mediante la destrucción de los agregados del suelo y la eliminación acelerada de partículas minerales y orgánicas, consecuencia de una labranza inadecuada y la extinción de la vegetación natural.
Erosión eólica	Se produce cuando el suelo ha perdido la cubierta vegetal, dejando paso libre al viento, que llega a desplazar hasta 150 toneladas de tierra en una hora.
Erosión Hídrica	Cuando se cultiva sin tomar las debidas precauciones y exponiendo el terreno a la acción de la lluvia.
Contaminación por residuos sólidos	Se presenta en los tiraderos a cielo abierto carentes de planeación e infraestructura que permita un mejor trato y manejo de tales residuos.
Contaminación química	Por el resultado del exceso en el uso de fertilizantes y pesticidas utilizados en los procesos agrícolas y ganaderos.

V.4.2 Epidemias y plagas

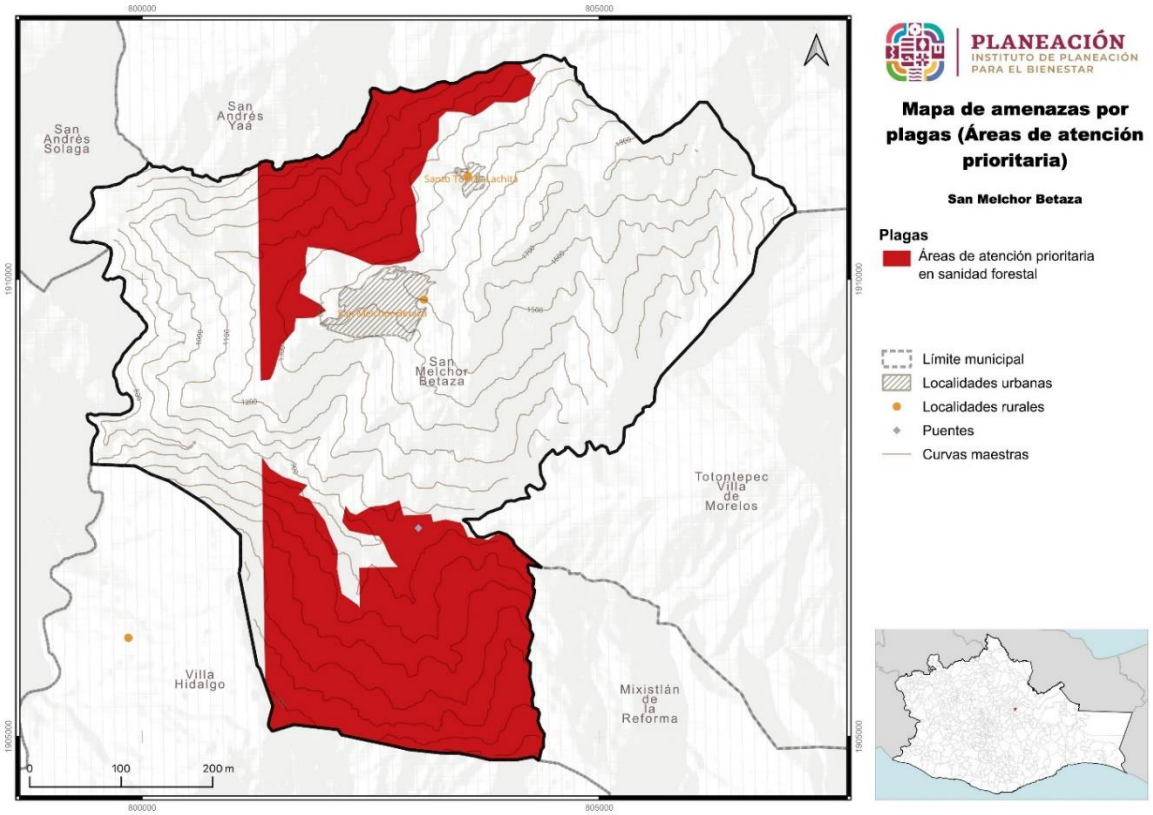
Las epidemias se definen como el incremento considerable de casos de alguna enfermedad infecto-contagiosa y a que su vez tienen un alcance territorial elevado; las epidemias se generan mediante dos mecanismos, por contagio persona a persona y/o la bacteria o el virus se transmiten por aire, agua o alimentos; y a través de vectores como los mosquitos y otros insectos; un ejemplo de esto son el zika, dengue y Chikunguña que en los últimos años ha provocado severos problemas sanitarios, sin olvidar la pandemia SARS-CoV-2 cuyos efectos negativos en la salud, económicos, educativos fue de muy alto impacto, que hoy en día se sigue viviendo el efecto postpandemia.

V.4.2.1 Amenaza por plagas en cultivos (diferenciado por plaga)

Las plagas son organismos con la capacidad de afectar de forma sustancial a las personas o a sus actividades agropecuarias mediante la pérdida de cosechas o la mortandad de animales para consumo humano; el impacto negativo de las plagas radica en la producción de alimentos y por consecuente impacta en el desarrollo económico.

El mapa ilustra visualmente la amenaza relacionada plagas en zonas de atención prioritaria del municipio, no incluye las zonas urbanas ni las rurales. Este análisis cartográfico destaca las áreas críticas y las fuentes relacionadas con plagas en la región, proporcionando información crucial para la gestión y la mitigación de riesgos ambientales.

Mapa 115. Amenaza por plagas (Áreas de atención prioritaria)



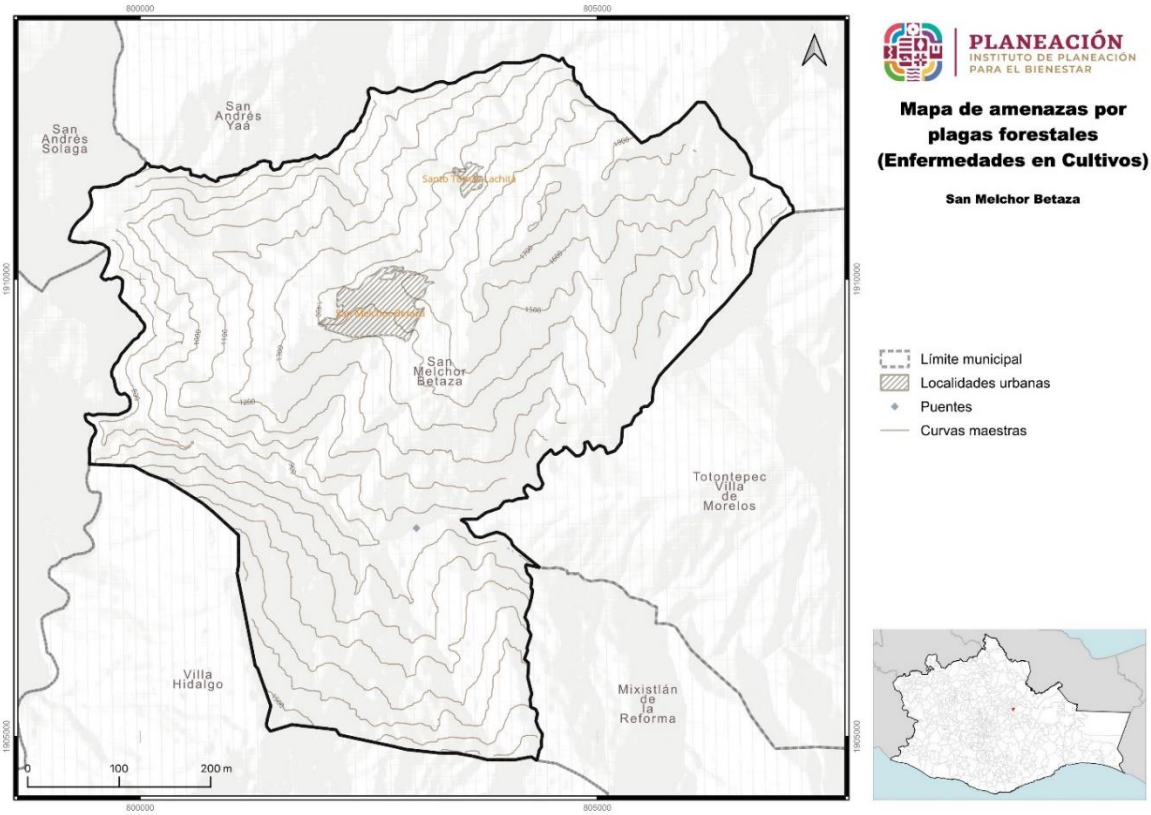
Fuente: CentroGeo, 2024

V.4.2.2 Amenaza por plagas forestales

Con base a información de la Comisión Forestal Nacional (CONAFOR), las áreas determinadas como de atención prioritaria por riesgo de presencia de plagas forestales, fueron del resultado del análisis y combinación de variables bioclimáticas idóneas para la presencia de los principales agentes causales de daño (insectos descortezadores, insectos defoliadores, plantas parásitas, *Scyphophorus acupunctatus, Sphaeropsis sapinea, Xyleborus glabratus, Scolytus mundus, Coptotermes gestroi, Fusarium circinatum, Euplatypus parallelus* y *Coptoborus pseudotenius*), así como de factores de estrés y vulnerabilidad de los ecosistemas forestales que los hacen propensos al ataque de estas plagas.

El mapa ilustra visualmente la amenaza relacionada plagas en zonas de atención prioritaria del municipio, no incluye las zonas urbanas ni las rurales. Este análisis cartográfico destaca las áreas críticas y las fuentes relacionadas con plagas en la región, proporcionando información crucial para la gestión y la mitigación de riesgos ambientales.

Mapa 116. Amenaza por plagas forestales (Enfermedades en cultivos)



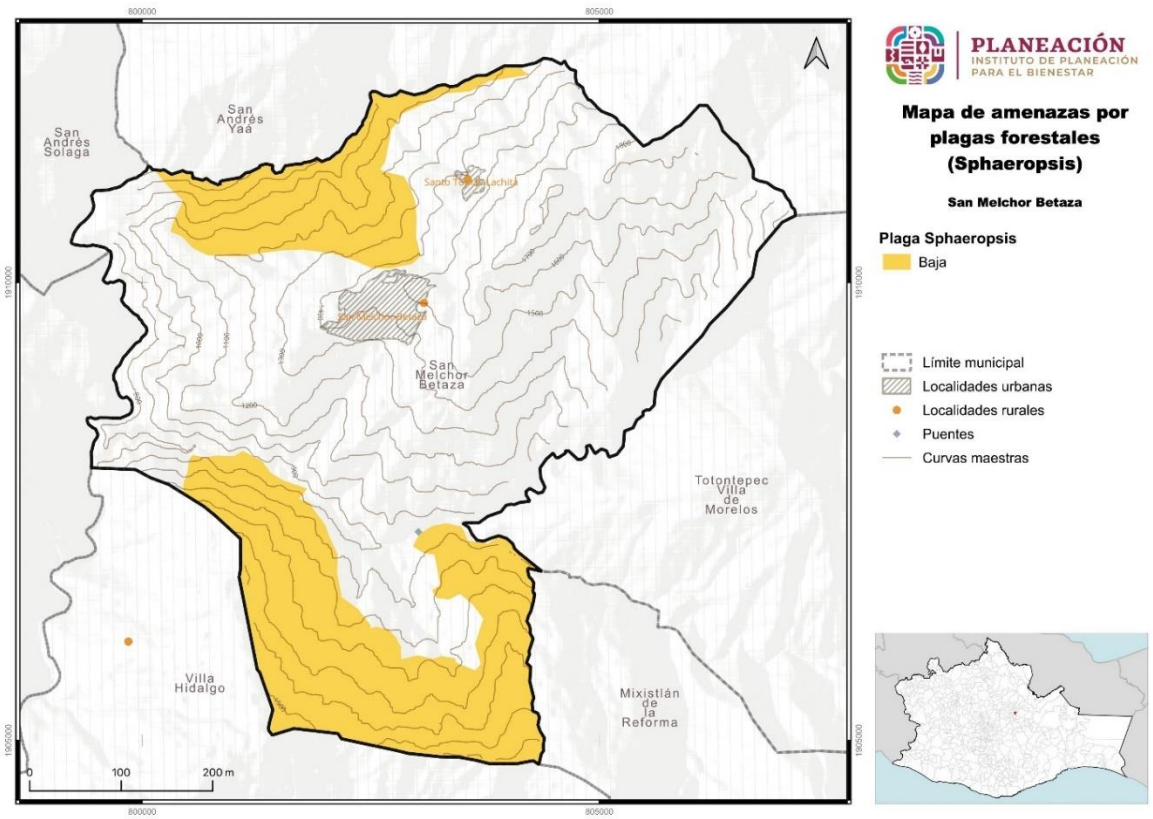
Fuente: CentroGeo, 2024

V.4.2.2.1 Amenaza por plagas *Sphaeropsis*.

El hongo Sphaeropsis sapinea se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo, es un patógeno de coníferas principalmente del género Pinus. (Anderson etal. 1984, Fraedrich et al. 1994). Puede alcanzar territorios donde el hospedador es cultivado como una especie exótica, lo que ha hecho que se expanda ampliamente asociada a cultivos forestales de coníferas, tanto en el hemisferio norte como en el sur (Paoletti et al. 2001). Es un importante patógeno en repoblaciones forestales de coníferas.

Con respecto a la amenaza por plagas Sphaeropsis se muestra en el mapa correspondiente en hectáreas del municipio de San Melchor Betaza con 954.28 hectáreas en un grado **Bajo**.

Mapa 117. Amenaza por plagas forestales (Sphaeropsis)



Fuente: CentroGeo, 2024

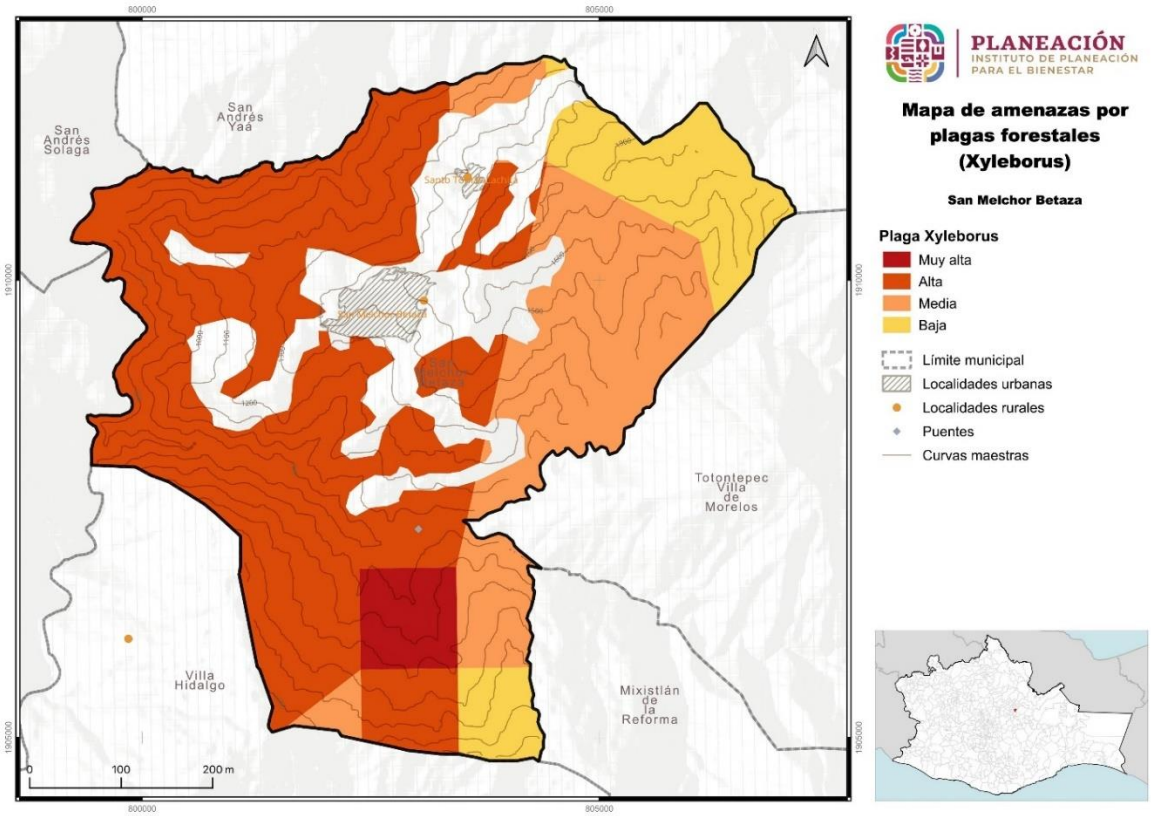
V.4.2.2.2 Amenaza por plagas *Xyleborus*.

El escarabajo ambrosio del laurel rojo (Xyleborus glabratus) es un insecto barrenador, vector del hongo Raffaelea lauricola el cual es el agente causal de la marchitez del laurel, una enfermedad vascular letal de árboles de la familia Lauraceae (Kendra et al., 2014).

El escarabajo ambrosio del laurel rojo (Xyleborus glabratus), así como su simbionte Raffaelea lauricola son plagas nativas del Suroeste Asiático presentes en árboles de la familia Lauraceae. Su introducción a Estados Unidos de América, la cual pudo haber sido a través de embalaje de madera, ha ocasionado cuantiosas pérdidas ambientales y económicas superiores al 80% en áreas naturales con laurel rojo.

En lo que respecta a la amenaza de Xyleborus que tiene un riesgo clasificado como Muy Alta, con afectación alrededor del 4.25% (117.02 hectáreas) de la extensión total del municipio; el riesgo **Alto**, con 57.55% (1583.8 hectáreas); con 25.05% (689.5 hectáreas) con un grado de amenaza Media; y con un grado de amenaza Baja el 13.15% (361.82 hectáreas) del territorio municipal, como se presenta en el mapa correspondiente.

Mapa 118. Amenaza por plagas forestales (Xyleborus)



Fuente: CentroGeo, 2024

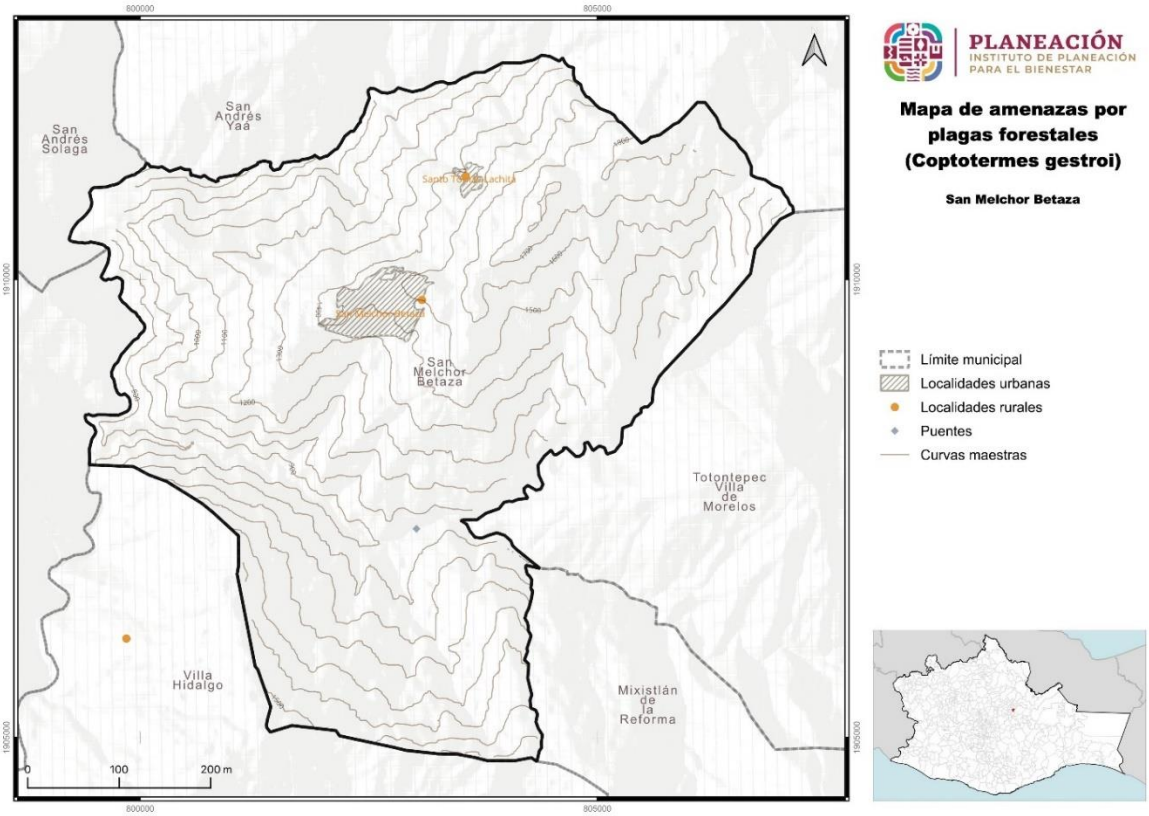
En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá no tiene amenaza de la plaga xyleborus en ningún grado, más sin embargo afecta arboles de aguacate que en las localidades suele haber.

V.4.2.2.3 Amenaza por plagas, zonas de atención prioritaria.

En lo que respecta a la amenaza por plagas de atención prioritaria con una afectación de 30.78% (1049.07 hectáreas) de la extensión total del municipio.

En el mapa se observa que el municipio de San Melchor Betaza no es afectado por amenazas por plagas Forestales (Coptotermes gestroi), lo que quiere decir que este riesgo no aplica para el municipio.

Mapa 119. Amenaza por plagas forestales (Coptotermes gestroi)



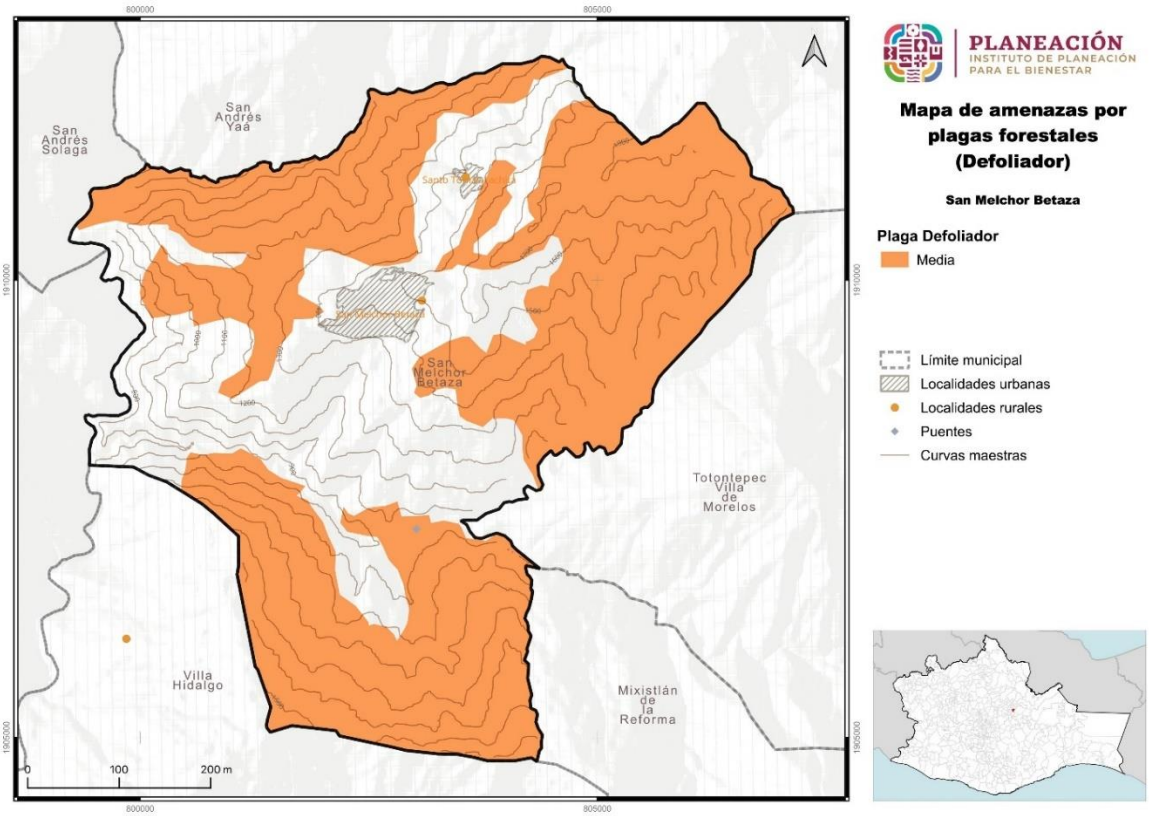
Fuente: CentroGeo, 2024

V.4.2.2.4 Amenaza por plagas *defoliador*

Son insectos que se alimentan de las partes más suaves de las hojas de los árboles, dejando solo las venas o las partes más duras; las especies de mayor importancia consumen la hoja entera. Ocasionan debilitamiento del arbolado y vulnerabilidad al ataque de otras plagas, pudiendo causar su muerte (SNGF,2029).

La amenaza por plaga defoliador afecta con un grado **Medio** en aproximadamente 64.22% (2189.46 hectáreas) del municipio de San Melchor Betaza, como se presenta en mapa correspondiente.

Mapa 120. Amenaza por plagas forestales (Defoliador)



Fuente: CentroGeo, 2024

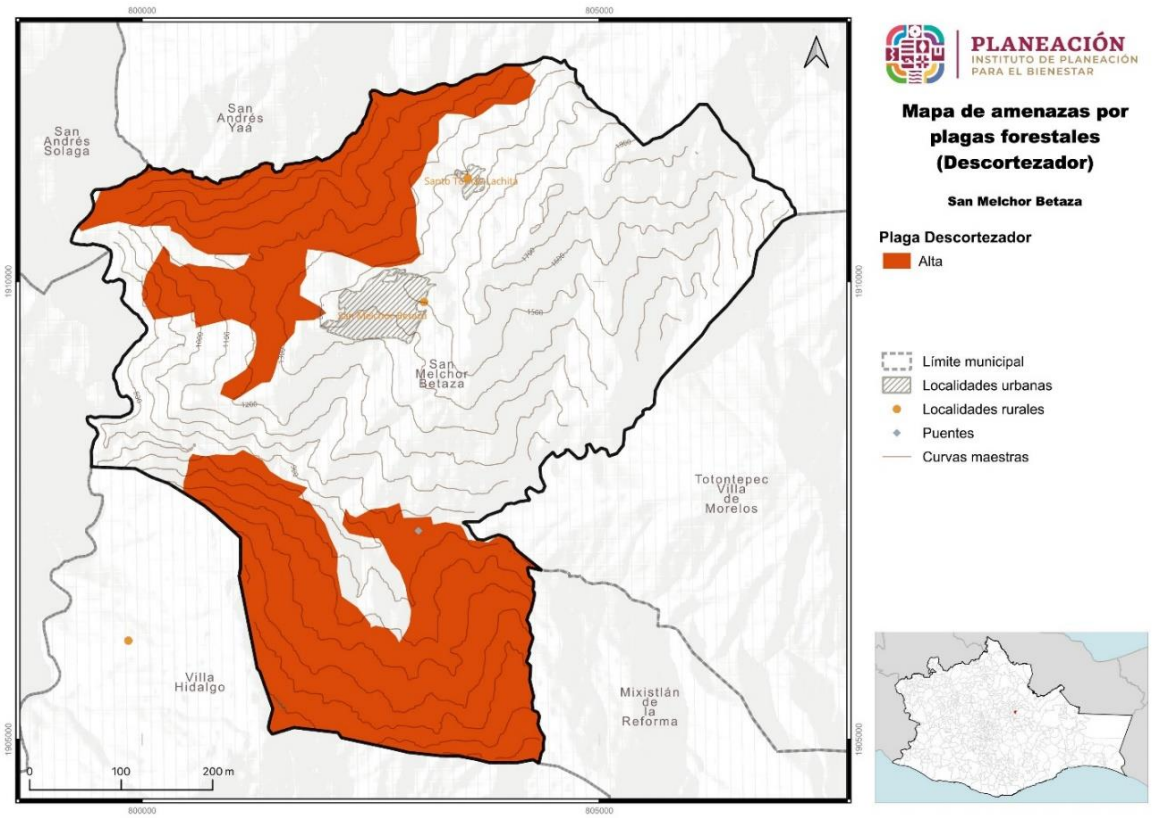
En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá están exentos de esta amenaza de plaga Defoliador, sin embargo, presenta un grado **Medio** en la zona de bosque.

V.4.2.2.5 Amenaza por plagas *descortezador*

En cuanto a las plagas de tipo barrenador, se encuentran los escarabajos del género Xyleborus que son primordialmente una plaga de vegetación forestal, aunque en ciertas circunstancias, también pudieran afectar a árboles frutales o de zonas urbanas. Generalmente atacan a árboles de madera dura y, en algunos casos de madera blanda, en los cuales realizan perforaciones y formación de galerías dentro de los árboles, los cuales limitan a la capacidad del árbol para el transporte de nutrientes y agua, lo que puede debilitar el árbol y hacerlo susceptible a enfermedades y a otros tipos de daños que pudieran causar la muerte del arbolado. Son conocidos por su capacidad para colonizar una amplia variedad de especies arbóreas forestales, tanto nativas como introducidas.

La amenaza por plagas descortezador afecta con un grado de amenaza como **Alta**, con 38.64% (1317 hectáreas) del municipio de San Melchor Betaza, como se presenta en mapa correspondiente.

Mapa 121. Amenaza por plagas forestales (Descortezador)



Fuente: CentroGeo, 2024

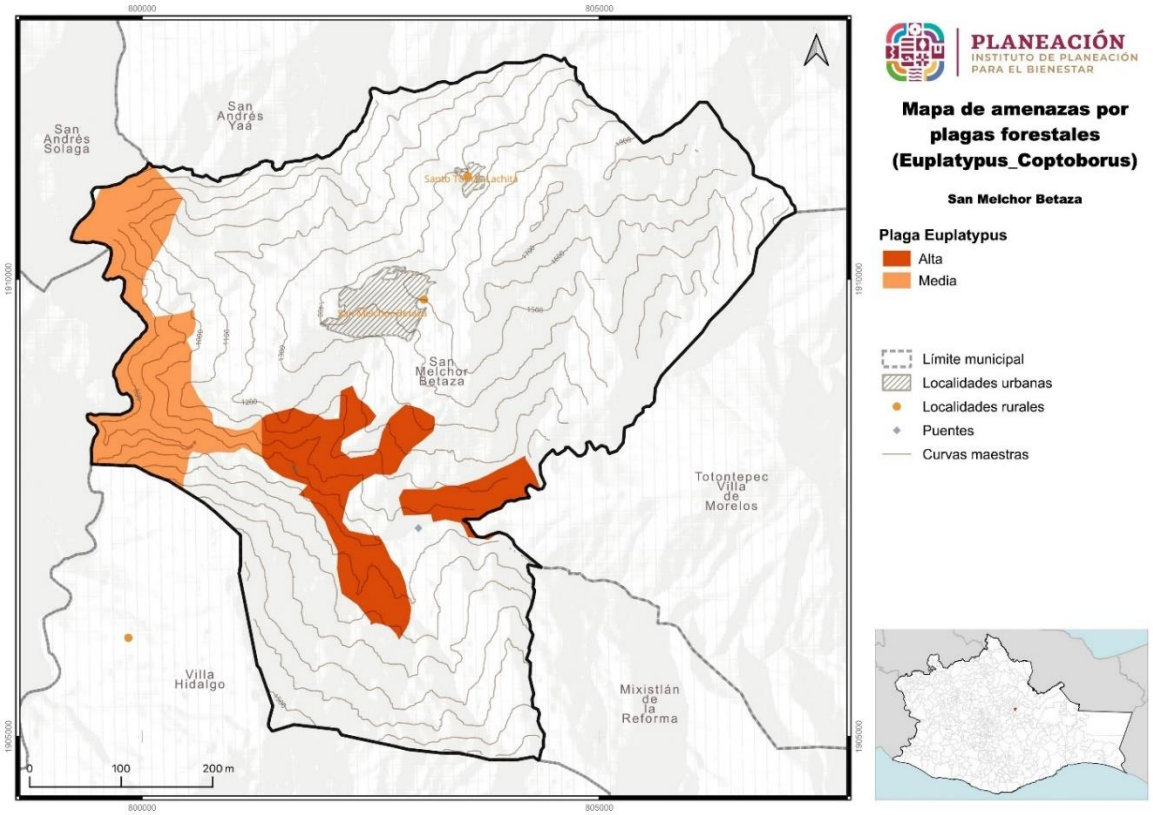
En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá están exentos de esta amenaza de plaga Descortezador, sin embargo, presenta un grado **Alto** en la zona de bosque del territorio municipal.

V.4.2.2.6 Amenaza por plagas *Euplatypus Coptoborus*

Mientras que para el barrenador *Euplatypus Coptoborus* es un escarabajo ambrosía neotropical perteneciente a la familia Curculionidae, originario de América Central y del Sur, que se está extendiendo rápidamente por todo el mundo, es un importante vector fúngico; este escarabajo es considerado como uno de los más destructivos de la subfamilia Platypodinae ya que es capaz de matar a árboles sanos que presentan estrés por inundaciones y otros factores. Estos insectos son conocidos por perforar la madera, donde crean sistemas de galerías y se alimentan de los tejidos del árbol e incluso transportan hongos específicos que cultivan para alimentarse.

En lo que respecta a la amenaza de La plaga de Euplatypus Coptoborus que tiene un grado de amenaza clasificado como **Alta**, con afectación alrededor del 48.6% (250.98 hectáreas) de la extensión total del municipio; el grado de amenaza es **Media**, con 51.4% (265.44 hectáreas), como se presenta en el mapa correspondiente.

Mapa 122. Amenaza por plagas forestales (Euplatypus Coptoborus)



Fuente: CentroGeo, 2024

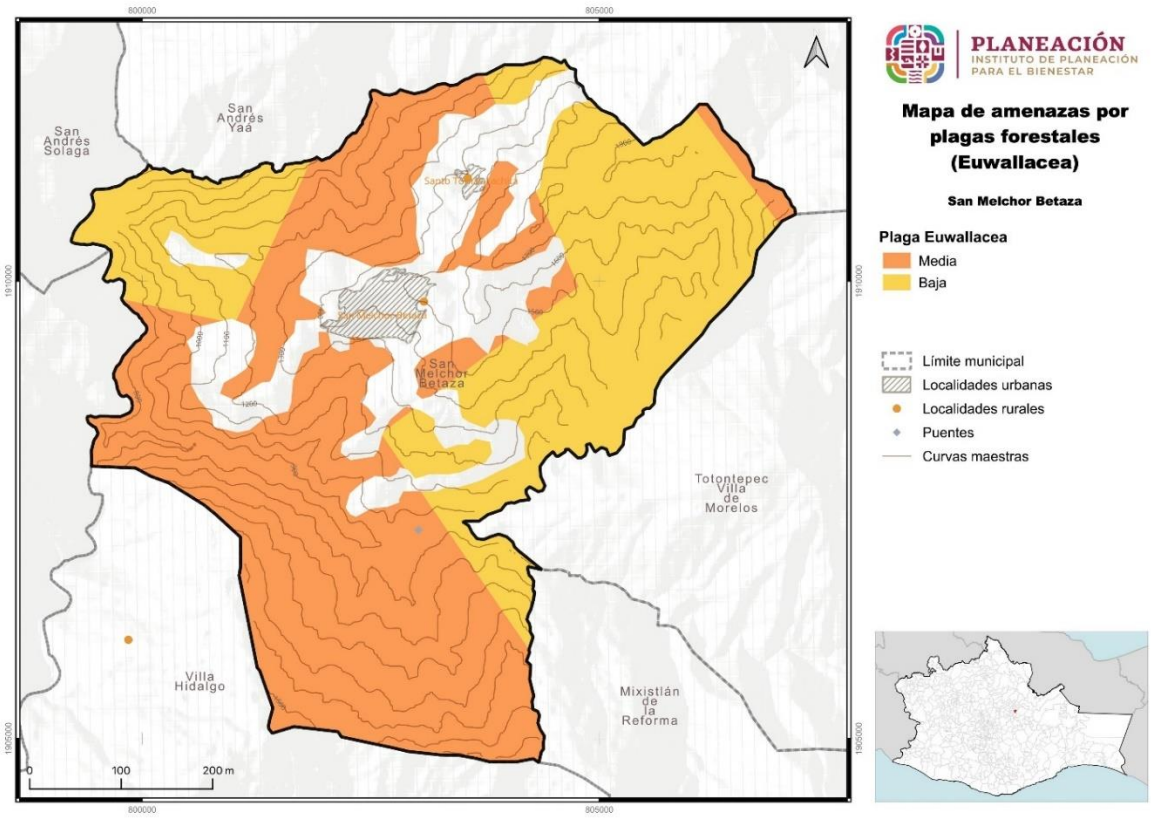
V.4.2.2.7 Amenaza por plagas *Euwallacea*

Plaga exótica de importancia cuarentenaria originaria del Sudeste de Asia. En América se detectó por primera vez en el 2003 en el Estado de California, E.U. afectando árboles

de falsa acacia (Robinia pseudoacacia) lychee (Litchi chilensis) y acer (Acer negudo). Hospeda 52 familias taxonómicas. En México, hay una gran diversidad de especies reportadas como hospedantes reproductivos y susceptibles, tales como forestales, de ornato y agrícolas (aguacate, durazno, vid, níspero, olivo, nuez de macadamia, persimonio y naranja).

Con respecto a la plaga euwallacea tiene un grado **Media** que afecta al 57.53%, lo que pone en riesgo a aproximadamente a 1583.34 hectáreas del municipio, mientras que el 42.47% del territorio municipal es afectado por un grado categorizado como **Alta**, siendo afectadas un poco más de 1168.8 hectáreas, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 123. Amenaza por plagas forestales (Euwallacea)



Fuente: CentroGeo, 2024

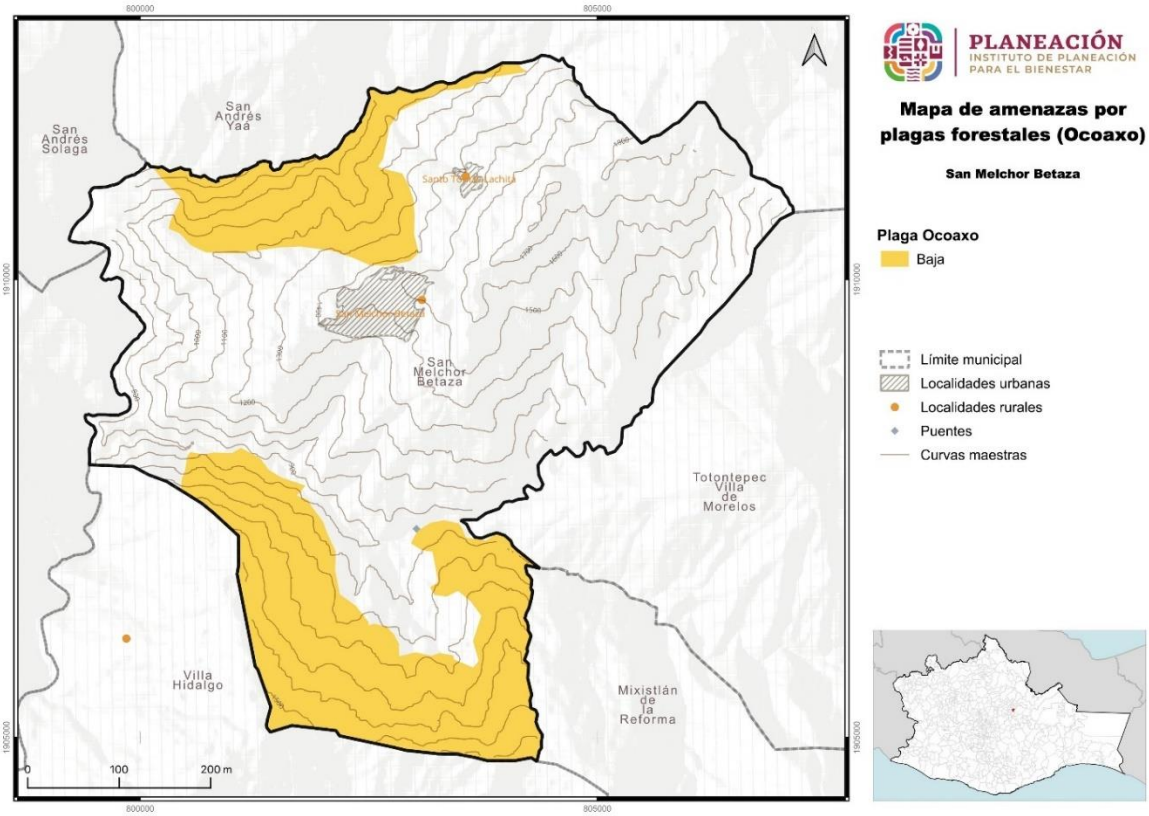
En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá están exentos de esta amenaza de plaga Euwallacea, sin embargo, presenta un grado **Medio y Baja** en la zona de bosque del territorio municipal.

V.4.2.2.8 Amenaza por plagas *Ocoaxo*

El complejo Ocoaxo de los pinos está integrado por 3 especies (O. assimilis, O. cardonai, O. varians) que se alimentan de la savia provocando clorosis y su eventual caída. Los crecimientos poblacionales de estos insectos han provocado la defoliación de grandes superficies de bosque en varias localidades del país, por lo cual se les ha dado el estatus de plaga, a pesar de que aún se desconocen aspectos básicos de su biología y distribución. Algunos ejemplos de hospedantes son: Pinos (pino lacio, pacingo, chamite, pinabete, chalamite, ocote, pino llorón, pino triste, pino colorado, pino chino, pino xalocote, pino macho, ocote liso, ocote colorado), Rubus (zarzamoras).

Con respecto a la plaga Ocoaxo tiene un grado **Bajo** que afecta al 28%, lo que pone en riesgo a aproximadamente a 954 hectáreas del municipio, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 124. Amenaza por plagas forestales (Ocoaxo)



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá están exentos de esta amenaza de plaga Ocoaxo, sin embargo, presenta un grado **Bajo** en la zona de bosque del territorio municipal.

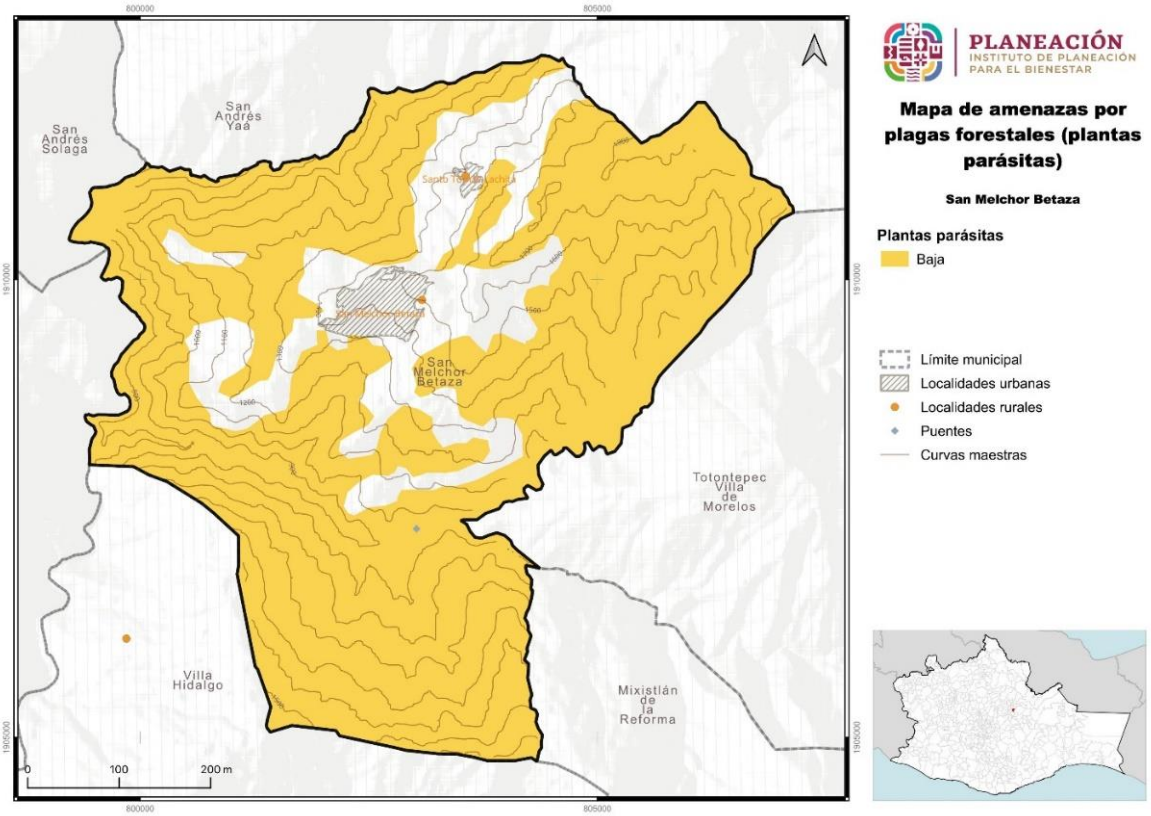
V.4.2.2.9 Amenaza por plagas plantas parásitas.

Las plantas parásitas son plantas que han modificado su raíz para penetrar en los tejidos de los árboles y obtener de ellos sus nutrimentos, agua y compuestos orgánicos; causando su debilitamiento y susceptibilidad al ataque de otras plagas, o hasta su muerte. Las plantas parásitas son el segundo agente causal de daño en los ecosistemas forestales. Se estima que existen 18 millones de hectáreas con presencia de estos parásitos.

Árboles hospedantes: Diversas especies de los géneros Pinus, Abies, Pseudotsuga, Juniperus, Quercus, Acacia, Annona, Bursera, Cassia, Casuarina, Cedrela, Ceiba, Citrus, Clethra, Crataegus, Croton, Erytrina, Eucalyptus, Fraxinus, Heliocarpus, Juglans, Leucaena, Ligustrum, Liquidámbar, Melia, Ostrya, Persea, Platanus, Populus, Prosopis, Prunus, Salix, Taxodium, Ulmus, entre otros.

Con respecto a la plaga por amenazas por plantas parásitas tiene un grado **Bajo** que afecta al 80.75%, lo que pone en riesgo a aproximadamente a 2752.14 hectáreas del municipio, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 125. Amenaza por plagas forestales (plantas parásitas)



Fuente: CentroGeo, 2024

En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá están exentos de esta amenaza de plantas parásitas, se presenta con un grado **Bajo** en la zona de bosque del territorio municipal.

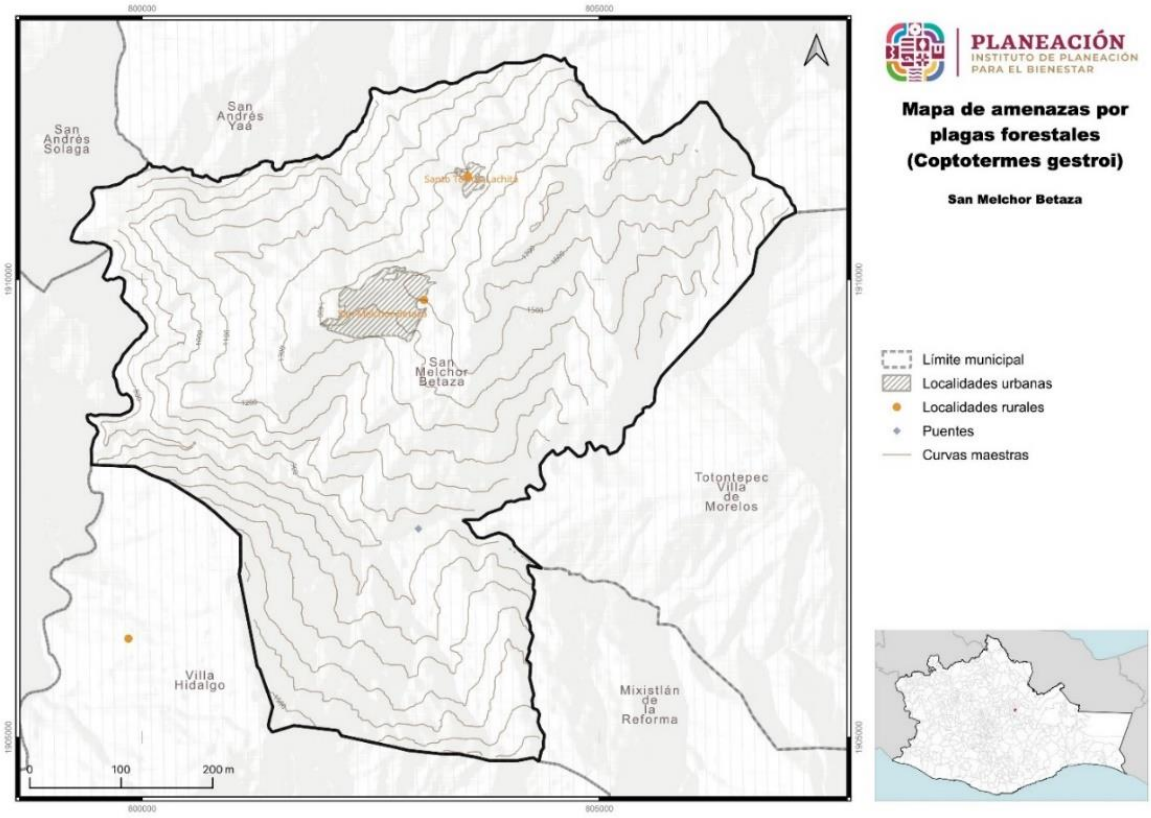
V.4.2.2.11 Amenaza por plagas enfermedades de cultivos.

Una enfermedad en una planta producida por un agente patógeno (hongo, bacteria o virus) da lugar a una alteración que afecta a la síntesis y la utilización de los nutrientes, repercutiendo así en un cambio de apariencia de ésta y/o una menor producción y de menor calidad que si la planta estuviera sana. Entre las plagas más nocivas para los agricultores, se destacan: el pulgón amarillo, la mosquita blanca, el picudo rojo, la araña roja, el escarabajo gallina ciega, la mosca de la fruta, y la larva minadora de hojas.

V.4.2.2.12 Amenaza por plagas *Coptotermes Gestroi*.

El Coptotermes gestroi es una plaga agrícola y forestal. Se alimenta de madera, raíces de plantas y materiales de celulosa como papel y cartón. Prefiere un hábitat húmedo y excava árboles vivos o muertos para construir una colonia debajo del suelo, los obreros atraviesan el suelo hasta los edificios cercanos en busca de alimentos, es decir, madera y productos de madera. Causan daños en árboles vivos o muertos, casas, muebles, cultivos, especies forestales, museos, iglesias y áreas verdes.

Mapa 126. Amenaza por plagas forestales (*coptotermes gestroi*)



Fuente: CentroGeo, 2024

El daño resultante de una infestación de Coptotermes gestroi puede volverse severo en un tiempo relativamente corto, especialmente cuando una estructura es invadida por una colonia grande y madura (Rudolf H. Scheffrahn y Nan-Yao Su, 2000).

En el mapa previo se puede apreciar que en el municipio no se presenta esta amenaza, por lo que se omite su análisis.

V.5 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos socio-organizativos

V.5.1. Concentración masiva de población

De acuerdo a la Coordinación Nacional de Protección Civil de México Las concentraciones masivas de población no son más que actividades específicas de diversa índole, como eventos deportivos, musicales, políticos, manifestaciones, festividades regionales y religiosas, entre otros, los cuales derivado de la falta de supervisión o por el mismo comportamiento humano, imposible de prever, pueden

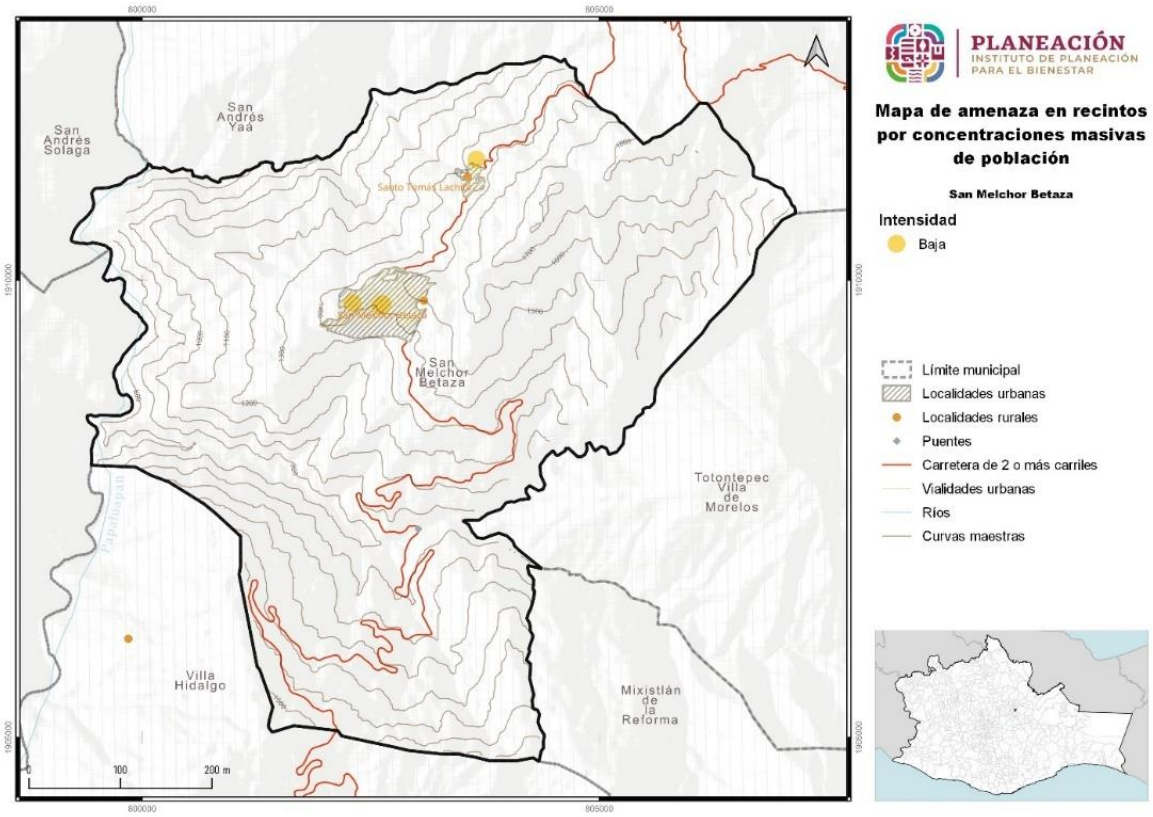
llegar a generar alguna contingencia, lo anterior si no se cumplen con las condiciones de seguridad necesarias para su realización.

Son quizás los más representativo para los fenómenos socio-organizativos en ciudades con mayor densidad de población ya que son los que están más expuestas a este tipo de fenómenos. Sin embargo, pueden suceder en poblaciones con bajo número de habitantes, cuando en determinados eventos se congrega una cantidad de personas más allá de lo habitual.

V.5.1.1 Amenaza en recintos por concentraciones masivas de población

La amenaza en recintos por concentraciones masivas de poblaciones se ubica con cuatro en la mancha urbana del municipio de San Melchor Betaza y Santo Tomás Lachitá, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 127. Amenaza en recintos por concentraciones masivas de población



Fuente: CentroGeo, 2024

V.5.2 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica

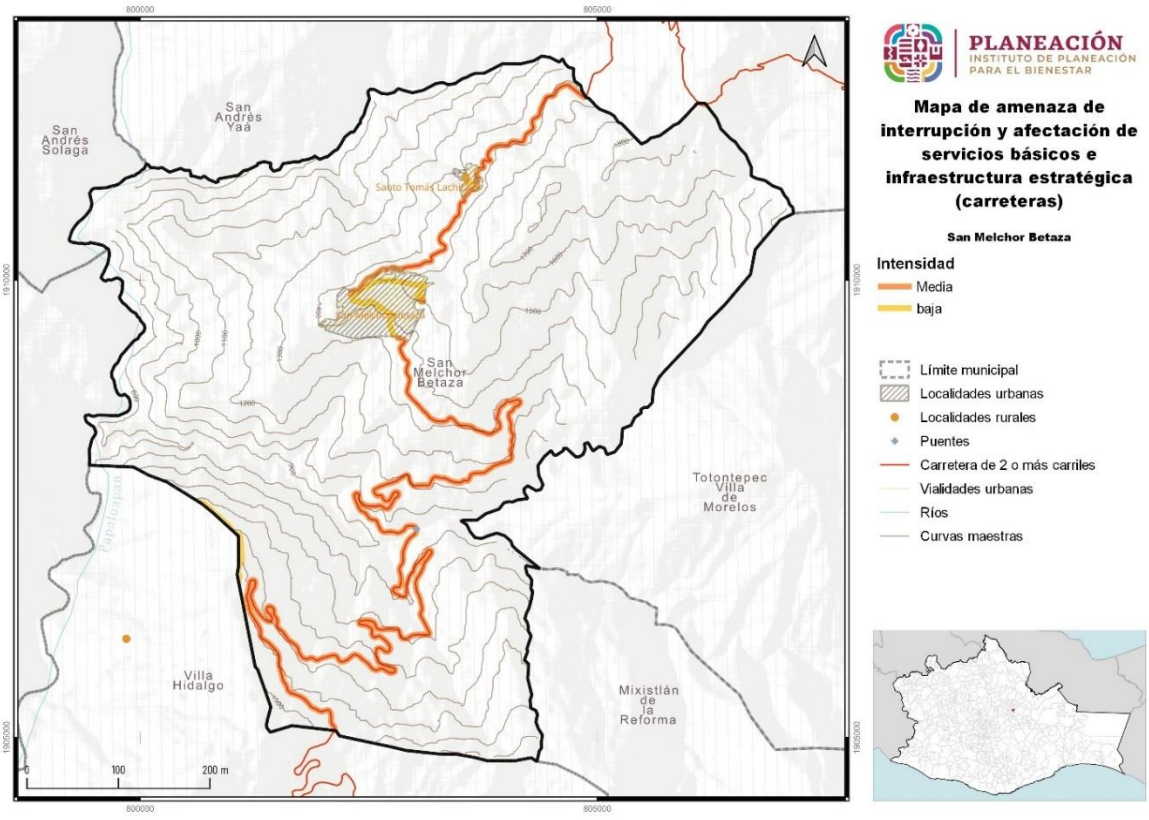
De acuerdo con la Coordinación Nacional de Protección Civil de México, los servicios básicos son los que se necesitan para vivir de manera cómoda, de acuerdo con los criterios propuestos por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) el agua, el drenaje y el combustible. Así, la Ley General de Protección Civil en su artículo 2 fracción XXXI nos dice que la infraestructura estratégica "es aquella que es indispensable para la provisión de bienes y servicios públicos y cuya destrucción o inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad nacional".

Por otra parte, la Ley General del Sistema Nacional de Seguridad Pública en su artículo 146 dice: Se consideran instalaciones estratégicas, a los espacios, inmuebles, construcciones, muebles, equipo y demás bienes, destinados al funcionamiento, mantenimiento y operación de las actividades consideradas como estratégicas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como de aquellas que tiendan a mantener la integridad, estabilidad y permanencia del Estado Mexicano, en términos de la Ley de Seguridad Nacional.

V.5.2.1 Amenaza afectación a carreteras

En el mapa podemos observar las afectaciones en carreteras, las líneas de color anaranjado muestras las de media intensidad y amarillo mostrando la intensidad baja. También se observa el límite municipal, localidades urbanas, localidades urbanas, carreteras, caminos, vialidades y curvas con una intensidad de afectación **Media** con una extensión de 20.6 Km, y para una afectación **Baja**, una extensión de 3.3 Km, como se muestra el mapa correspondiente.

Mapa 128. Intensidad de afectación en carreteras



Fuente: CentroGeo, 2024

V.6 Vulnerabilidad social

La definición de la vulnerabilidad social ha evolucionado a lo largo del tiempo, considerado en sus inicios como un concepto ligado a estudios sociales, relacionados directamente con la pobreza y marginación, dejaban fuera muchas consideraciones y factores externos (desastres naturales) que inciden en la exposición de la población a riesgos y a incrementar la posibilidad de que se encuentre en estos parámetros (pobreza y marginación) (García Arróliga, Marín Cambranis & Méndez Estrada, 2006).

Es preciso considerar que el concepto de vulnerabilidad social es una construcción interdisciplinaria que conjuga nociones teóricas de la sociología, la economía, las ciencias políticas y la antropología. Sin embargo, al tratarse de un término que ha atravesado barreras de las ciencias sociales, trata de construir nuevas formas de análisis, que explican las consecuencias de fenómenos dentro las sociedades ante la presencia de algún desastre, al mismo tiempo que se diseñan políticas para enfrentar dichos problemas, por ejemplo, el cambio climático (Arreguín Cortés, López Pérez & Montero Martínez, 2015).

Para Kuroiwa, (2002) la vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define 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”.

Para CENAPRED la vulnerabilidad social hace referencia a el conjunto de indicadores socioeconómicos que limitan a su población ante la capacidad de desarrollo de su sociedad, en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta que tienen ante un fenómeno, así como la percepción local del riesgo.

En este sentido la vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, el incremento demográfico y de la urbanización acelerada sin planeación. Asimismo, la vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define 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 (CENAPRED, 2006).

De acuerdo con la Metodología para Estimar la Vulnerabilidad Social de CENAPRED, propuesta por García Arróliga, Marín Cambranis & Méndez Estrada (2006), este análisis se desarrolla en tres etapas:

Etapa 1. Condiciones sociales y económicas.

En esta etapa se realiza una aproximación al grado de vulnerabilidad con base en las características socioeconómicas de la población, en la que se obtendrá un parámetro para cuantificar las posibilidades de organización y recuperación después de la presencia de un desastre.

Para obtener el grado de vulnerabilidad social y económica se consideraron 18 indicadores obtenidos a través de datos estadísticos, como se muestra en el siguiente cuadro, distribuidos en cinco rubros (salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población). Estos indicadores incluyen distintos parámetros establecidos previamente en la metodología para estimación de la vulnerabilidad y se ajustaron a los datos particulares del municipio.

Se auxilió del uso de una cédula en la que se obtuvieron los promedios de cada uno de los valores por rubro. Por último, se promediará el valor de cada rubro, de este cálculo se obtuvo un valor entre 0 y 1, este número será el resultado final de la primera parte. Hay que considerar que los resultados de esta primera etapa (características socioeconómicas) corresponde un peso del 50% del cálculo de la vulnerabilidad social.

Tabla 94. Indicadores para el cálculo de Vulnerabilidad.

Rubro	Indicador
Salud	1. Médicos por cada mil habitantes
	2. Tasa de mortalidad
	3. Porcentaje de población derechohabiente
Educación	4. Porcentaje de analfabetismo
	5. Población de 14 años y más que asiste a la escuela
	6. Grado promedio de escolaridad
Vivienda	7. Porcentaje de viviendas sin agua
	8. Porcentaje de viviendas sin drenaje
	9. Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica
	10. Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón
	11. Porcentaje de viviendas con piso de tierra
	12. Déficit de vivienda
Empleo e ingresos	13. Porcentaje de población económicamente actica (PEA) con ingresos menores a 2 salarios mínimos
	14. Tazón de dependencia
	15. Tasa de desempleo abierto
Población	16. Densidad de población
	17. Porcentaje de población indígena
	18. Dispersión poblacional

Fuente: CENAPRED. Términos de Referencia para Elaborar Atlas de Riesgos, 2016.

Etapa 2. Obtención del Grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres GVS. Indicadores socioeconómicos.

El criterio para la determinación de vulnerabilidad fue utilizar tres niveles geoestadísticos: municipal, localidad y manzana. Se obtuvo el cálculo para cada uno de ellos con la información obtenida de las fuentes oficiales recomendadas en la metodología de Obtención de Estimación de la Vulnerabilidad de Flores (2006).

La información que se utilizó para la elaboración de la metodología propuesta por García Arróliga, Marín Cambranis & Méndez Estrada (2006) se obtuvo de los tabulados del Censo de Población y Vivienda del 2010: Resultados por localidad (ITER) para estimar los valores de localidades rurales y municipal y resultados AGEB manzana para las localidades urbanas. También se auxilió del Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2017 para identificar los datos que no están representados en el censo 2010 como Porcentaje de Viviendas particulares habitadas por municipio y su distribución porcentual según resistencia de los materiales en paredes y el índice de mortalidad infantil (TMI) y el documento de Perfiles sociodemográficos Municipales: Tlanchinol para obtener el % Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos.

Se obtuvo el grado de vulnerabilidad social para el municipio, considerando los 18 indicadores que sugiere la metodología, con un valor total de 0.628. Esta calificación se obtuvo de la suma de cada uno de los indicadores de cada rubro (salud, educación, vivienda, población y empleo e ingresos) y el cálculo del promedio simple de la suma en cada uno de ellos.

Tabla 95. Tabla. Obtención de promedios por rubro a nivel municipal

Rubro	Indicador		Valor asignado	Promedio
Salud	1. Médicos por cada mil habitantes	PM	0	0.125
	2. Tasa de mortalidad	TMI	0.25	
	3. Porcentaje de población derechohabiente	%PND	0	
Educación	4. Porcentaje de analfabetismo	%A	0.25	0.125
	5. Población de 14 años y más que asiste a la escuela	DEB	0	
	6. Grado promedio de escolaridad	GPE	0.25	
Vivienda	7. Porcentaje de viviendas sin agua	%VNDAE	0	SD
	8. Porcentaje de viviendas sin drenaje	%VND	0.25	
	9. Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica	%VNDE	0	
	10. Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón	%VPMD	0	
	11. Porcentaje de viviendas con piso de tierra	%VPT	0.25	

Rubro	Indicador		Valor asignado	Promedio
	12. Déficit de vivienda	DV	SD	
Empleo e ingresos	13. Porcentaje de población económicamente actica (PEA) con ingresos menores a 2 salarios mínimos	RD	1	0.5
	14. Tazón de dependencia	%PE	0.25	
	15. Tasa de desempleo abierto	TDA	0.25	
Población	16. Densidad de población	DP	0	0.3
	17. Porcentaje de población indígena	%PI	1	
	18. Dispersión poblacional	DiPo	0	
Clasificación final				0.628

Fuente: INEGI 2015, INEGI 2017

Etapa 3. Resultados por localidades urbanas.

Debido a los vacíos en la información se utilizaron los valores municipales para los indicadores de: Médicos por cada 1000 habitantes, Tasa de Mortalidad Infantil, Porcentaje de población económicamente activa (PEA) con ingresos menores a 2 salarios mínimos y Porcentaje de Población Indígena. En Déficit de Vivienda se omitió el Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón al no encontrarse el dato disponible a este nivel de análisis espacial.

Se estimaron 17 indicadores, de los que se obtuvieron los siguientes valores asignados a nivel localidad, como se puede observar en el cuadro.

Tabla 96. Tabla. Obtención de promedios por rubro a nivel municipal

Rubro	Indicador		Condición de vulnerabilidad	Valor asignado	Promedio
Salud	1. Médicos por cada mil habitantes	PM	Muy baja	0	0
	2. Tasa de mortalidad	TMI	Muy baja	0	
	3. Porcentaje de población derechohabiente	%PND	Muy baja	0	
Educación	4. Porcentaje de analfabetismo	%A	Muy baja	0	0.33
	5. Población de 14 años y más que asiste a la escuela	DEB	Muy baja	0	
	6. Grado promedio de escolaridad	GPE	Alta	1	
Vivienda	7. Porcentaje de viviendas sin agua	%VNDAE	Muy baja	0	0
	8. Porcentaje de viviendas sin drenaje	%VND	Muy baja	0	
	9. Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica	%VNDE	Muy baja	0	

Rubro	Indicador		Condición de vulnerabilidad	Valor asignado	Promedio
	10. Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón	%VPMD	N/A	0	
	11. Porcentaje de viviendas con piso de tierra	%VPT	Muy baja	0	
	12. Déficit de vivienda	DV	Muy baja	0	
Empleo e ingresos	13. Porcentaje de población económicamente actica (PEA) con ingresos menores a 2 salario mínimos	RD	Baja	0.25	0.5
	14. Tazón de dependencia	%PE	Baja	0.25	
	15. Tasa de desempleo abierto	TDA	Baja	0.25	
Población	16. Densidad de población	DP	Baja	0.25	0.13
	17. Porcentaje de población indígena	%PI	Predominan-temente no indígena	0	
	18. Dispersión poblacional			1	
Clasificación final					0.33

Fuente: INEGI 2015, INEGI 2017

V.6.1 Vulnerabilidad Social del Municipio

La vulnerabilidad social es el resultado de las desigualdades que enfrenta la población para acceder a oportunidades que brindan el mercado, el Estado y la sociedad, y de la falta de entornos equitativos que permiten aprovecharlas para poder potencializar su desarrollo.

Así como también de la incapacidad de las localidades urbanas y rurales de un municipio para resistir, afrontar y recuperarse de desastres, crisis económicas o sociales, u algunas otras emergencias. Esta vulnerabilidad se ve influida por diversos factores como la economía, el acceso a servicios de salud, educación, calidad de vivienda e infraestructura, cohesión social, así como del acceso a la información.

El objetivo principal de este apartado es identificar las características de la población susceptible de sufrir daño, en su persona o bienes que posea, a consecuencia de algún fenómeno natural.

La estimación de la vulnerabilidad asociada a desastres se analiza en tres partes; **la primera** permitirá una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones sociales y económicas, la cual proporcionará un parámetro para medir las posibilidades de organización y recuperación después de un desastre. **La segunda** parte de la metodología permitirá conocer la capacidad de prevención y respuesta de los órganos responsables de llevar a cabo las tareas de atención a la

emergencia y rehabilitación. **La tercera**, se enfocará a la percepción local del riesgo que se tenga en el municipio, lo que permitirá planear estrategias y planes de prevención.

Salud

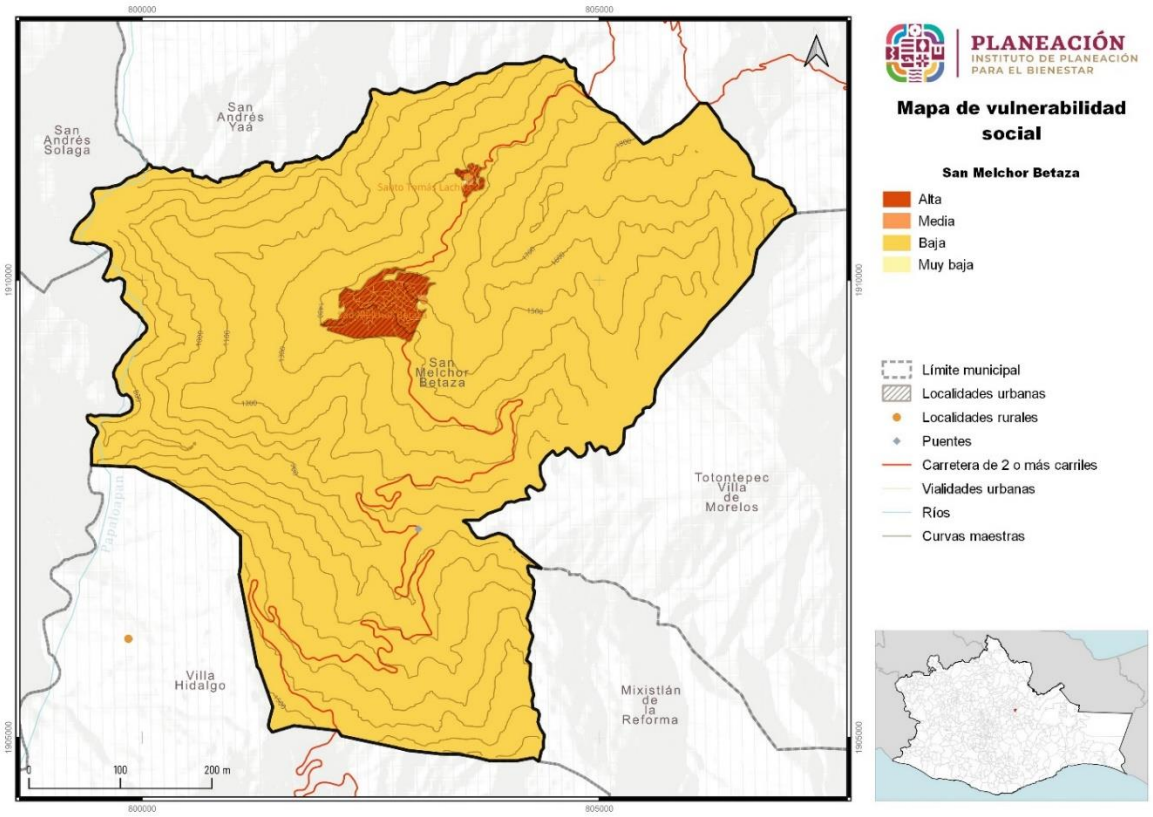
Uno de los principales indicadores de desarrollo se refleja en las condiciones de salud de la población, es por eso necesario conocer la accesibilidad que ésta tiene a los servicios básicos de salud, así como la capacidad de atención de estos. La insuficiencia de servicios de salud reflejará directamente parte de la vulnerabilidad de la población. Este punto presenta tres indicadores: Médicos por cada 1,000 habitantes, Tasa de mortalidad infantil y Porcentaje de la población no derechohabiente.

Educación

Las características educativas influirán directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, asimismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos. Es un derecho fundamental de todo individuo el tener acceso a la educación y es una herramienta que influirá en los niveles de bienestar del individuo. Se consideran 3 indicadores que proporcionarán un panorama general del nivel educativo en cada región, el porcentaje de analfabetismo, el porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela y el grado promedio de escolaridad.

En la vulnerabilidad social se considera Alta con un 1.88% equivalente a 64 hectáreas, Media con 0.03% equivalente a 1 hectárea, **Baja** con 98.07% equivalente a 3347 hectáreas, Muy Baja con 0.03% equivalente a 1 hectáreas, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 129. Vulnerabilidad social en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

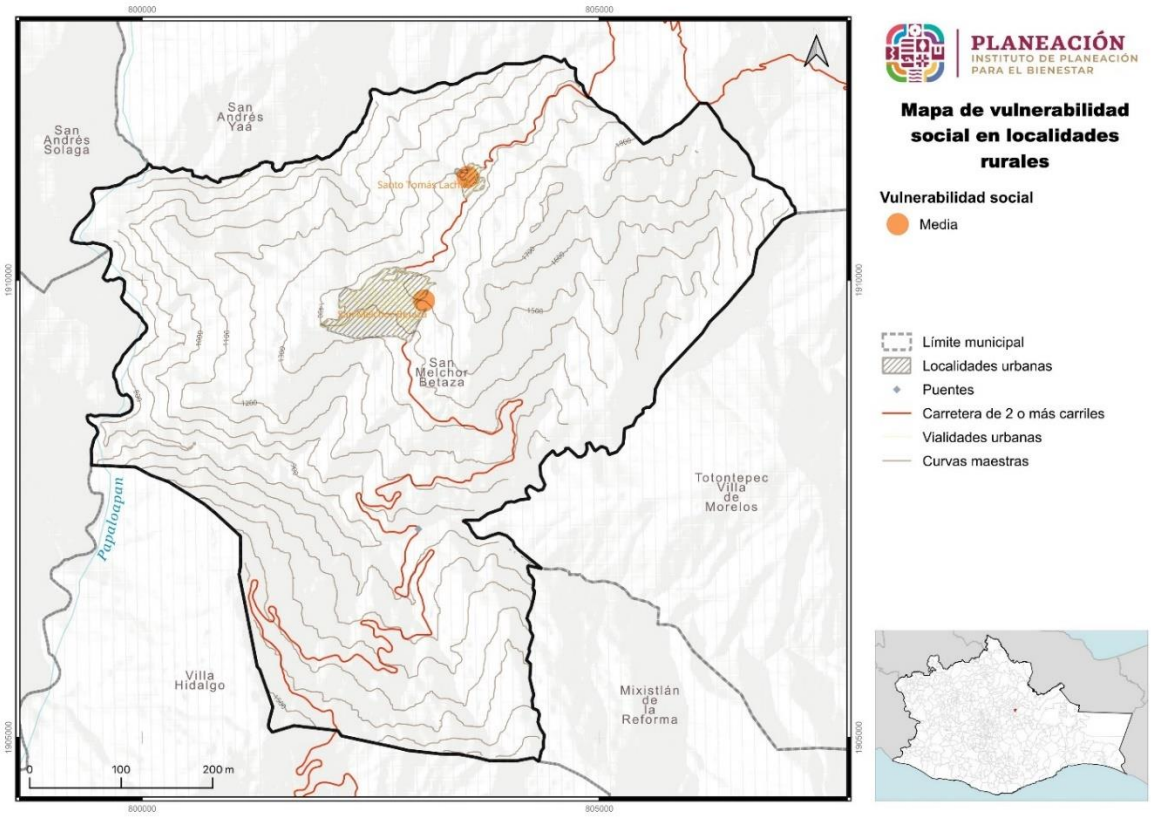
En la vulnerabilidad social en la cabecera municipal y Santo Tomás Lachitá se considera **Alta** con 2 localidades por categoría (Urbana y rural), como se muestra en el mapa.

Aspectos como la pobreza, el desempleo, una infraestructura carente, y la falta de cohesión aumentan significativamente la susceptibilidad a los impactos adversos y complicar los esfuerzos de recuperación.

Por otra parte, los impactos en los espacios rurales se relacionan con la disponibilidad y el suministro de agua, la seguridad alimentaria y los ingresos agrícolas, especialmente en relación con cambios de las zonas de producción de cultivos alimentarios y no alimentarios (IPCC, 2014).

En la vulnerabilidad social en localidades rurales, se considera **Media**, como se muestra en el mapa correspondiente, con una población de 1052 habitantes.

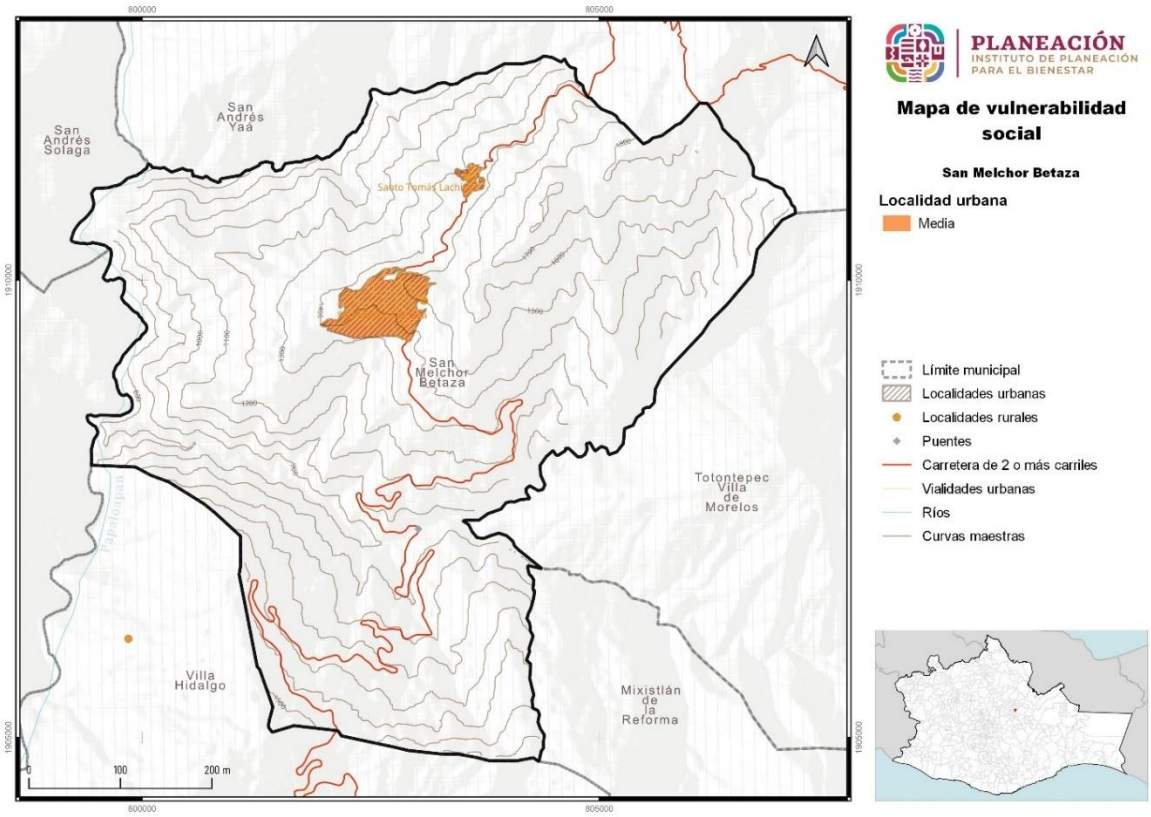
Mapa 130. Vulnerabilidad social localidades rurales



Fuente: CentroGeo, 2024

En la vulnerabilidad social en localidades urbanas se considera **Media** con 1.90% equivalente a 65.08 Hectáreas, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 131. Vulnerabilidad social localidades urbanas



Para contrarrestar esta vulnerabilidad, es de suma importancia identificar las necesidades específicas de la población, así como del desarrollo de políticas y estrategias que permitan fortalecer la resiliencia comunitaria. Dentro de las estrategias se pueden incluir en la mejora de la infraestructura, educación de calidad, difusión de la gestión de riesgos, el fortalecimiento de los servicios de salud, así como de la implementación de iniciativas para crear empleos y apoyo financiero.

V.7 Grado de exposición del Municipio

Para la obtención de la "exposición" como componente del Riesgo, se tomó en cuenta aquellos elementos presentes en el territorio municipal que pueden ser afectados por la ocurrencia de alguno de los peligros contemplados en el Atlas. En función de la información disponible en fuentes oficiales correspondiente a capas cartográficas, se realizó la estimación con base en la cuantificación de los siguientes elementos:

- Equipamiento: salud, educación, servicios administrativos, cultural, religioso, comunicación, deportivo, industrial, proveedor de servicios.
- Establecimientos comerciales: se consideraron todos los giros.
- Vías de comunicación: Autopistas, carreteras y calles en las zonas urbanas.

Debido a la escala de las capas de información, la representación es en su mayoría mediante puntos y líneas, situación que dificulta la creación de una capa síntesis que pueda emplearse para determinar el Riesgo. La alternativa planteada fue la creación de una malla, estableciendo el tamaño de cada celda de 100 x 100 metros, con la finalidad de realizar un cruce de los elementos señalados anteriormente con la cuadrícula en cada municipio.

En términos generales, el proceso llevado a cabo consistió en:

1. Equipamiento y establecimientos comerciales: una vez realizado el cruce, se cuantificó el total de puntos o polígonos que quedaron inmersos en cada celda de la malla.
2. Vías de comunicación: después del cruce, se sumó la cantidad de metros correspondientes a cada cuadro de la malla.

Una vez obtenidos los datos, se generaron cinco rangos mediante el método de "*Natural Breaks*", con el objetivo de asignar a cada celda una categoría de exposición, misma que se observa en la siguiente tabla:

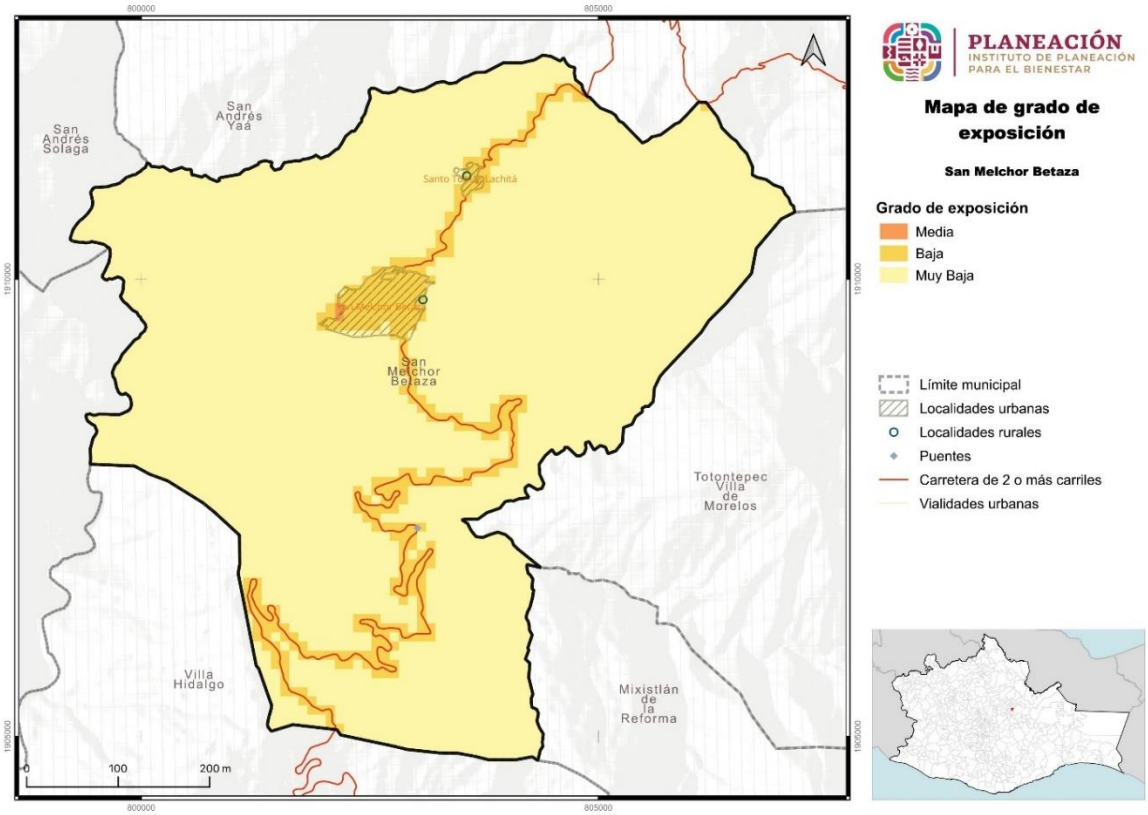
Tabla 97. Rangos para asignar a cada categoría de exposición en el municipio

Exposición		Equipamiento	Establecimientos Comerciales	Vías de Comunicación (metros)
Cualitativo	Cuantitativo			
Muy baja	1	0 – 1	0 – 2	0 – 50
Baja	2	1 – 2	2 – 3	50 – 100
Media	3	2 – 3	3 – 4	100 – 150
Alta	4	3 – 5	4 – 5	150 – 200
Muy alta	5	Mayor a 5	Mayor a 6	Mayor a 200

Asignada la clasificación, se procedió a unir las tres mallas y generar una sola cuadrícula, asignando la clasificación de Exposición con el promedio, finalmente se aplicó el geo proceso llamado "*Dissolve*" para fusionar las celdas con valores iguales.

Para el caso de la vulnerabilidad por exposición Media con 0.06%, afecta aproximadamente de superficie municipal en 2 hectáreas. Por otro lado, el riesgo categorizado Bajo, afecta al 9.11% aproximadamente de la superficie del municipio lo que quiere decir que cerca de 310.8 hectáreas son las que se ven afectadas y finalmente para **Muy Bajo** con 90.84% que corresponde a 3100.41 hectáreas del territorio municipal, como se presenta en el mapa correspondiente.

Mapa 132. Grado de exposición del municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8 Riesgos por fenómenos geológicos

El **riesgo de desastres**, entendido como la probabilidad de pérdida, depende de dos factores fundamentales que son el peligro y la vulnerabilidad. Comprender y cuantificar los peligros, evaluar la vulnerabilidad y con ello establecer los niveles de riesgo, es sin duda el paso decisivo para establecer procedimientos y medidas eficaces de mitigación para reducir sus efectos. Es por ello prioritario desarrollar herramientas y procedimientos para diagnosticar los niveles de peligro y de riesgo que tiene nuestro país a través de sistemas organizados de información como se plantea en la integración del Atlas Nacional de Riesgos, ANR, basado éste en los atlas estatales y municipales.

El riesgo es una variable muy compleja y continuamente cambiante en el tiempo que es función de la variabilidad de las amenazas que nos circundan y de la condición también dinámica de la vulnerabilidad y grado de exposición. Por tanto, para la mayoría de los fenómenos, no es posible representar al riesgo mediante una simple gráfica o mapa, éste debe ser estimado de acuerdo con las circunstancias y condiciones específicas del lugar o área de interés. Por lo anterior, conceptualmente el ANR ha evolucionado de un conjunto estático de mapas, a un sistema integral de información sobre riesgos de desastres, empleando para ello bases de datos, sistemas de información geográfica, cartografía digital, modelos matemáticos y herramientas para visualización, búsqueda y simulación de escenarios de pérdidas.

Para el cálculo del riesgo se utilizaron los resultados del cálculo del peligro, la vulnerabilidad y la exposición, bajo el siguiente procedimiento:

$$R = P * (V + E)$$

Donde:

R: Riesgo

P: Peligro

V: Vulnerabilidad

E: Exposición

Con los valores resultados del procedimiento se realizó un cruce para determinar los niveles de riesgo, como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 98. Resultados para la estimación del riesgo

Peligro			Riesgo										
Muy alto	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	Muy alto	29 a 50
Alto	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	Alto	17 a 28
Medio	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	Medio	8 a 16
Bajo	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	Bajo	4 a 7
Muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muy bajo	2 a 3
		2	3	4	5	6	7	8	9	10		
		Muy bajo	Bajo		Medio		Alto		Muy alto			
		Vulnerabilidad + Exposición										

Sin embargo, por las condiciones específicas e importancia que tiene la condición de inestabilidad de laderas (deslizamiento, derrumbes, caída de detritos y flujos) y de acuerdo con lo establecido en las guías metodológicas para la elaboración de Atlas, que señalan la posibilidad de diferenciar metodológicamente los cálculos de riesgo por fenómeno, se consideró que, en los casos en donde el peligro tenga una calificación de "Alto" o "Muy alto", (valores 4 y 5) con una vulnerabilidad y exposición "Baja" (3 y 4) se reclasifiquen para considerarlas en el rango "Alto", en lugar de "Medio", sólo para los mecanismos que están relacionados con la inestabilidad de laderas, bajo un criterio de exclusión.

Tabla 99. Resultados para la estimación del riesgo para los componentes de inestabilidad de laderas

Peligro			Riesgo										
Muy alto	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	Muy alto	29 a 50
Alto	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	Alto	15 a 28
Medio	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	Medio	8 a 14
Bajo	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	Bajo	4 a 7
Muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muy bajo	2 a 3
		2	3	4	5	6	7	8	9	10		
		Muy bajo	Bajo		Medio		Alto		Muy alto			
		Vulnerabilidad + Exposición										

V.8.1 Inestabilidad de Laderas

Cómo se ha venido analizando, la inestabilidad de laderas está determinada, tanto en su origen como en su desarrollo, por diferentes mecanismos, los cuales se han utilizado para clasificar y analizar los tipos de procesos de ladera existentes. De tal modo que se han agrupado en cuatro categorías: deslizamientos, derrumbes, caída de detritos y flujos (CNPC, CENAPRED, SSPC, 2021).

Para el municipio de San Melchor Betaza las afectaciones a la población por este tipo de riesgos se han presentado principalmente hacia la parte central, este, oeste y suroeste del municipio, con mayores afectaciones en Agencias y principalmente caminos.

Para el desarrollo de este apartado, se realizaron las proyecciones correspondientes al riesgo por deslizamiento para el municipio, indicando a continuación por cada periodo

de retorno (PR) y a las categorías obtenidas, el porcentaje y la superficie correspondiente en que puede presentarse.

En la siguiente tabla se puede observar que la mayor parte del municipio cae en la categoría de riesgo “Medio". Es importante resaltar que aun cuando la proporción del municipio que presenta una categoría de riesgo “Alto” es pequeña con respecto a la totalidad municipal, es trascendental reducir o mitigar este riesgo pues dentro de los mapas se puede observar que esa proporción se refiere a los asentamientos, tanto cabecera municipal como agencias, donde vive la mayor parte de la población, y en algunas zonas de la carretera que atraviesa el municipio y lo conecta con otros, siendo las principales vías de comunicación.

Tabla 100. Riesgos por fenómenos geológicos en el municipio de San Melchor Betaza

Riesgo por fenómenos geológicos	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Deslizamiento			57.15%	42.85%	
Deslizamiento para un PR 5 años			54.36%	45.63%	0.01%
Deslizamiento para un PR 10 años			39.74%	60.12%	0.14%
Deslizamiento para un PR 20 años			25.01%	74.85%	0.14%
Deslizamiento para un PR 50 años			6.4%	93.15%	0.46%
Derrumbes			34.28%	65.64%	0.09%
Derrumbes para un PR 5 años			29.35%	70.51%	0.14%
Derrumbes para un PR 10 años			23.8%	76.05%	0.15%
Derrumbes para un PR 20 años			15.03%	84.69%	0.28%
Derrumbes para un PR 50 años			6.74%	92.36%	0.91%
Caída de detritos		1.84%	87.41%	10.75%	
Caída de detritos para un PR de 5 años		1%	80.47%	18.52%	0.01%
Caída de detritos para un PR de 10 años		0.63%	74.8%	24.56%	0.01%
Caída de detritos para un PR de 20 años		0.28%	62.18%	37.51%	0.03%
Caída de detritos para un PR de 50 años		0.06%	41.73%	58.16%	0.05%
Flujos			69.42%	30.58%	
Flujos para un PR de 5 años			62.4%	37.6%	
Flujos para un PR de 10 años			58.24%	41.76%	
Flujos para un PR de 20 años			44.38%	55.56%	0.06%
Flujos para un PR de 50 años			29.95%	69.92%	0.13%

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de CentroGeo, 2024

V.8.1.1 Riesgo por deslizamientos

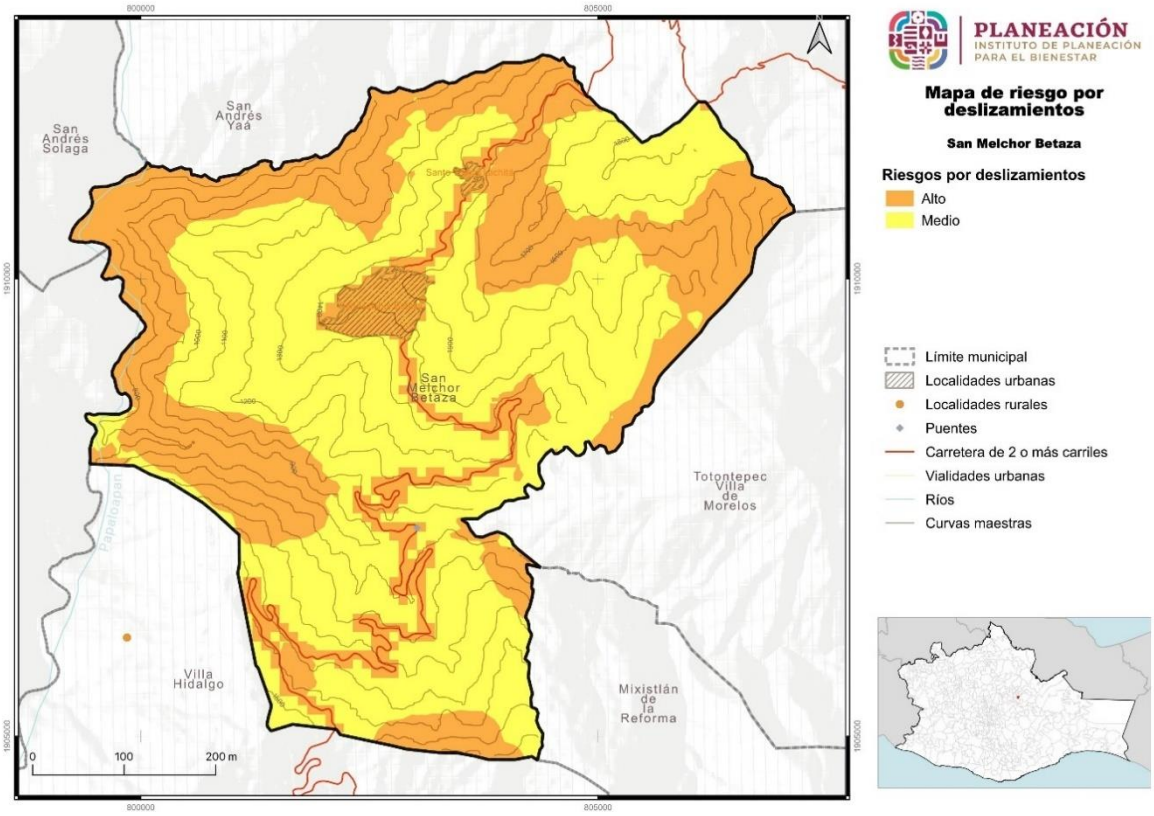
En lo relativo al riesgo por deslizamientos la mayor parte del territorio municipal tiene un nivel medio, mientras que el 42.85% se encuentra en un nivel de riesgo alto, que representan 1,462.54 has. Las zonas con este nivel de riesgo son las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá además de cubrir los extremos de la parte norte del territorio, incluyendo las zonas donde se localizan los 2 caminos de acceso principales al Municipio.

Tabla 101. Riesgo por deslizamientos

Riesgo por deslizamientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	1462.54	42.85
Medio	1950.69	57.15

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 133. Riesgo por deslizamientos



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.2 Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de deslizamientos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

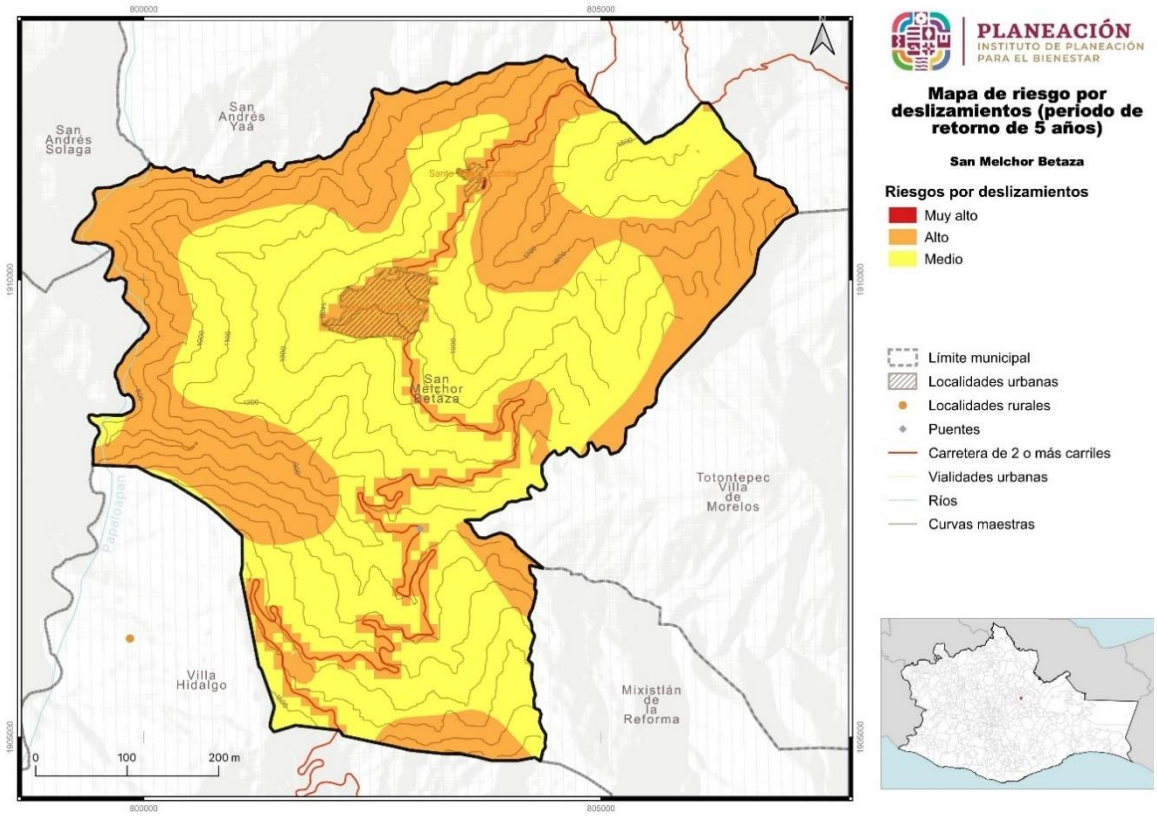
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por deslizamientos muestra niveles de muy alto en apenas 0.36 has y aunque sigue siendo la mayor parte del territorio municipal la que tiene nivel de riesgo medio con el 54.36%, el área con nivel de riesgo alto es de 45.63%, que representan 1,557.41 has.; en este nivel de riesgo se localizan las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá además de cubrir los extremos de la mitad norte del territorio, incluyendo las zonas donde se localizan los 2 caminos de acceso principales al Municipio.

Tabla 102. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años

Riesgo por deslizamientos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.36	0.01
Alto	1557.41	45.63
Medio	1855.44	54.36

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 134. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.3 Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de deslizamientos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza.

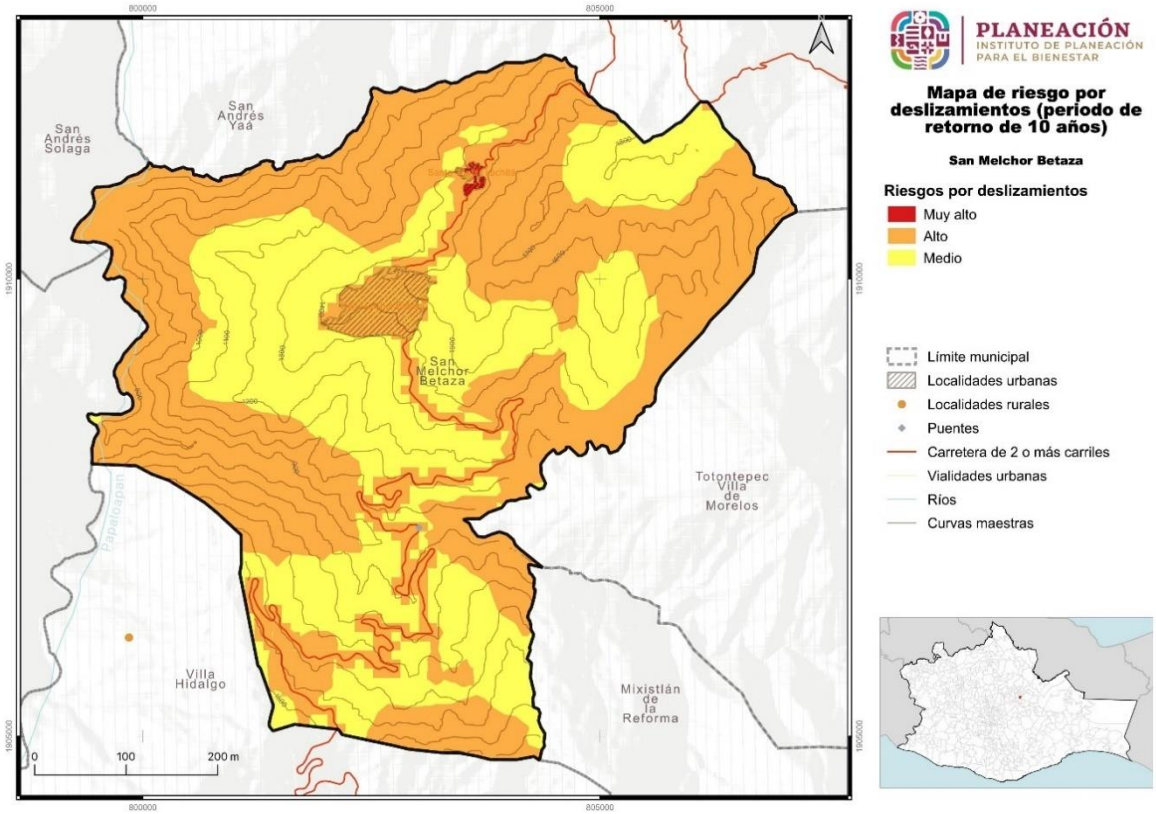
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por deslizamientos muestra niveles de muy alto en 4.63 has. en un área que se localiza muy cercana al este de la localidad de Lachitá. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo alto, ya que es de 2,052.15 has. que representan el 60.12% en áreas que se localizan en la zona habitada de la cabecera municipal además de los extremos de la mitad norte del territorio, incluyendo las zonas donde se localizan los 2 caminos de acceso principales al Municipio; por último, la proporción del territorio con nivel de riesgo medio es de 39.74%.

Tabla 103. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por deslizamientos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	4.63	0.14
Alto	2052.15	60.12
Medio	1356.41	39.74

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 135. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.4 Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 5 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de deslizamientos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 20 años, el riesgo por deslizamientos muestra niveles de muy alto en 4.63 has. en un área que se localiza

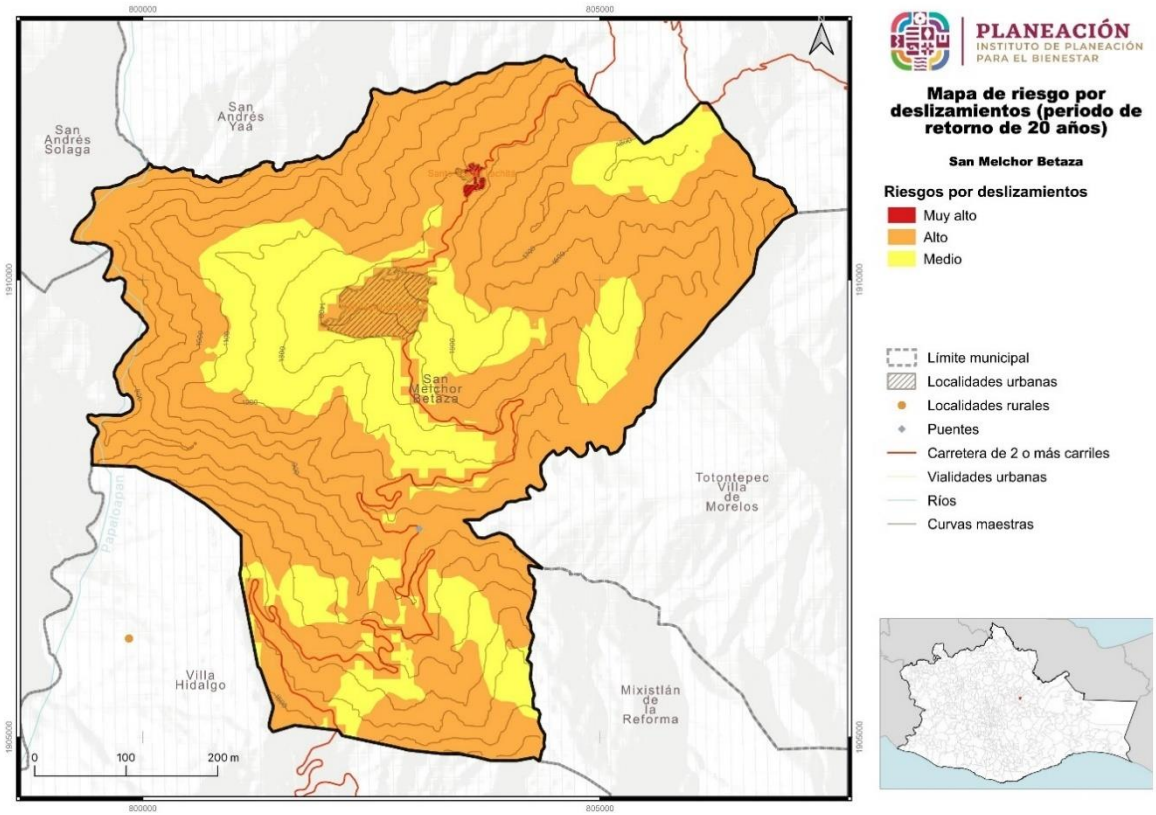
muy cercana al este de la localidad de Lachitá. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo alto, ya que es de 2,554.77 has. que representan tres cuartas partes del territorio municipal. Contempla áreas que como la zona habitada de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá incluyendo las zonas donde se localizan los 2 caminos de acceso principales al Municipio; por último, la proporción del territorio con nivel de riesgo medio es de 25.01% y se localiza principalmente al centro del territorio municipal.

Tabla 104. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años

Riesgo por deslizamientos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	4.63	0.14
Alto	2554.77	74.85
Medio	853.8	25.01

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 136. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.5 Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de deslizamientos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaz5

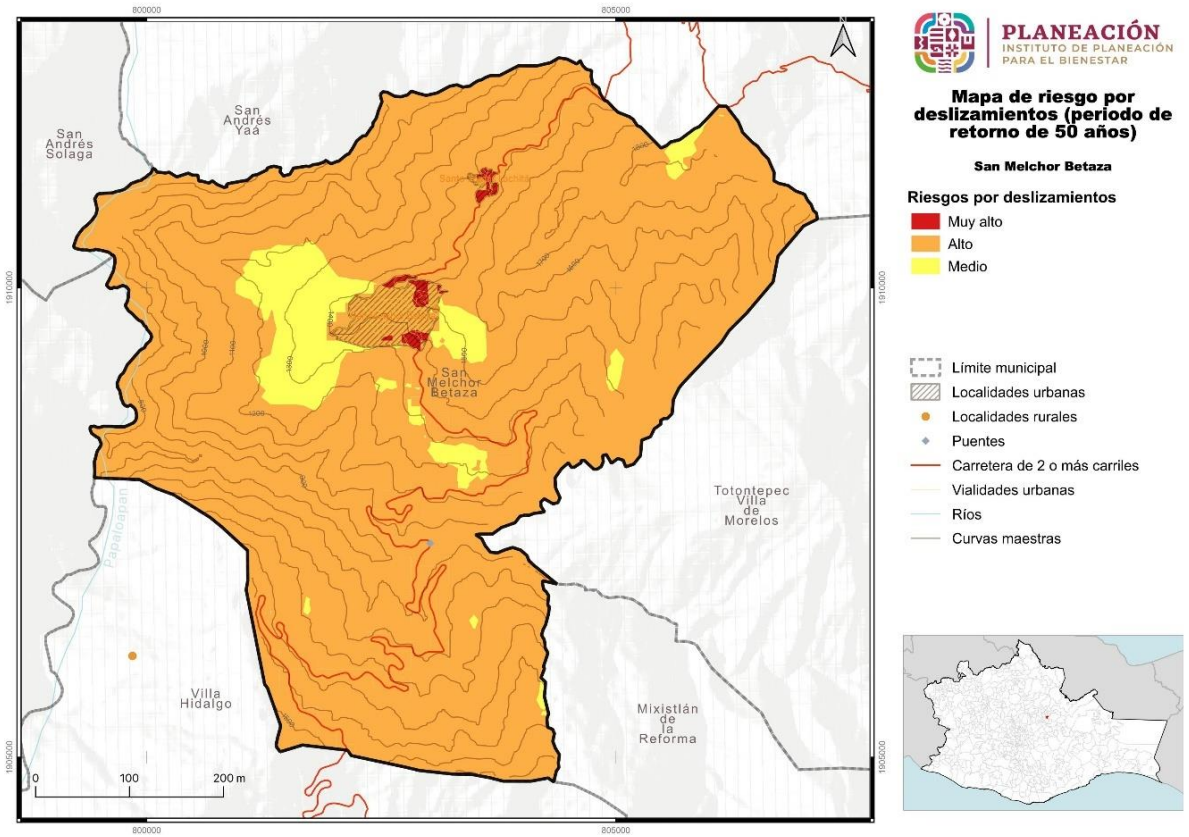
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 20 años, el riesgo por deslizamientos muestra niveles de muy alto en 15.6 has. en áreas que se localizan en la mitad este de la localidad de Lachitá y al noreste y sureste de la cabecera municipal. En esta estimación es notablemente mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo alto, ya que es de 3,179.32 has. que representan el 93.15% del territorio municipal, contempla prácticamente la totalidad del territorio municipal exceptuando las zonas al este y oeste que rodean la cabecera municipal que presentan nivel de riesgo medio, con una proporción del 6.40%.

Tabla 105. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años

Riesgo por deslizamientos (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	15.6	0.46
Alto	3179.32	93.15
Medio	218.31	6.4

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 137. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.6 Riesgo por derrumbes

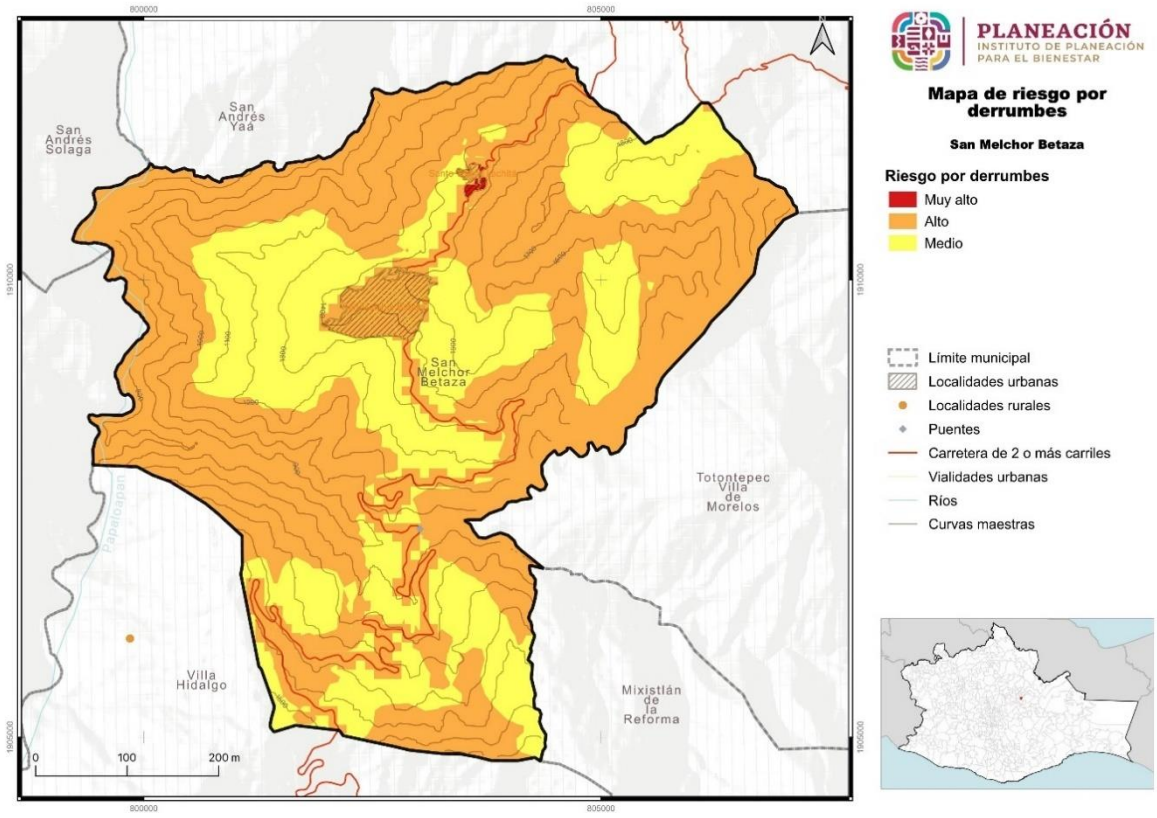
En lo relativo al riesgo por derrumbes, 2,240.36 has. que representan el 65.64% del territorio municipal tiene un nivel alto incluyendo las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá además de las zonas donde se localizan los 2 caminos de acceso principales al Municipio, mientras que el 34.28% se encuentra en un nivel de riesgo medio; el área con nivel de riesgo muy alto es menor a un punto porcentual y se localiza al sur de la localidad de Lachitá.

Tabla 106. Riesgo por derrumbes

Riesgo por derrumbes	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	2.92	0.09
Alto	2240.36	65.64
Medio	1169.92	34.28

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 138. Riesgo por derrumbes



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.7 Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de derrumbes que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

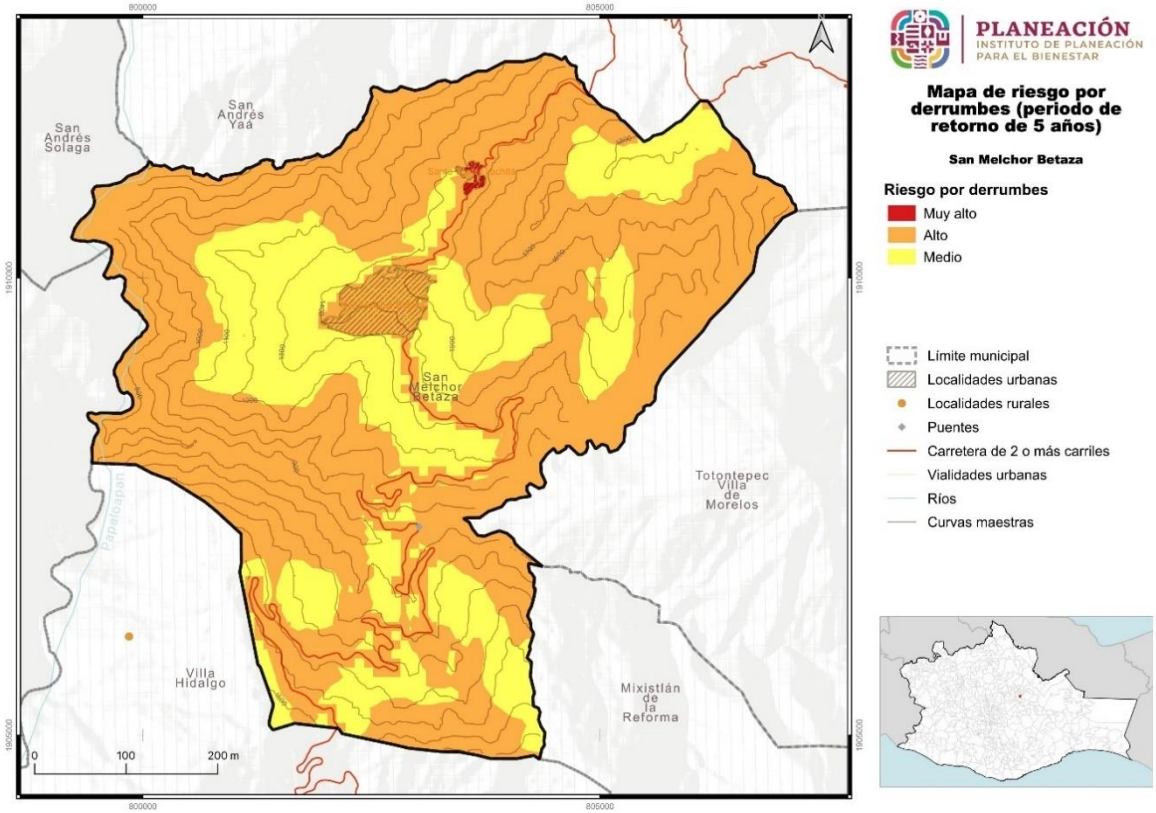
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por derrumbes muestra niveles de muy alto en 4.62 has. en un área que se localiza muy cercana al este y sureste de la localidad de Lachitá. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo alto, ya que es de 2,406.69 has. que representan el 70.51% en áreas que se localizan en la zona habitada de la cabecera municipal además de los extremos de la mitad norte del territorio, incluyendo las zonas donde se localizan los 2 caminos de acceso principales al Municipio; por último, la proporción del territorio con nivel de riesgo medio es de 29.35%.

Tabla 107. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años

Riesgo por derrumbes (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	4.62	0.14
Alto	2406.69	70.51
Medio	1001.89	29.35

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 139. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.8 Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de derrumbes que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por derrumbes muestra niveles de muy alto en 5.05 has. en un área que rodea la mitad este de la localidad de Lachitá. En esta estimación es mayor la parte del territorio

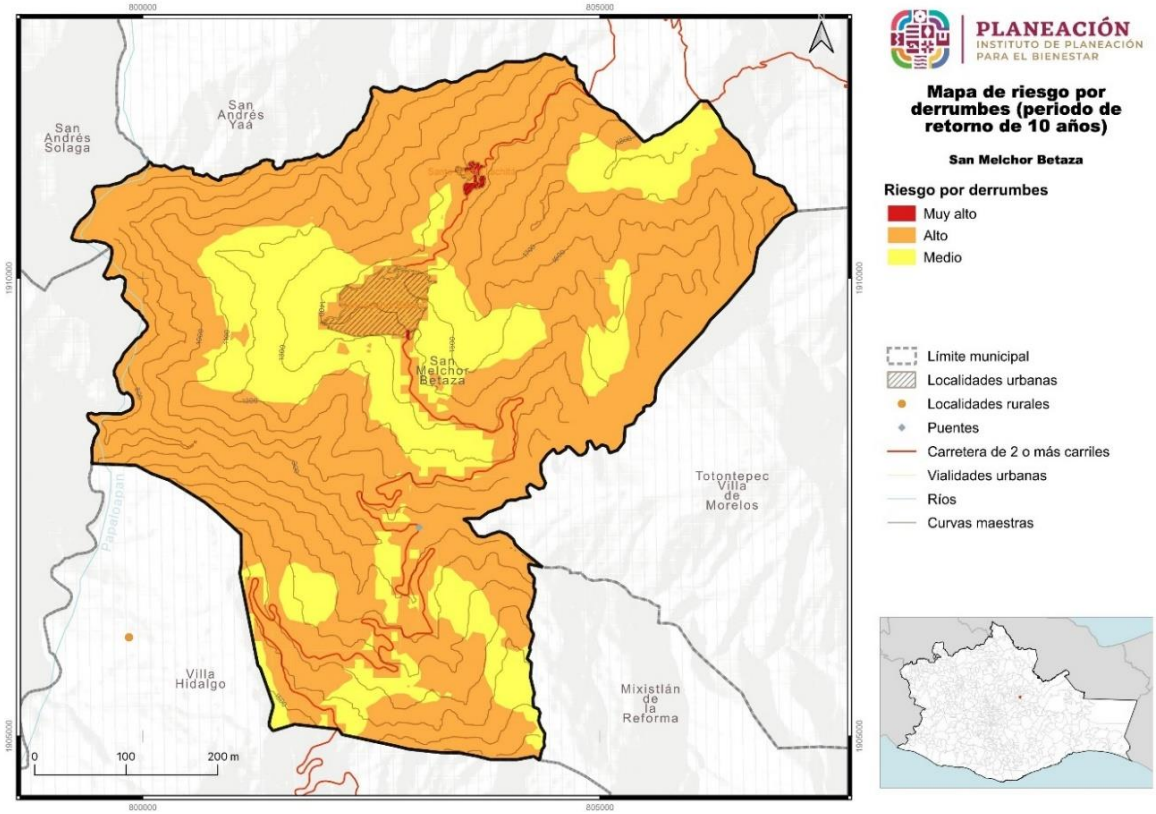
municipal con nivel de riesgo alto, ya que es de 2,595.72 has. que representan el 76.05% y se distribuye en la mayor parte del territorio municipal incluyendo la zona habitada de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; por último, la proporción del territorio con nivel de riesgo medio es de 23.8% y se ubica principalmente en el área que rodea la cabecera municipal y en zonas aisladas al sur y este de la cabecera municipal.

Tabla 108. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por derrumbes (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	5.05	0.15
Alto	2595.72	76.05
Medio	812.43	23.8

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 140. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.9 Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 5 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de derrumbes que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

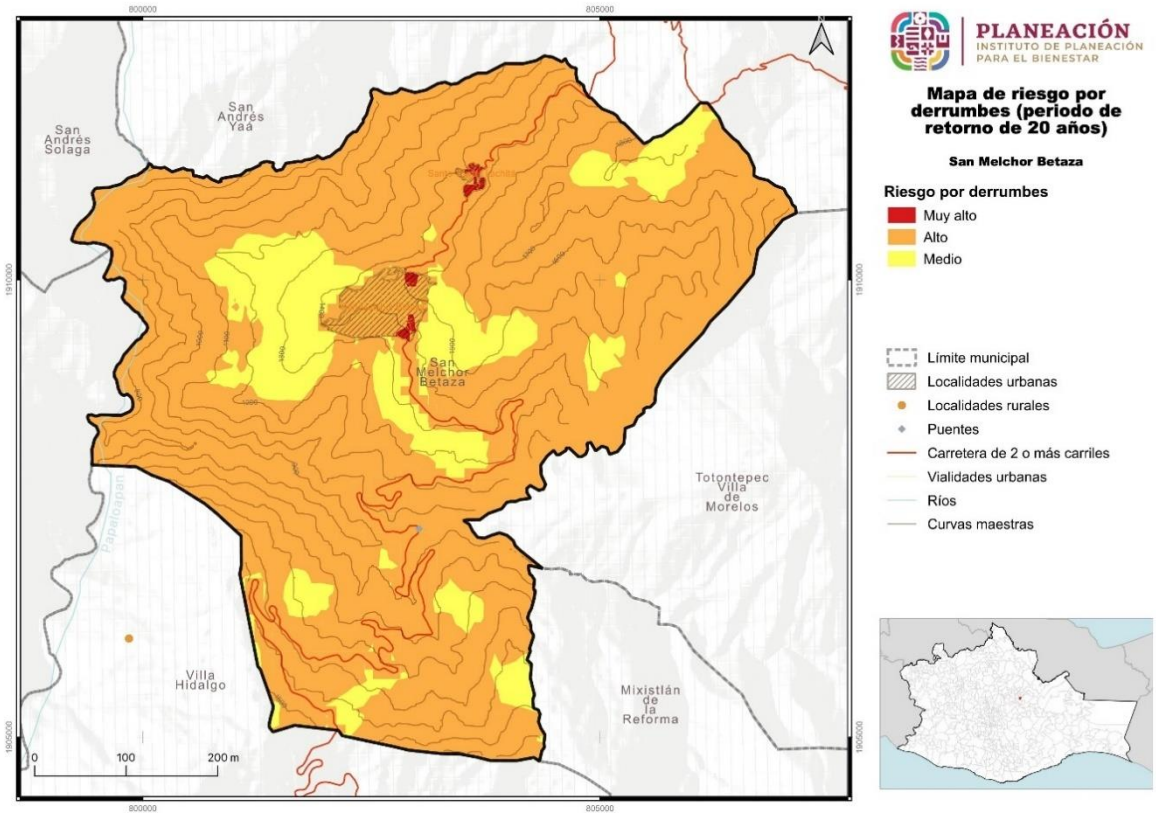
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 20 años, el riesgo por derrumbes muestra niveles de muy alto en 9.61 has. en un área que rodea la mitad este de la localidad de Lachitá y en los extremos noreste y sureste de la cabecera municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo alto, ya que es de 2,890.53 has. que representan el 84.69% y se distribuye en la mayor parte del territorio municipal incluyendo las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá además de casi la totalidad de la mitad sur del territorio municipal; por último, la proporción del territorio con nivel de riesgo medio es de 15.03% y se ubica principalmente en áreas aisladas al este y oeste colindantes a la cabecera municipal y en pequeñas zonas aisladas al sur y este de la cabecera municipal.

Tabla 109. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años

Riesgo por derrumbes (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.61	0.28
Alto	2890.53	84.69
Medio	513.06	15.03

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 141. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.10 Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de derrumbes que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por derrumbes muestra niveles de muy alto en 30.94 has. que representan casi el 1% del territorio municipal y se localizan en áreas aisladas, una que rodea la mitad este de la localidad de Lachitá y en los extremos noroeste, noreste y sureste de la cabecera municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo alto, ya que es de 3,152.37 has. que representan el 92.36% y se distribuye en la mayor parte del territorio municipal incluyendo las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá además de casi la totalidad de la mitad sur del territorio municipal; por último, la proporción del territorio con nivel de riesgo medio es de 6.74% y se ubica principalmente en áreas aisladas al este y oeste colindantes a la

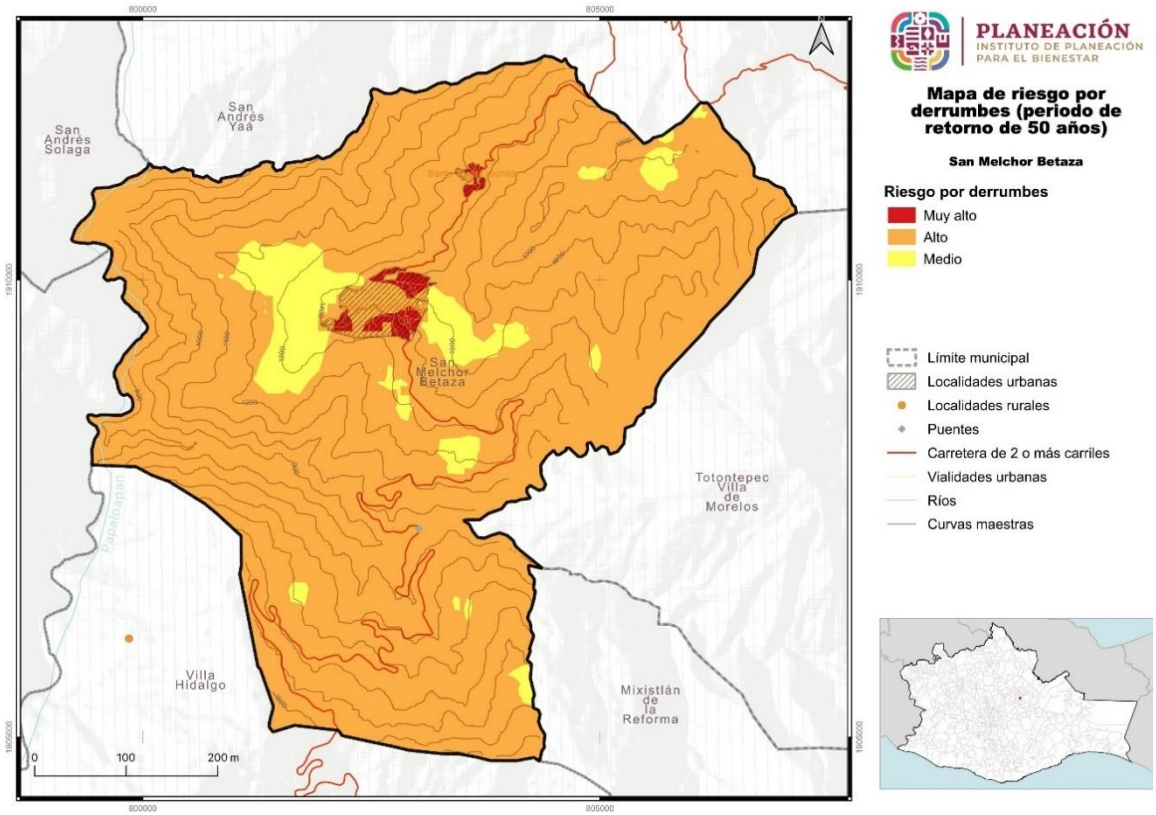
cabecera municipal y en pequeñas zonas aisladas al sur y este de la cabecera municipal.

Tabla 110. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años

Riesgo por derrumbes (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	30.94	0.91
Alto	3152.37	92.36
Medio	229.92	6.74

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 142. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.11 Riesgo por caída de detritos

En lo relativo al riesgo por caída de detritos, el nivel de riesgo medio es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en 2,983.35 has. que representan el 87.41% del territorio municipal y se distribuye en la totalidad del mismo, en cobertura le sigue el nivel de riesgo alto que se presenta en el 10.75% del territorio municipal impactando principalmente en las zonas habitadas de la cabecera

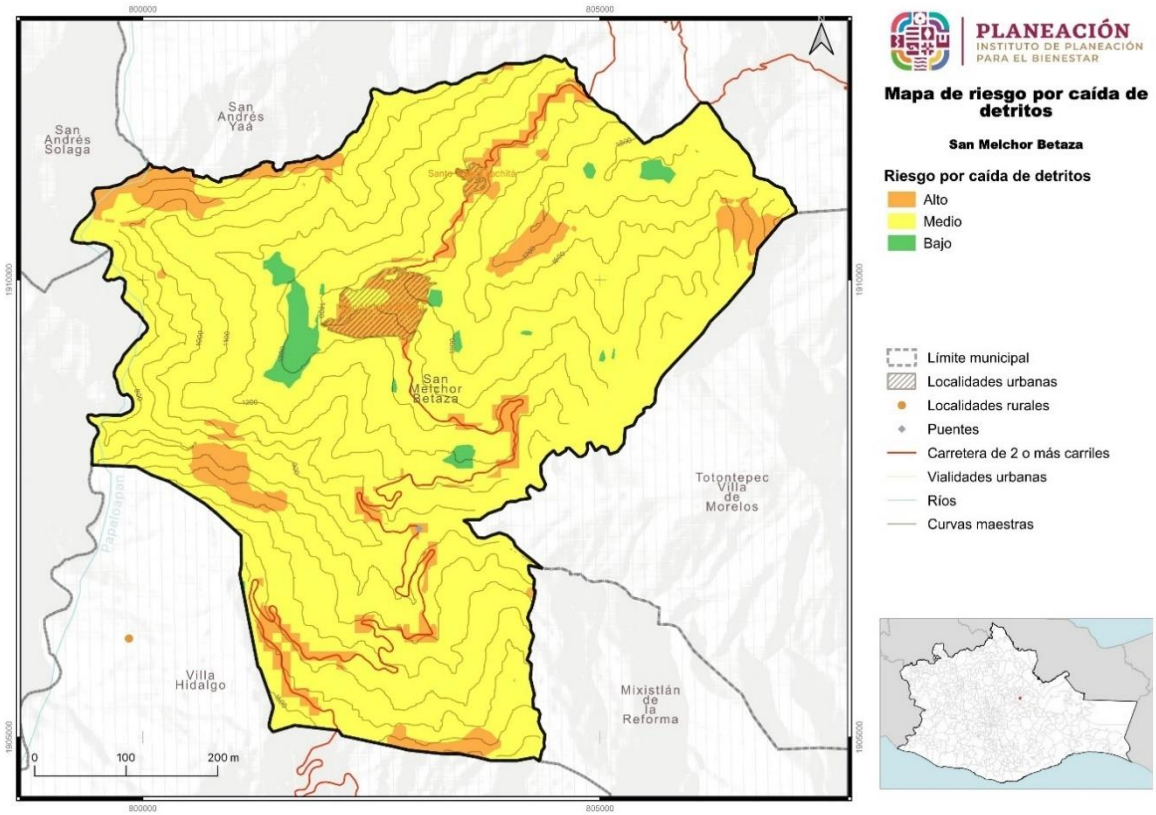
municipal y la localidad de Lachitá además del acceso a la cabecera que llega de la cabecera distrital Villa Alta; por último el nivel de riesgo bajo que cubre únicamente el 1.84% del territorio de San Melchor Betaza y se ubica en zonas aisladas distribuidas en la mitad norte del territorio municipal, localizándose la zona de mayor extensión al oeste de la cabecera municipal.

Tabla 111. Riesgo por caída de detritos

Riesgo por caída de detritos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	367.03	10.75
Medio	2983.35	87.41
Bajo	62.79	1.84

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 143. Riesgo por caída de detritos



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.12 Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de caída de detritos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

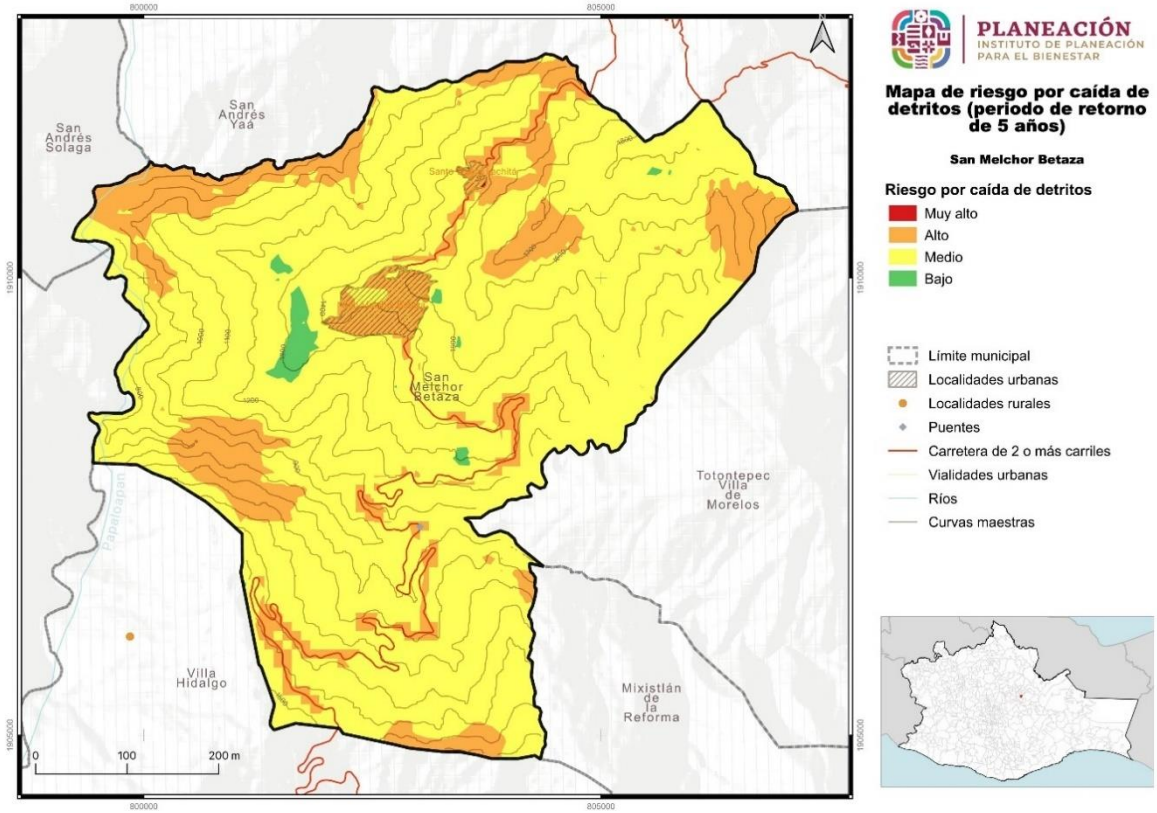
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por caída de detritos muestra niveles de muy alto en apenas 0.18 has.; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 632.28 has que representan el 18.52% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, igualmente, las áreas más extensas con este nivel de riesgo se localizan a los extremos suroeste, noroeste y noreste del territorio municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,746.48 has. que representan el 80.47% distribuidas en todo el territorio municipal. Adicionalmente se tienen áreas que se estiman con un nivel de riesgo bajo, que representan escasamente el 1% del territorio y se localizan principalmente al oeste, fuera de la cabecera municipal.

Tabla 112. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años

Riesgo por caída de detritos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.18	0.01
Alto	632.28	18.52
Medio	2746.48	80.47
Bajo	34.2	1

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 144. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.13 Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de caída de detritos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

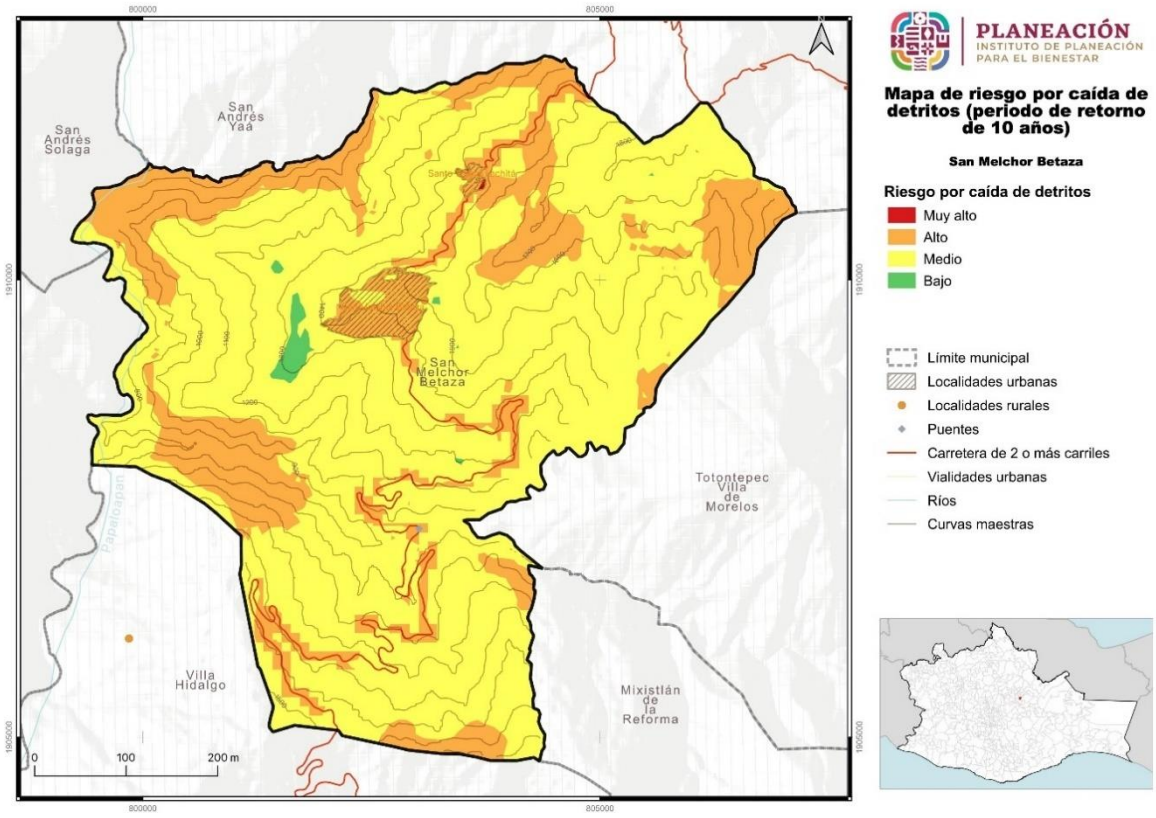
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por caída de detritos muestra niveles de muy alto en apenas 0.46 has. que se localizan al sureste cerca de la localidad de Lachitá; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 838.18 has que representan el 24.56% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, igualmente, las áreas más extensas con este nivel de riesgo se localizan a los extremos suroeste, noroeste y noreste del territorio municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,552.98 has. que representan el 74.8% distribuidas en todo el territorio municipal. Adicionalmente se tienen áreas que se estiman con un nivel de riesgo bajo, que representan menos del 1% del territorio y se localizan principalmente al oeste, fuera de la cabecera municipal.

Tabla 113. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por caída de detritos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.46	0.01
Alto	838.18	24.56
Medio	2552.98	74.8
Bajo	21.53	0.63

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 145. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.14 Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 5 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de caída de detritos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

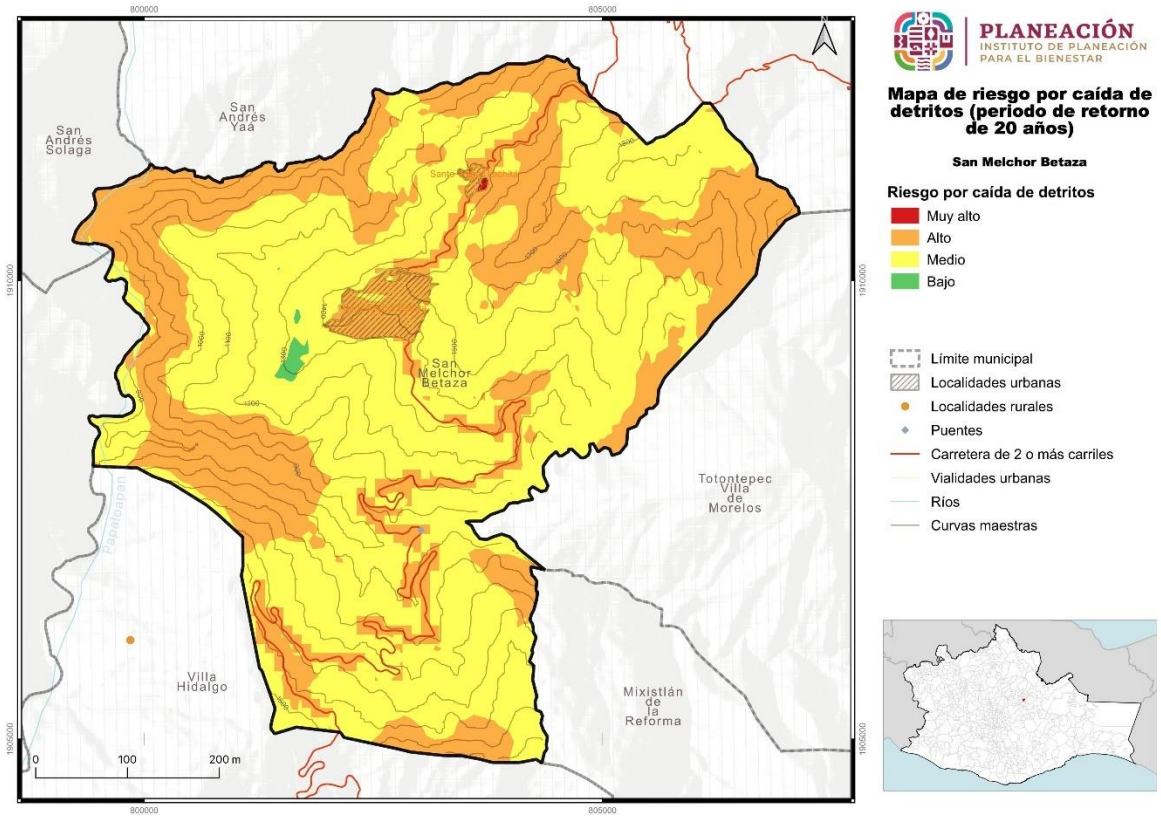
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 20 años, el riesgo por caída de detritos muestra niveles de muy alto en 0.95 has. que se localizan al sureste cerca de la localidad de Lachitá; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 1,280.4 has que representan el 37.51% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, igualmente, las áreas más extensas con este nivel de riesgo se localizan a los extremos este, oeste y norte del territorio municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,122.21 has. que representan el 62.18% distribuidas en todo el territorio municipal. Adicionalmente se tienen áreas que se estiman con un nivel de riesgo bajo, que representan menos del 1% del territorio y se localizan principalmente al suroeste, fuera de la cabecera municipal.

Tabla 114. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años

Riesgo por caída de detritos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.95	0.03
Alto	1280.4	37.51
Medio	2122.21	62.18
Bajo	9.6	0.28

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 146. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.15 Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de caída de detritos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por caída de detritos muestra niveles de muy alto en 1.79 has. que se localizan al sureste cerca

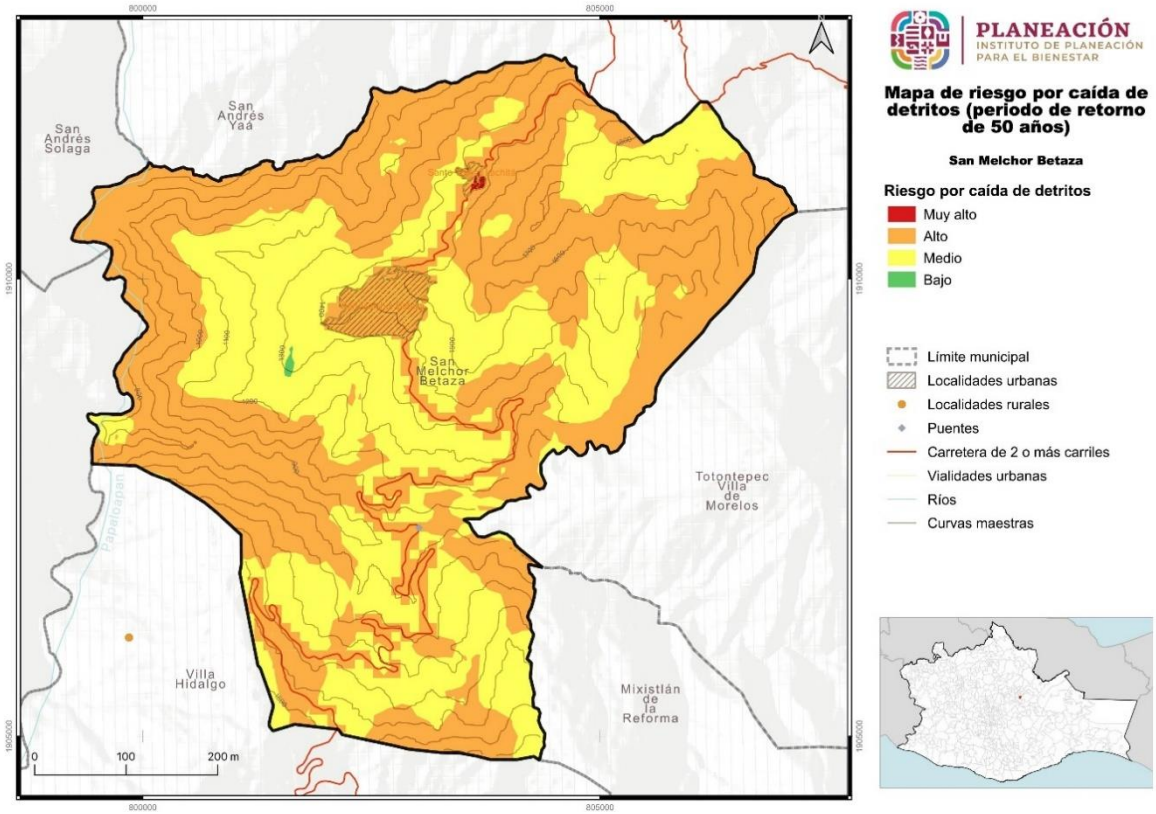
de la localidad de Lachitá; En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo alto, se estima pueda afectar a 1,985.09 has que representan el 58.16% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, igualmente, en dos caminos principales que llegan a la cabecera municipal, las áreas más extensas con este nivel de riesgo se localizan al extremo de la mitad norte del territorio municipal. En lo referente al nivel de riesgo medio, el área que se estima pueda afectar es de 1,424.18 has. que representan el 41.73% distribuidas principalmente en la parte sur y central del municipio, fuera de la cabecera municipal. Adicionalmente se tienen áreas que se estiman con un nivel de riesgo bajo, que representan menos del 1% del territorio y se localizan principalmente al suroeste, fuera de la cabecera municipal.

Tabla 115. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 50 años

Riesgo por caída de detritos (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	1.79	0.05
Alto	1985.09	58.16
Medio	1424.18	41.73
Bajo	2.16	0.06

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 147. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.16 Riesgo por Flujos

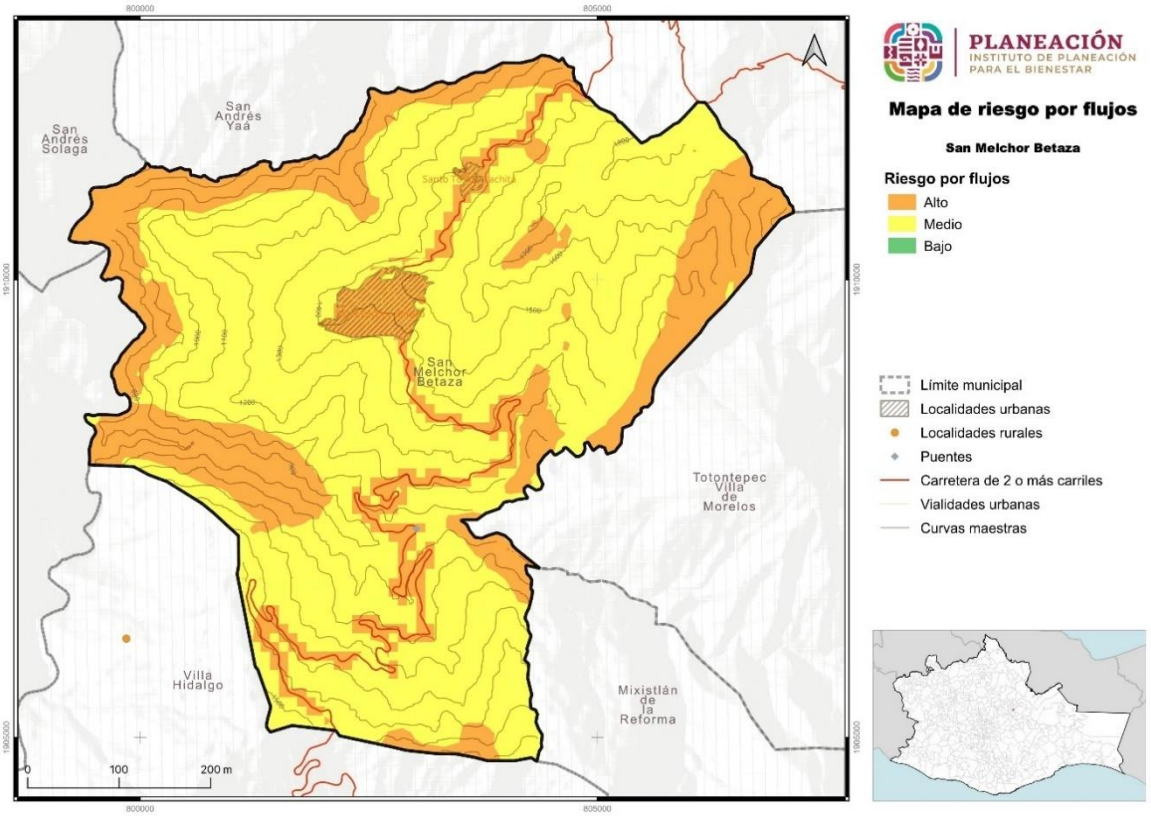
En lo relativo al riesgo por flujos, el nivel de riesgo medio es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en 2,369.42 has. que representan el 69.42% del territorio municipal y se distribuye en la totalidad de este, en cobertura le sigue el nivel de riesgo alto que se presenta en el 30.58% del territorio municipal impactando principalmente en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá además de los dos accesos a la carretera que llegan a la localidad de San Melchor Betaza.

Tabla 116. Riesgo por flujos

Riesgo por flujos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	1043.78	30.58
Medio	2369.42	69.42
Bajo	0	0

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 148. Riesgo por flujos



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.17 Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

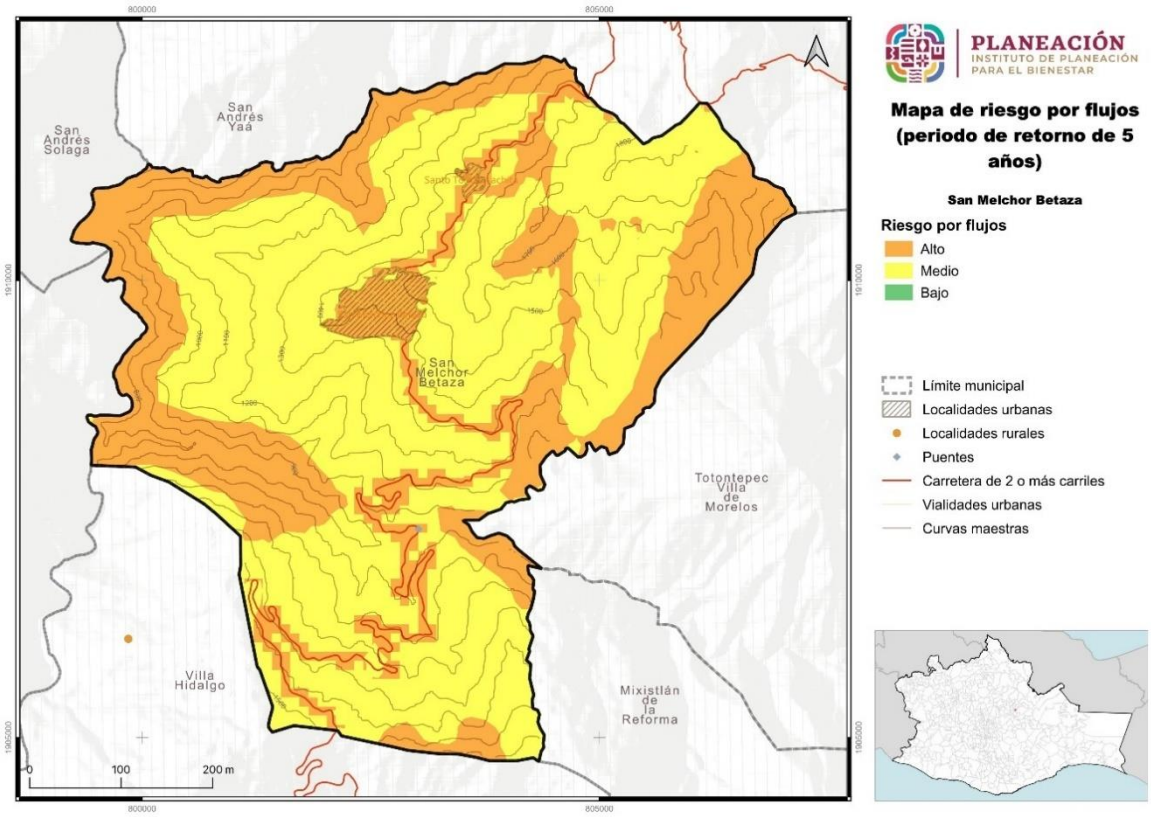
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por flujos muestra niveles de alto en un área de 1,283.31 has que representan el 37.6% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, igualmente, las áreas más extensas con este nivel de riesgo se localizan en la periferia de la mitad norte del territorio municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,129.89 has. que representan el 62.4% distribuidas en todo el territorio municipal.

Tabla 117. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 5 años

Riesgo por flujos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	1283.31	37.6
Medio	2129.89	62.4
Bajo	0	0

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 149. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 5 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.18 Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

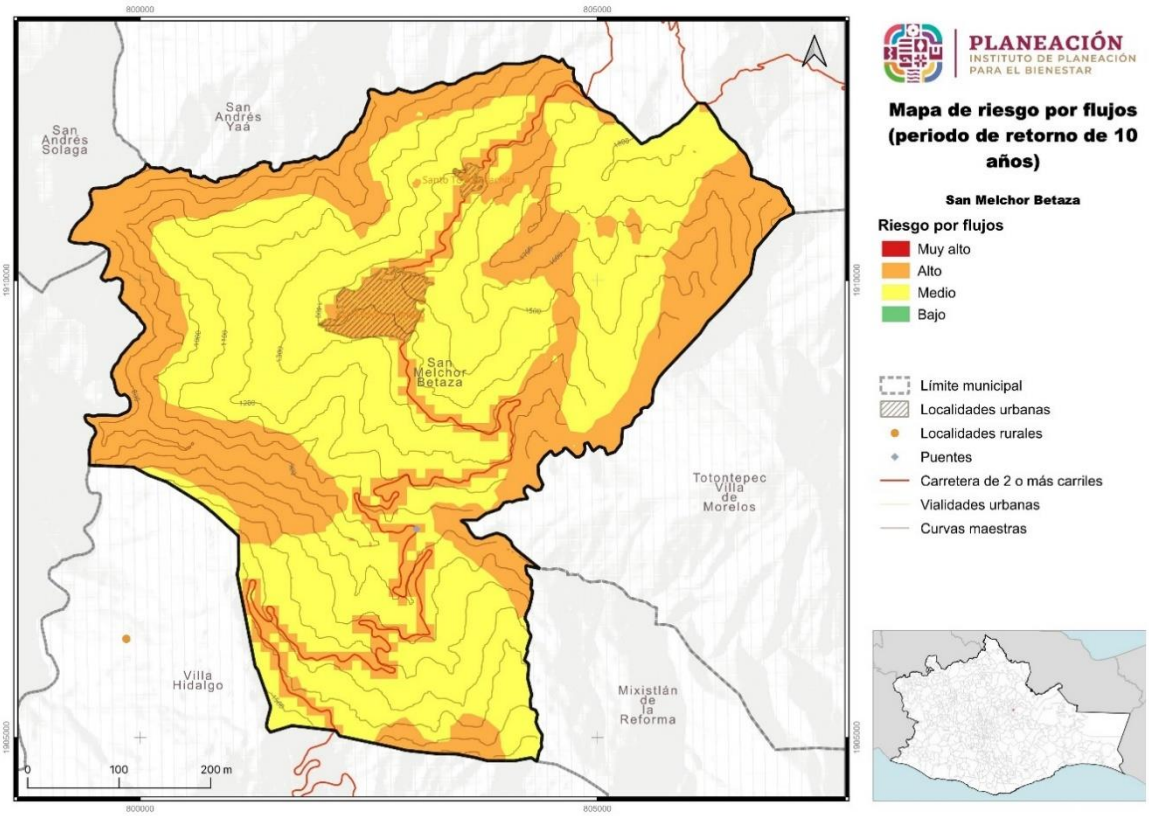
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por flujos muestra un ligero aumento en el nivel alto llegando a tener un área mínima con niveles de riesgo muy alto, con la correspondiente disminución de áreas en nivel medio. Los niveles de riesgo alto se localizan en un área de 1,425.46 has que representan el 41.76% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, igualmente, las áreas más extensas con este nivel de riesgo se localizan en la periferia de la mitad norte del territorio municipal, además de una franja irregular que va de sur a norte y que se localiza en las inmediaciones del lado este del territorio municipal. En esta estimación sigue siendo mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 1,987.72 has. que representan el 58.24% distribuidas en todo el territorio municipal.

Tabla 118. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por flujos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.03	0
Alto	1425.46	41.76
Medio	1987.72	58.24
Bajo	0	0

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 150. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.19 Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 20 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 5 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

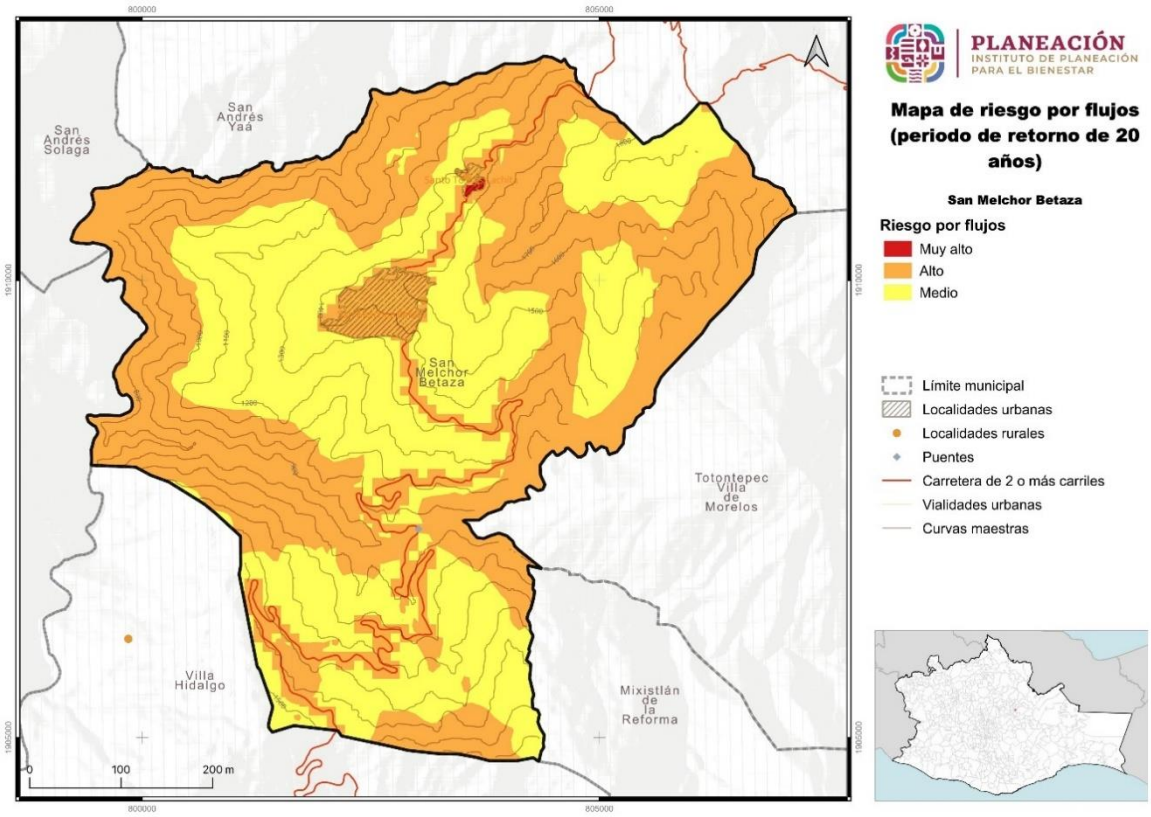
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 20 años, el riesgo por flujos muestra aumento en el nivel alto llegando a tener una pequeña área con niveles de riesgo muy alto que representa apenas el 0.06%, el aumento en el nivel alto para la presente estimación hace que sea el nivel que impacta en la mayor área del municipio, lo anterior origina la disminución de áreas en nivel medio. Los niveles de riesgo alto se localizan en un área de 1,896.34 has que representan el 55.56% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, igualmente, las áreas más extensas con este nivel de riesgo se localizan en la periferia de la mitad norte del territorio municipal, además de una franja irregular que va de sur a norte y que se localiza en las inmediaciones del lado este del territorio municipal. La parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio disminuye a 1,514.84 has. que representan el 44.38% distribuidas áreas aisladas localizadas al centro y sur del territorio municipal.

Tabla 119. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 20 años

Riesgo por flujos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	2.03	0.06
Alto	1896.34	55.56
Medio	1514.84	44.38

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 151. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 20 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.1.20 Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

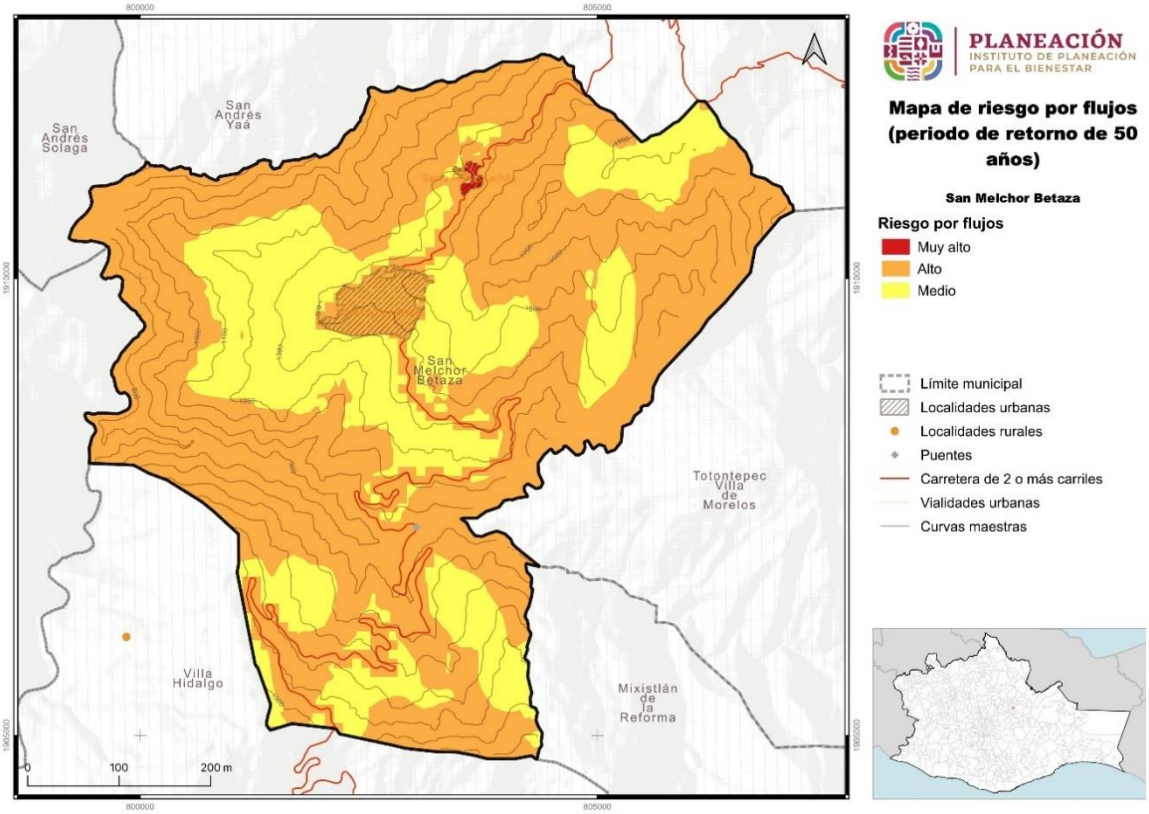
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por flujos se incrementa, llegando a tener un área con niveles de riesgo muy alto que representa apenas el 0.13%, el aumento en el nivel alto para la presente estimación hace que sea el nivel que impacta en la mayor área del municipio, lo anterior origina la disminución de áreas en nivel medio. Los niveles de riesgo alto se localizan en un área de 2,386.51 has que representan el 69.92% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, igualmente, las áreas más extensas con este nivel de riesgo se localizan en la periferia del territorio municipal. El área con nivel de riesgo medio disminuye a 1,022.29 has. que representan el 29.95% distribuidas áreas aisladas localizadas al este, centro y sur del territorio municipal.

Tabla 120. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 50 años

Riesgo por flujos (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	4.42	0.13
Alto	2386.51	69.92
Medio	1022.29	29.95

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 152. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.2 Sismos

San Melchor Betaza se localiza en la zona C de acuerdo con el mapa de regiones sísmicas de la República Mexicana, es una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Para los riesgos por sismo, en el municipio de San Melchor Betaza, es uno de los fenómenos geológicos que más ha afectado, tanto en la cabecera municipal como en

las agencias, con severos daños en estructura pública municipal, educativa, de salud y sobre todo en casas.

Para el desarrollo de este apartado, se realizaron las proyecciones correspondientes al riesgo por sismos para el municipio, indicando por cada periodo de retorno (PR) y a las categorías obtenidas, el porcentaje y la superficie correspondiente en que puede presentarse considerando la aceleración sísmica.

En la siguiente tabla se puede observar que la mayor parte del municipio cae en la categoría de riesgo "Medio" por aceleración sísmica, con un ligero aumento de la categoría "Alto" para todos los periodos de retorno (PR). Es importante resaltar que aun cuando la proporción del municipio que presenta una categoría de riesgo "Alto" es pequeña con respecto a la totalidad municipal, es importante reducir o mitigar este riesgo, pues dentro de los mapas se puede observar que esa proporción se presentaría en los asentamientos humanos.

Tabla 121. Riesgos por aceleración sísmica en el municipio de San Melchor Betaza

Riesgo por aceleración sísmica	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Aceleración sísmica			98.06	1.94	
Aceleración sísmica para un PR 10 años	90.69	9.31			
Aceleración sísmica para un PR 100 años	90.69	9.31			
Aceleración sísmica para un PR 1,000 años	90.69	9.31			

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.8.2.1 Riesgo por sismos

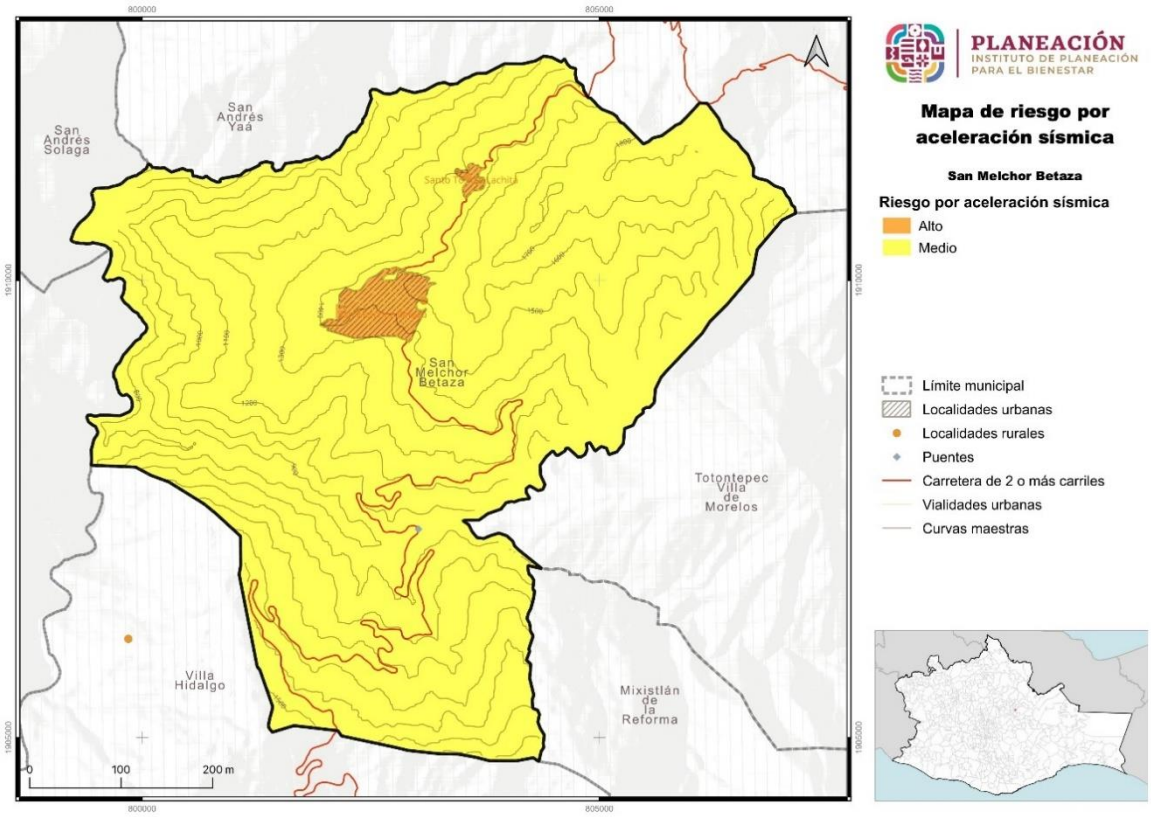
En lo relativo al riesgo por sismos, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 98.06% del territorio y se distribuye en la totalidad de este: las únicas áreas catalogadas con nivel de riesgo alto son en donde se ubican los asentamientos humanos de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá y que representan el 1.94% del territorio municipal.

Tabla 122. Riesgo por aceleración sísmica

Riesgo por aceleración sísmica	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	66.18	1.94
Medio	3347.04	98.06

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 153. Riesgo por aceleración sísmica



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.2.2 Riesgo por sismos para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de sismos que puede impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

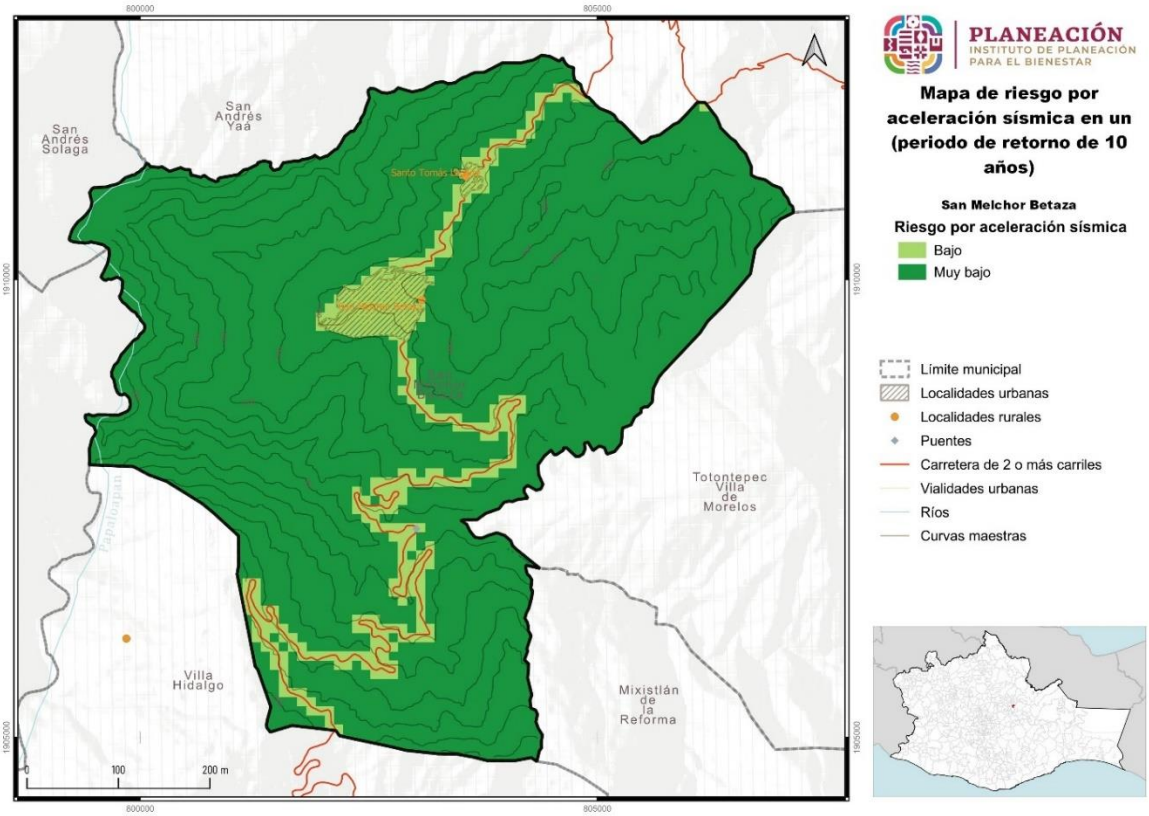
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por sismos muestra niveles de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en el 9.31% del territorio municipal concentrándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, además de considerar las áreas donde se localizan los dos caminos de acceso principales a la cabecera municipal. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en todo el territorio municipal.

Tabla 123. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por aceleración sísmica (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	317.65	9.31
Muy bajo	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 154. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.2.3 Riesgo por sismos para un periodo de retorno de 100 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de sismos que puede impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, el riesgo por sismos muestra niveles de bajo y muy bajo idénticos a la estimación con período de retorno de 10 años. El nivel bajo se estima en el 9.31% del territorio municipal concentrándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, además de considerar las áreas donde se localizan los dos caminos de acceso principales a la

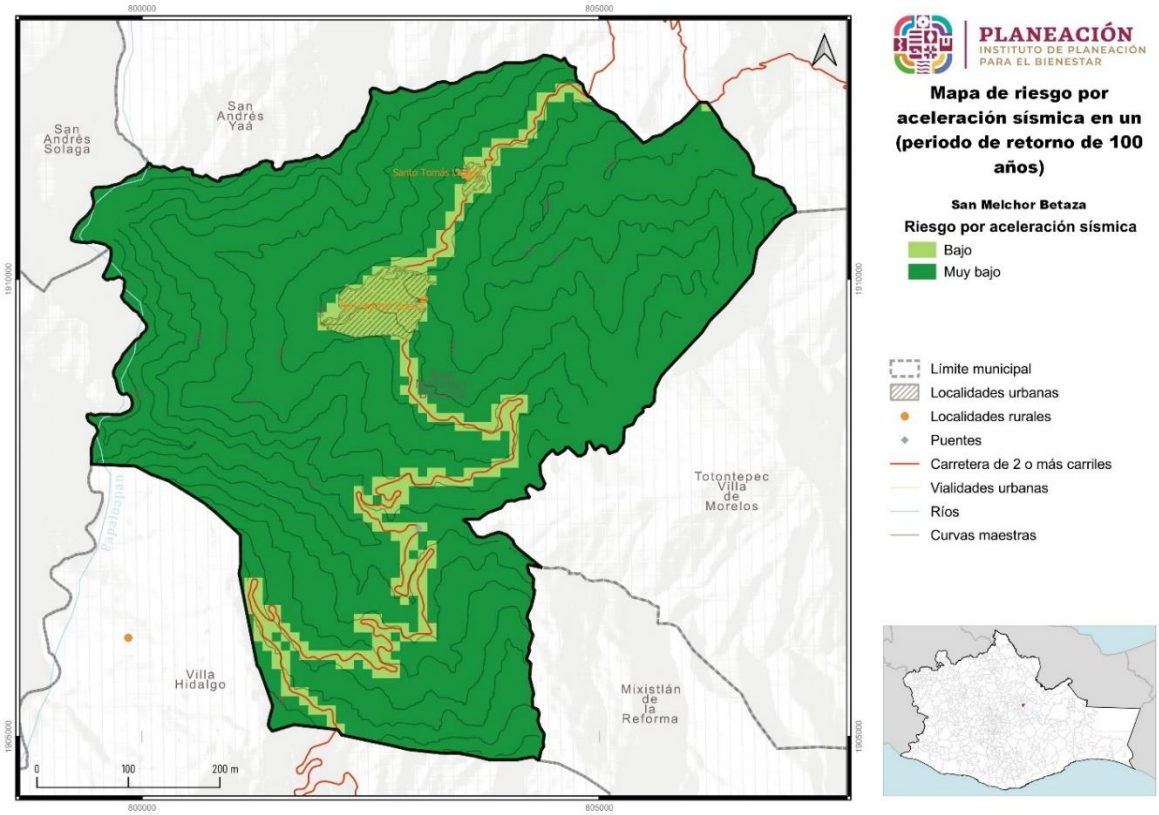
cabecera municipal. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en todo el territorio municipal.

Tabla 124. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 100 años

Riesgo por aceleración sísmica (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	317.65	9.31
Muy bajo	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 155. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 100 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.2.4 Riesgo por sismo para un periodo de retorno de 1000 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 1,000 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un milenio en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de sismos que puede impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 1,000 años, el riesgo por sismos muestra niveles de bajo y muy bajo idénticos a la estimación con período de

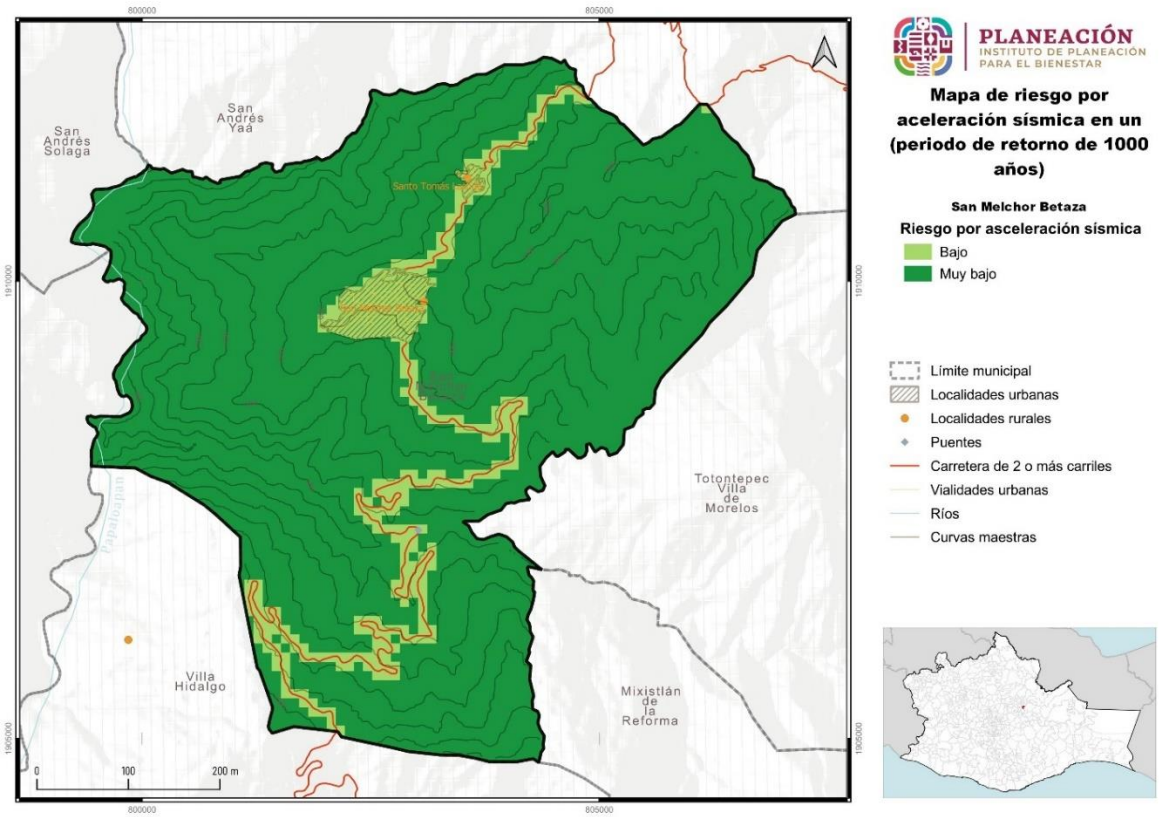
retorno de 10 años. El nivel bajo se estima en el 9.31% del territorio municipal concentrándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, además de considerar las áreas donde se localizan los dos caminos de acceso principales a la cabecera municipal. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en todo el territorio municipal.

Tabla 125. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 1000 años

Riesgo por aceleración sísmica (PR 1000 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	317.65	9.31
Muy bajo	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 156. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 1000 años



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.3 Tsunami *

El Riesgo por Tsunami no aplica a este municipio

V.8.4 Hundimientos (Subsidencia) y agrietamiento del terreno

La subsidencia en geología describe el progresivo hundimiento de una superficie, generalmente de la litosfera, bien sea por el movimiento relativo de las placas tectónicas, en una escala menor, por el asentamiento del terreno en las cuencas sedimentarias.

Para el municipio de San Melchor Betaza se proyectaron riesgos por subsidencia y agrietamiento del terreno. En la siguiente tabla se puede observar que la mayor parte del municipio cae en la categoría de riesgo "Medio" para ambos fenómenos geológicos. Es importante resaltar que aun cuando la proporción del municipio que presenta una categoría de riesgo "Alto" es pequeña con respecto a la totalidad municipal, es importante reducir o mitigar este riesgo, pues dentro de los mapas se puede observar que esa proporción se presentaría en áreas con asentamientos humanos.

Tabla 126. Riesgos por hundimientos y agrietamientos en el municipio de San Melchor Betaza

Riesgo por hundimientos y agrietamientos	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Hundimientos			98.29	1.71	
Subsidencia			98.07	1.93	
Agrietamiento del terreno	22.86	19.94	10.56		

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.8.4.1 Riesgo por hundimiento del suelo en el municipio

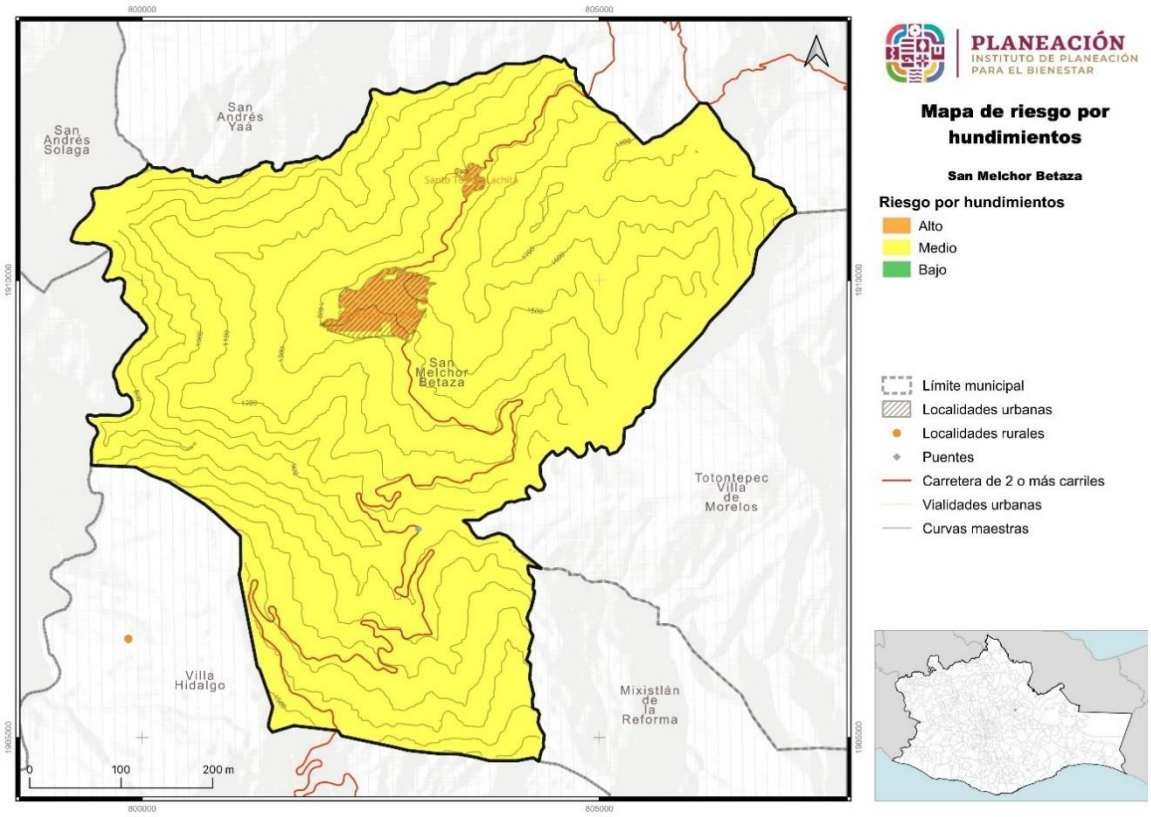
En lo relativo al riesgo por hundimiento del suelo, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 98.29% del territorio y se distribuye en la totalidad de este: las únicas áreas catalogadas con nivel de riesgo alto son en donde se ubican los asentamientos humanos de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá y que representan el 1.71% del territorio municipal.

Tabla 127. Riesgo por hundimiento del suelo en el municipio

Riesgo por hundimientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	58.24	1.71
Medio	3354.98	98.29
Bajo	0	0

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 157. Riesgo por hundimiento del suelo en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.4.2 Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio

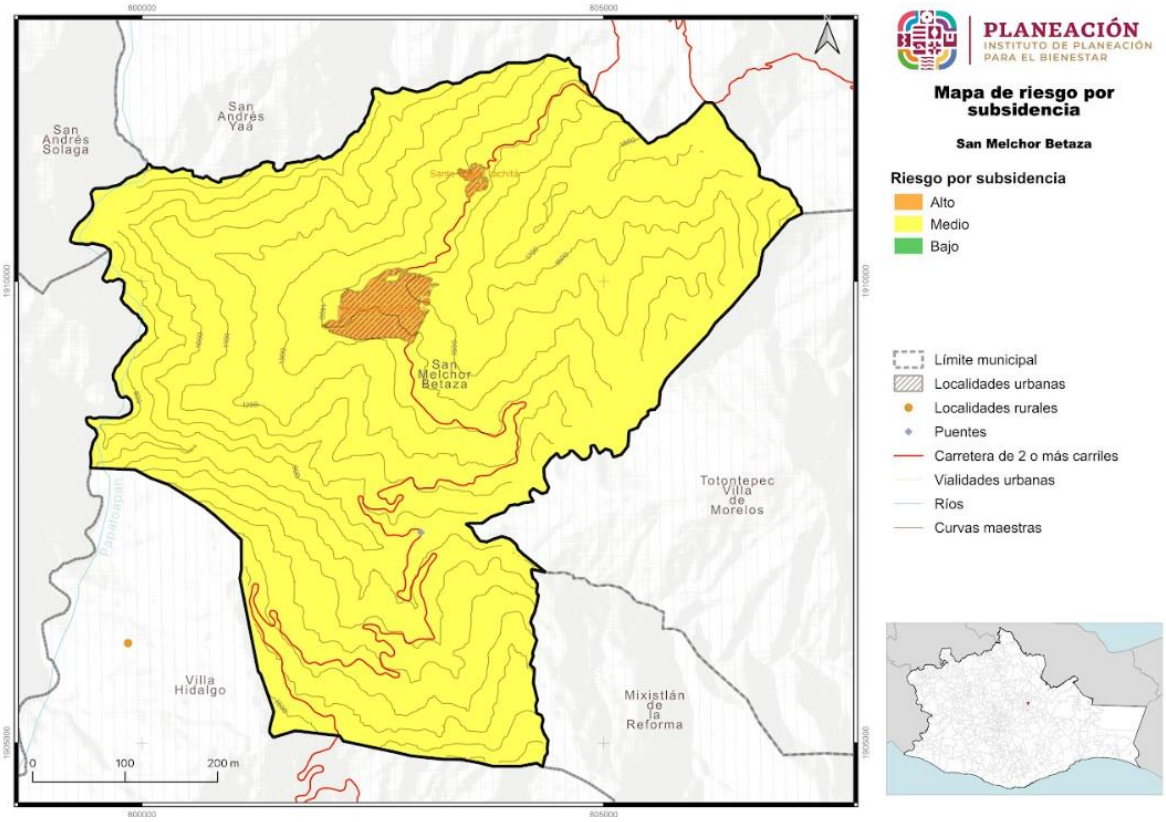
En lo relativo al riesgo por hundimiento por subsidencia del suelo, las áreas de impacto son similares al hundimiento del suelo, ya que el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 98.07% del territorio y se distribuye en la totalidad del mismo: las únicas áreas catalogadas con nivel de riesgo alto, son en donde se ubican los asentamientos humanos de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá y que representan el 1.93% del territorio municipal.

Tabla 128. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio

Riesgo por subsidencia	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	65.74	1.93
Medio	3347.46	98.07
Bajo	0	0

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 158. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.8.4.3 Riesgo por agrietamiento del suelo en el municipio

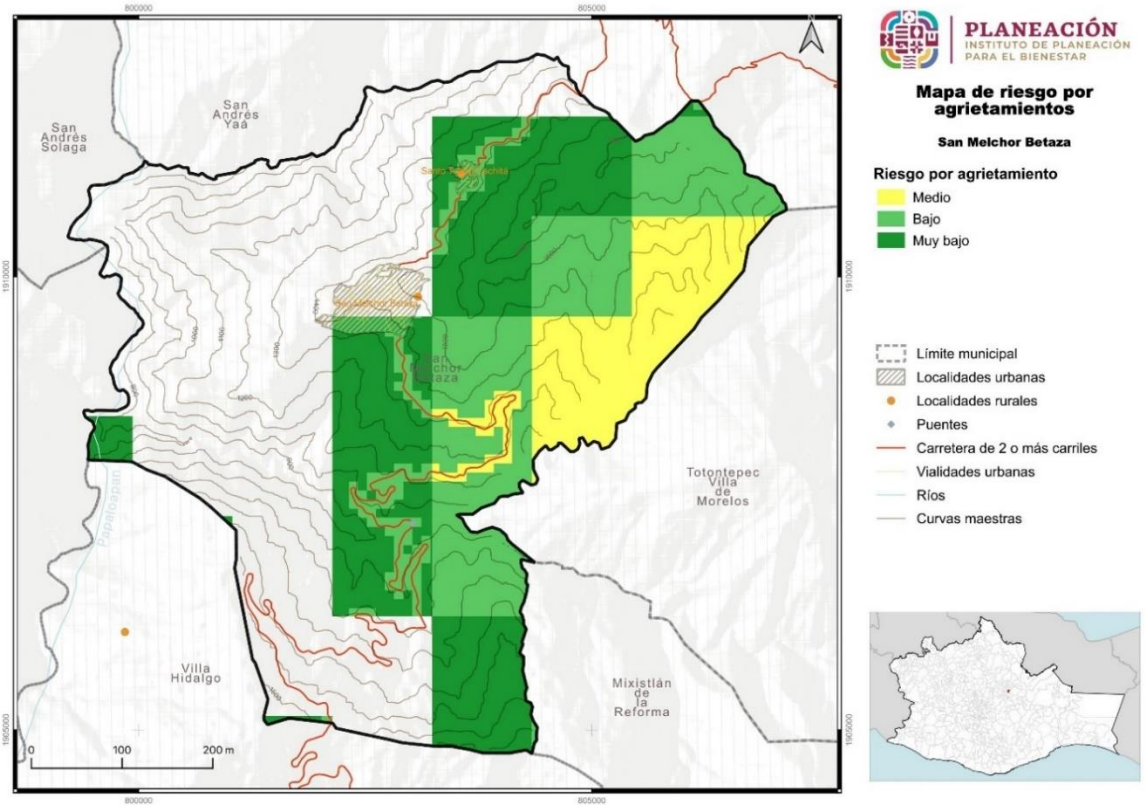
En lo relativo al riesgo por agrietamiento del suelo, el nivel de riesgo muy bajo es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 22.86% del territorio localizándose en una franja discontinua que va de sur a norte atravesando todo el territorio municipal, adicionalmente, este nivel de riesgo se localiza de una pequeña área al extremo oeste de la demarcación municipal; las áreas catalogadas con nivel de riesgo bajo se localizan en la parte sur central y en áreas aisladas al noreste del territorio municipal cubriendo el 19.94% de éste. Por último, las áreas con nivel de riesgo medio suman el 10.56% y se localizan principalmente al este del territorio municipal afectando una parte del camino que va a Villa Hidalgo que se localiza al sureste de la cabecera municipal.

Tabla 129. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio

Riesgo por agrietamientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	360.51	10.56
Bajo	680.46	19.94
Muy bajo	780.2	22.86

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 159. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9 Riesgos por fenómenos hidrometereológicos

Los riesgos por fenómenos hidrometeorológicos están determinados, en su origen por la intensidad con la que se presentan en el municipio y en su desarrollo, por lo preparada que está la población para enfrentarlos.

Para el municipio de San Melchor Betaza las afectaciones a la población por este tipo de riesgos se han presentado principalmente hacia la parte central, norte, noreste y noroeste del municipio, con mayores afectaciones en Agencias y caminos.

Para el desarrollo de este apartado, se realizaron las proyecciones correspondientes al riesgo por fenómenos hidrometeorológicos en el municipio, indicando a continuación por cada periodo de retorno (PR) y a las categorías obtenidas, el porcentaje y la superficie correspondiente en que puede presentarse.

En la siguiente tabla se puede observar el resumen de los riesgos hidrometeorológicos clasificados, donde la mayor parte del municipio cae en la categoría de riesgo “Medio”, tanto por inundaciones pluviales, precipitación y temperatura máximas para todos los escenarios; para la categoría de riesgo “Muy bajo” se presenta para la mayoría de los escenarios para tormentas eléctricas, temperatura mínima, tormentas de granizo y nevadas. Solo la proyección para precipitación máxima en PR de 24 horas presentó mayor porcentaje proyectado en la categoría “Alto”.

Tabla 130. Riesgos por fenómenos hidrometereológicos en el municipio

Riesgo por fenómenos hidrometereológicos	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Inundaciones pluviales	15.64	0.77	82.03	1.71	
Precipitación máxima			90.69	7.6	1.71
Precipitación máxima en PR 24 horas			90.69	7.6	1.71
Precipitación máxima en PR 2 años			90.69	7.6	1.71
Precipitación máxima en PR 5 años			90.69	7.6	1.71
Precipitación máxima en PR 10 años			90.69	7.6	1.71
Precipitación máxima en PR 25 años			90.69	7.6	1.71
Precipitación máxima en PR 50 años			90.69	7.6	1.71
Ciclones tropicales			99.97	0.03	
Tormentas eléctricas en PR 2 años		90.69	9.31		
Tormentas eléctricas en PR 5 años			98.28	1.71	
Tormentas eléctricas en PR 10 años			98.35	1.75	
Tormentas eléctricas en PR 25 años			98.06	1.94	
Tormentas eléctricas en PR 50 años			96.4	1.99	1.61
Tormentas eléctricas en PR 100 años			91.06	7.24	1.71
Heladas	0.18	5.29	92.72	1.72	
Temperatura mínima en PR 2 años		90.69	9.31		
Temperatura mínima en PR 5 años	20.02	72.27	7.71		
Temperatura mínima en PR 10 años	49.9	45.75	4.35		
Temperatura mínima en PR 25 años	65.69	33.9	0.41		
Temperatura mínima en PR 50 años	72.81	27.17	0.02		

Riesgo por fenómenos hidrometereológicos	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Temperatura mínima en PR 100 años	78.04	21.95	0.02		
Tormentas de granizo en PR 2 años	44	50.26	5.73		
Tormentas de granizo en PR 5 años			94.64	4.12	1.24
Tormentas de granizo en PR 10 años			90.69	7.6	1.71
Tormentas de granizo en PR 25 años			90.69	7.6	1.71
Tormentas de granizo en PR 50 años			90.69	7.6	1.71
Tormentas de granizo en PR 100 años			90.69	7.6	1.71
Por nevadas	90.69	9.31			
Temperaturas máximas		19.93	78.36	1.71	
Temperaturas máximas PR 2 años	12.8	77.89	9.31		
Temperaturas máximas PR 5 años	2.73	78.79	18.49		
Temperaturas máximas PR 10 años		55.05	44.94	0.01	
Temperaturas máximas PR 25 años		32.68	65.62	1.7	
Temperaturas máximas PR 50 años		23.31	74.98	1.71	
Temperaturas máximas PR 100 años		17.54	80.76	1.71	
Sequías		16.94	81.36	1.63	
Tornados y vientos fuertes	90.69	9.31			

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de CentroGeo, 2024

V.9.1 Inundaciones pluviales

Se generan por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados que provocan en la población, daños en su salud, por las condiciones climatológicas extremas, o bien, daños materiales a la propiedad privada y pública por la violencia con la que pueden ocurrir.

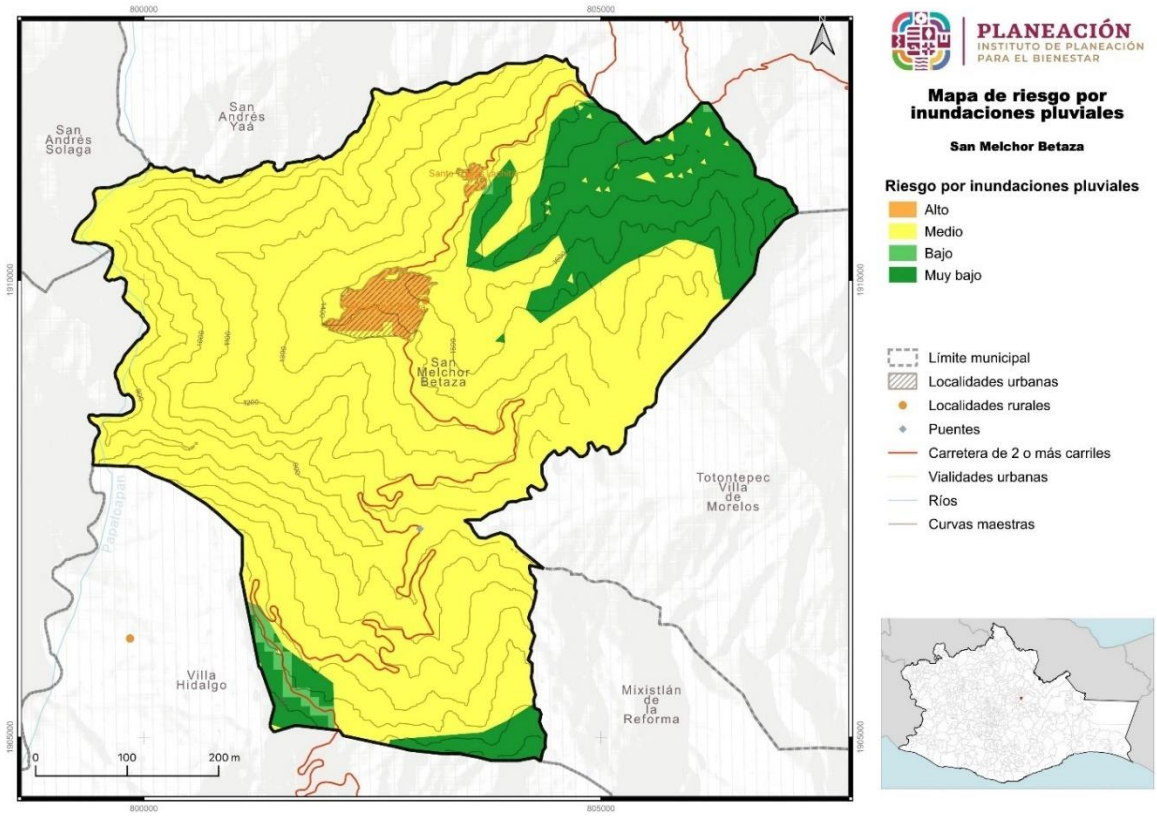
En lo relativo al riesgo por inundaciones pluviales, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 82.03% del territorio y dadas las características del municipio, se distribuye principalmente en zonas dedicadas a la agricultura o con presencia de vegetación secundaria. En cobertura de afectación le sigue el nivel muy bajo que afectaría al 15.64% del territorio y que se localiza principalmente en las zonas con presencia de vegetación primaria al extremo noreste de la demarcación municipal y en áreas aisladas al sur en la colindancia con el municipio de Villa Hidalgo. El nivel de riesgo alto afectaría al 1.71% del territorio afectando esencialmente las zonas habitadas donde se localizan las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá. Por último, el nivel de riesgo bajo es el que menor presencia tendría en el municipio ya que afectaría al 0.77% del territorio localizándose sobre el camino a Villa Hidalgo al extremo sur del municipio.

Tabla 131. Riesgo por inundaciones pluviales en el municipio

Riesgo por inundaciones pluviales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	58.24	1.71
Medio	2795.89	82.03
Bajo	26.11	0.77
Muy bajo	532.97	15.64

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 160. Riesgo por inundaciones pluviales en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.1.2 Riesgo por precipitación máxima en el municipio

En lo relativo al riesgo por precipitación máxima, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 90.69% del territorio localizándose en toda la demarcación exceptuando los caminos de acceso a la cabecera municipal y las zonas habitadas de las localidades. En cobertura de afectación le sigue el nivel alto que afectaría al 7.6% del territorio y que

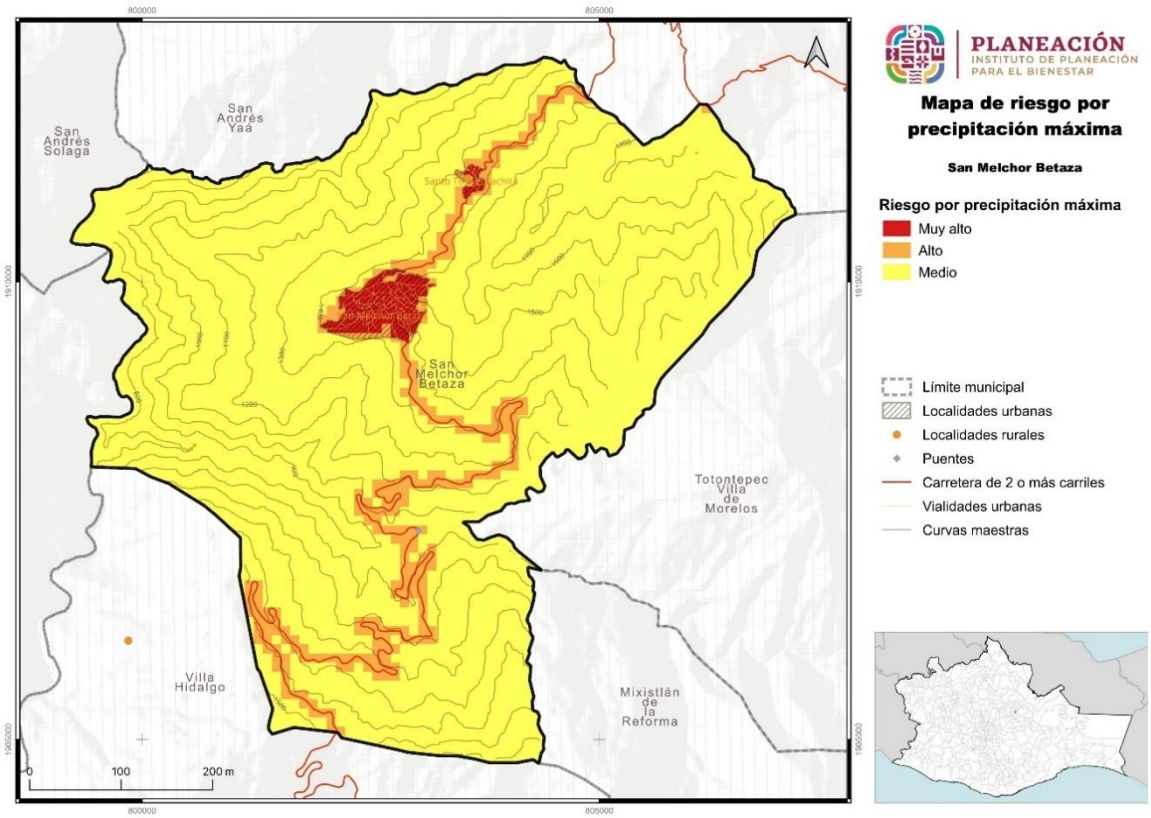
se localiza principalmente sobre los dos caminos de acceso a la cabecera municipal. El nivel de riesgo muy alto, aunque solo afectaría al 1.71% del territorio, se localiza en las zonas habitadas donde se ubican las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá.

Tabla 132. Riesgo por precipitación máxima en el municipio

Riesgo por precipitación máxima	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 161. Riesgo por precipitación máxima en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.1.3 Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 24 horas

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 24 horas, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 58.24 has que representan el 1.71% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 7.6% del territorio municipal localizándose esencialmente sobre los 2 caminos de acceso a

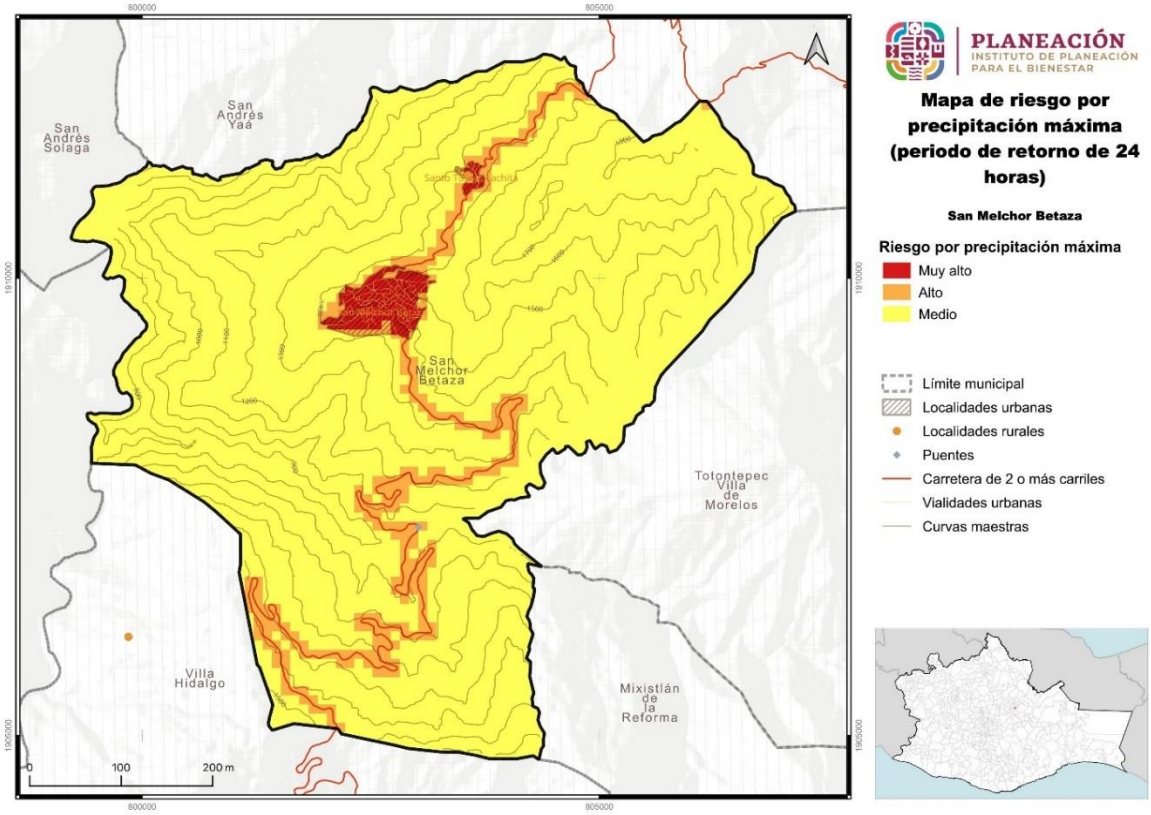
la cabecera municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 133. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 24 horas en el municipio

Riesgo por precipitación máxima (PR 24 horas)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 162. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 24 horas en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.1.4 Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 2 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza.

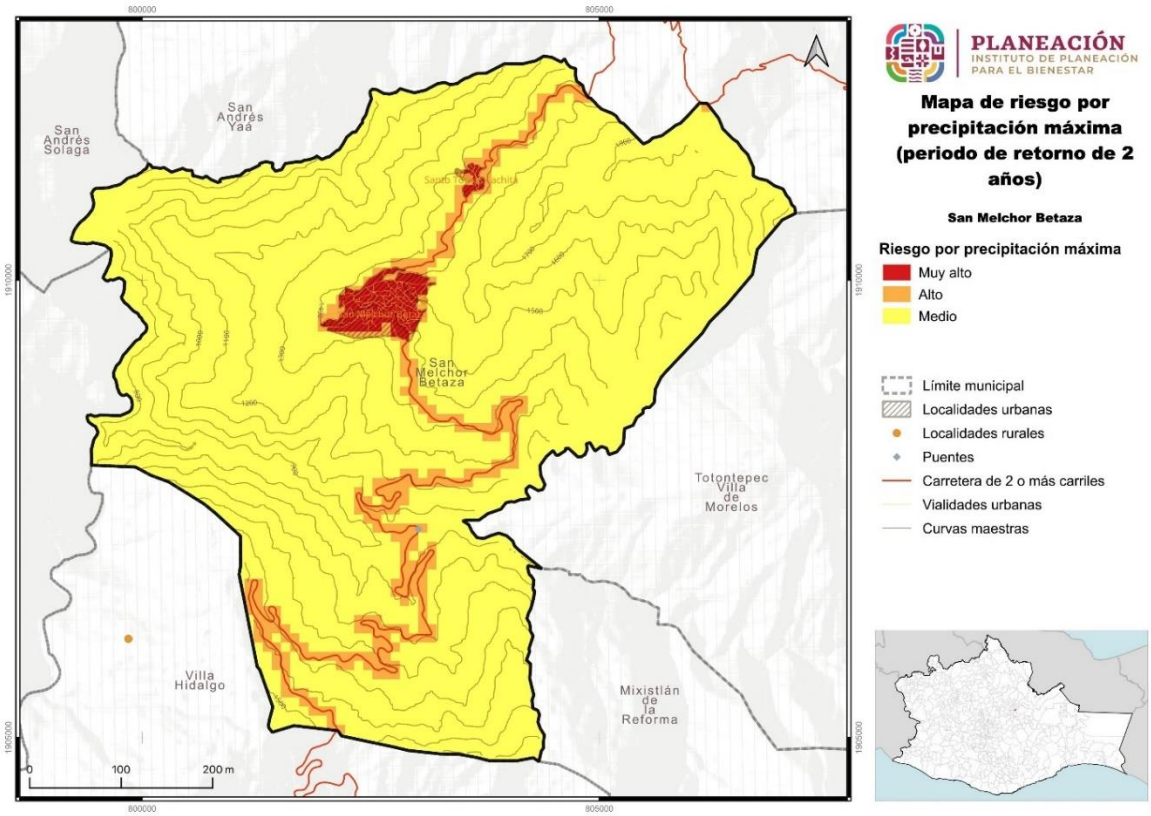
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 58.24 has que representan el 1.71% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 7.6% del territorio municipal localizándose esencialmente sobre los 2 caminos de acceso a la cabecera municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 134. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 2 años en el municipio

Riesgo por precipitación máxima (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 163. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 2 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.1.5 Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

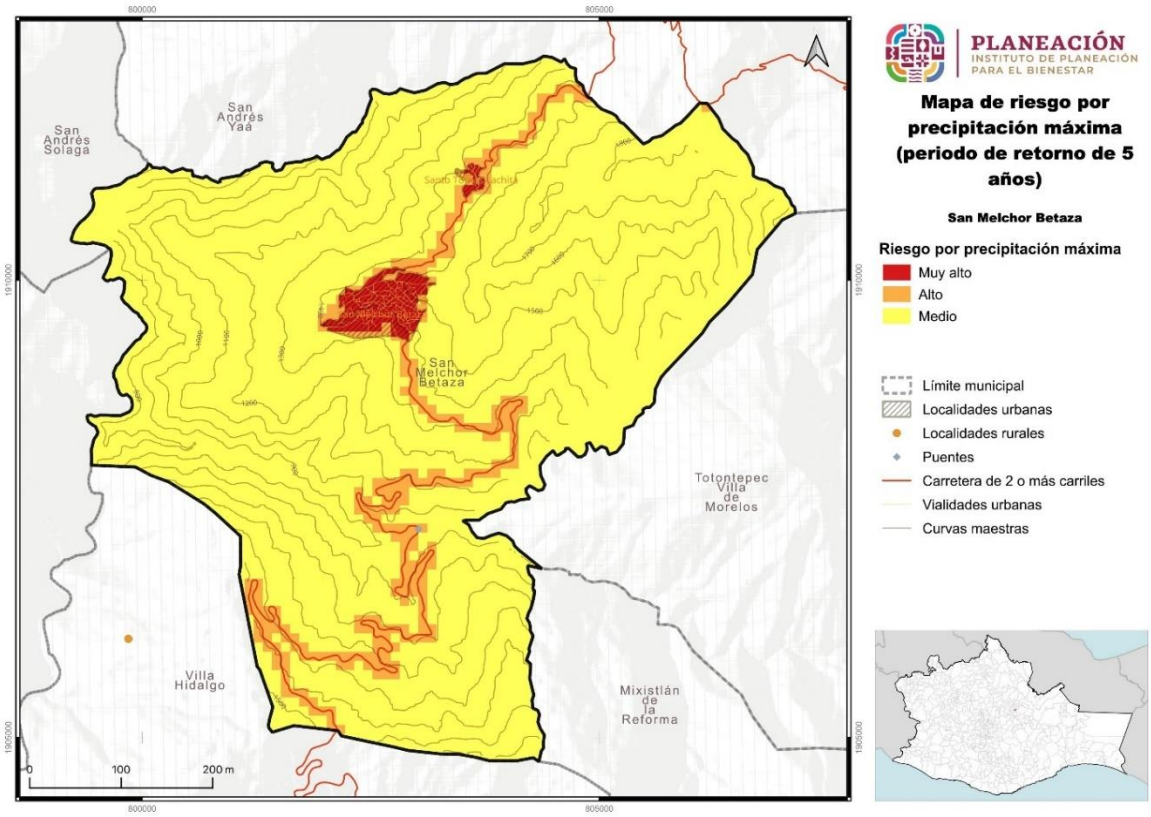
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 58.24 has que representan el 1.71% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 7.6% del territorio municipal localizándose esencialmente sobre los 2 caminos de acceso a la cabecera municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 135. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 5 años en el municipio

Riesgo por precipitación máxima (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 164. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 5 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.1.6 Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

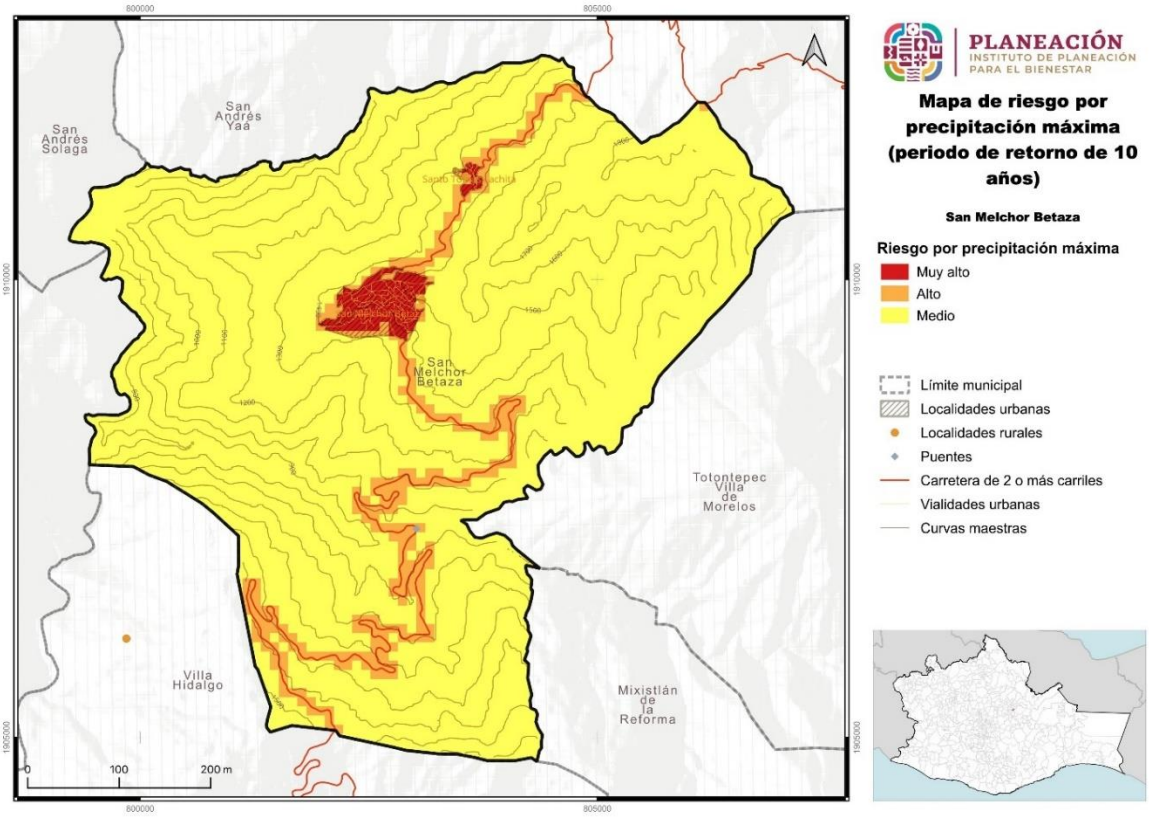
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 58.24 has que representan el 1.71% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 7.6% del territorio municipal localizándose esencialmente sobre los 2 caminos de acceso a la cabecera municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 136. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 10 años en el municipio

Riesgo por precipitación máxima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 165. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 10 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.1.7 Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 25 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 25 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 58.24 has que representan el 1.71% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera

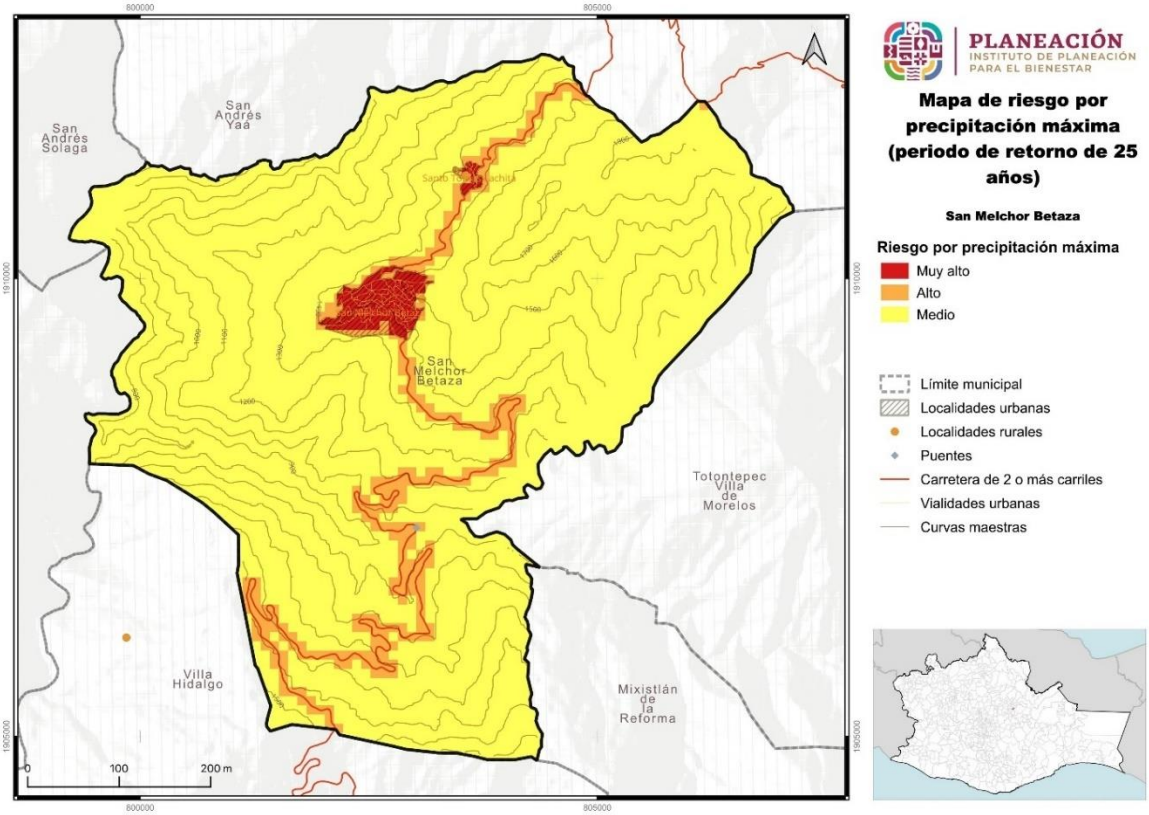
municipal y la localidad de Lachitá; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 7.6% del territorio municipal localizándose esencialmente sobre los 2 caminos de acceso a la cabecera municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 137. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 25 años en el municipio

Riesgo por precipitación máxima (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 166. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 25 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.1.8 Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza.

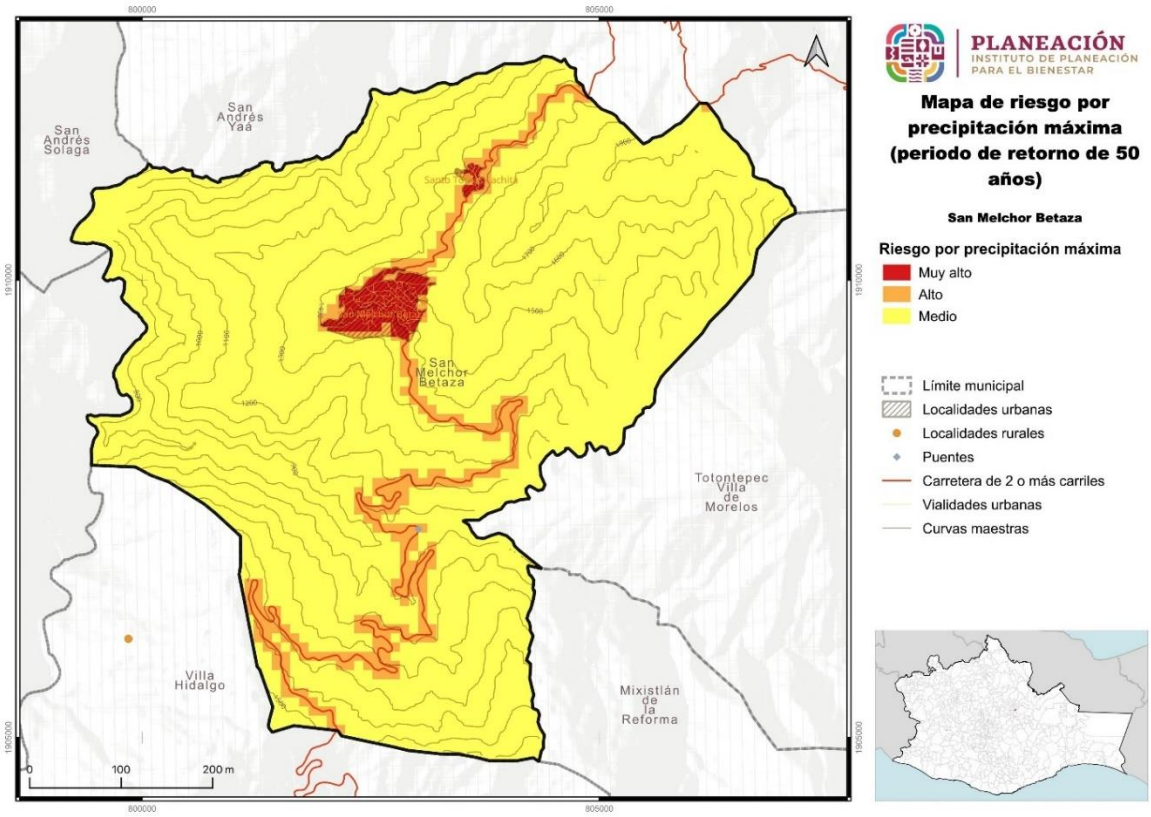
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 58.24 has que representan el 1.71% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 7.6% del territorio municipal localizándose esencialmente sobre los 2 caminos de acceso a la cabecera municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 138. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 50 años en el municipio

Riesgo por precipitación máxima (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 167. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 50 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.2 Inundaciones fluviales *

V.9.3 Inundaciones lacustres *

V.9.4 Ciclones tropicales

V.9.4.1 Riesgo por ciclones tropicales en el municipio

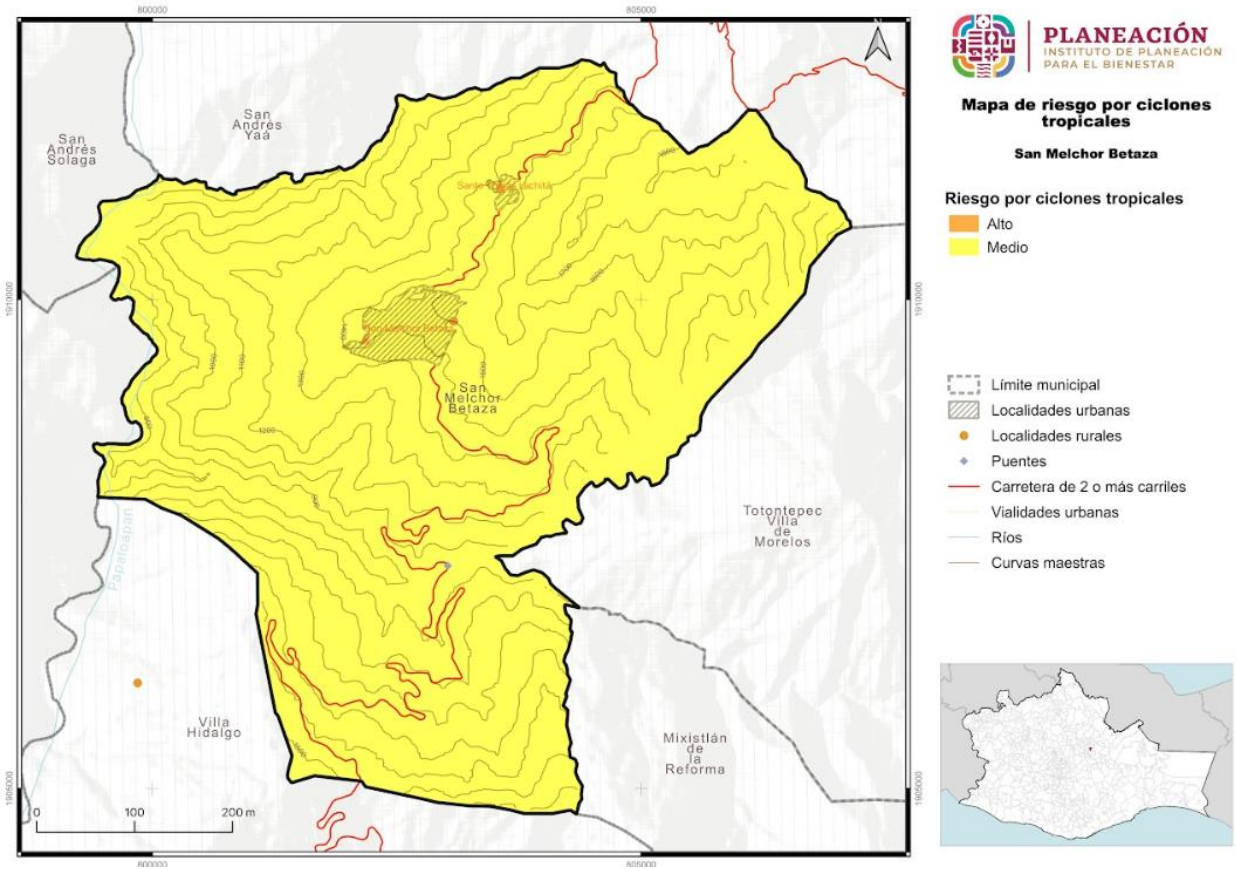
En lo relativo al riesgo por ciclones tropicales, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en prácticamente la totalidad del territorio municipal, ya que se presenta en el 99.97% del territorio. El nivel de riesgo alto afectaría al 0.03% del territorio de San Melchor Betaza.

Tabla 139. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio

Riesgo por ciclones tropicales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	0.9	0.03
Medio	3412.32	99.97

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 168. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio



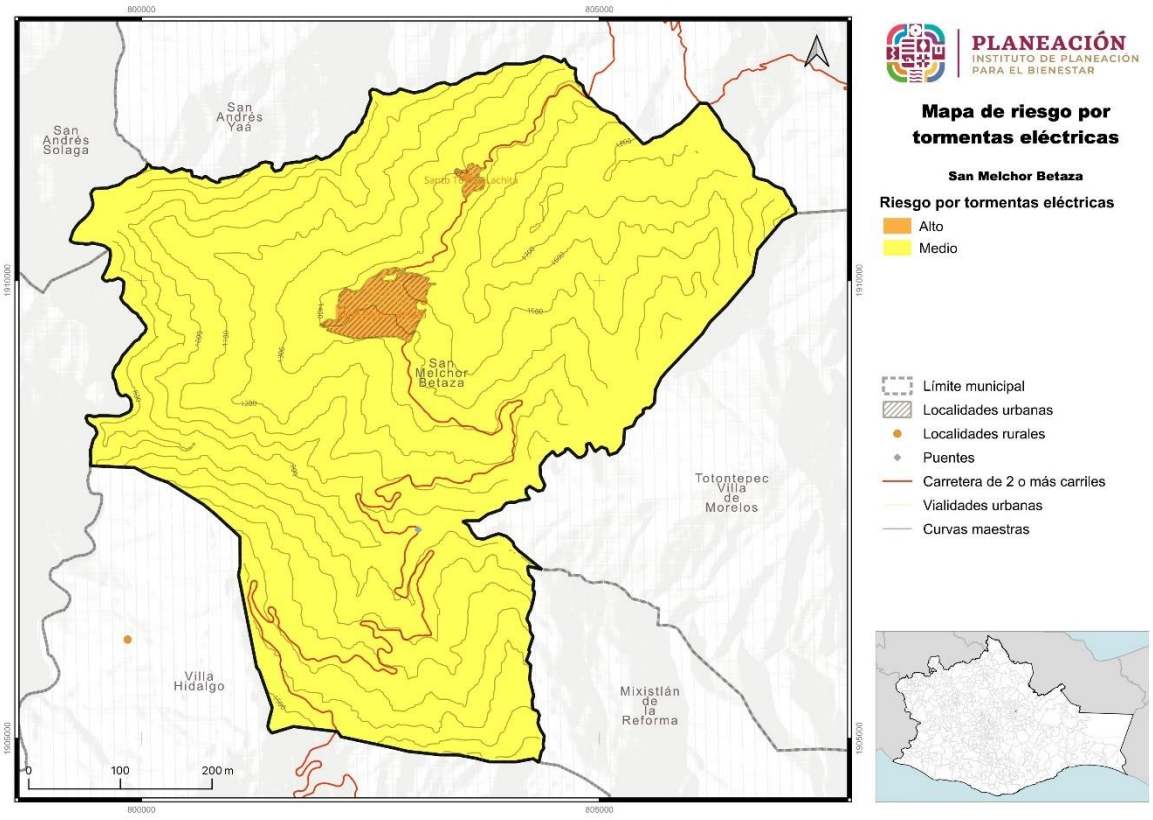
Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.5 Tormentas eléctricas

V.9.5.1. Riesgo por tormentas eléctricas

En lo relativo a tormentas eléctricas, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en prácticamente la totalidad del territorio municipal. El nivel de riesgo alto afectaría principalmente al territorio ubicado al norte de la cabecera municipal de San Melchor Betaza.

Mapa 169. Riesgo por tormentas eléctricas



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.5.2 Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de medio y bajo. El nivel medio se estima en el 9.31% del territorio municipal concentrándose en las zonas habitadas de la cabecera

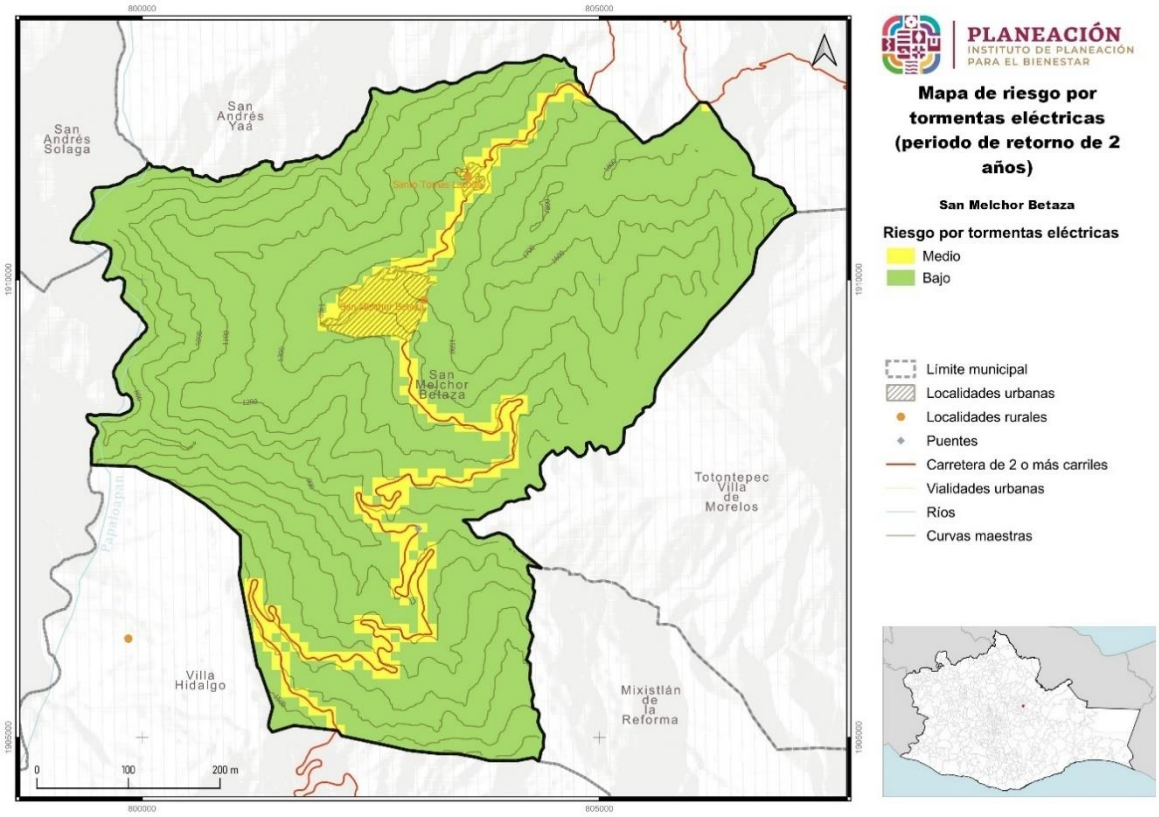
municipal y la localidad de Lachitá, además de considerar las áreas donde se localizan los dos caminos de acceso principales a la cabecera municipal. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo bajo, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en todo el territorio municipal.

Tabla 140. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	317.65	9.31
Bajo	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 170. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.5.3 Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza.

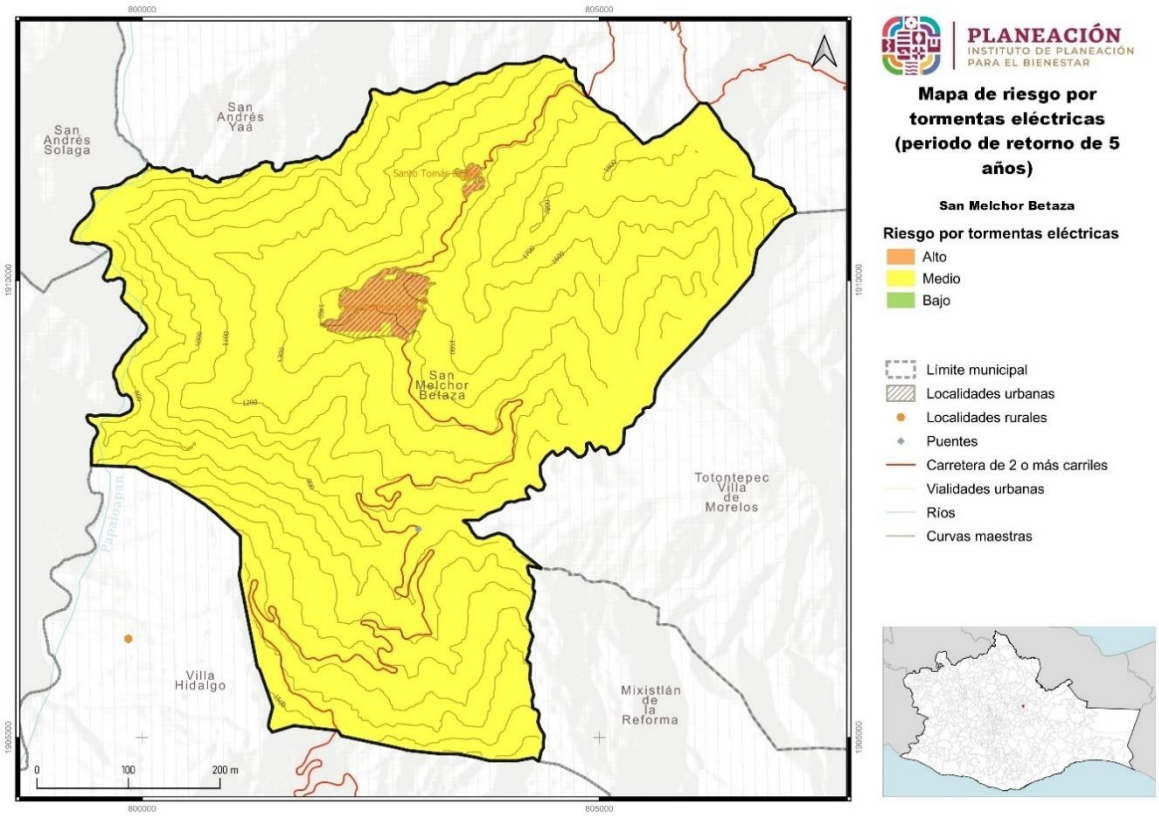
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de alto en un área de 58.24 has que representan el 1.71% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,354.98 has. que representan el 98.29% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 141. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	58.24	1.71
Medio	3354.98	98.29
Bajo	0	0

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 171. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.5.4 Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

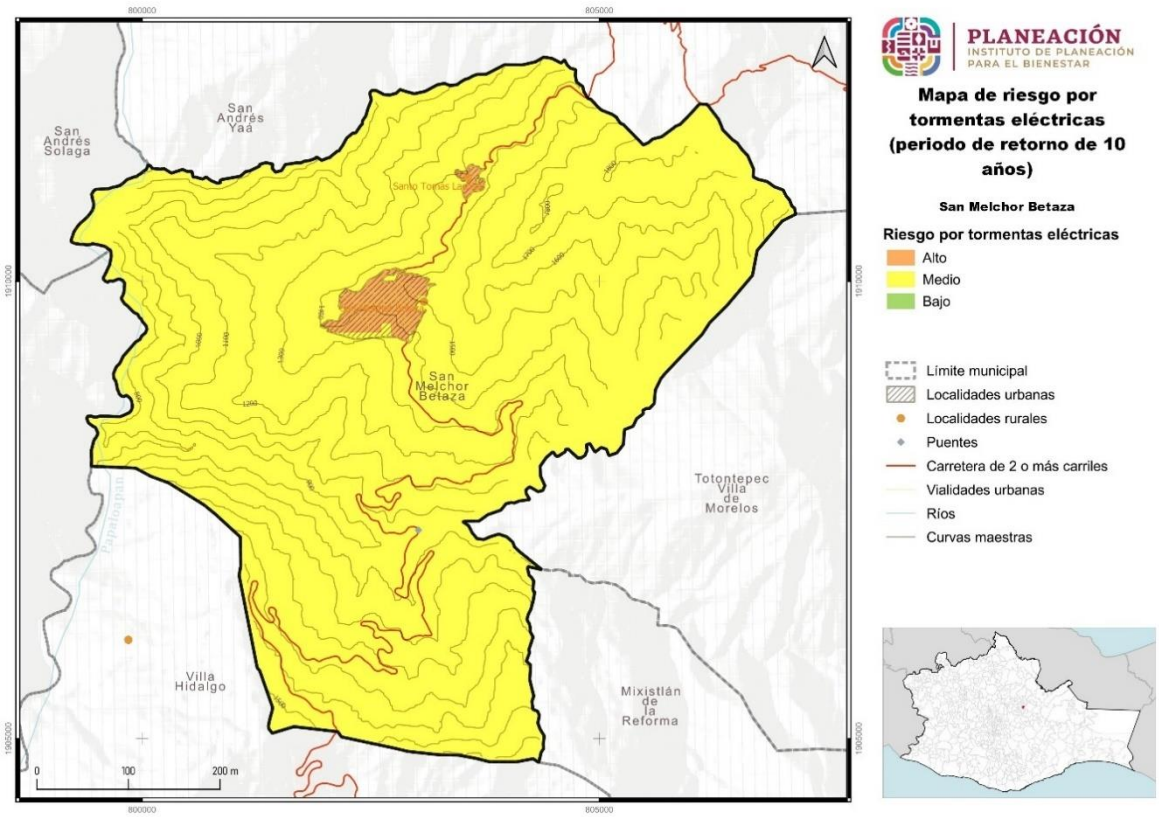
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de alto en un área de 59.87 has que representan el 1.75% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,353.34 has. que representan el 98.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 142. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	59.87	1.75
Medio	3353.34	98.25
Bajo	0	0

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 172. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.5.5 Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

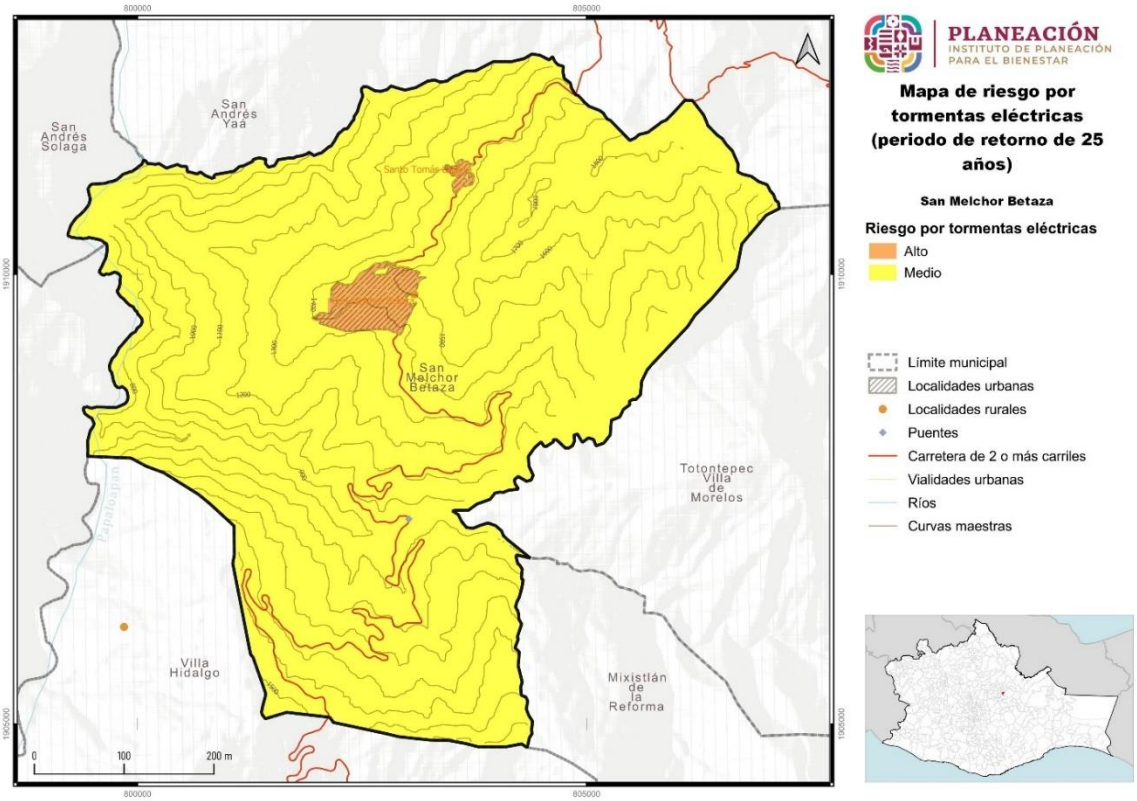
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de alto en un área de 66.18 has que representan el 1.94% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,347.04 has. que representan el 98.06% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 143. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	66.18	1.94
Medio	3347.04	98.06

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 173. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.5.6 Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

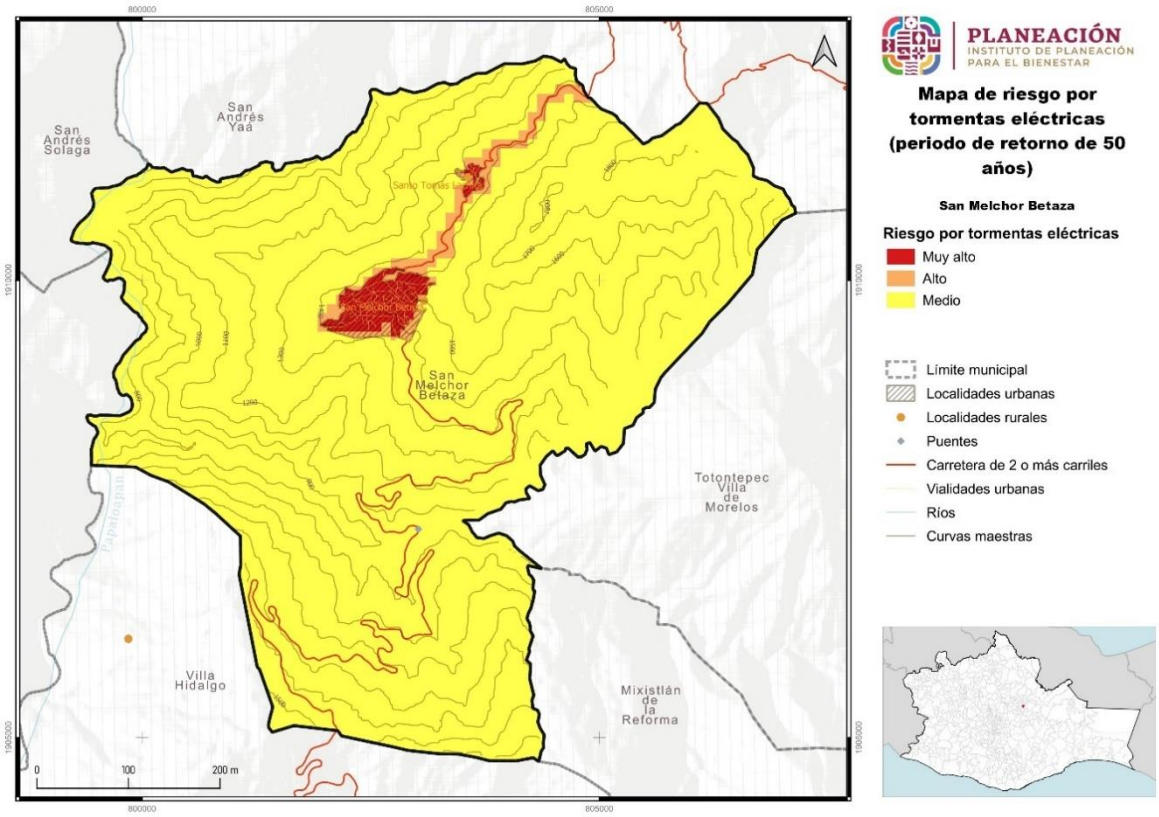
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de muy alto en un área de 54.85 has. que representan el 1.61% y se localizan esencialmente en las áreas céntricas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá. El nivel de riesgo alto se estima en un área de 68.04 has que representan el 1.99% del territorio y se localizan en la periferia de las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá y en el área donde se localiza la carretera que conecta a la cabecera municipal con la cabecera distrital Villa Alta; En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 3,290.34 has. que representan el 96.4% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 144. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	54.85	1.61
Alto	68.04	1.99
Medio	3290.34	96.4

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 174. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.5.7 Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de muy alto en un área de 58.24 has. que representan el 1.71% y se localizan esencialmente en las áreas céntricas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá. El nivel de riesgo alto se estima en el 7.24% del territorio municipal y se localizan en la periferia de las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá y en el área donde se localiza la carretera que conecta a la cabecera municipal con la cabecera distrital Villa Alta; En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que

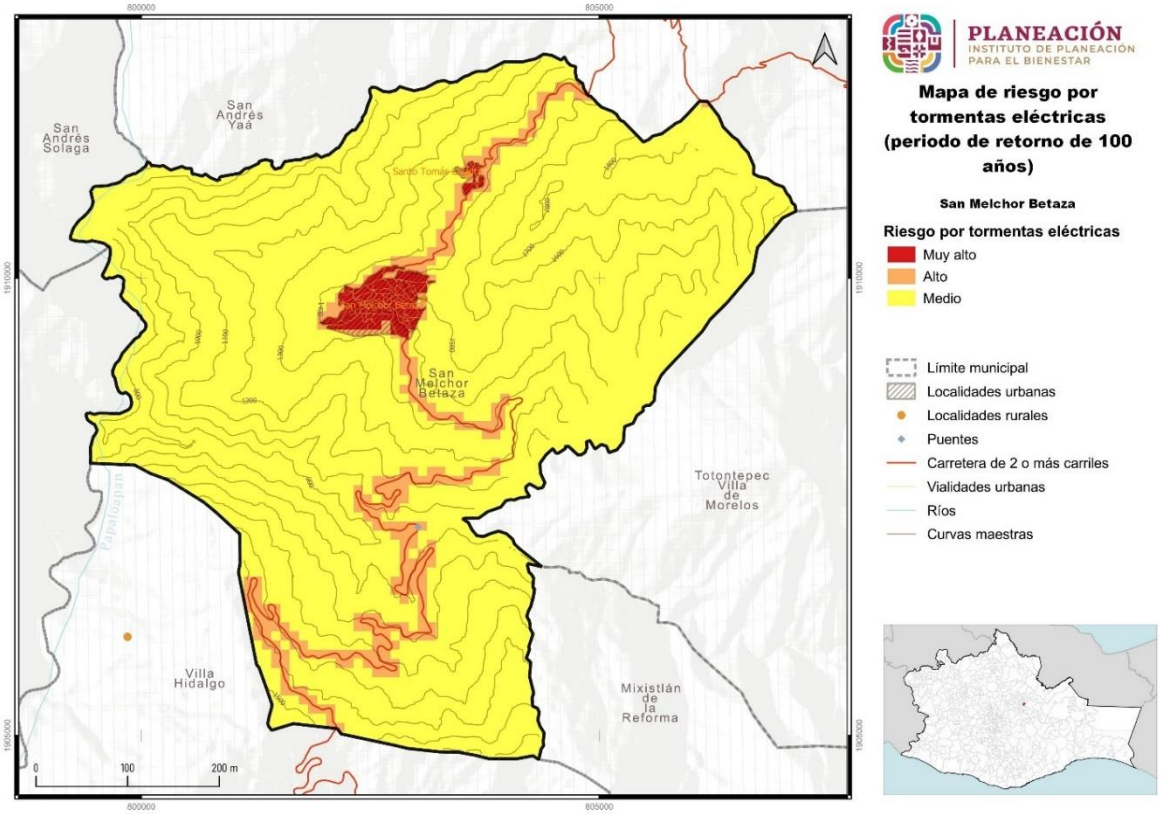
es de 3,107.95 has. que representan el 91.06% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 145. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	247.03	7.24
Medio	3107.95	91.06

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 175. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6 Ondas gélidas

V.9.6.1 Riesgo por heladas

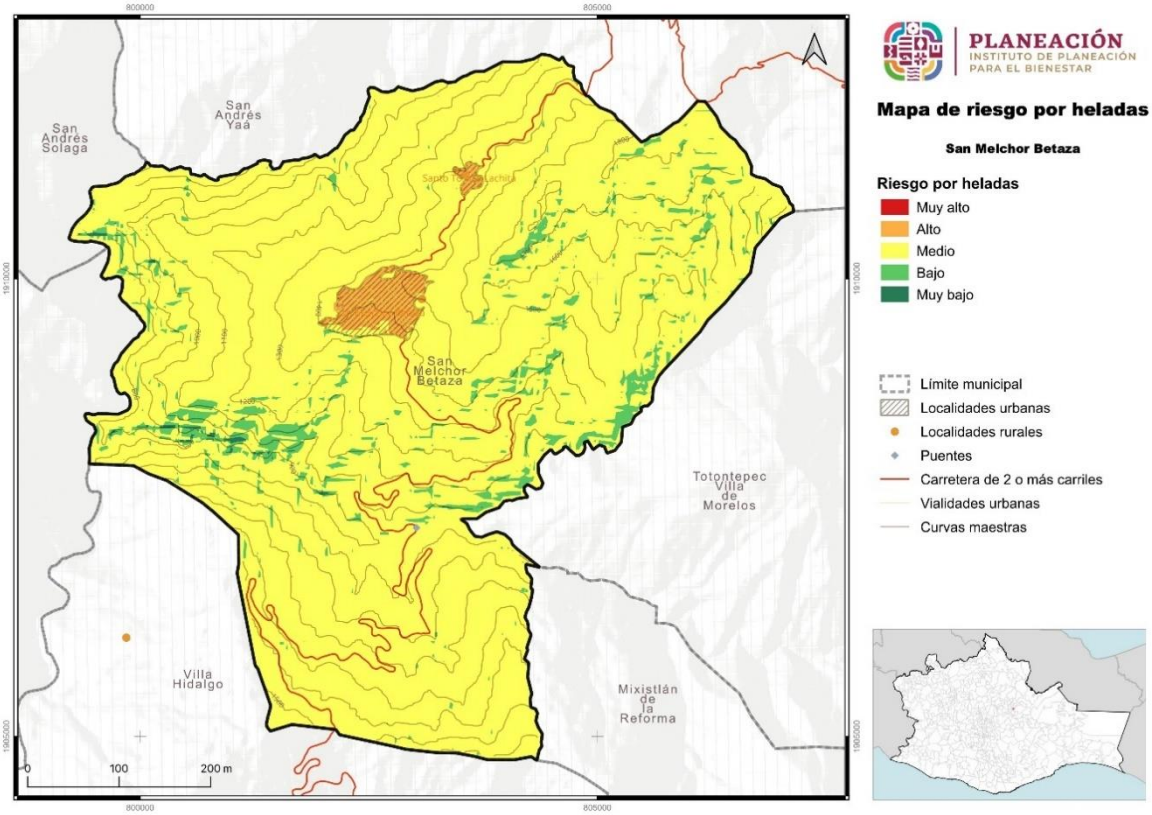
En lo relativo al riesgo por heladas, los niveles de riesgo son variados. El nivel predominante es el riesgo medio que se estima se presente en la mayor parte del territorio municipal, sin embargo, el nivel de riesgo alto y la pequeña área con nivel de riesgo muy alto, se estima que se presenten en los lugares con asentamientos humanos como son donde se localizan la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, acumulando una cobertura del 1.72% del territorio municipal. Los niveles de riesgo bajo y muy bajo se estiman se presenten en pequeñas áreas aisladas que van de oeste a este y que representan el 5.47% del territorio municipal.

Tabla 146. Riesgo por heladas

Riesgo por heladas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.05	0
Alto	58.83	1.72
Medio	3164.61	92.72
Bajo	180.39	5.29
Muy bajo	6.25	0.18

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 176. Riesgo por heladas en el municipio



V.9.6.2 Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

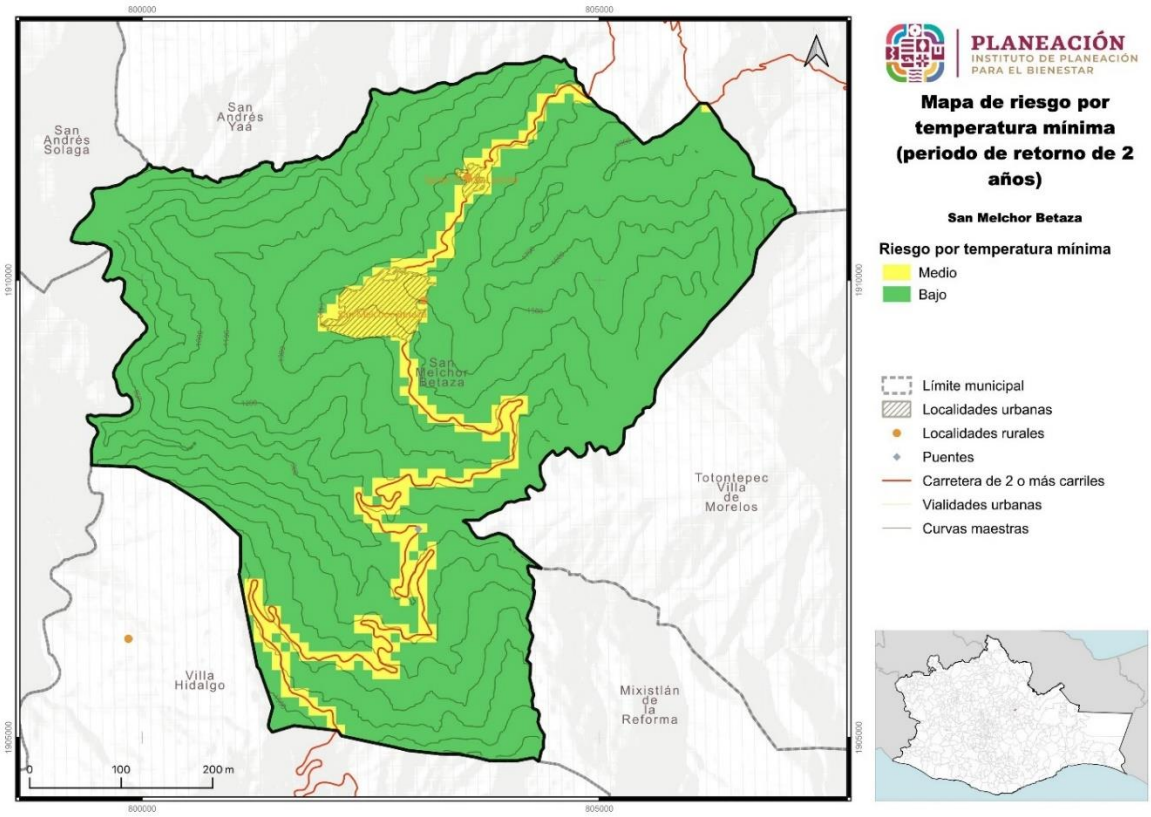
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de medio y bajo. El nivel medio se estima en el 9.31% del territorio municipal concentrándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, además de considerar las áreas donde se localizan los dos caminos de acceso principales a la cabecera municipal. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo bajo, ya que es de 3,095.57 has. que representan el 90.69% distribuidas en todo el territorio municipal.

Tabla 147. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	317.65	9.31
Bajo	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 177. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.3 Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de medio, bajo y muy bajo. El nivel medio se estima en el 7.71% del territorio municipal concentrándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, además de considerar las áreas donde se localizan los dos caminos de acceso principales a la cabecera municipal. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo bajo, ya que es de 2,466.68 has. que representan el 72.27% distribuidas en todo el territorio municipal exceptuando la parte oeste. Por último, el nivel de riesgo muy bajo se localiza en una franja que va de sur a

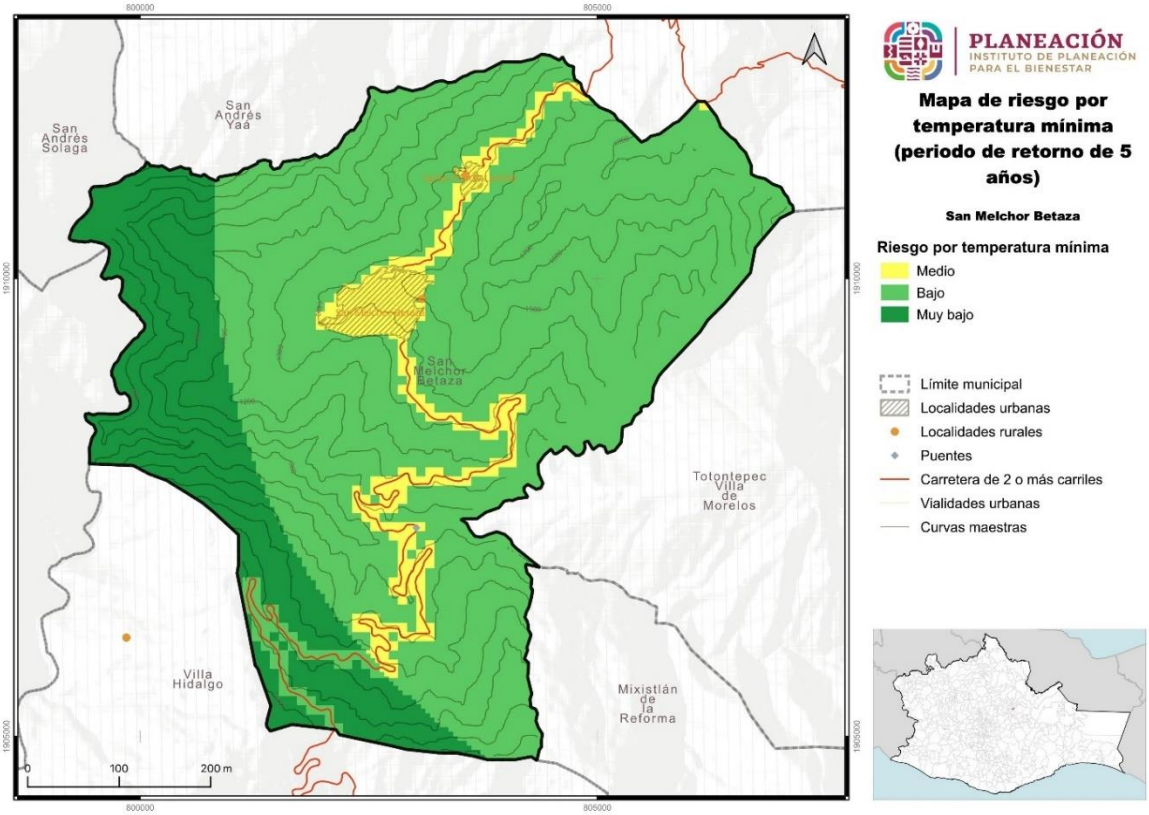
noroeste en el extremo oeste de la demarcación municipal, el área afectada se estima que sea del 20.02%.

Tabla 148. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	263.24	7.71
Bajo	2466.68	72.27
Muy bajo	683.3	20.02

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 178. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.4 Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de medio, bajo y muy bajo. El nivel medio se

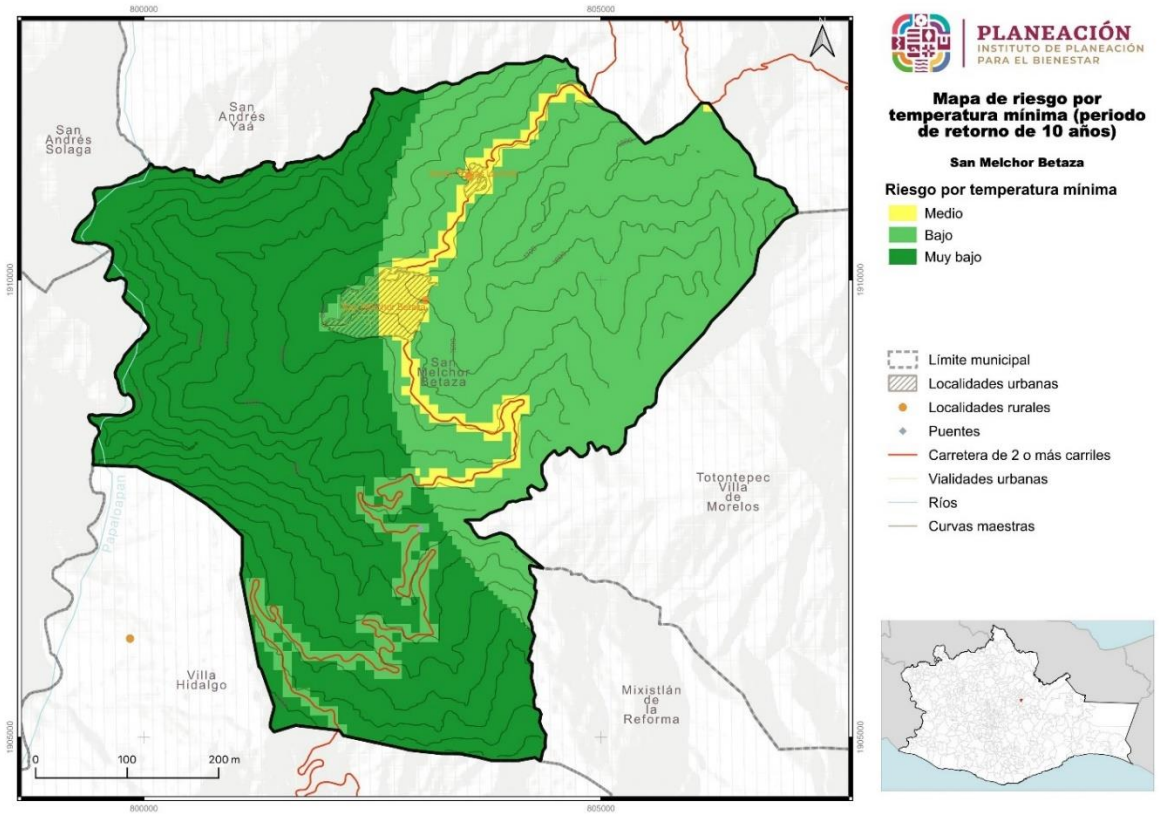
estima en el 4.35% del territorio municipal concentrándose en las zonas habitadas de la localidad de Lachitá y poco más de la mitad del lado este de la cabecera municipal, además de considerar completamente el área del camino que conecta con Villa Alta y una parte del camino que conecta con Villa Hidalgo. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, el resto del territorio municipal se estima con niveles de riesgo bajo y muy bajo, el primero se estima se presente en alrededor de la mitad del territorio del lado este y el segundo en el resto del territorio del lado oeste, cubriendo áreas del 45.75% y 49.9% respectivamente.

Tabla 149. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	148.33	4.35
Bajo	1561.64	45.75
Muy bajo	1703.24	49.9

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 179. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.5 Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

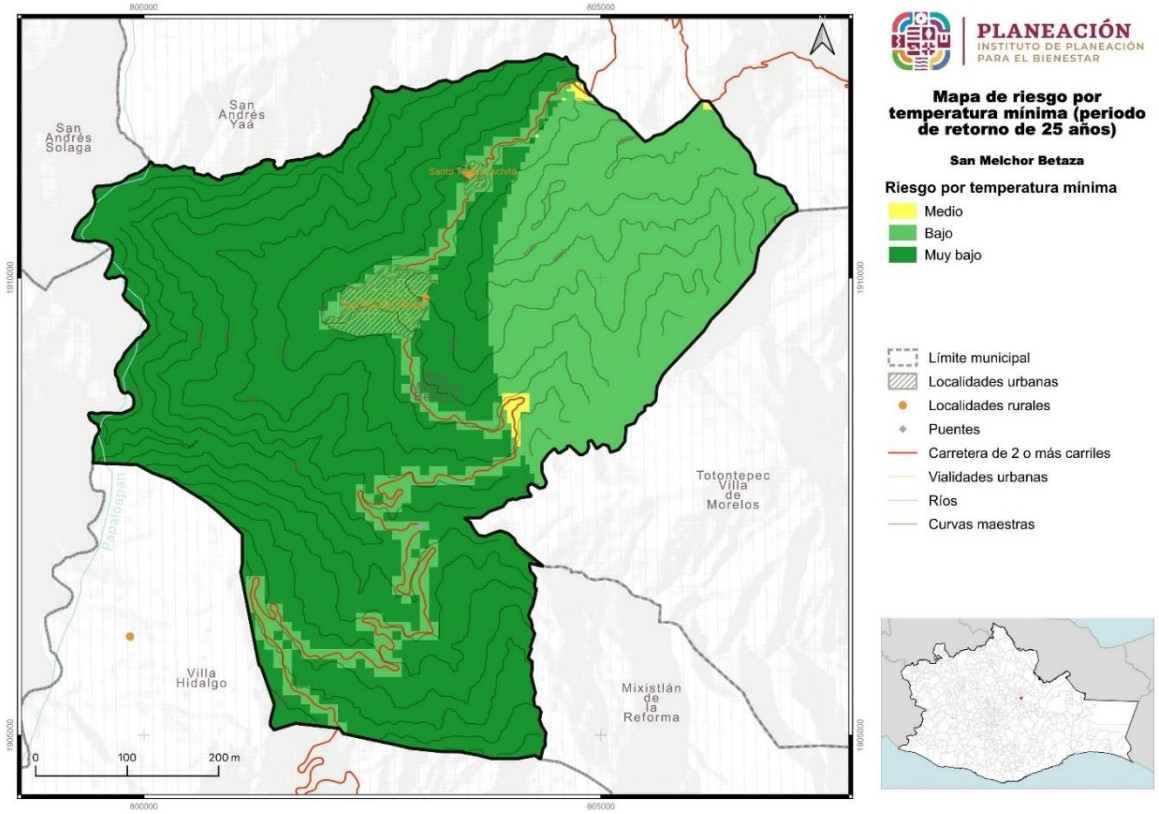
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 25 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de medio, bajo y muy bajo. El nivel medio se estima en el 0.41% del territorio municipal ubicándose en pequeñas áreas aisladas al extremo noreste del territorio municipal y hacia el sureste, sobre un tramo de la carretera a Villa Hidalgo. El nivel bajo se estima sobre el 33.9% del territorio municipal en área ubicada al este de la demarcación municipal, además de las zonas habitadas de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá y las áreas donde se ubican las dos carreteras de acceso a la cabecera municipal. En esta estimación, el resto del territorio municipal se estima con nivel de riesgo muy bajo siendo este el predominante, estimando que impacte en el 65.69% del territorio municipal localizándose en poco más de la mitad oeste.

Tabla 150. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	13.89	0.41
Bajo	1157.08	33.9
Muy bajo	2242.25	65.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 180. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.6 Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de medio, bajo y muy bajo. El nivel medio se estima en un área que representa apenas el 0.02% del territorio municipal localizándose en un área de poco menos de una hectárea al extremo noreste del territorio municipal. El nivel bajo se estima sobre el 27.17% del territorio en un área ubicada al este de la demarcación municipal, además de las zonas habitadas de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá y las áreas donde se ubican las dos carreteras de acceso a la cabecera municipal. En esta estimación, el resto del territorio municipal se calcula con nivel de riesgo muy bajo siendo éste el predominante,

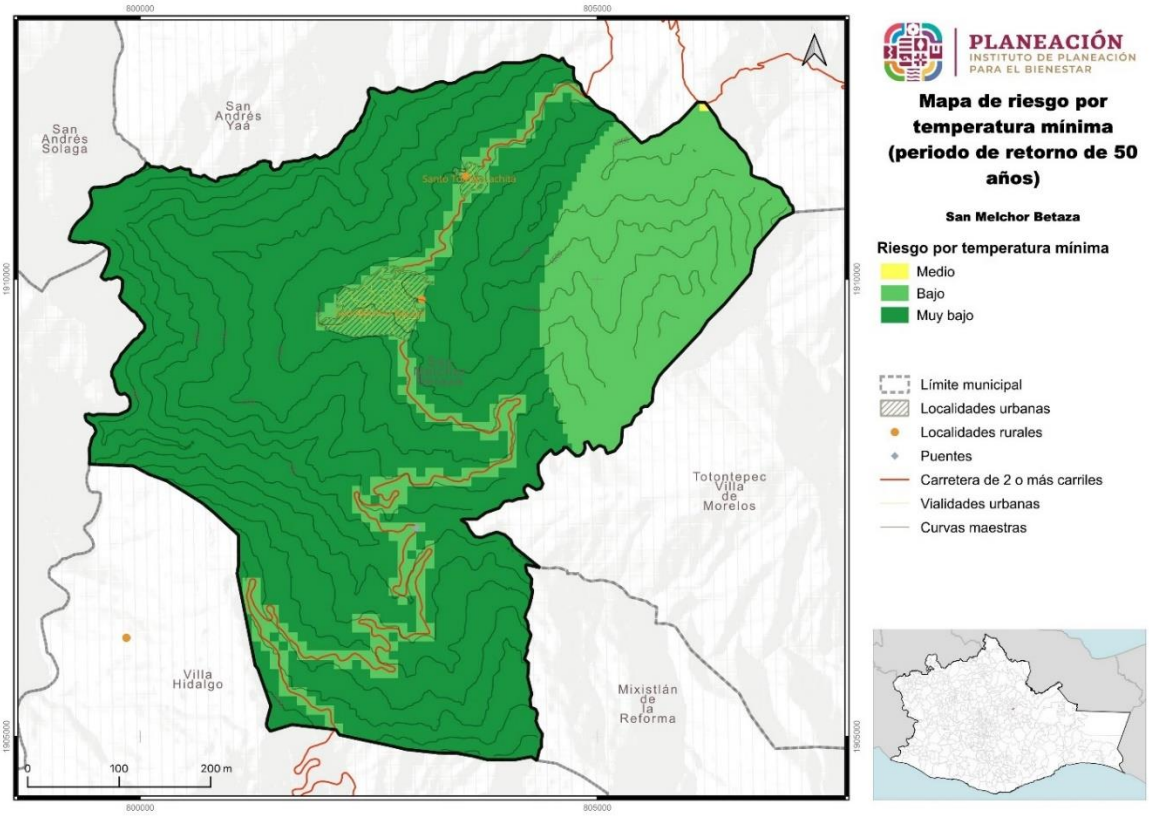
estimando que impacte en el 72.81% del territorio municipal que representan alrededor de tres cuartas partes del lado oeste.

Tabla 151. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	0.85	0.02
Bajo	927.31	27.17
Muy bajo	2485.06	72.81

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 181. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.7 Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

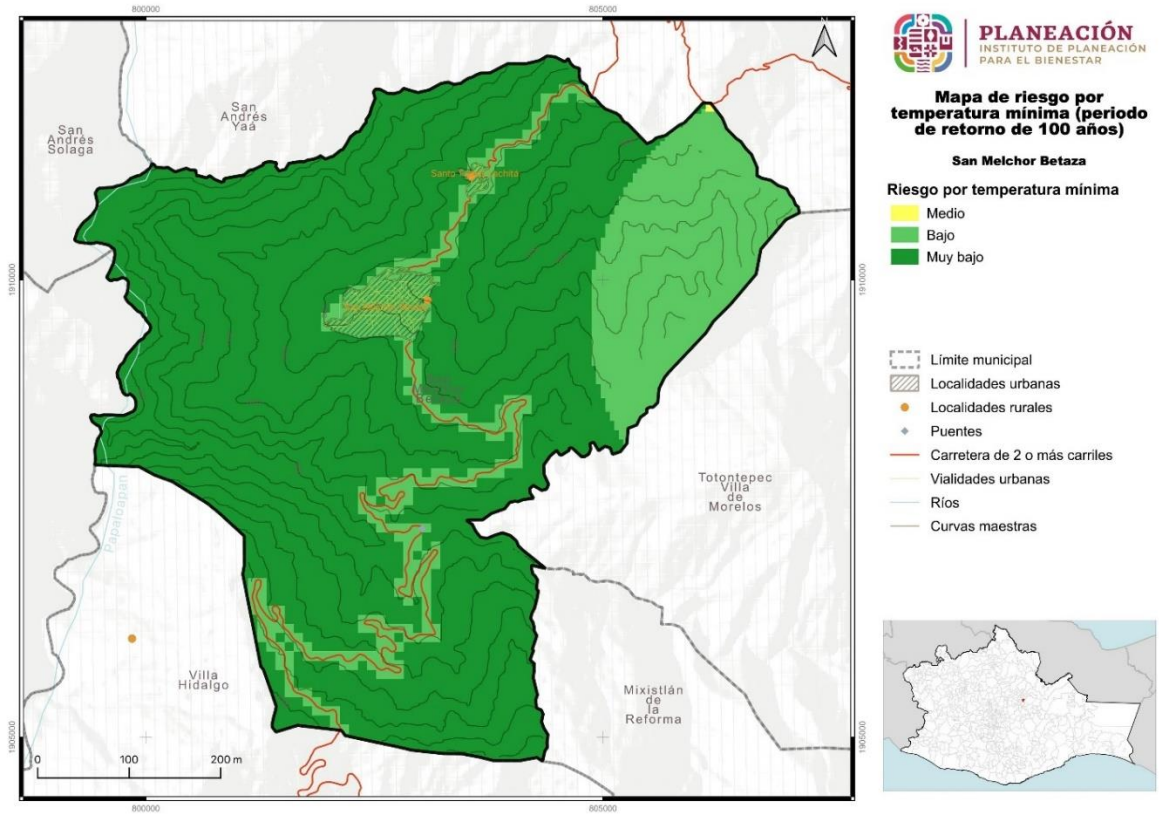
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de medio, bajo y muy bajo. El nivel medio se estima en un área que representa apenas el 0.02% del territorio municipal localizándose en un área de poco más de media hectárea al extremo noreste del territorio municipal. El nivel bajo se estima sobre el 21.95% del territorio en un área ubicada al este de la demarcación municipal, además de las zonas habitadas de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá y las áreas donde se ubican las dos carreteras de acceso a la cabecera municipal. En esta estimación, el resto del territorio municipal se calcula con nivel de riesgo muy bajo siendo éste el predominante, estimando que impacte en el 78.04% del territorio municipal localizándose en poco más de tres cuartas partes del lado oeste.

Tabla 152. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	0.69	0.02
Bajo	749.03	21.95
Muy bajo	2663.5	78.04

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 182. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

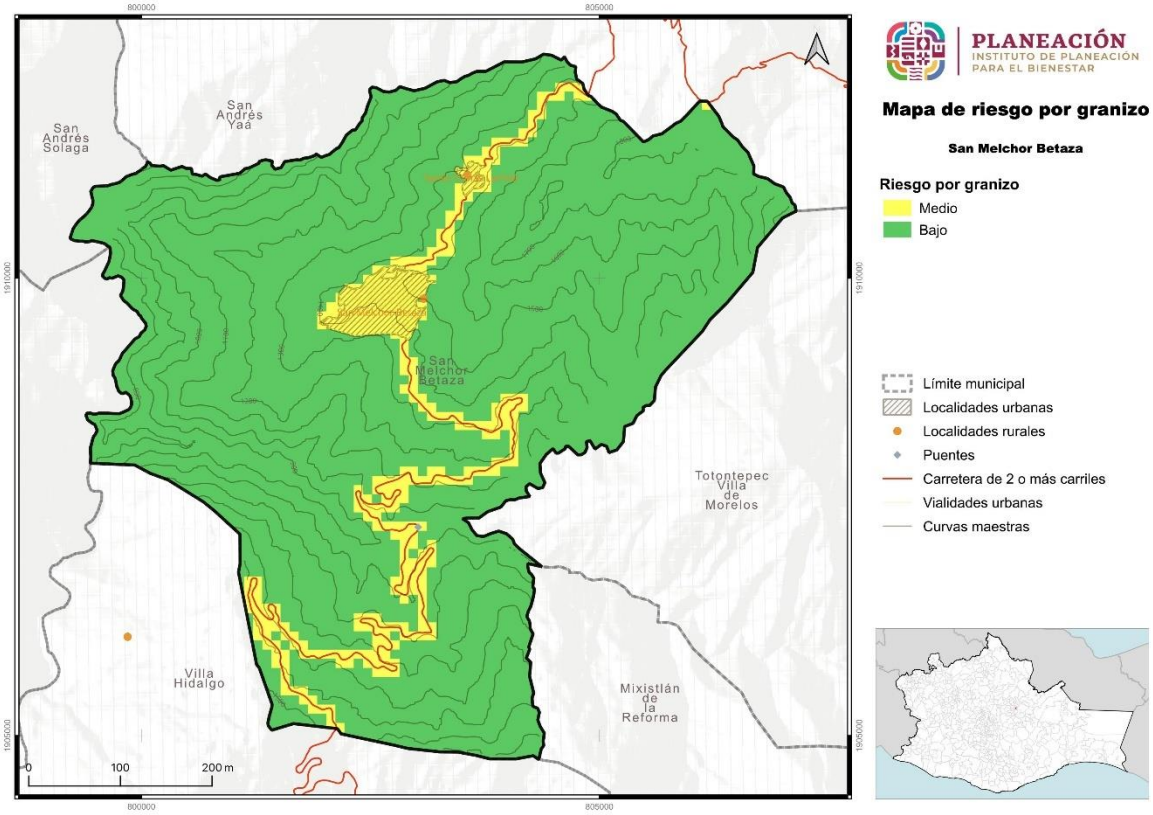


Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.8 Riesgo por días con granizo en el municipio

En lo relativo al riesgo por días de granizo y dadas las características eminentemente rurales del municipio, el nivel de riesgo bajo es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, localizándose en toda la demarcación exceptuando los caminos de acceso a la cabecera municipal y las zonas habitadas de las localidades. El nivel de riesgo medio que afectaría se localiza principalmente sobre los dos caminos de acceso a la cabecera municipal y en las áreas donde se ubican las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá.

Mapa 183. Riesgo por tormentas de granizo en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.9 Riesgo por días con granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de días de granizo que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

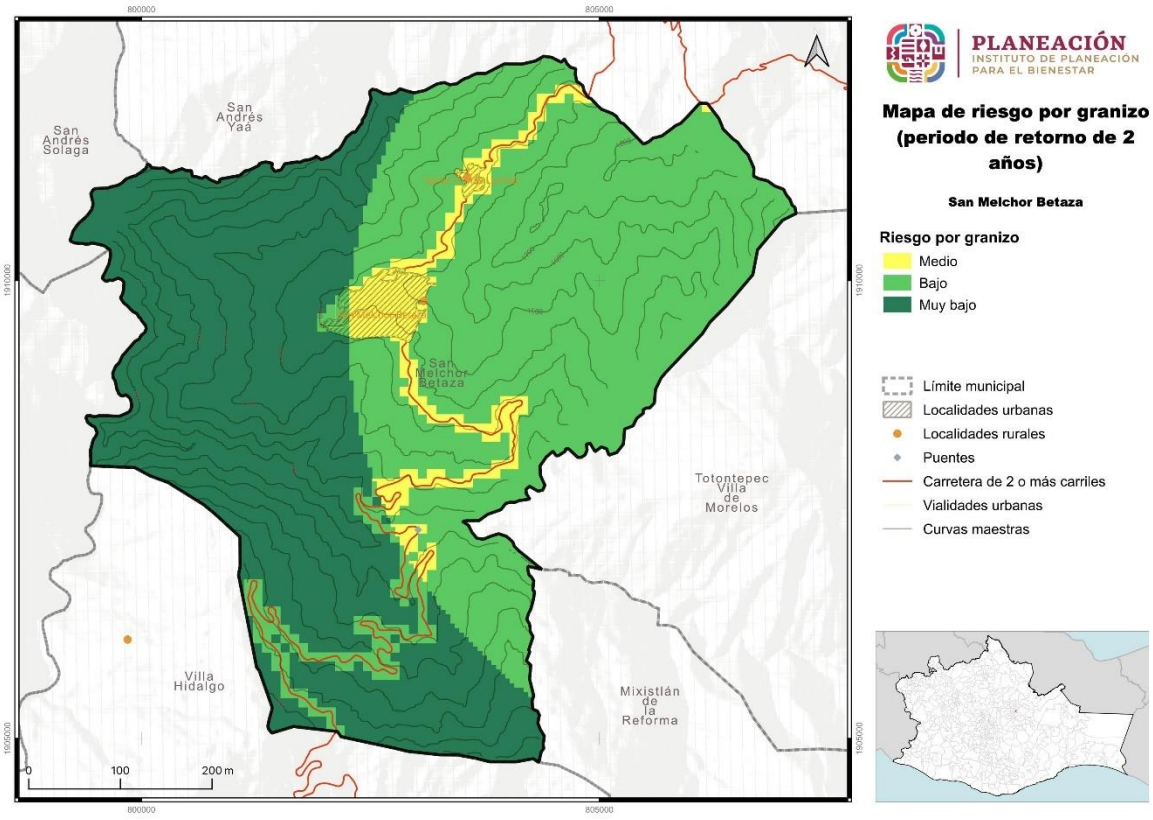
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por días de granizo muestra niveles que van del medio al muy bajo. El nivel medio se estima en el 5.73% del territorio municipal concentrándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, además de considerar el área donde se localizan la carretera que comunica a Villa Alta y aproximadamente la mitad de la carretera a Villa Hidalgo. El nivel de riesgo bajo que es el predominante en esta estimación ya que afectaría al 50.26% del territorio municipal, localizándose en la mitad este. Por último, el nivel de riesgo muy bajo se estima impacte en el 44% del territorio, cubriendo alrededor de la mitad oeste del territorio municipal.

Tabla 153. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	195.63	5.73
Bajo	1715.63	50.26
Muy bajo	1501.93	44

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 184. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.10 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles que van del muy alto al medio. El nivel muy alto se estima en el 1.24% del territorio municipal concentrándose dentro de las zonas

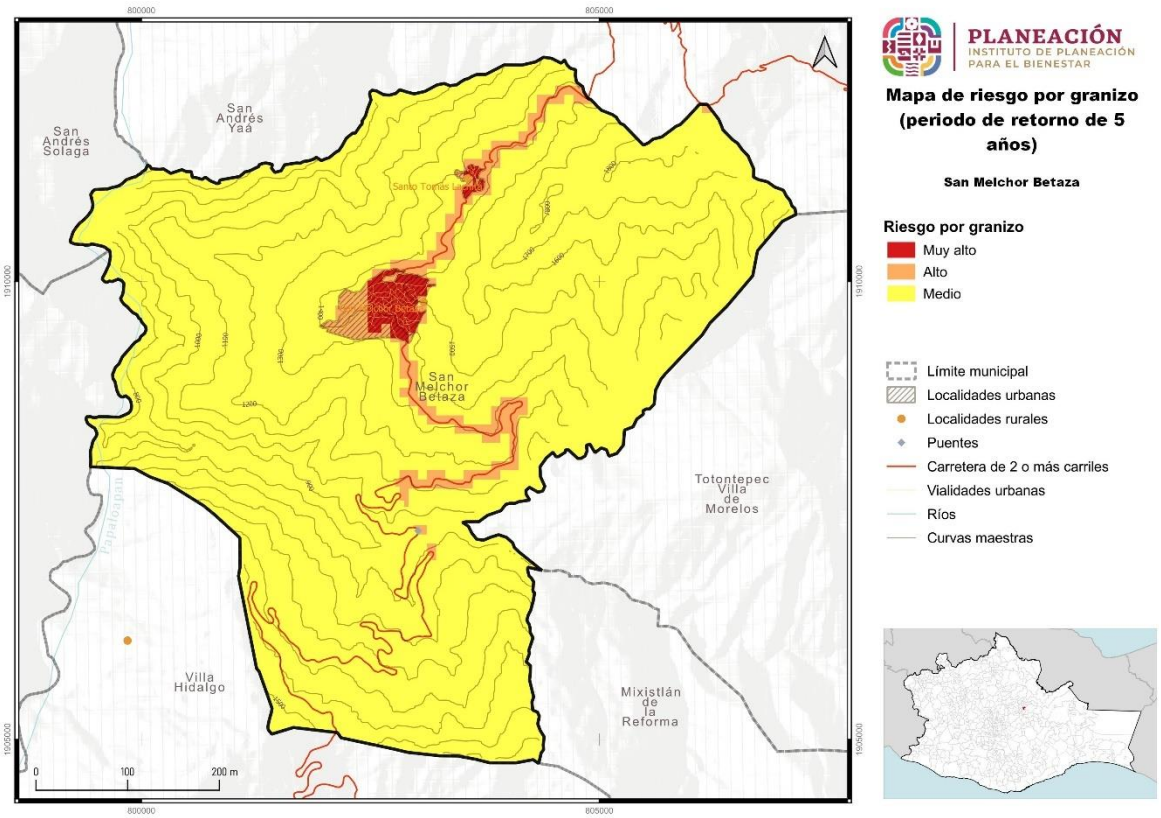
habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, El nivel de riesgo alto se estima afecte al 4.12% del territorio municipal, localizándose a las orillas de las zonas habitadas de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá además de considerar el área donde se localizan la carretera que comunica a Villa Alta y aproximadamente la mitad de la carretera a Villa Hidalgo. Por último, el nivel de riesgo medio, que es el predominante en esta estimación, se estima impacte en el 94.64% del territorio, cubriendo prácticamente la totalidad de este.

Tabla 154. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	42.27	1.24
Alto	140.64	4.12
Medio	3230.31	94.64

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 185. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.11 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

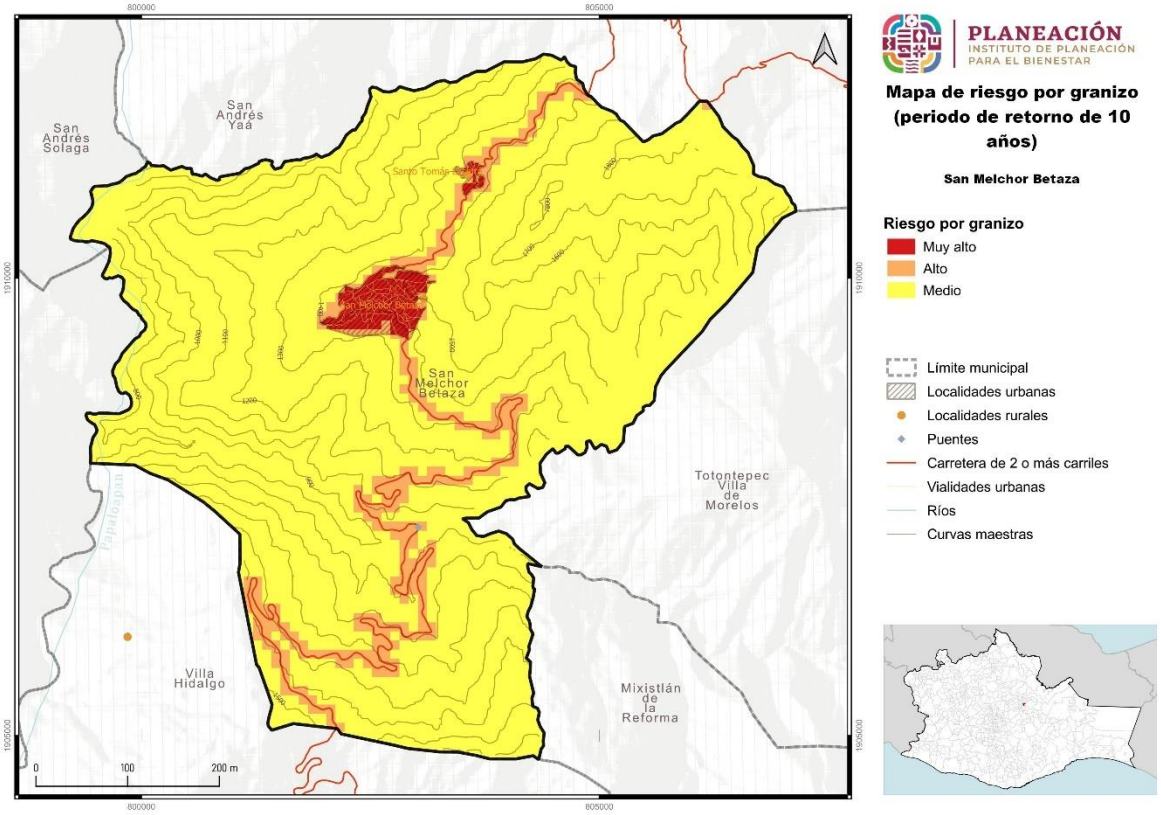
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles que van del muy alto al medio. El nivel muy alto se estima en el 1.71% del territorio municipal concentrándose en la mayor parte de las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, El nivel de riesgo alto se estima afecte al 7.6% del territorio municipal, localizándose a las orillas de las zonas habitadas de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá además de considerar el área donde se localizan las dos carreteras que comunican a la cabecera municipal. Por último, el nivel de riesgo medio, que es el predominante en esta estimación, se estima impacte en el 90.69% del territorio, cubriendo prácticamente la totalidad de este.

Tabla 155. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.58	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 186. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.12 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

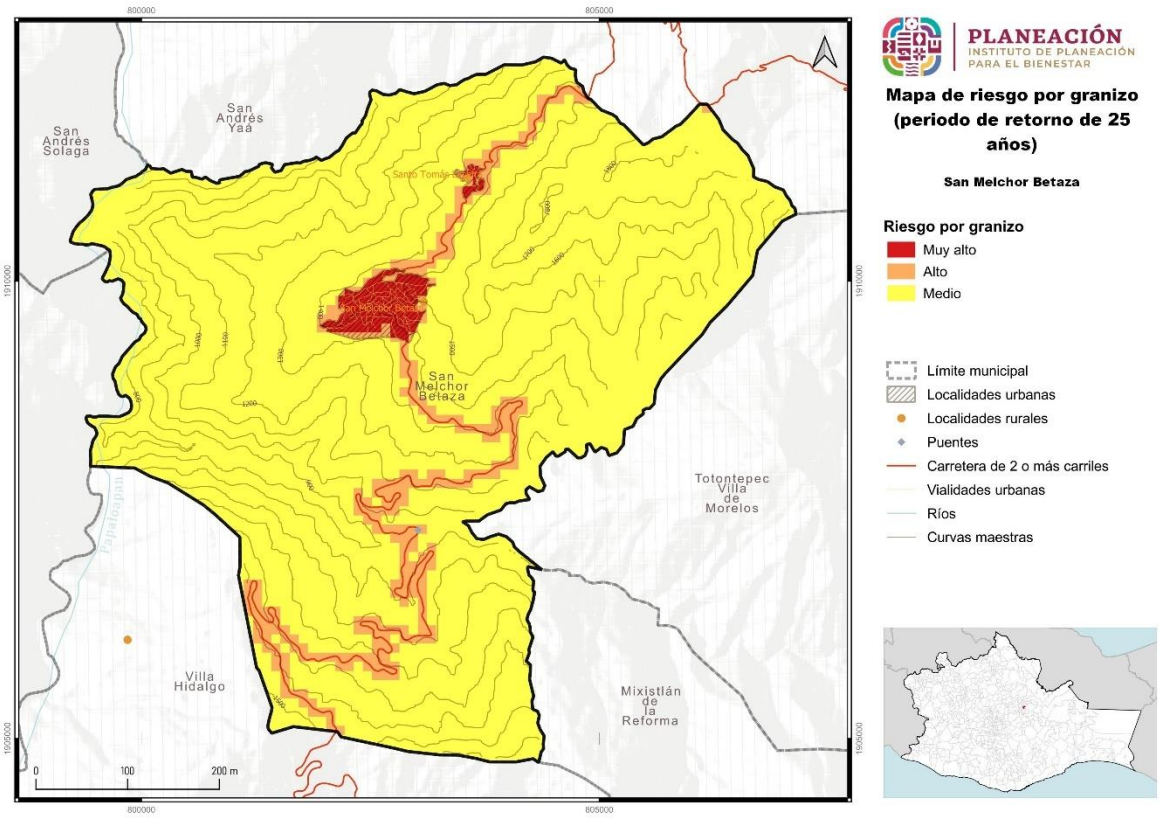
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 25 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles que van del muy alto al medio. El nivel muy alto se estima en el 1.71% del territorio municipal concentrándose en la mayor parte de las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, El nivel de riesgo alto se estima afecte al 7.6% del territorio municipal, localizándose a las orillas de las zonas habitadas de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá además de considerar el área donde se localizan las dos carreteras que comunican a la cabecera municipal. Por último, el nivel de riesgo medio, que es el predominante en esta estimación, se estima impacte en el 90.69% del territorio, cubriendo prácticamente la totalidad de este.

Tabla 156. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 187. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.13 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles que van del muy alto al medio. El nivel muy alto se estima en el 1.71% del territorio municipal concentrándose en la mayor parte de las

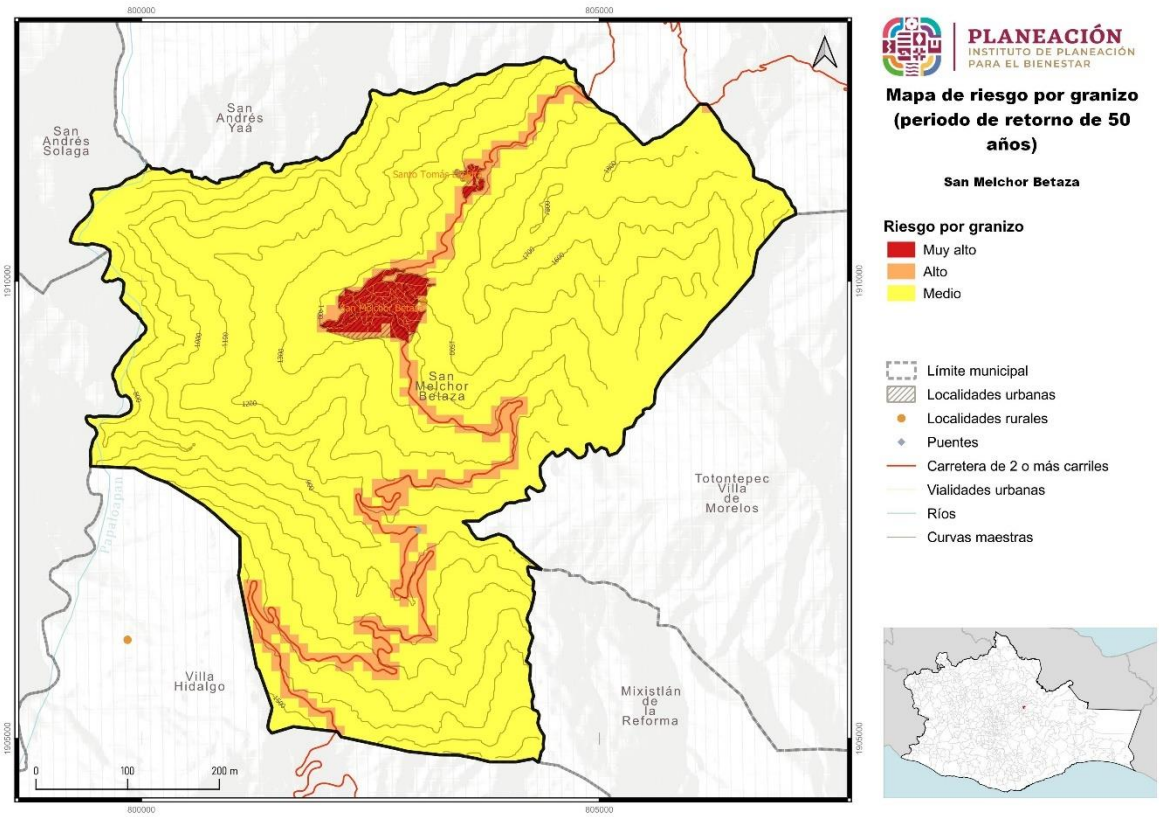
zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, El nivel de riesgo alto se estima afecte al 7.6% del territorio municipal, localizándose a las orillas de las zonas habitadas de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá además de considerar el área donde se localizan las dos carreteras que comunican a la cabecera municipal. Por último, el nivel de riesgo medio, que es el predominante en esta estimación, se estima impacte en el 90.69% del territorio, cubriendo prácticamente la totalidad de este.

Tabla 157. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 188. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.14 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

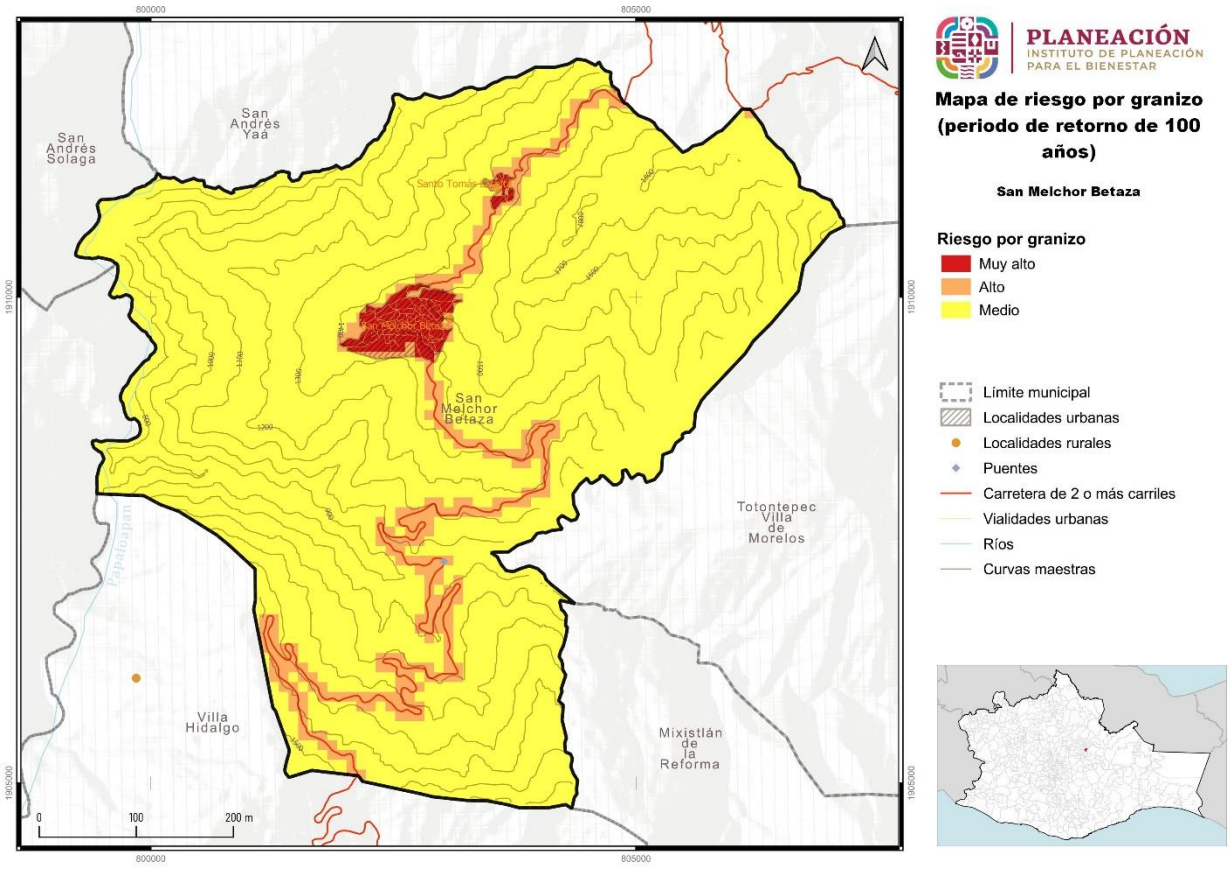
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles que van del muy alto al medio. El nivel muy alto se estima en el 1.71% del territorio municipal concentrándose en la mayor parte de las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, El nivel de riesgo alto se estima afecte al 7.6% del territorio municipal, localizándose a las orillas de las zonas habitadas de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá además de considerar el área donde se localizan las dos carreteras que comunican a la cabecera municipal. Por último, el nivel de riesgo medio, que es el predominante en esta estimación, se estima impacte en el 90.69% del territorio, cubriendo prácticamente la totalidad de este.

Tabla 158. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	259.41	7.6
Medio	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 189. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.6.15 Riesgo por nevadas en el municipio

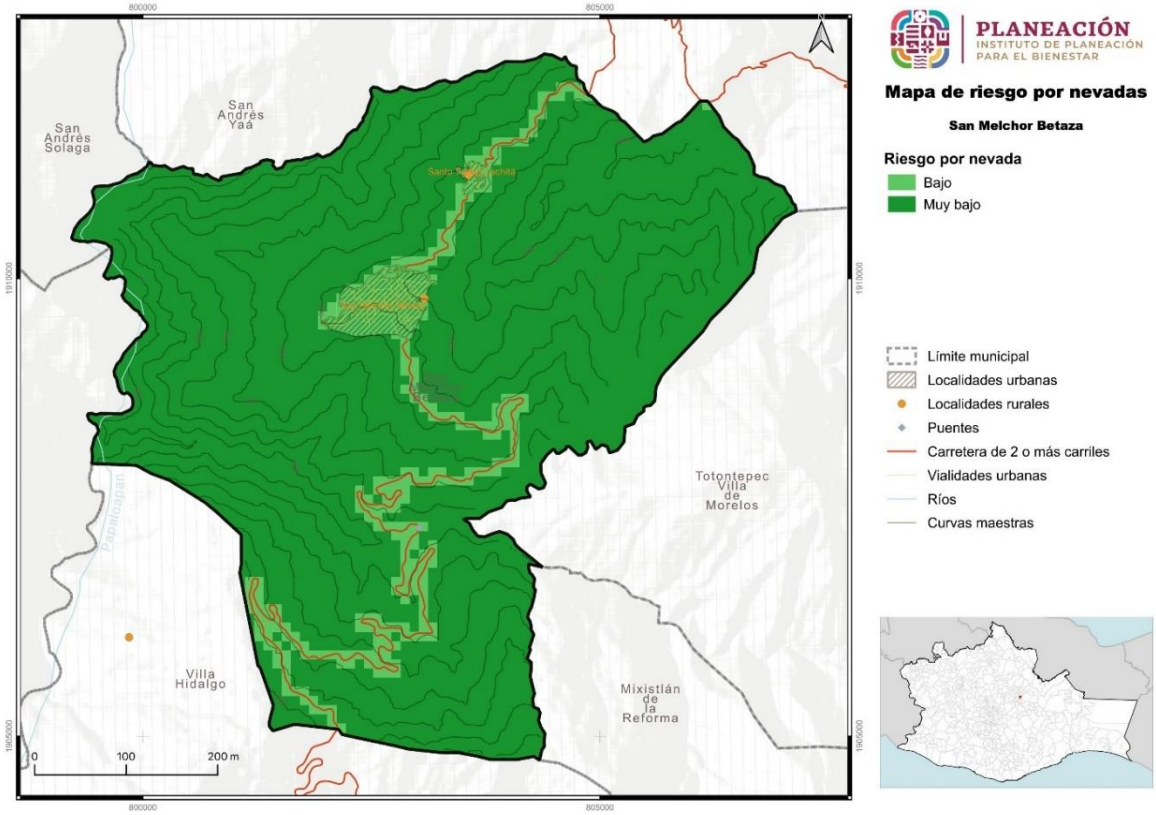
En lo relativo a los niveles de riesgo por nevadas en el municipio únicamente se estiman del bajo al muy bajo, predominando el segundo, ya que se calcula impacte en el 90.69% del territorio, ubicándolo en toda la demarcación municipal exceptuando los caminos de acceso a la cabecera municipal y las zonas habitadas de las localidades. En cobertura de afectación le sigue el nivel bajo que afectaría al 9.31% del territorio y que se localiza principalmente sobre los dos caminos de acceso a la cabecera municipal y las zonas habitadas donde se ubican las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá.

Tabla 159. Riesgo por nevadas en el municipio

Riesgo por nevadas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	317.65	9.31
Muy bajo	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 190. Riesgo por nevadas en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.7 Ondas cálidas

Una onda calor, se define como el periodo de más de tres días consecutivos con temperaturas por arriba del promedio, esto aplica tanto para las temperaturas máximas (las que se registran entre las 14:00 y 16:00 horas) como para las mínimas (entre las 05:00 y 07:00 horas

V.9.7.1 Riesgo por temperaturas máximas

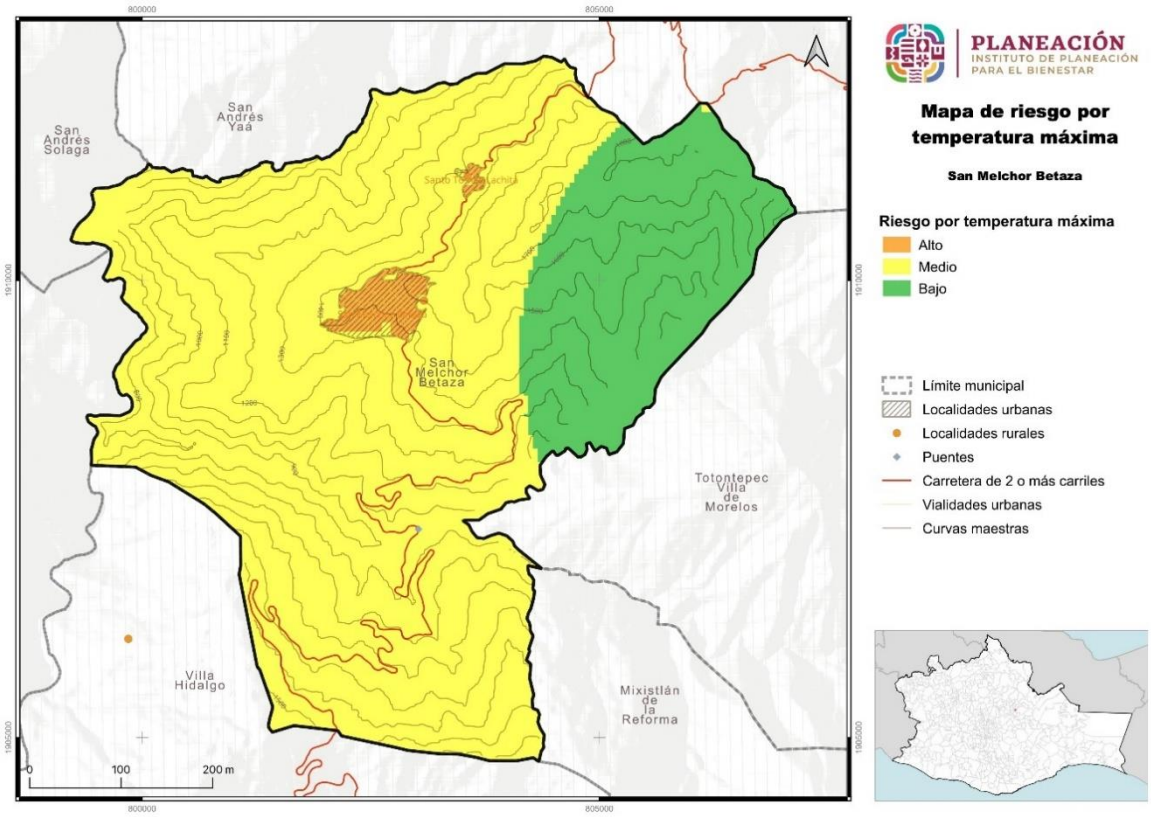
En lo relativo al riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 78.36% del territorio localizándose en las tres cuartas partes del lado oeste de la demarcación las zonas habitadas de las localidades. En cobertura de afectación le sigue el nivel bajo que afectaría al 19.93% del territorio y que se localiza principalmente en la zona este del municipio, hecho que se entiende ya que en esa zona se encuentra la mayor parte de vegetación primaria existente. El nivel de riesgo muy alto, aunque solo afectaría al 1.71% del territorio, se localiza en las zonas habitadas donde se ubican las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá.

Tabla 160. Riesgo por temperaturas máximas

Riesgo por temperatura máxima	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	58.24	1.71
Medio	2674.71	78.36
Bajo	680.27	19.93

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 191. Riesgo por temperaturas máximas en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.7.2 Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de riesgo medio en un área de 317.65 has que representan el 9.31% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá y en donde se localizan los dos caminos de acceso a la cabecera municipal; para el caso del riesgo bajo, que es el predominante en esta proyección, se estima afecte al 77.89% del territorio municipal localizándose en poco más de las tres cuartas partes del oeste de la demarcación municipal. Por último y dadas las características de la vegetación

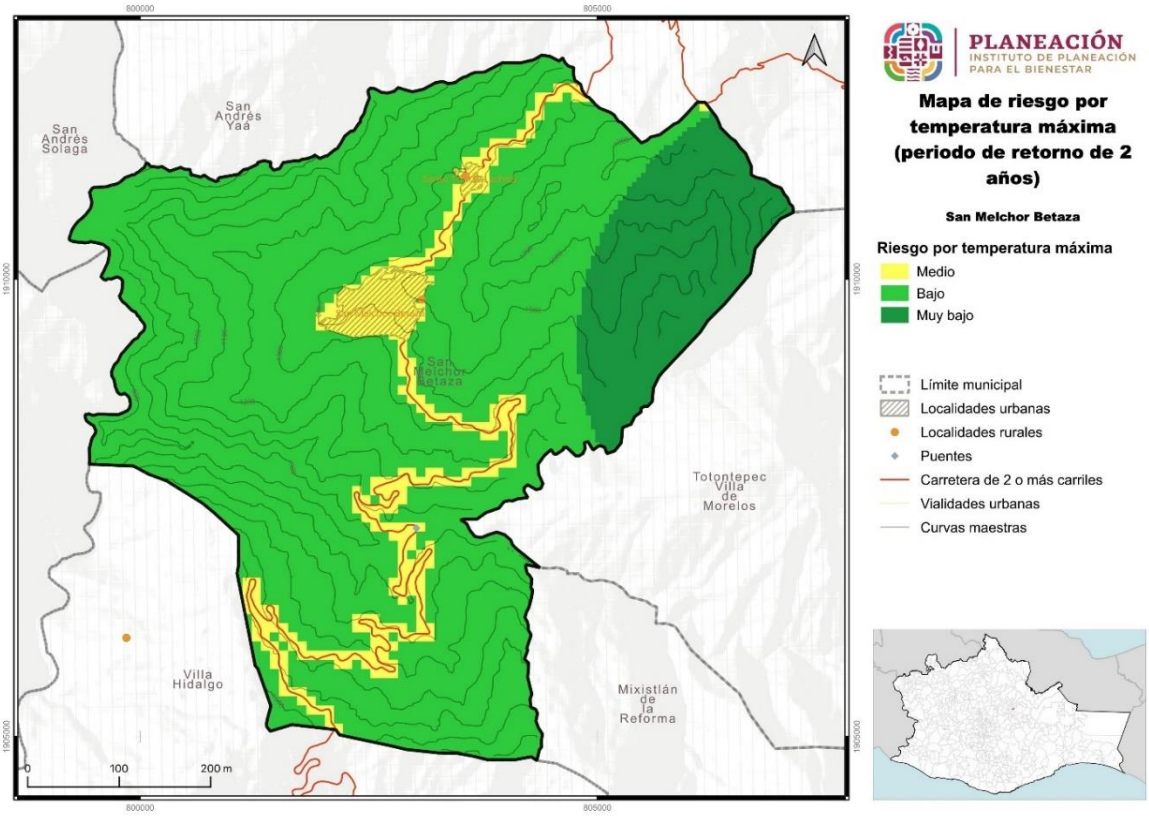
existente, el nivel de riesgo muy bajo se ubica en la parte este de la municipalidad, cubriendo el 12.8% del territorio municipal.

Tabla 161. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Riesgo por temperatura máxima (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	317.65	9.31
Bajo	2658.56	77.89
Muy bajo	437.02	12.8

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 192. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.7.3 Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno por 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

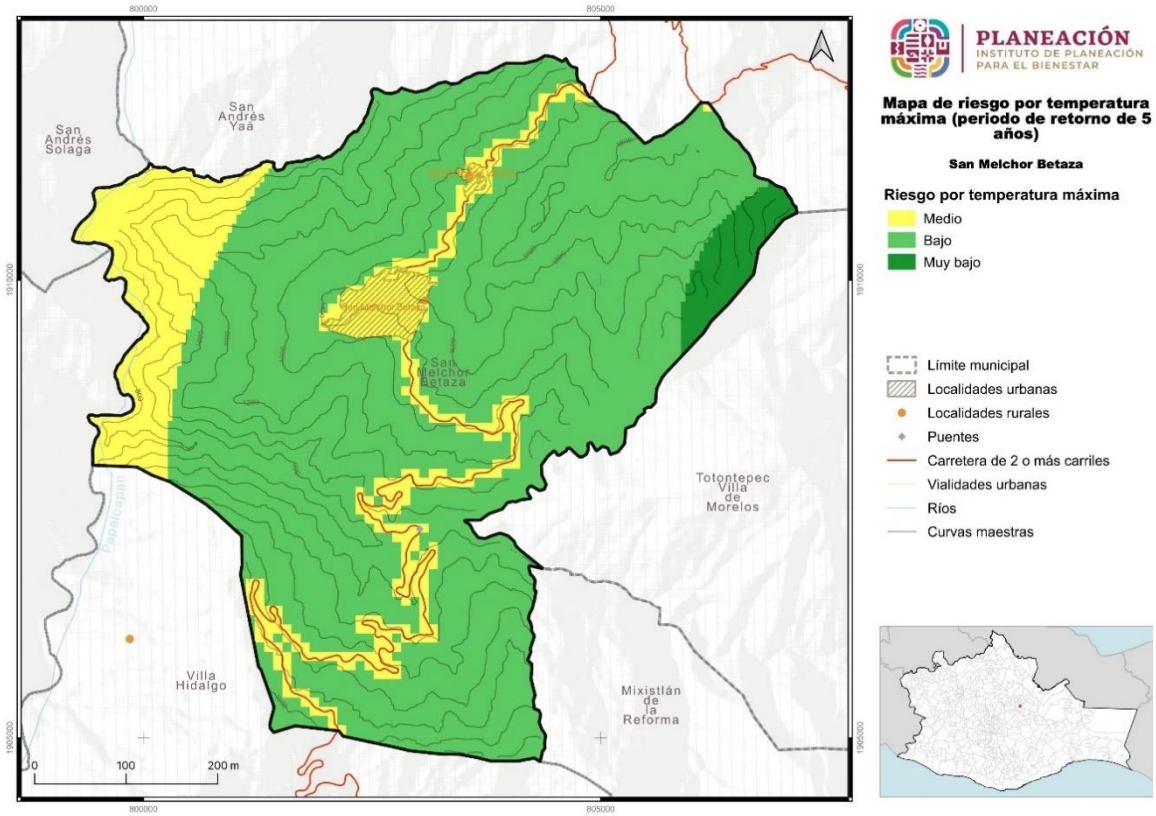
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de riesgo medio en un área de 631.06 has que representan el 18.49% del territorio y se localizan en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, en las áreas donde se localizan los dos caminos de acceso a la cabecera municipal y en un área al extremo oeste del municipio; para el caso del riesgo bajo, que es el predominante en esta proyección, se estima afecte al 78.79% del territorio municipal localizándose en poco más de las tres cuartas partes al centro del territorio municipal en una franja de norte a sur; Por último el nivel de riesgo muy bajo se ubica en el extremo este de la municipalidad, cubriendo el 2.73% del territorio municipal.

Tabla 162. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

Riesgo por temperatura máxima (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	631.06	18.49
Bajo	2689.14	78.79
Muy bajo	93.02	2.73

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 193. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.7.4 Riesgo por temperaturas máximas extremas para un periodo de retorno por 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

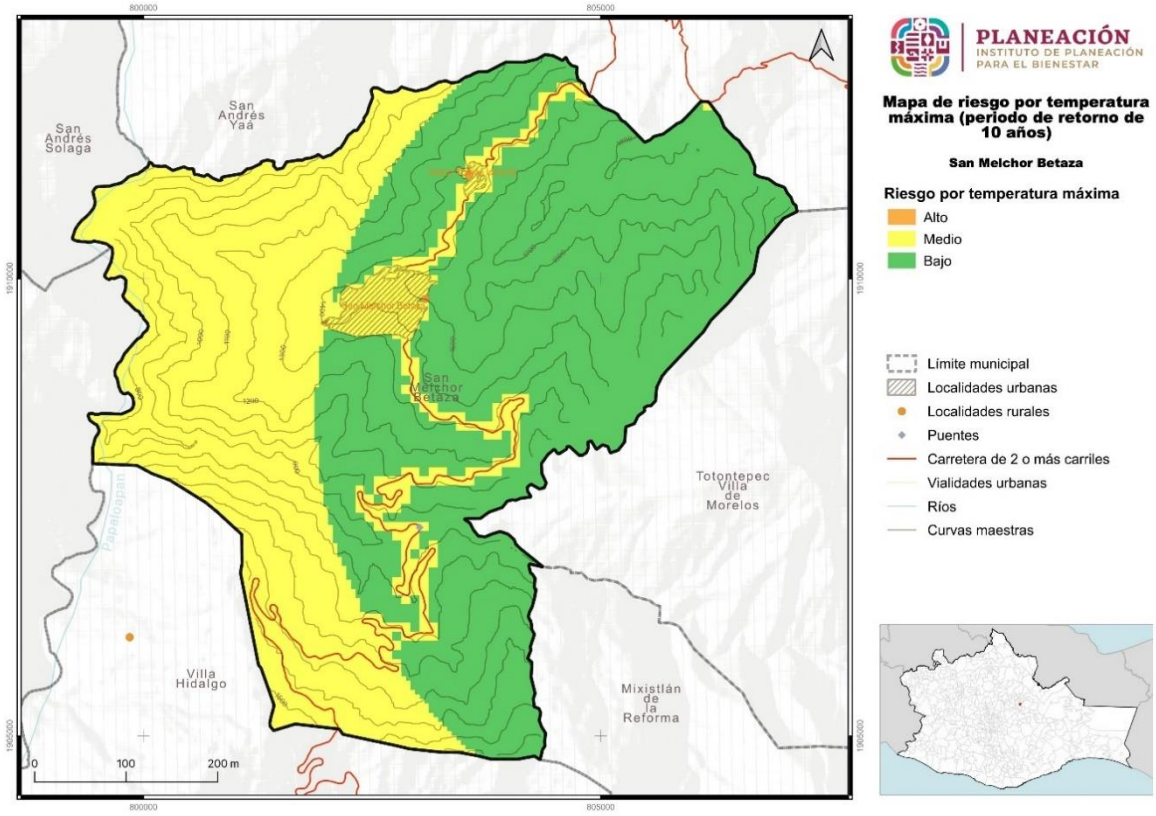
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de riesgo alto en un área de apenas 0.19 has que representan el 0.01% del territorio; para el caso del riesgo medio se estima afecte al 44.94% del territorio municipal localizándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá, en las áreas donde se localizan los dos caminos de acceso a la cabecera municipal y en un área de alrededor de una tercera parte del territorio al extremo oeste del mismo. Por último, el nivel de riesgo bajo que es el predominante en esta proyección se ubica en poco más de la mitad del lado este de la municipalidad, cubriendo el 55.05% del territorio municipal.

Tabla 163. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Riesgo por temperatura máxima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	0.19	0.01
Medio	1534.02	44.94
Bajo	1878.99	55.05

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 194. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.7.5 Riesgo por temperaturas máximas extremas para un periodo de retorno por 25 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza

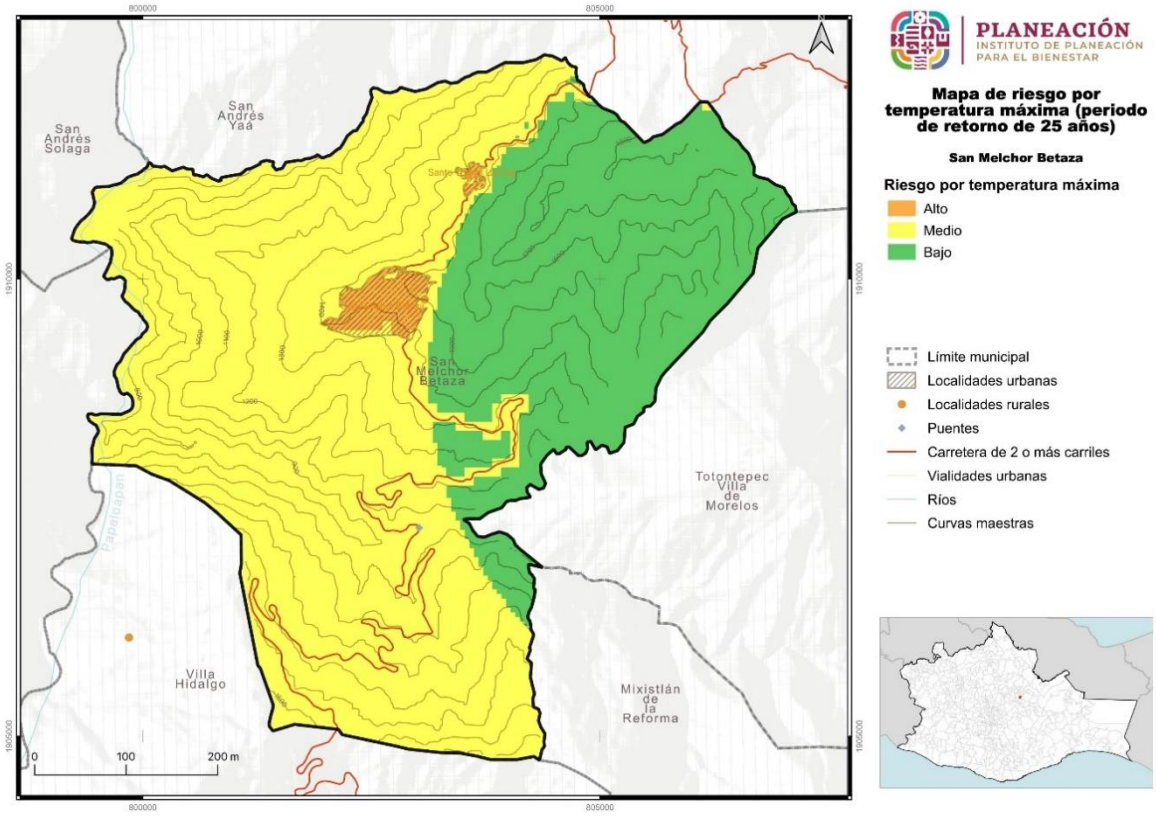
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 25 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de riesgo alto en un área de 58.02 has que representan el 1.7% del territorio localizándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; para el caso del riesgo medio, que es el predominante en esta estimación, se prevé afecte al 65.62% de la municipalidad, afectando poco más de la mitad oeste del territorio municipal. Por último, el nivel de riesgo bajo se ubica del lado este en alrededor de una tercera parte del territorio municipal, afectando al 32.68% de la extensión territorial municipal.

Tabla 164. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por temperatura máxima (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	58.02	1.7
Medio	2239.72	65.62
Bajo	1115.49	32.68

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 195. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.7.6 Riesgo por temperaturas máximas extremas para un periodo de retorno por 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza.

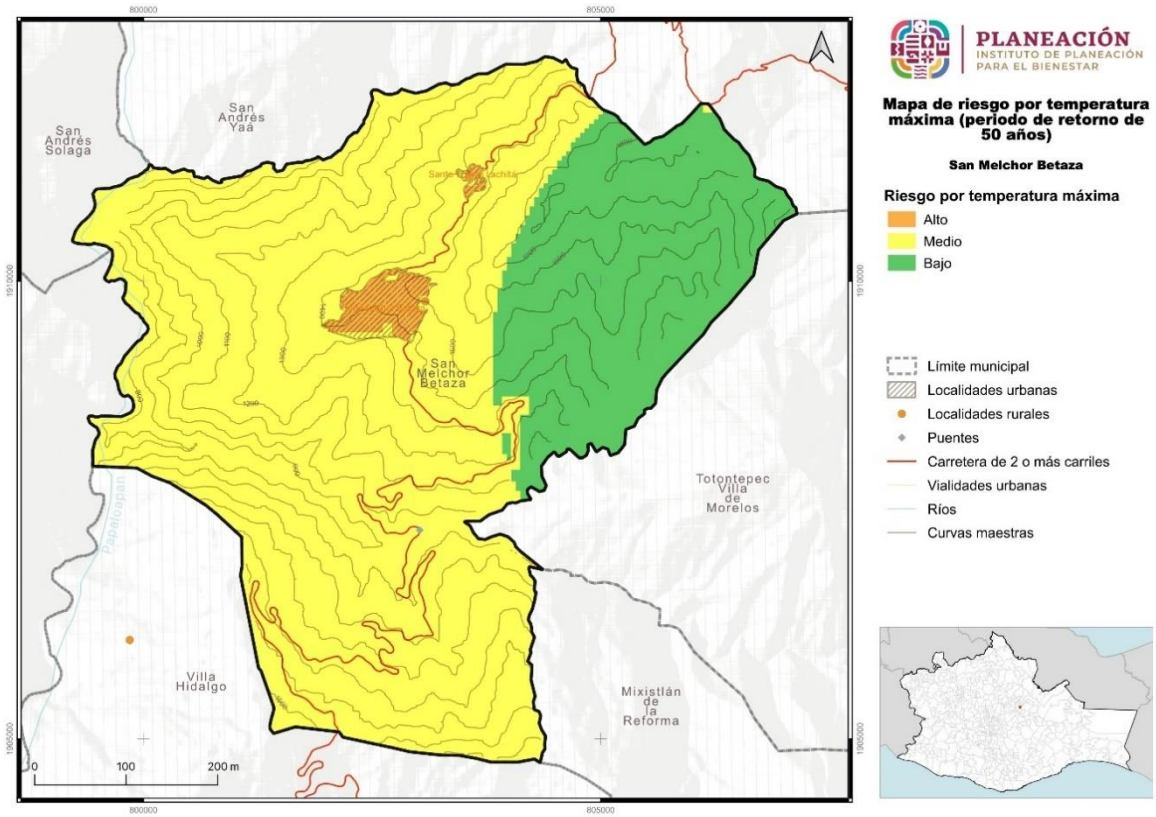
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de riesgo alto en un área de 58.24 has que representan el 1.71% del territorio localizándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; para el caso del riesgo medio se estima afecte a la mayor parte del municipio, cubriendo el 74.98% al oeste del territorio municipal, en alrededor de tres cuartas partes mismo. Por último, el nivel de riesgo bajo se ubica en un área del lado este de la municipalidad, cubriendo el 23.31% del territorio municipal.

Tabla 165. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio

Riesgo por temperatura máxima (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	58.24	1.71
Medio	2559.33	74.98
Bajo	795.65	23.31

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 196. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.7.7 Riesgo por temperaturas máximas extremas para un periodo de retorno por 100 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de localidades o asentamientos humanos del municipio de San Melchor Betaza.

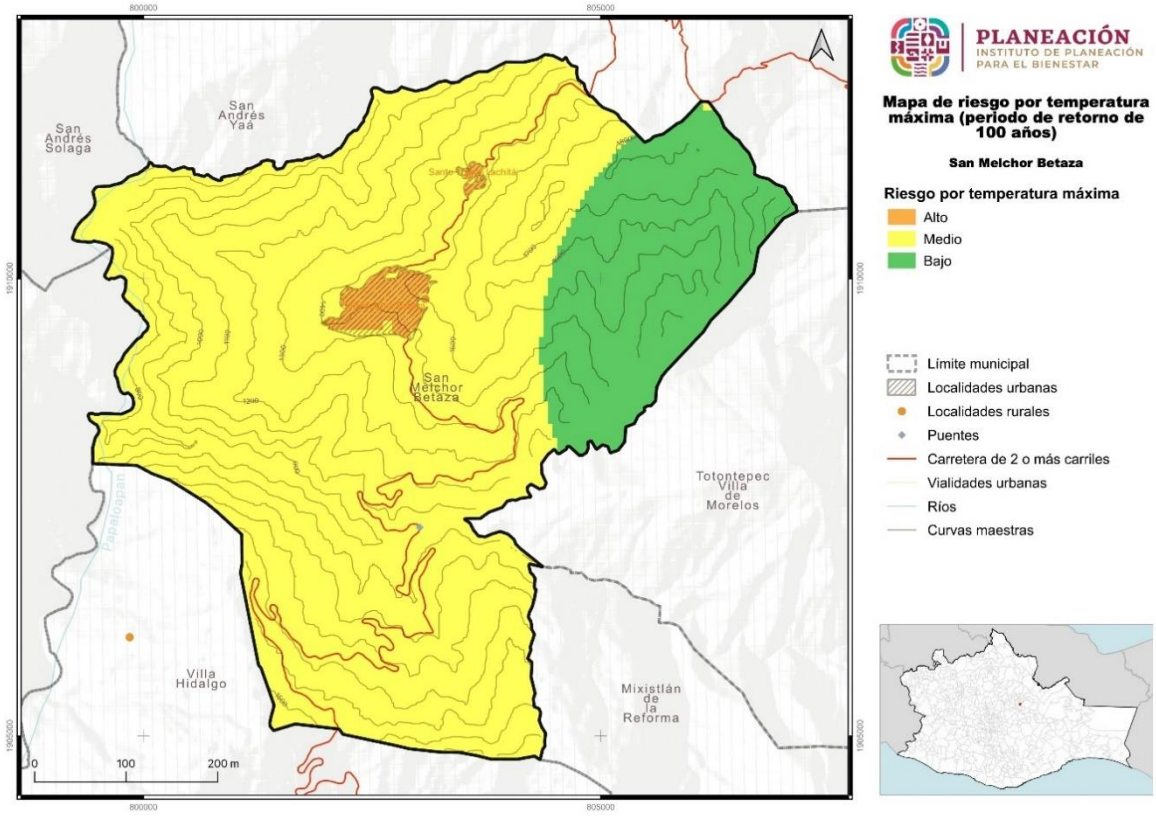
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de riesgo alto en un área de 58.24 has que representan el 1.71% del territorio localizándose en las zonas habitadas de la cabecera municipal y la localidad de Lachitá; para el caso del riesgo medio se estima afecte a la mayor parte del municipio, cubriendo el 80.76% al oeste del territorio municipal, en poco más de tres cuartas partes mismo. Por último, el nivel de riesgo bajo se ubica en un área del lado este de la municipalidad, cubriendo el 17.54% del territorio municipal.

Tabla 166. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

Riesgo por temperatura máxima (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	58.24	1.71
Medio	2756.38	80.76
Bajo	598.6	17.54

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 197. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.8 Sequías

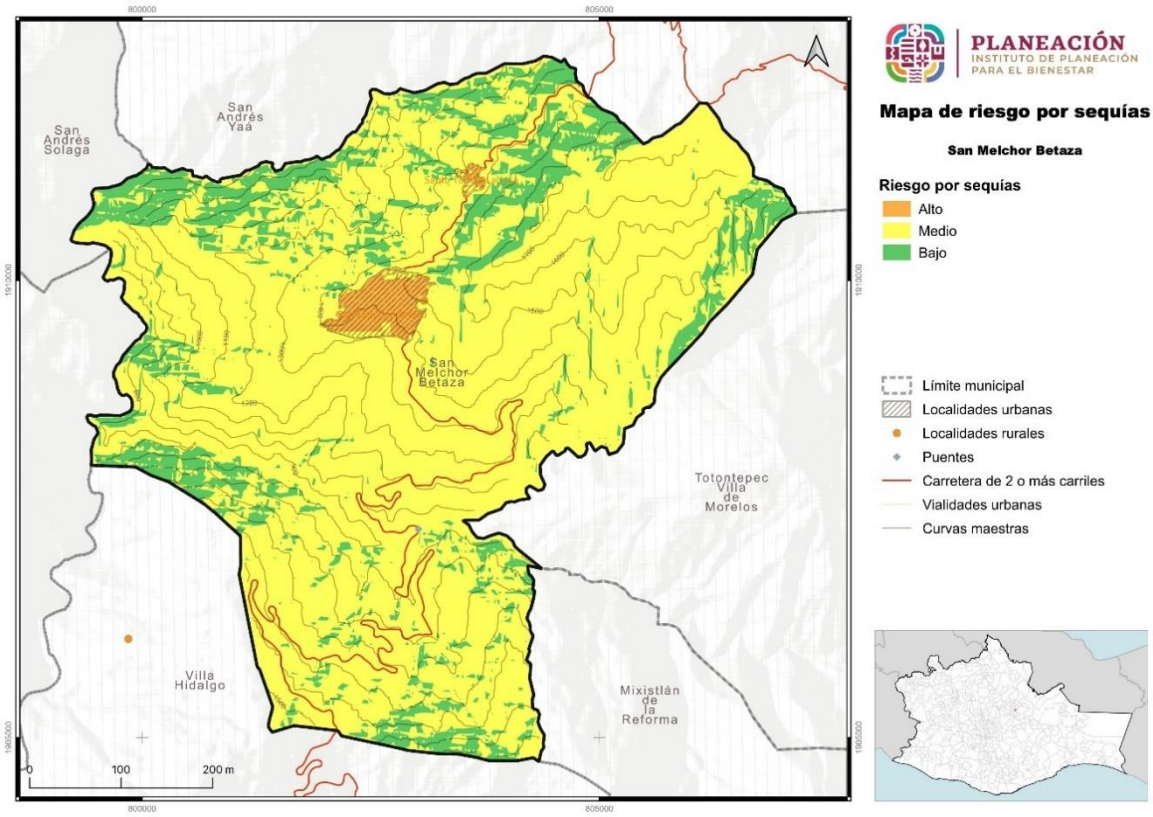
En lo relativo al riesgo por sequías, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 81.36%, se localiza en todo el territorio municipal exceptuando las áreas de las localidades y algunas áreas fragmentadas principalmente al norte y oeste del territorio. En cobertura de afectación le sigue el nivel bajo que afectaría al 16.94% del territorio y que se localiza principalmente en áreas fragmentadas en los extremos de los 4 puntos cardinales del municipio, además de algunos otros en el extremo noroeste. El nivel de riesgo alto, aunque solo afectaría al 1.63% del territorio, se localiza en las zonas habitadas donde se ubican las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá.

Tabla 167. Riesgo por sequías en el municipio

Riesgo por sequía	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	55.48	1.63
Medio	2777.14	81.36
Bajo	578.32	16.94

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 198. Riesgo por sequías en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.9.9 Tornados

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta. Se origina en la base de una nube de tormenta cuando dos masas de aire de diferente temperatura, humedad y velocidad chocan entre sí formando un embudo que llega a la tierra, si toca un cuerpo de agua (río, lago, canal o el mar) se forma una tromba.

V.9.9.1 Riesgo por vientos tornados en el municipio

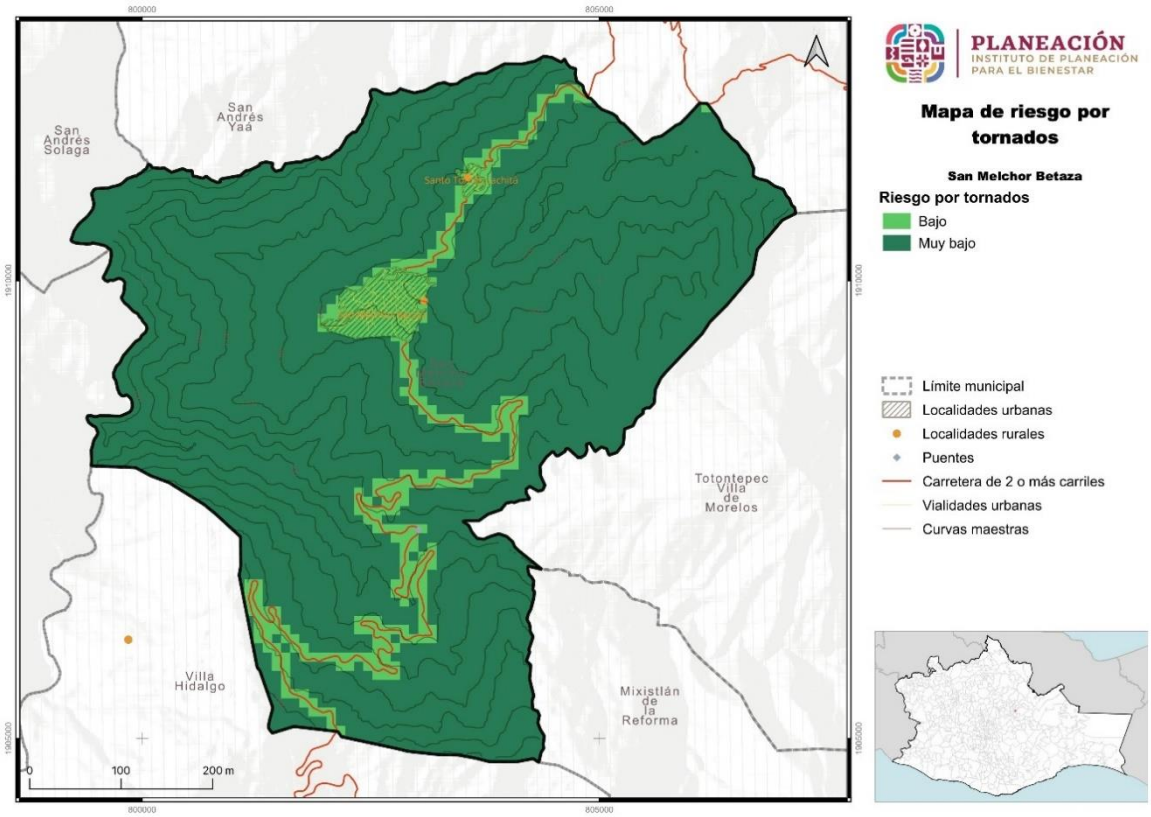
En lo relativo al riesgo por vientos tornados se estiman niveles mínimos de muy bajo y bajo, predominando el segundo en el 90.69% del territorio municipal cubriendo la totalidad del municipio, excepto el área estimada con nivel de riesgo bajo que se prevé en el 9.31% del territorio municipal y se localiza en áreas donde se ubican las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá y las 2 carreteras principales de acceso a la cabecera municipal.

Tabla 168. Riesgo por tornados en el municipio

Riesgo por tornados	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	317.65	9.31
Muy bajo	3095.57	90.69

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 199. Riesgo por tornados en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.10 Riesgos por fenómenos químico-tecnológicos

Para el desarrollo de este apartado, se realizaron las proyecciones correspondientes al riesgo por fenómenos químico-tecnológicos para el municipio, indicando por cada periodo de retorno (PR) y a las categorías obtenidas, el porcentaje y la superficie correspondiente en que puede presentarse.

En la siguiente tabla se puede observar que la mayor parte del municipio cae en la categoría de riesgo "Medio" por explosión de combustibles en calles e incendios forestales, y "Bajo" para explosión de combustible en pequeños comercios. Es importante resaltar que aun cuando la proporción del municipio que presentan estos riesgos es relativamente pequeña con respecto a la totalidad municipal, es importante reducir o mitigar este riesgo, pues dentro de los mapas se puede observar que esa proporción se presentaría en los asentamientos humanos, donde se afectaría principalmente a la población.

Tabla 169. Riesgos por fenómenos químico-tecnológico en el municipio

Riesgo por fenómenos químico-tecnológico	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Explosión de combustible en calles	8.16	7.67	9.09	1.2	1.71
Explosión de combustible en pequeños comercios	0.02	0.35	0.27	0.2	0.03
Incendios forestales	0.01	1	97.05	1.86	

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.10.1 Sustancias peligrosas

V.10.1.1 Riesgo por explosión de combustible en calles

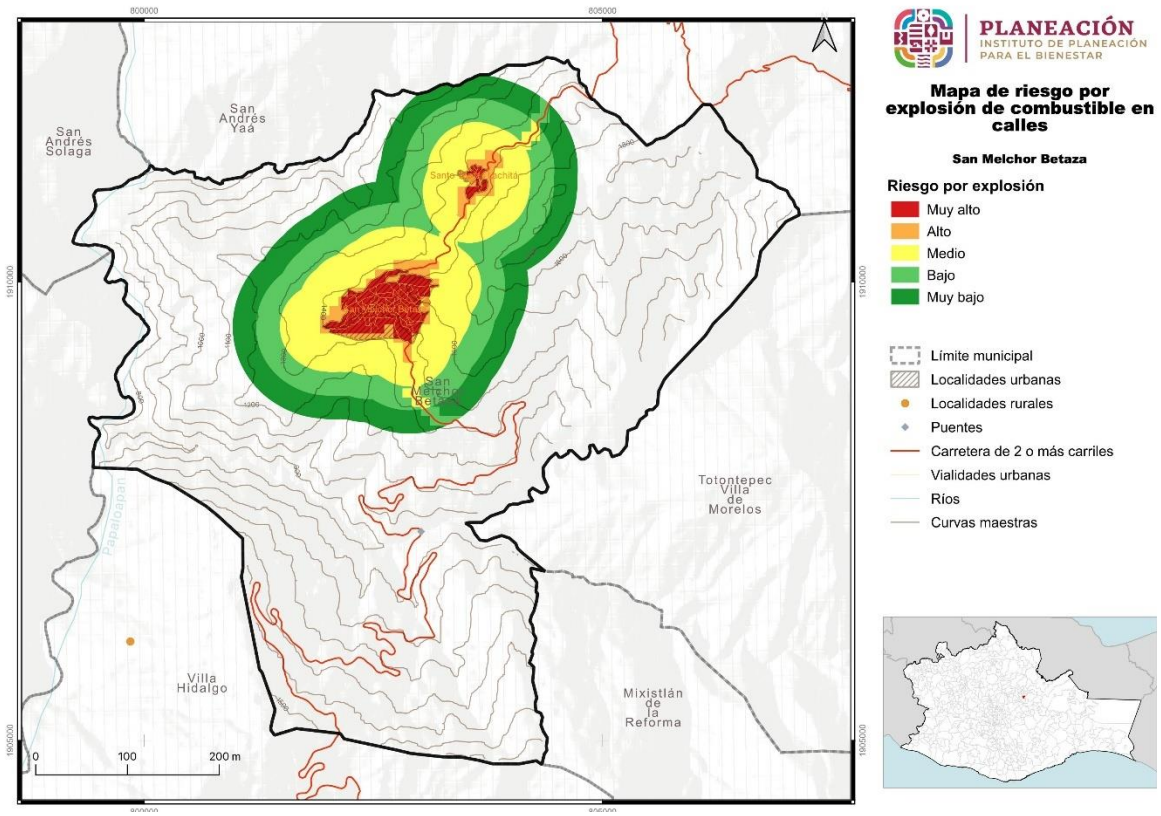
En lo relativo al riesgo antropogénico por explosión de combustible en calles, los niveles de riesgo son variados, pero se derivan del riesgo muy alto que de forma natural se estima en el área urbanizada de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá que suman 58.26 has. y que representan el 1.71% del territorio municipal. Los siguientes niveles de riesgo son concéntricos al nivel muy alto y se extienden en dirección contraria al centro disminuyendo su intensidad, sin embargo, el nivel de riesgo alto se estima impacte en el 1.2% del territorio, el medio en 9.09%, el bajo en 7.67% y el nivel de riesgo muy bajo impacte en el 8.16% del territorio municipal.

Tabla 170. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio

Riesgo por explosión de combustible en calles	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	58.24	1.71
Alto	40.89	1.2
Medio	309.64	9.09
Bajo	261.25	7.67
Muy bajo	278.23	8.16

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 200. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.10.1.2 Riesgo por explosión de combustible en pequeños comercios

En lo relativo al riesgo antropogénico por explosión de combustible en pequeños comercios, los niveles de riesgo son variados, pero se derivan del riesgo muy alto que se estima en el área urbanizada de la localidad de San Melchor Betaza, específicamente en los puntos de venta de combustible a granel que de acuerdo con el mapa de riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio son 7. Tomando esos puntos como centro de la escala de riesgos, se tiene que el riesgo muy alto se prevé en un acumulado de 0.99 has que representan el 0.03% del territorio municipal; el riesgo alto se estima presente en 6.89 has que representan el 0.2% del

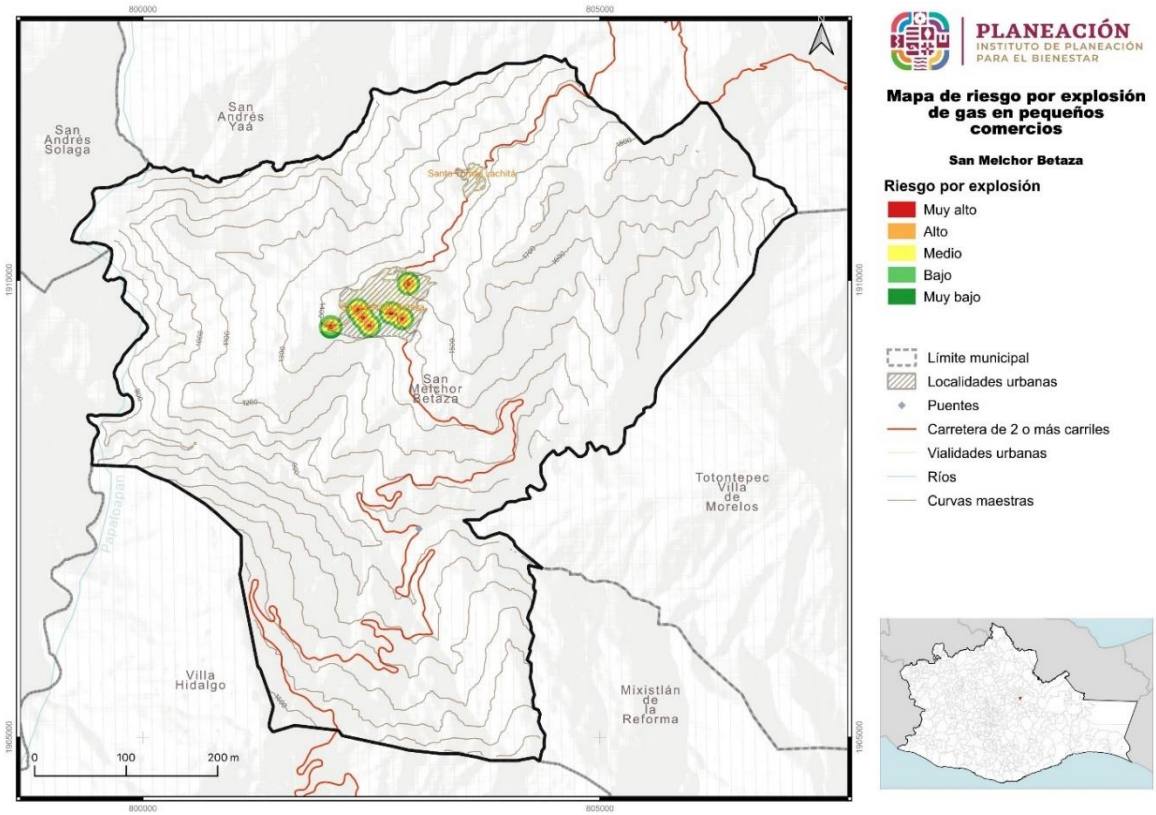
territorio y el riesgo medio en 9.26 has localizadas en el área urbanizada de la cabecera municipal. Los dos niveles de riesgo menores se prevén en áreas acumuladas de 12.1 has. para el riesgo bajo y en 0.83 has para el riesgo muy bajo.

Tabla 171. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio

Riesgo por explosión en pequeños comercios	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.99	0.03
Alto	6.89	0.2
Medio	9.26	0.27
Bajo	12.1	0.35
Muy bajo	0.83	0.02

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 201. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.10.2 Incendios forestales

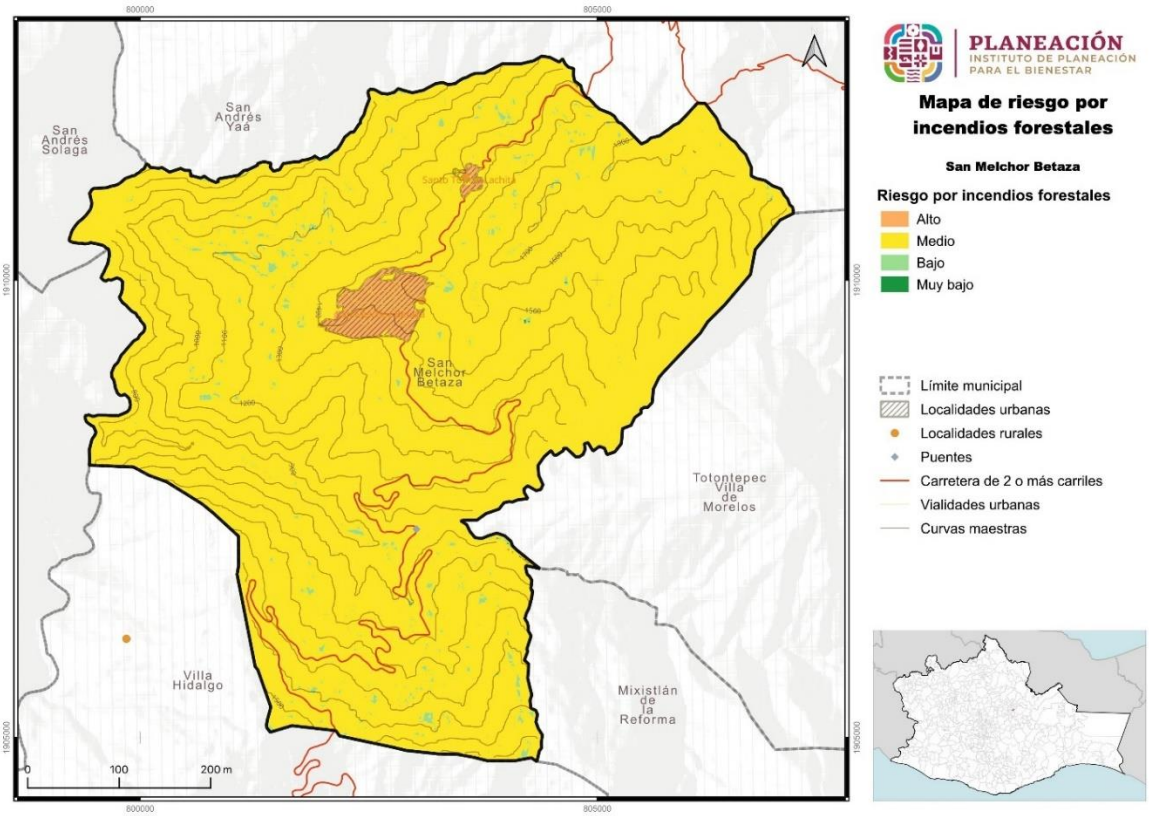
En lo relativo al riesgo por incendios forestales, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 97.05% de toda la demarcación salvo las áreas urbanizadas y pequeñas áreas atomizadas a lo largo del territorio. En cobertura de afectación le sigue el nivel alto que afectaría 63.49 has. que representan el 1.86% del territorio y que se localizan principalmente en las zonas habitadas de las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá. Los niveles de riesgo bajo y muy bajo se estiman en un área acumulada de 34.3 has que representan el 1.01% del territorio, estas áreas se encuentran atomizadas en pequeñas áreas que se distribuyen a lo largo y ancho del territorio municipal.

Tabla 172. Riesgo por incendios forestales en el municipio

Riesgo por incendios forestales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	63.49	1.86
Medio	3312.47	97.05
Bajo	34.11	1
Muy bajo	0.19	0.01

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 202. Riesgo por incendios forestales en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.11 Riesgos por fenómenos sanitario-ecológicos

En la siguiente tabla se puede observar que la mayor parte del municipio cae en la categoría de riesgo “Bajo” y “Medio” para plagas forestales, sin embargo para Xyleborus y Sphaeropsis también se presenta un riesgo "Alto”, donde si bien no hay grandes extensiones de bosque, en las que hay, será importante el saneamiento forestal para mantener esas áreas como zonas de mitigación ante sequías, altas temperaturas y cambio climático, además de procurar ampliarlas por los múltiples beneficios que generan los bosques, como la regulación del clima y generación de recursos hídricos.

Tabla 173. Riesgos por fenómenos sanitario-ecológicos en el municipio

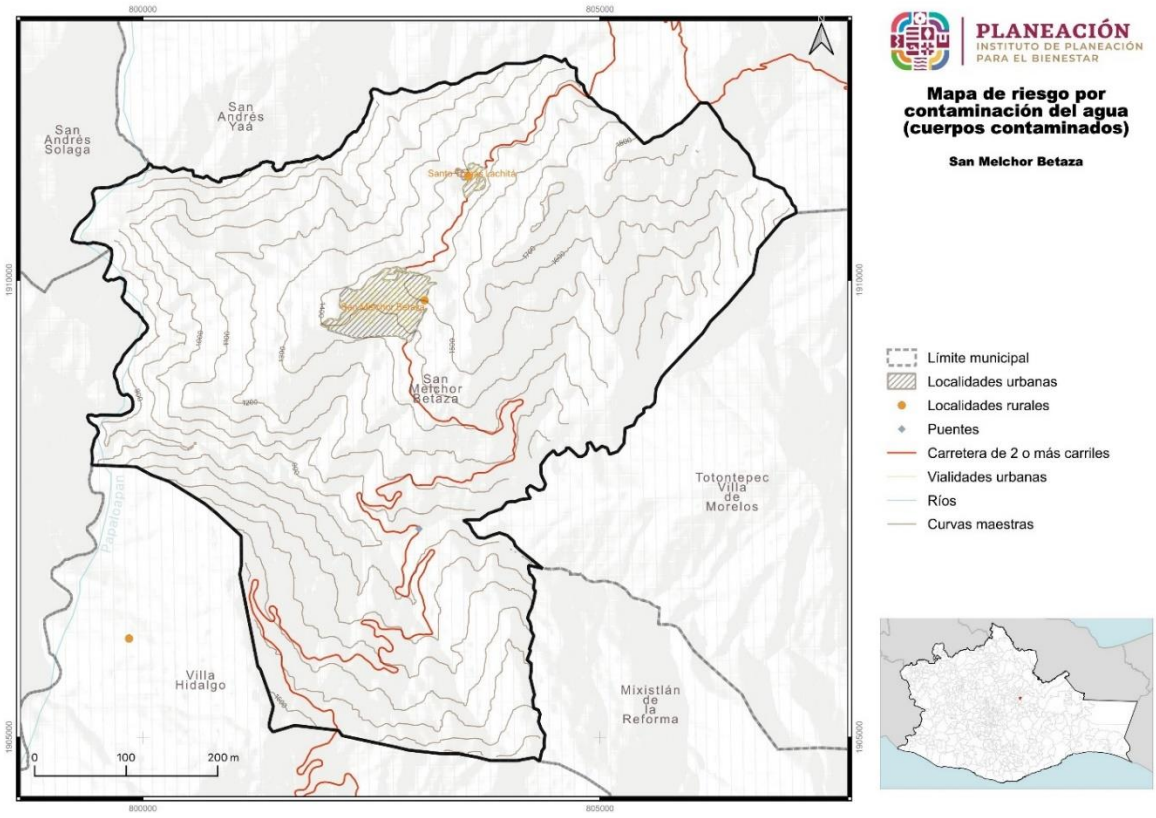
Riesgo por fenómenos sanitario-ecológicos	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Plagas parásitas		76.58	4.17		
Plagas forestales (*Xyleborus*)		10.58	68.95	1.22	
Plagas forestales (*Sphaeropsis*)			2.17	25.83	
Plagas forestales (*Ocoaxo*)		25.83	2.17		
Plagas forestales (*Euplatypus Coptoborus*)			15.17		
Plagas forestales (*Euwallacea*)		33.87	46.88		
Plagas forestales (*Descortezador*)			38.71		
Plagas forestales (*Defoliador*)			64.24		

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.11.1 Contaminación del suelo, aire y agua *

Para el municipio de San Melchor Betaza, no se proyectan riesgos por fenómenos sanitarios ecológicos en suelo, aire, ni en agua.

Mapa 203. Riesgo por contaminación del agua en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.11.2 Epidemias y plagas

V.11.2.1 Riesgo por plagas en cultivos (diferenciado por plaga)

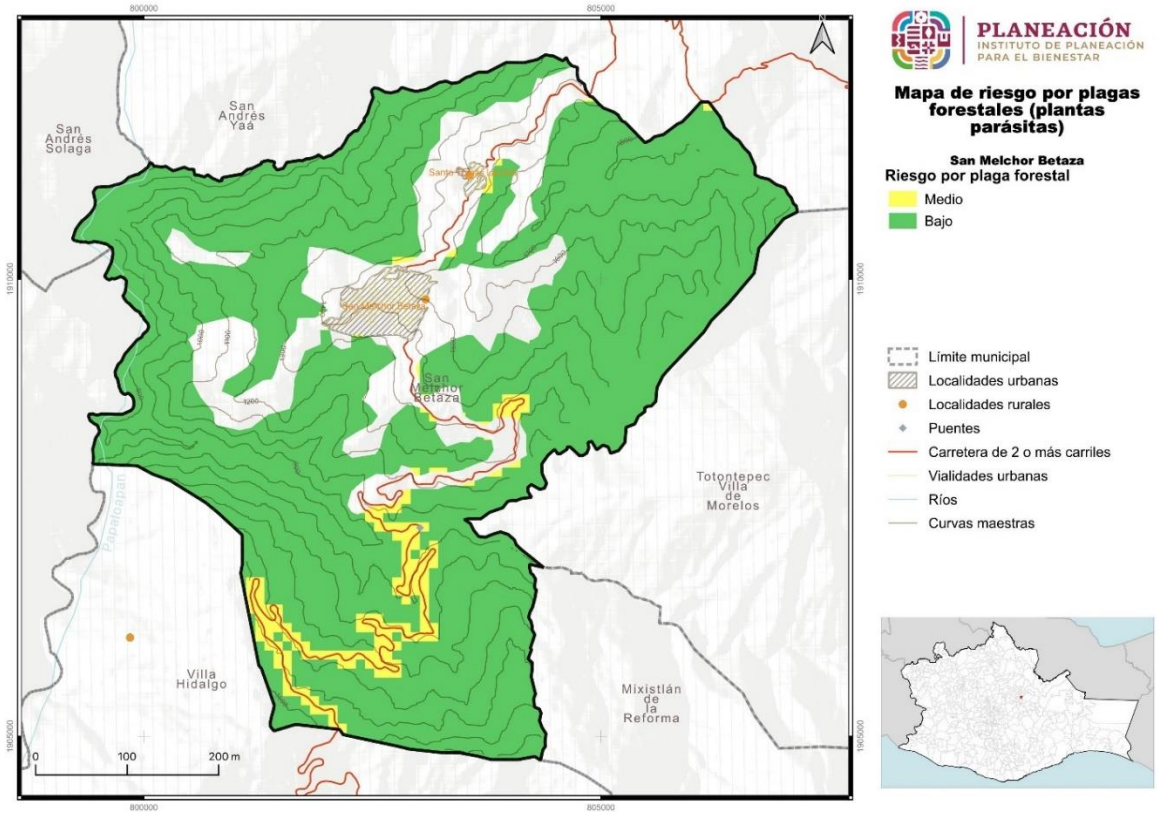
En lo relativo al riesgo por plagas en cultivos, específicamente por plaga de plantas parásitas, el nivel de riesgo bajo es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 76.58% de toda la demarcación y se localiza principalmente en las zonas perimetrales del territorio municipal excluyendo las zonas donde se ubican las carreteras principales que comunican a la cabecera municipal. El nivel de riesgo medio se estima con presencia en el 4.17% del territorio que equivale a 142.2 has y que se localizan esencialmente en la parte sur del camino que lleva a Villa Hidalgo.

Tabla 174. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio

Riesgo por plagas de plantas parásitas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	142.2	4.17
Bajo	2613.99	76.58

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 204. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.11.2.2 Riesgo por plagas forestales (*Xyleborus*)

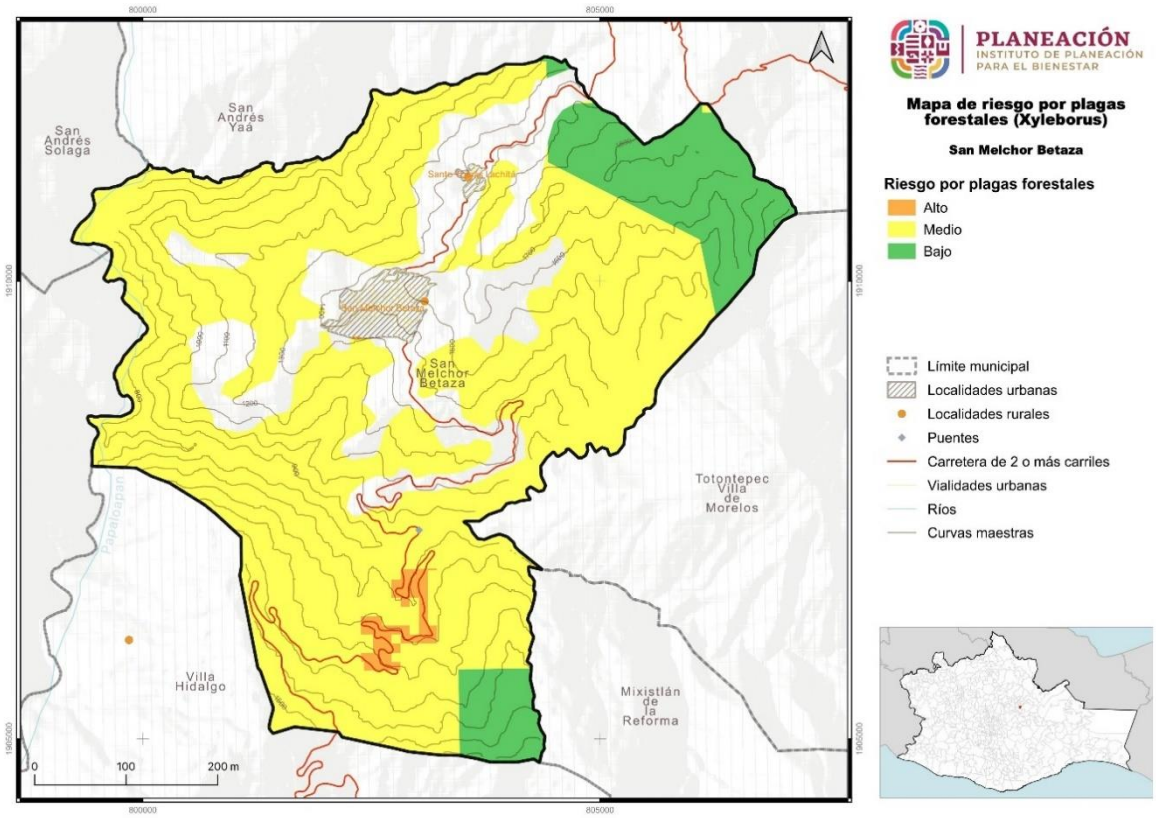
En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por Xyleborus (escolítidos, comúnmente denominados como escarabajos ambrosiales), el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 68.95% de toda la demarcación y se localiza principalmente en las zonas perimetrales del territorio municipal excluyendo las zonas donde se ubican las carreteras principales que comunican a la cabecera municipal, las zonas habitadas y unas áreas el extremo noreste y sur. El nivel de riesgo bajo se estima con presencia en el 10.58% del territorio que equivale a 361.16 has y que se localizan esencialmente en 2 áreas, una al extremo noreste y otra al extremo sur del territorio municipal. Adicionalmente se estima riesgo alto en 41.5 has que representan el 1.22% del territorio y que se localizan en la parte sur del camino que lleva a Villa Hidalgo.

Tabla 175. Riesgo por plaga de *Xyleborus* en el municipio

Riesgo por plaga xyleborus	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	41.7	1.22
Medio	2353.33	68.95
Bajo	361.16	10.58

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 205. Riesgo por plaga *Xyleborus* en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (*Sphaeropsis*)

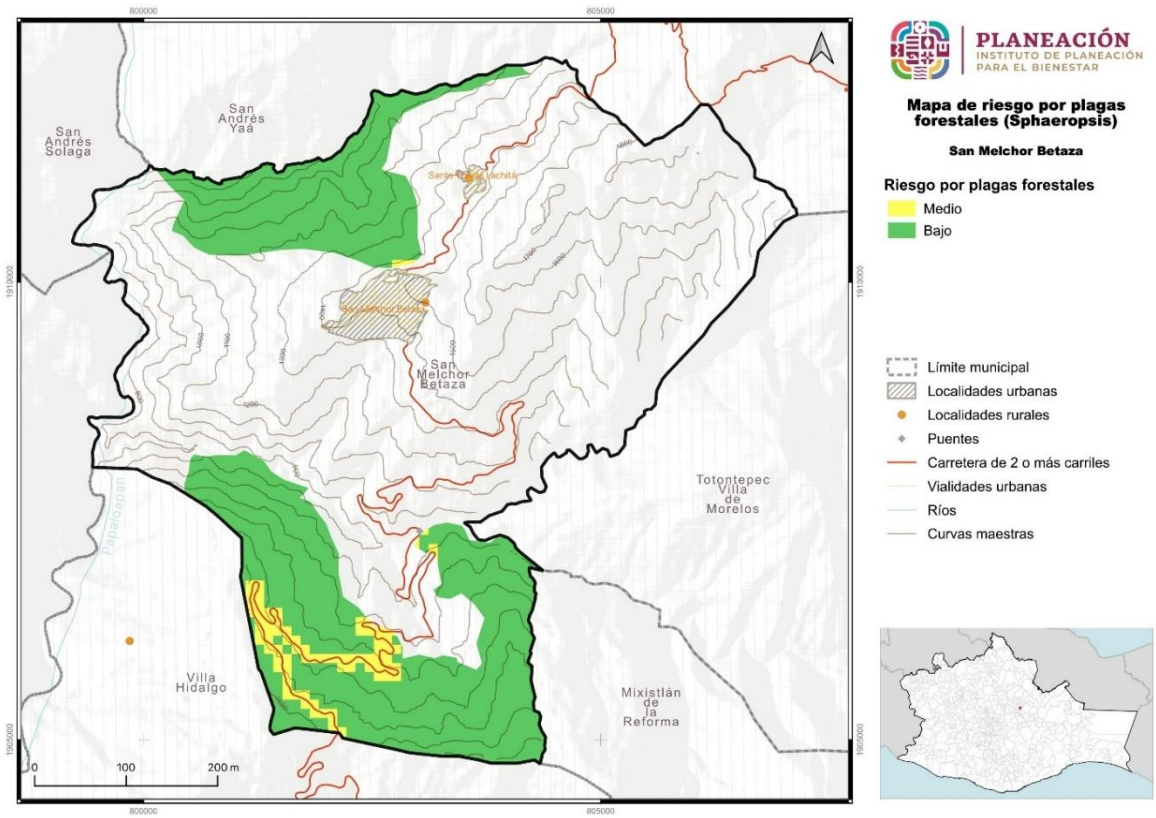
En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por *Sphaeropsis* que es un patógeno de coníferas principalmente del género *Pinus*, el nivel de riesgo bajo es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en el 25.83% de toda la demarcación y se localiza principalmente en zonas aisladas el norte y sur. El nivel de riesgo medio se estima con presencia en el 2.17% del territorio que equivale a 73.99 has y que se localizan esencialmente en el extremo sur del camino que lleva a Villa Hidalgo.

Tabla 176. Riesgo por plaga de *Sphaeropsis* en el municipio

Riesgo por plagas sphaeropsis	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	73.99	2.17
Bajo	881.68	25.83

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 206. Riesgo por plaga *Sphaeropsis* en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (*Ocoaxo*)

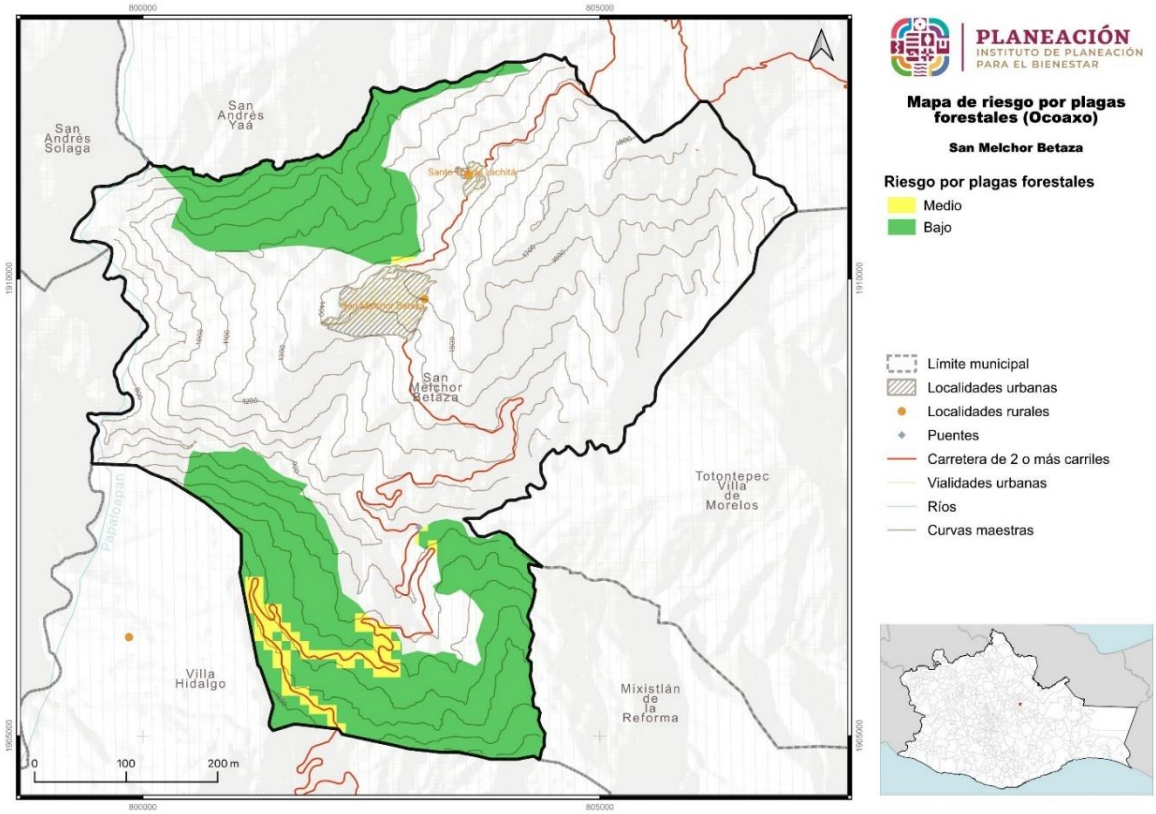
En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por *Ocoaxo* que se alimentan de la savia de las acículas de *Pinus spp*. provocando clorosis y su eventual caída, el nivel de riesgo bajo es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en el 25.83% de toda la demarcación y se localiza principalmente en zonas aisladas el norte y sur. El nivel de riesgo medio se estima con presencia en el 2.17% del territorio que equivale a 73.99 has y que se localizan esencialmente en el extremo sur del camino que lleva a Villa Hidalgo.

Tabla 177. Riesgo por plaga de *Ocoaxo* en el municipio

Riesgo por plagas ocoaxo	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	73.99	2.17
Bajo	881.68	25.83

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 207. Riesgo por plaga de *Ocoaxo* en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (*Euplatypus Coptoborus*)

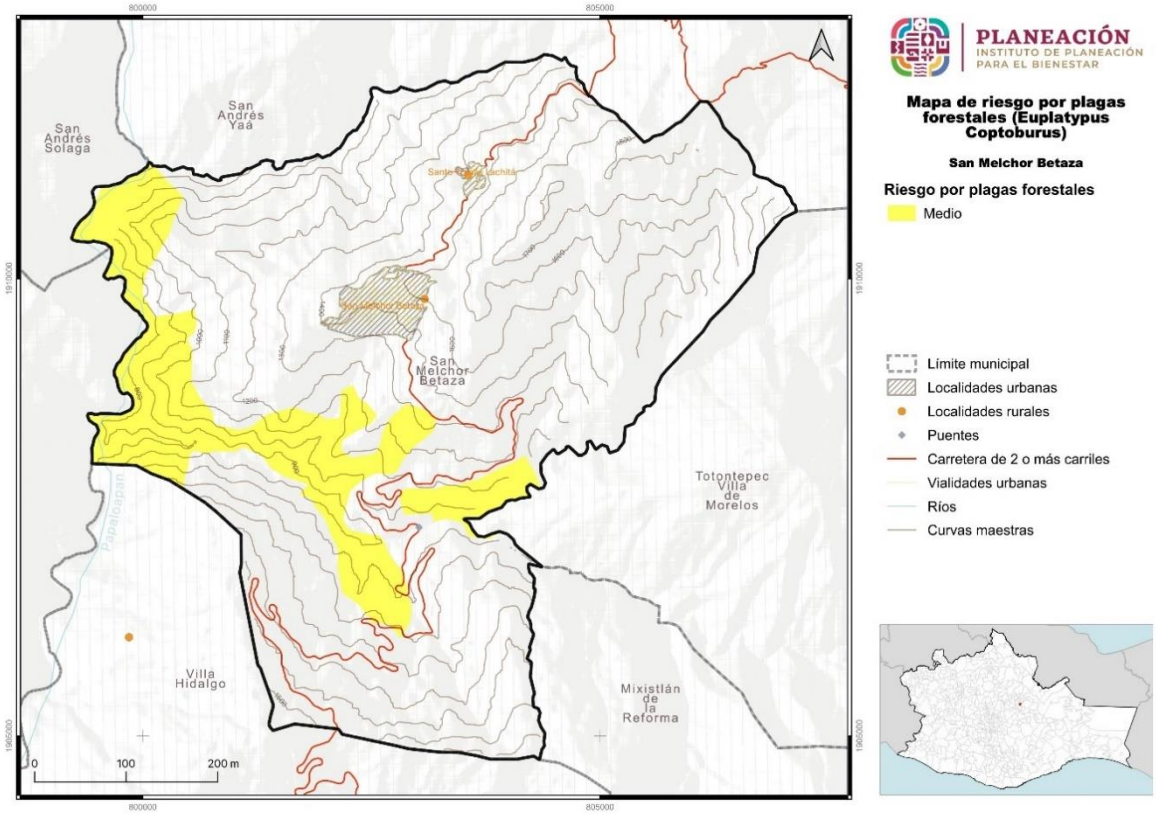
En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por *Euplatypus Coptoborus* que se le conoce como barrenador de mangle prieto que ataca a más de 82 especies de árboles, se tiene identificado un nivel de riesgo medio en 517.17 has. que representan el 15.17% de toda la demarcación municipal, mismas que se localizan en una franja central que va de este a oeste extendiéndose por todo el extremo oeste del territorio.

Tabla 178. Riesgo por plaga de *Euplatypus Coptoborus* en el municipio

Riesgo por plaga euplatypus coptoborus	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	517.17	15.17

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 208. Riesgo por plaga Euplatypus Coptoborus en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (*Euwallacea*)

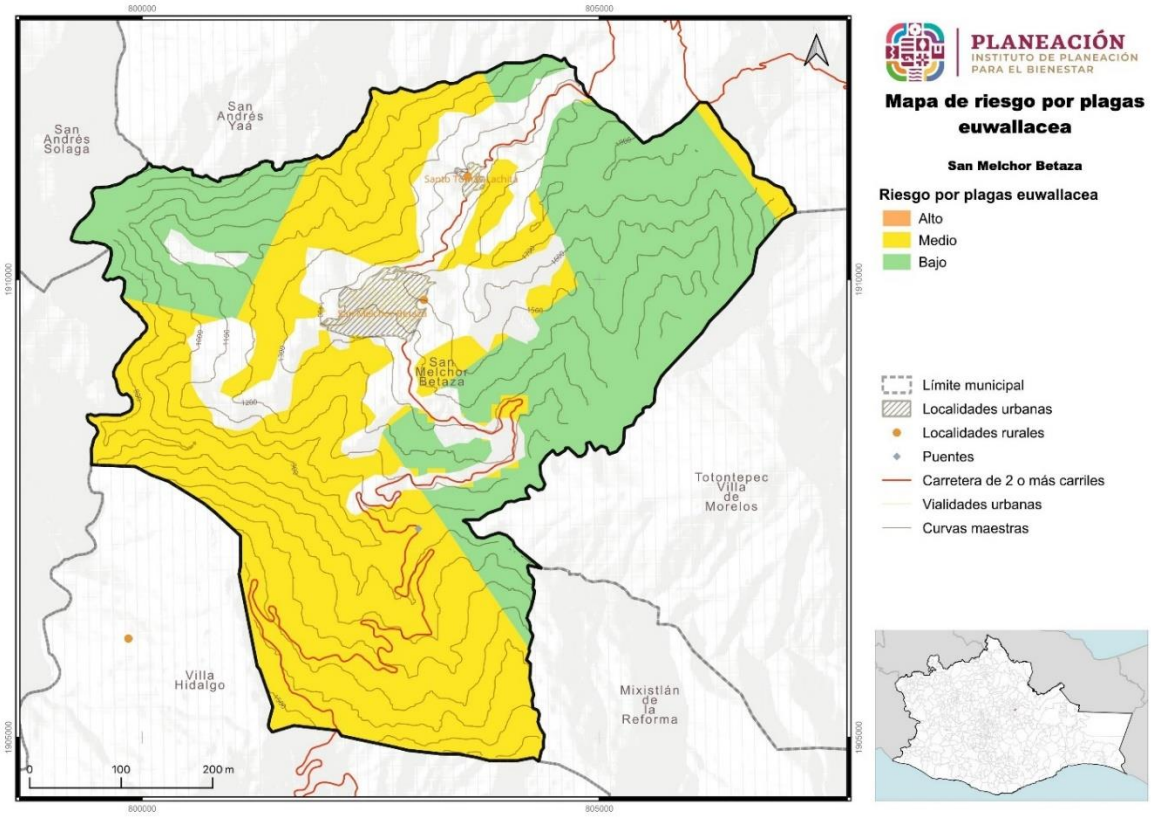
En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por *Euwallacea* que son vectores de la enfermedad conocida como marchitez regresiva por *Fusarium*, el nivel de riesgo medio es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en el 46.88% de toda la demarcación y representan 1,600.17 has que se localizan principalmente al sur y en algunas áreas discontinuas al norte del territorio municipal. El nivel de riesgo bajo se estima con presencia en el 33.87% del territorio que equivale a 1156.01 has y que se localizan esencialmente en los extremos oeste y este del territorio municipal. Adicionalmente se estima riesgo alto en una pequeña área de 0.01 has.

Tabla 179. Riesgo por plaga de *Euwallacea* en el municipio

Riesgo por plagas euwallacea	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	0.01	0
Medio	1600.17	46.88
Bajo	1156.01	33.87

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 209. Riesgo por plaga *Euwallacea* en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (*Descortezador*)

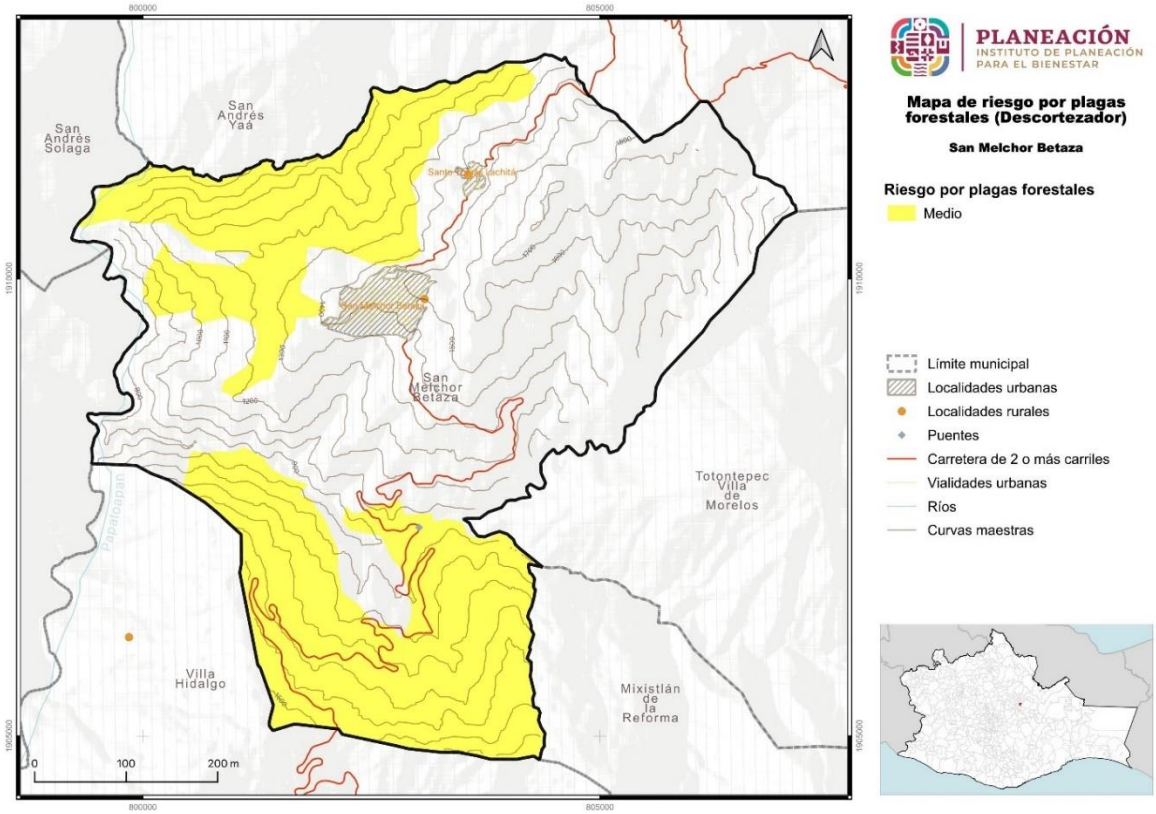
En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por descortezador que son insectos que viven debajo de la corteza del árbol y se alimentan del tejido que conduce los nutrientes de este, provocando frecuentemente la muerte del arbolado; se tiene identificado un nivel de riesgo medio en 1,319.17 has. que representan el 38.71% de toda la demarcación municipal, mismas que se localizan en áreas al sur y noroeste del territorio municipal.

Tabla 180. Riesgo por plaga de *Descortezador* en el municipio

Riesgo por plaga descortezador	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	1319.17	38.71

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 210. Riesgo por plaga *Descortezador* en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (*Defoliador*)

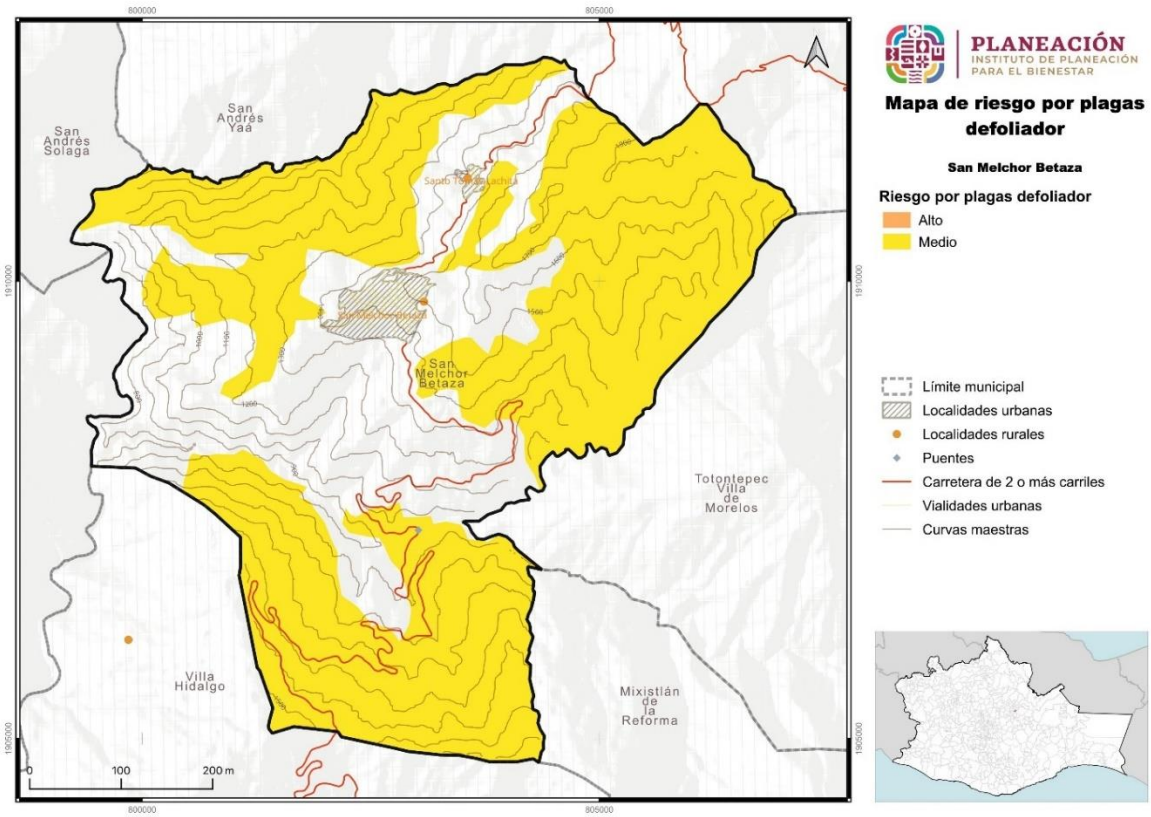
En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por defoliador que son insectos que, en su fase de oruga o adulto, se alimentan de las partes más suaves de las hojas dejando solo las venas o las partes más duras, el nivel de riesgo medio es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en 2,192.68 has. que representan el 64.24% de toda la demarcación localizándose principalmente al norte y sur. El nivel de riesgo alto se estima con escasa presencia ya que se prevé impacto en solo 0.01 has del territorio.

Tabla 181. Riesgo por plaga de *Defoliador* en el municipio

Riesgo por plagas defoliador	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	0.01	0
Medio	2192.68	64.24

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 211. Riesgo por plaga *Defoliador* en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

V.12 Riesgos por fenómenos socio-organizativos

En el desarrollo de este apartado, se realizaron las proyecciones correspondientes al riesgo por interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica (ocurrencia de accidentes), indicando las categorías obtenidas, el porcentaje y la superficie correspondiente en que puede presentarse.

En la siguiente tabla se puede observar que la mayor parte del municipio cae en la categoría de riesgo “Muy bajo” para ocurrencia de accidentes, donde si bien no se han presentado muchos percances, será importante mantener condiciones de seguridad para la población.

Tabla 182. Riesgos en el municipio

Riesgo por fenómenos socio-organizativos	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Ocurrencia de accidentes	90.69	9.31			

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.12.1 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica

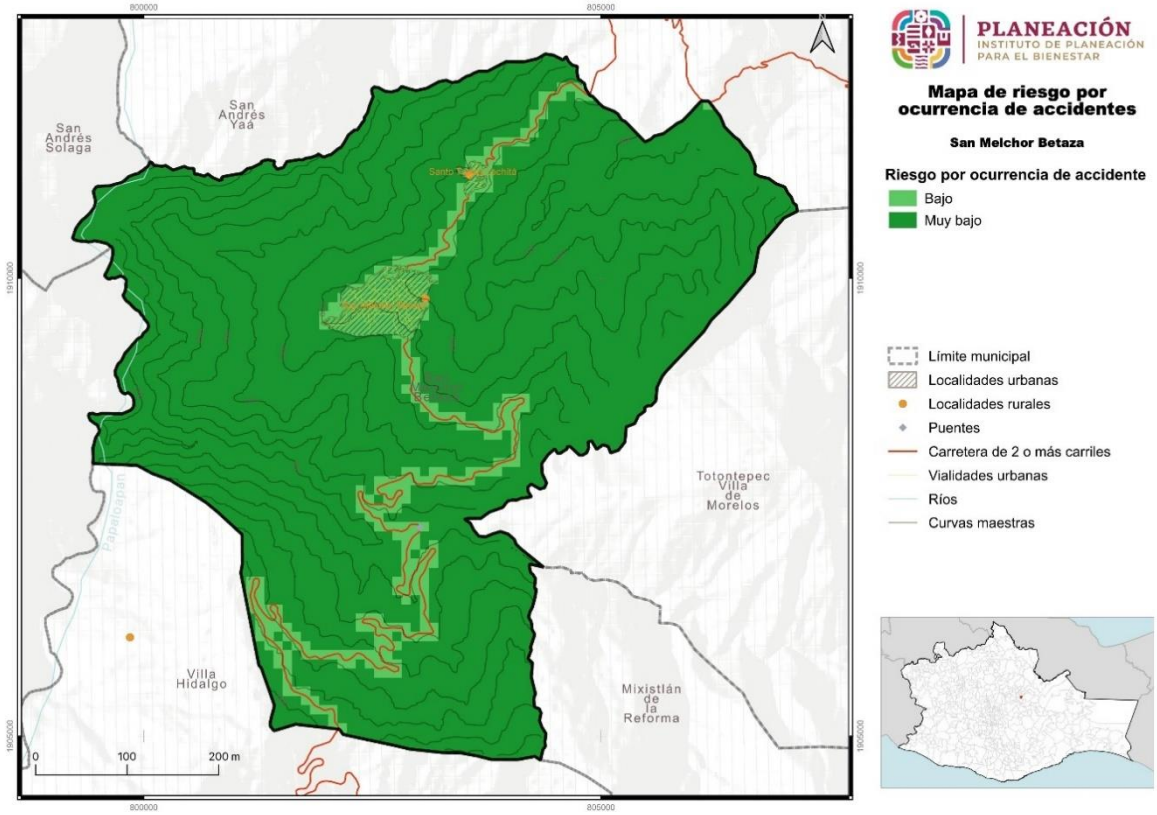
V.12.1.1 Riesgo por ocurrencia de accidentes

En lo relativo al riesgo por ocurrencia de accidentes que se refiere a la probabilidad de que un peligro se materialice, causando enfermedades o lesiones en las personas, se estiman niveles mínimos de muy bajo y bajo, predominando el segundo en el 90.69% del territorio municipal cubriendo la totalidad del municipio, excepto el área estimada con nivel de riesgo bajo que se prevé en el 9.31% del territorio municipal y se localiza en áreas donde se ubican las localidades de San Melchor Betaza y Lachitá y las 2 carreteras principales de acceso a la cabecera municipal.

Tabla 183. Riesgo por ocurrencia de accidentes en el municipio

Riesgo por ocurrencias de accidentes	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	317.65	9.31
Muy bajo	3095.57	90.69

Mapa 212. Riesgo por ocurrencia de accidentes en el municipio



Fuente: CentroGeo, 2024

Capítulo VI. Gestión de Riesgos de Desastres

La gestión del riesgo se constituye en una **política de desarrollo** indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, **está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro**, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

La propuesta del presente Atlas sugiere reemplazar las ideas predominantes en torno a asumir que los peligros tiene su origen exclusivamente en la naturaleza, por el hecho de que, además de reconocer el origen natural de dichos peligros, se debe focalizar el papel de la intervención humana para reducir el riesgo. Para ello, se desarrollaron herramientas que facilitan la reflexión respecto de los patrones que causan o incrementan los riesgos, como los que resultan en la modificación del entorno, por ejemplo, los cambios en la cobertura del suelo con su impacto directo en la permeabilidad del mismo; o la de asentarse en sitios con evidentes atractivos económicos pero con serios peligros naturales; o incluso la falta de definición de políticas públicas para prevenir y mitigar los riesgos y sus efectos; que en ocasiones es causada principalmente por el desconocimiento de las autoridades o la falta de instrumentos que permitan tener un mayor conocimiento de su propio territorio.

El presente instrumento retoma la Estrategia Municipal de Gestión Integral de Riesgos de Desastres (EMUGIRDE) (ONU-Habitat, SEDATU, SGIRyPCCDMX, 2019) misma que traduce el marco normativo nacional de la Gestión Integral de Riesgos de Desastre en pasos aplicables por las Administraciones de municipios mexicanos. Tomando como base la Ley General de Protección Civil (LGPC, 2023)[12], la Gestión Integral de Riesgos es "*el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad*. El proceso de gestión involucra las etapas de identificación de riesgos, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción.

[12] LGPC; Artículo 2, fracción XXVIII

Imagen 7. Etapas de la Gestión Integral de Riesgos de Desastres



Fuete: ONU-Hábitat con base en CENAPRED y SEGOB, 2017 (ONU-Habitat, SEDATU, SGIRyPCCDMX, 2019)

Si bien la elaboración de una Estrategia Municipal de Gestión Integral de Riesgos de Desastres (EMUGIRDE) no está establecida en ningún reglamento, se eligió para la elaboración del presente documento porque apunta a organizar de forma coherente las acciones y programas obligatorios de los gobiernos municipales de México con una coherencia y progresividad para lograr territorios y sociedades más resilientes.

En este contexto, y toda vez que el papel de los gobiernos municipales en materia de Gestión Integral de Riesgos de Desastres es clave por su estrecha vinculación con la gestión de los usos del suelo, la planificación urbana, los reglamentos de construcción, la infraestructura y los servicios básicos, los diversos programas de protección civil y de contingencia, así como la preparación del personal municipal y de la población ante escenarios de desastres.

El presente Atlas de Riesgos pretende fortalecer la gestión a la caracterización de la ocurrencia de fenómenos perturbadores y forma parte de las primeras dos etapas que se refieren a *identificar los riesgos, al reconocer y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica, a través del análisis de los peligros y la vulnerabilidad* (LGPC, 2023).

En este apartado se muestran los resultados de la identificación que se obtuvieron por un lado, a través de la recopilación y análisis de la información disponible con base en la Guía de Contenido Mínimo para la elaboración de Atlas de Riesgos (SEGOB, CENAPRED, 2016); y por el otro, de la adaptación de la metodología de la Guía para la Elaboración del Plan Municipal de Reducción de Riesgos de Desastre (CEPCO-PNUD,

2022) mediante el cual se documentó el registro histórico de desastres que afectaron al municipio y las principales zonas afectadas, el conocimiento empírico de las principales amenazas que afectan el territorio y las posibles consecuencias de los desastres geológicos e hidrometereológicos potenciales en el territorio.

VI.1 Enfoque para la Reducción de Riesgos de Desastres

Las estrategias para la Reducción de Riesgos de Desastres que se proponen en el presente instrumento se refieren a las etapas de prever, mitigar y preparar; se refieren a la adopción de políticas, prácticas y/o acciones orientadas a evitar y reducir los riesgos de desastres o minimizar sus efectos.

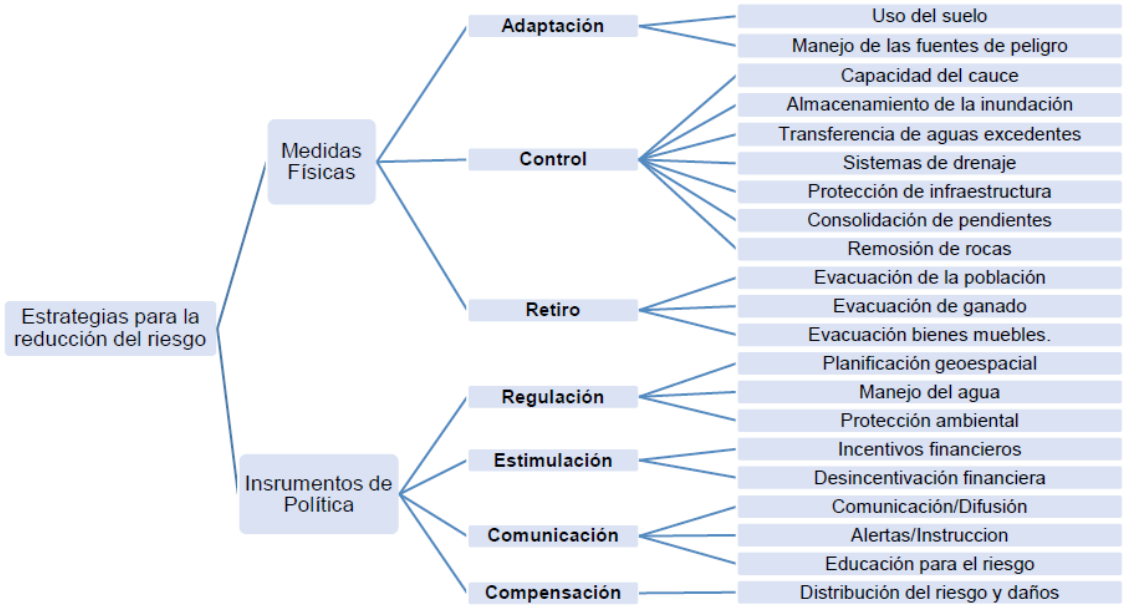
Como se puede ver en la siguiente imagen, se identificaron estrategias prospectivas, que son aquellas que se implementan para no generar nuevas condiciones de riesgo, como lo puede ser limitar los cambios de usos de suelo o evitar la construcción de infraestructura en zonas de riesgo de inundación o deslave; estrategias correctivas que se enfocan en reducir los riesgos existentes, en este caso podrían ser el reforzamiento de bordos de los cauces de los ríos; y finalmente estrategias reactivas, cuyo enfoque es preparar a la población y a las autoridades para la respuesta a las emergencias como la implementación de simulacros, o la instalación de sistemas de alerta temprana.

Imagen 8. Estrategias para la Gestión de Riesgos de Desastres



Adicional a la clasificación anterior, se consideró la que propuesta de clasificación de Hutter, G. (en (Atlas de Riesgos del municipio de Saltillo, Coahuila, 2014)), quien propone agrupar las estrategias para la reducción de riesgos en dos categorías: medidas físicas e instrumentos de política; mismas que desagrega en subcategorías y que finalmente se desagregan en acciones específicas, mismas que pueden ocurrir a lo largo de una o varias administraciones y cuyo objetivo final es la de disminuir el riesgo de la población y los demás sistemas expuestos ante los distintos peligros presentes en el territorio municipal.

Imagen 9. Clasificación de la medidas e instrumentos de mitigación



VI.1.2 Análisis de los principales riesgos identificados cartográficamente.

VI.1.1 Nivel de Riesgos identificados cartográficamente

El presente Atlas se elaboró con la finalidad de poner a disposición de los tomadores de decisiones, la información relacionada con los fenómenos perturbadores que ponen en riesgo al municipio, su población y demás ocupantes del territorio.

Se analizaron 5 tipos de fenómenos tanto de tipo natural como antropogénico y el nivel de riesgo asociado a cada uno de ellos. Para la mayoría de los fenómenos naturales se analizaron los resultados de las estimaciones periodos de retorno distintos a fin de conocer los umbrales de peligro asociados al fenómeno.

El tipo de fenómeno geológico se trata de perturbaciones que provocan directamente actividad y movimiento en la corteza terrestre. En esta categoría se analizaron fenómenos como inestabilidad de laderas en sus clasificaciones deslizamientos, derrumbes, caída de detritos y flujos, sismos, hundimientos y agrietamientos.

El tipo de fenómeno hidrometeorológico comprende agentes perturbadores que se generan por la acción de los agentes atmosféricos; dentro de esta clasificación se analizaron fenómenos como inundaciones pluviales, lluvias extremas, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y de granizo, heladas, nevadas, temperaturas máximas y mínimas, sequías y tornados.

Los químicos tecnológicos, son los agentes que se generan por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones y derrames, para el caso de San Melchor Betaza se analizaron explosiones e incendios forestales.

Los fenómenos Sanitario-Ecológicos, suelen ser efectos patógenos de agentes biológicos que afectan a las poblaciones humanas, animales y cultivos, provocando su muerte o cambios en su estado de salud. Una epidemia o peste es un desastre sanitario en el sentido estricto de la palabra. Esta clasificación también incluye la contaminación del aire, el agua, el suelo y los alimentos; dentro de esta clasificación, en el presente trabajo se analizaron los riesgos por plagas en cultivos y forestales.

Socio organizativos, estos fenómenos de origen antropogénico son causados por errores humanos o acciones deliberadas que ocurren en el contexto de grandes concentraciones de población o movimientos de gran escala, tales como: manifestaciones de descontento social, grandes concentraciones de población,

terrorismo, sabotajes, accidentes aéreos, marítimos o terrestres e interrupción o impacto en servicios esenciales o infraestructura estratégica, en el caso de San Melchor Betaza, en esta clasificación se analizó el riesgo por ocurrencia de accidentes.

De acuerdo con el nivel de riesgo se realizó una matriz de resultados en donde fueron ubicadas las diferentes proporciones de territorio con posible afectación, este análisis documental se realizó de gabinete utilizando cartografía de forma documental

En el análisis de los tipos de riesgos presentes en el territorio de San Melchor Betaza para los diversos fenómenos incluyendo las estimaciones con periodos de retorno se tuvieron los siguientes resultados, resaltando el hecho que un mismo fenómeno puede tener niveles de riesgo diferentes dependiendo del área territorial afectada.

Tabla 184. Resumen del nivel de riesgos de los fenómenos perturbadores que amenazan al municipio

Riesgos por fenómenos perturbadores	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Fenómenos geológicos					
Deslizamiento			57.15%	42.85%	
Deslizamientos para un PR de 5 años			54.36%	45.63%	0.01%
Deslizamientos para un PR de 10 años			39.74%	60.12%	0.14%
Deslizamientos para un PR de 20 años			25.01%	74.85%	0.14%
Deslizamientos para un PR de 50 años			6.40%	93.15%	0.46%
Derrumbes			34.28%	65.64%	0.09%
Derrumbes para un PR de 5 años			29.35%	70.51%	0.14%
Derrumbes para un PR de 10 años			23.80%	76.05%	0.15%
Derrumbes para un PR de 20 años			15.03%	84.69%	0.28%
Derrumbes para un PR de 50 años			6.74%	92.36%	0.91%
Caída de detritos		1.84%	87.41%	10.75%	
Caída de detritos para un PR de 5 años		1.00%	80.47%	15.82%	0.01%
Caída de detritos para un PR de 10 años		0.63%	74.80%	24.56%	0.01%
Caída de detritos para un PR de 20 años		0.28%	62.18%	37.51%	0.03%
Caída de detritos para un PR de 50 años		0.06%	41.73%	58.16%	0.05%
Flujos			69.42%	30.58%	
Flujos para un PR de 5 años			62.40%	37.60%	
Flujos para un PR de 10 años			58.24%	41.76%	
Flujos para un PR de 20 años			44.38%	55.56%	0.06%
Flujos para un PR de 50 años			29.95%	69.92%	0.13%
Sismos			98.06%	1.94%	
Sismos para un PR de 10 años	90.69%	9.31%			
Sismos para un PR de 100 años	90.69%	9.31%			
Sismo para un PR de 1000 años	90.69%	9.31%			
Hundimiento del suelo en el municipio			98.29%	1.71%	
Hundimiento por subsidencia del suelo en el municipio			98.07%	1.93%	

Riesgos por fenómenos perturbadores	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Agrietamiento del suelo en el municipio	22.86%	19.94%	10.56%		
Fenómenos hidrometeorológicos					
Inundaciones pluviales	15.61%	0.76%	81.91%	1.71%	
Precipitación máxima en el municipio			90.69%	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 24 horas			90.69%	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 2 años			90.69%	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 5 años			90.69%	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 10 años			90.69%	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 25 años			90.69%	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 50 años			90.69%	7.60%	1.71%
Ciclones tropicales en el municipio			99.97%	0.03%	
Tormentas eléctricas para un PR de 2 años		90.69%	9.31%		
Tormentas eléctricas para un PR de 5 años			98.29%	1.71%	
Tormentas eléctricas para un PR de 10 años			98.25%	1.75%	
Tormentas eléctricas para un PR de 25 años			98.06%	1.94%	
Tormentas eléctricas para un PR de 50 años			96.40%	1.99%	1.61%
Tormentas eléctricas para un PR de 100 años			91.06%	7.24%	1.71%
Heladas	0.18%	5.29%	92.72%	1.72%	
Temperatura mínima para un PR de 2 años		90.69%	9.31%		
Temperatura mínima para un PR de 5 años	20.02%	72.27%	7.71%		
Temperatura mínima para un PR de 10 años	49.90%	45.75%	4.35%		
Temperatura mínima para un PR de 25 años	65.69%	33.90%	0.41%		
Temperatura mínima para un PR de 50 años	72.81%	27.17%	0.02%		
Temperatura mínima para un PR de 100 años	78.04%	21.95%	0.02%		
Días con granizo para un PR de 2 años en el municipio	44.00%	50.26%	5.73%		
Tormentas de granizo para un PR de 5 años en el municipio			94.64%	4.12%	1.24%
Tormentas de granizo para un PR de 10 años en el municipio			90.69%	7.60%	1.71%
Tormentas de granizo para un PR de 25 años en el municipio			90.69%	7.60%	1.71%
Tormentas de granizo para un PR de 50 años en el municipio			90.69%	7.60%	1.71%
Tormentas de granizo para un PR de 100 años en el municipio			90.69%	7.60%	1.71%
Nevadas en el municipio	90.69%	9.31%			
Temperaturas máximas		19.93%	78.36%	1.71%	
Temperaturas máximas para un PR de 2 años en el municipio	12.80%	77.89%	9.31%		
Temperaturas máximas para un PR por 5 años	2.73%	78.79%	18.49%		
Temperaturas máximas extremas para un PR por 10 años		55.05%	44.94%	0.01%	
Temperaturas máximas extremas para un PR por 25 años		32.68%	65.62%	1.70%	
Temperaturas máximas extremas para un PR por 50 años		23.31%	74.98%	1.71%	
Temperaturas máximas extremas para un PR por 100 años		17.54%	80.76%	1.71%	
Sequías		16.94%	81.36%	1.63%	

Riesgos por fenómenos perturbadores	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Riesgo por vientos tornados en el municipio	90.69%	9.31%			
Fenómenos Químico-tecnológicos					
Explosión de combustible en calles	8.16%	7.67%	9.09%	1.20%	1.71%
Explosión de combustible en pequeños comercios	0.02%	0.35%	0.27%	0.20%	0.03%
Incendios forestales	0.01%	1.00%	97.05%	1.86%	
Fenómenos sanitario-ecológicos					
Plagas en cultivos (diferenciado por plaga)		76.58%	4.17%		
Plagas forestales (xyleborus)		10.58%	68.95%	1.22%	
Plagas forestales (sphaeropsis)		25.83%	2.17%		
Plagas forestales (ocoaxo)		25.83%	2.17%		
Plagas forestales (euplatypus coptoborus)			15.17%		
Plagas forestales (euwaliacea)		33.87%	46.88%		
Plagas forestales (descortezador)			38.71%		
Plagas forestales (defoliador)			64.24%		
Fenómenos socio-organizativos					
Ocurrencia de accidentes		9.31%	90.69%		

Nivel de riesgo muy bajo: 19 fenómenos (incluyendo estimaciones con períodos de retorno) presentaron este nivel, tales como sismos, agrietamientos, inundaciones pluviales, heladas/temperaturas mínimas, nevadas, temperaturas máximas, tornados, explosiones e incendios forestales.

Nivel de riesgo bajo: 38 fenómenos (incluyendo estimaciones con períodos de retorno) presentaron este nivel, siendo las de mayor impacto las tormentas eléctricas, temperaturas mínimas y máximas, plagas, granizadas, agrietamientos y sequias entre otros.

Nivel de riesgo medio: En este nivel se presentó el mayor número de riesgos con 72 fenómenos (incluyendo estimaciones con períodos de retorno) que presentaron este nivel, siendo las de mayor impacto los ciclones tropicales, hundimientos, tormentas eléctricas, sismos, incendios forestales y heladas entre otros.

Nivel de riesgo alto: En este nivel se presentaron 53 fenómenos (incluyendo estimaciones con períodos de retorno) siendo las de mayor impacto la inestabilidad de laderas en sus 4 tipos analizados (deslizamientos, derrumbes, flujos y caída de detritos), precipitaciones máximas, tormentas de granizo, sismos, hundimiento e incendios forestales.

Nivel de riesgo muy alto: En este nivel se presentaron 31 fenómenos (incluyendo estimaciones con períodos de retorno) siendo las de mayor impacto las

precipitaciones máximas, tormentas eléctricas y de granizo y los 4 tipos analizados de inestabilidad de laderas entre otros.

De los resultados obtenidos, se enfocó el análisis en los que tuvieron calificaciones de riesgo alto y muy alto, obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 185. Principales riesgos que amenazan al municipio

Riesgos por fenómenos perturbadores	Alto	Muy alto
Fenómenos geológicos		
Deslizamiento	42.85%	
Deslizamientos para un PR de 5 años	45.63%	0.01%
Deslizamientos para un PR de 10 años	60.12%	0.14%
Deslizamientos para un PR de 20 años	74.85%	0.14%
Deslizamientos para un PR de 50 años	93.15%	0.46%
Derrumbes	65.64%	0.09%
Derrumbes para un PR de 5 años	70.51%	0.14%
Derrumbes para un PR de 10 años	76.05%	0.15%
Derrumbes para un PR de 20 años	84.69%	0.28%
Derrumbes para un PR de 50 años	92.36%	0.91%
Caída de detritos	10.75%	
Caída de detritos para un PR de 5 años	15.82%	0.01%
Caída de detritos para un PR de 10 años	24.56%	0.01%
Caída de detritos para un PR de 20 años	37.51%	0.03%
Caída de detritos para un PR de 50 años	58.16%	0.05%
Flujos	30.58%	
Flujos para un PR de 5 años	37.60%	
Flujos para un PR de 10 años	41.76%	
Flujos para un PR de 20 años	55.56%	0.06%
Flujos para un PR de 50 años	69.92%	0.13%
Sismos	1.94%	
Hundimiento del suelo en el municipio	1.71%	
Hundimiento por subsidencia del suelo en el municipio	1.93%	
Fenómenos hidrometeorológicos		
Inundaciones pluviales	1.71%	
Precipitación máxima en el municipio	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 24 horas	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 2 años	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 5 años	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 10 años	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 25 años	7.60%	1.71%
Precipitación máxima para un PR por 50 años	7.60%	1.71%
Ciclones tropicales en el municipio	0.03%	
Tormentas eléctricas para un PR de 5 años	1.71%	

Riesgos por fenómenos perturbadores	Alto	Muy alto
Tormentas eléctricas para un PR de 10 años	1.75%	
Tormentas eléctricas para un PR de 25 años	1.94%	
Tormentas eléctricas para un PR de 50 años	1.99%	1.61%
Tormentas eléctricas para un PR de 100 años	7.24%	1.71%
Heladas	1.72%	
Tormentas de granizo para un PR de 5 años en el municipio	4.12%	1.24%
Tormentas de granizo para un PR de 10 años en el municipio	7.60%	1.71%
Tormentas de granizo para un PR de 25 años en el municipio	7.60%	1.71%
Tormentas de granizo para un PR de 50 años en el municipio	7.60%	1.71%
Tormentas de granizo para un PR de 100 años en el municipio	7.60%	1.71%
Temperaturas máximas	1.71%	
Temperaturas máximas extremas para un PR por 10 años	0.01%	
Temperaturas máximas extremas para un PR por 25 años	1.70%	
Temperaturas máximas extremas para un PR por 50 años	1.71%	
Temperaturas máximas extremas para un PR por 100 años	1.71%	
Sequías	1.63%	
Fenómenos Químico-tecnológicos		
Explosión de combustible en calles	1.20%	1.71%
Explosión de combustible en pequeños comercios	0.20%	0.03%
Incendios forestales	1.86%	
Fenómenos sanitario-ecológicos		
Plagas forestales (xyleborus)	1.22%	

VI.1.2 Posibles estrategias a implementar para la reducción de riesgos identificados en el territorio.

En base a los riesgos identificados, se muestra a continuación las propuestas inmediatas e instrumentos que al implementar el municipio podrían reducir a la mayor cantidad de riesgos.

Tabla 186. Análisis de las medidas, instrumentos y acciones específicas que podría implementar el municipio para la Reducción de Riesgos de Desastres

Estrategia para la Reducción	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas						
		Deslizamiento de laderas	**Derrumbes**	**Caída de detritos**	**Flujo de laderas**	**Sismos**	**Hundimientos**	**Inundaciones pluviales**
Medidas Físicas	Adaptación	Utilizar monitores de deslizamiento en zonas habitadas	Construir barreras o muros de contención	Construir barreras o muros de contención	Construir barreras o muros de contención	Reformas viviendas		Definición de lugares seguros
	Control	Reforzamiento y/o Protección de Infraestructura	Remoción de rocas	Remoción de rocas		Ubicación y/o construcción de albergues		Construcción de drenajes pluviales y/o bordos
		Incremento de reforestación						
	Retiro	Reubicación de infraestructura				Demolición de infraestructura en mal estado	Reubicación de infraestructura	Evacuación de personas y ganado
Instrumentos de Políticas	Regulación	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil
		Política de ordenamiento territorial				Política de ordenamiento territorial	Política de ordenamiento territorial	
		Requerir estudios de mecánica de suelos para construcción de infraestructura					Requerir estudios de mecánica de suelos para construcción de infraestructura	

Estrategia para la Reducción	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas						
		Deslizamiento de laderas	**Derrumbes**	**Caída de detritos**	**Flujo de laderas**	**Sismos**	**Hundimientos**	**Inundaciones pluviales**
	Incentivos y/o desincentivos	Incentivos financieros para manejo forestal						
	Comunicación	Implementación de sistemas de alerta temprana				Campañas sobre evacuación de inmuebles		
		Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población
	Compensación							

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas						
		Heladas	**Granizadas**	**Temperaturas máximas**	**Sequias**	**Explosiones**	**Incendios Forestales**	**Plagas**
Medidas Físicas	Adaptación	Utilización de invernaderos en agricultura	Reforzar techumbres de casas	Incrementar reforestación	Utilizar técnicas de cosecha de agua de lluvia y riego tecnificado	Construcción de barreras de protección	Técnicas de regeneración de suelos agrícolas	Sembrar variaciones de plantas con mayor resistencia a plagas
		Poner al alcance de la población vulnerable medios físicos de abrigo personal						
	Control			Conservación y aumento de áreas verdes	Crear normatividad para la creación de nuevas áreas de cultivo	Verificaciones físicas a los volúmenes almacenados	Adquisición de herramienta e insumos para combate de incendios	Utilización de técnicas sostenibles para combate de plagas
				Incremento de reforestación	Incremento de reforestación			

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas						
		Heladas	Granizadas	Temperaturas máximas	Sequias	Explosiones	Incendios Forestales	Plagas
	Retiro							
Instrumentos de Políticas	Regulación	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil
						Establecimiento de límites y medios de almacenamiento de combustible		
	Incentivos y/o desincentivos					Multas en caso de no cumplir límites y medios de almacenamiento	Incentivos al uso de nuevas técnicas que eviten la roza-tumba y quema	Incentivos al uso de plaguicidas no contaminantes
	Comunicación				Campañas sobre sistemas de riego tecnificados	Implementación de sistemas de alerta temprana	Implementación de sistemas de alerta temprana	Implementación de sistemas de alerta temprana
		Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población
	Compensación						Pago por servicios ambientales	

VI.3 Análisis de la percepción del nivel de riesgo de la población

La gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

La realidad empírica ha mostrado que los desastres afectan los procesos de desarrollo de un territorio, cuando una amenaza impacta las condiciones de vulnerabilidad preexistentes y muchas veces creadas por los vacíos que generamos con la transformación de nuestro entorno. Esta estrecha vinculación entre el desarrollo y la reducción de riesgos de desastres es mucho más clara a nivel local en los municipios, tanto urbanos como rurales.

Congruente con esta realidad, para el acompañamiento en campo y el involucramiento de la población en la toma de decisiones y la gestión del riesgo se retomó el enfoque de Reducción de Riesgos de Desastre (RRD), entendida ahora como un conjunto de conceptos, metodologías, estrategias y enfoques que tienen la función de promover formas de desarrollo más sostenibles, resilientes y seguras, a través de la reducción y manejo de las condiciones de vulnerabilidad, para evitar o limitar el impacto adverso de fenómenos potencialmente peligrosos (EIRD-OIT, 2009a).

VI.3.1 Actores relevantes del municipio que participaron en el análisis de percepción del riesgo

El enfoque de Reducción de Riesgos de Desastres parte de que, más que tratarse de eventos inevitables, impredecibles e incontrolables, los riesgos se entienden como procesos prevenibles y hasta cierto punto controlables, y la responsabilidad primaria de atender estos fenómenos es de las autoridades gubernamentales de los tres niveles de gobierno y de la sociedad organizada.

Es en ese orden de ideas, cobra relevancia la corresponsabilidad entre el sistema de Protección Civil municipal, el área dedicada a la planeación del desarrollo municipal, y en su caso la encargada del desarrollo urbano, para la toma de decisiones conjunta; de manera que la reducción de los riesgos se aborde, por un lado en las acciones de atención frente a fenómenos perturbadores, y la ordenación del uso y ocupación del

territorio a través por ejemplo, de la regulación de los usos de suelo, del otorgamiento de licencias de construcción o de la reglamentación de las técnicas constructivas.

En el municipio de San Melchor Betaza, al no tener personal que atienda los temas de protección civil ni contar con un área dedicada a la planeación del desarrollo municipal para los talleres de percepción y caracterización de amenazas, se contó con la participación del Consejo de Ordenamiento Territorial y Urbano de San Melchor Betaza, conformado por el Presidente Municipal auxiliado por el síndico y secretario municipal y de una de los suplentes del Ayuntamiento, además, se contó la participación de un ciudadano que en años anteriores desempeñó el cargo de comisariado de bienes comunales, con dos ciudadanos de la sociedad civil que nacieron y pasaron su infancia en la localidad pero que en su juventud emigraron en busca de trabajo, en la actualidad, a su edad madura, radican de forma permanente en el municipio, además también integró el consejo una madre de familia representante de las instituciones educativas de la municipalidad.

En primera instancia se realizó la investigación de gabinete para identificar los eventos perturbadores que se habían presentado en el municipio y que tuvieron declaratorias de emergencia o desastre. Posterior a ello, se realizaron encuestas a actores relevantes de la comunidad que en su mayoría fueron adultos mayores, con la finalidad de recabar la sucesión de eventos perturbadores presentados en el municipio en el pasado; esa información se complementó con la información de gabinete para tener una primera propuesta de línea de tiempo en donde se señalaron los eventos perturbadores suscitados en el municipio y las afectaciones que ocasionaron.

La primer actividad que se realizó con el Consejo, consistió en la revisión de cada uno de los eventos perturbadores de la línea de tiempo generada detallando sus afectaciones y los años en que sucedieron, en caso de estar de acuerdo, cada registro era validado e integrado para su posterior análisis, en la mayoría de los casos hubo consenso en la presencia o no de los eventos perturbadores relacionados y en la caracterización de los mismos, solamente un evento no fue validado a pesar de haber tenido declaratoria de emergencia por el CENAPRED, ya que manifestaron que ese tipo de eventos no ha causado afectaciones a la población, bienes o infraestructura pública.

Acto seguido, se analizaron los niveles de impacto y frecuencia de los eventos perturbadores presentados en el municipio, así como las afectaciones tanto directas o indirectas que ocasionaron en las personas, como en la infraestructura pública y privada finalizando con el ejercicio de participación de los asistentes con propuestas para disminuir y atender las consecuencias.

Es de suma importancia subrayar la problemática político-social existente en el municipio, hecho que limitó la participación de representantes de su agencia Tonaguia y 2 de los 4 barrios de integran la cabecera municipal.

VI.3.2 Memoria histórica de eventos perturbadores que han impactado al territorio

En el proceso de validación de los eventos perturbadores, por consenso manifestaron que las heladas no han causado afectación en el municipio, ya que a pesar de que en la época invernal las temperaturas bajan, no han llegado a causar afectaciones ni a los bienes ni a las personas del municipio.

Derivado de los trabajos del taller, se pudo concluir que el peligro de inestabilidad de laderas en sus 3 procesos, caídos, deslizamientos y flujos ha estado presente desde años atrás de forma recurrente, inclusive en la zona habitada del norte-noreste de la cabecera municipal, los habitantes tienen claro que el terreno sobre el que están sus viviendas es inestable, sin embargo, aún no han generado mecanismos de mitigación o alerta.

Igualmente, establecieron la relación entre lluvias fuertes y los deslaves, ya que las ocasiones donde llueve constantemente es cuando más se generan los deslaves, siendo estos los 2 eventos perturbadores que más han impactado al municipio. Un evento perturbador que no se había identificado en las declaratorias del CENAPRED ni en las encuestas a los actores relevantes fueron las granizadas, que, aunque con escasa presencia, han afectado principalmente a los cultivos.

Imagen 10. Línea de tiempo de impacto de eventos perturbadores

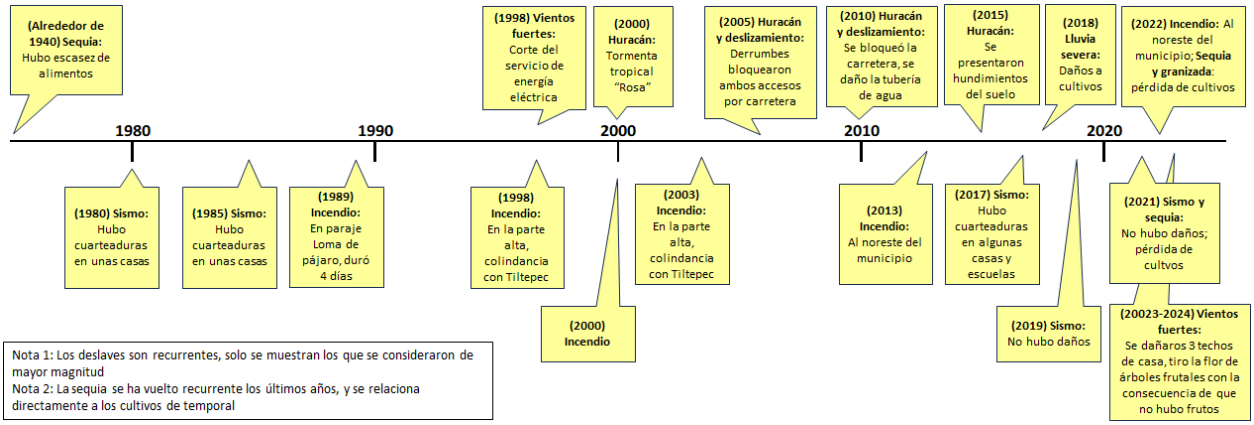


Tabla 187. Cronología de eventos peligrosos

Año	Evento	Daño o afectación	Ubicación	Causa
1940	Sequia	Pérdida de cultivos. Afectación al ganado. Escases de granos básicos para autoconsumo	Todo el territorio municipal	Escasez de agua. Ausencia de métodos de riego tecnificado
1980	Sismo	Hubo cuarteaduras en casas y escuelas, cada uno reparó sus daños	Áreas urbanizadas del territorio municipal	Movimiento sísmico
1985	Sismo	Hubo cuarteaduras en casas y escuelas, cada uno reparó sus daños	Áreas urbanizadas del territorio municipal	Movimiento sísmico
1989	Incendio Forestal	Quema parcial del bosque	Paraje loma de pájaro	No identificada. Posiblemente la técnica de cultivo roza-tumba-quema (RTQ)
1998	Incendio Forestal	Quema parcial del bosque	En la parte alta del municipio en la colindancia con Tiltepec	No identificada. Posiblemente la técnica de cultivo roza-tumba-quema (RTQ)
1998	Vientos Fuertes	Corte del servicio de energía eléctrica	Todo el territorio municipal	Potencia de los vientos, corto circuito en las líneas de CFE
2000	Incendio Forestal	Quema parcial del bosque	Parte noreste del municipio	No identificada. Posiblemente la técnica de cultivo roza-tumba-quema (RTQ)
2000	Huracán	Hubo derrumbes que afectaron el tránsito a la cabecera municipal	Todo el territorio municipal	Deforestación. Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia
2003	Incendio Forestal	Quema parcial del bosque	En la parte alta del municipio en la colindancia con Tiltepec	No identificada. Posiblemente la técnica de cultivo roza-tumba-quema (RTQ)
2005	Deslizamiento	Se bloquearon los dos accesos al municipio por más de 30 días, a causa de eso, hubo escases de víveres	Accesos a la cabecera municipal	Deforestación. Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia
2005	Huracán	Se bloquearon los 2 caminos a llevan a la cabecera municipal.	Todo el territorio municipal	Deforestación. Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia

Año	Evento	Daño o afectación	Ubicación	Causa
2010	Deslizamiento	La carretera se bloqueó, se dañaron los tubos de agua que vienen de los manantiales	Accesos a la cabecera municipal y parte noreste del territorio	Deforestación. Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia
2011	Huracán	Se presentaron hundimientos del suelo	Todo el territorio municipal	Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia
2013	Incendio Forestal	Quema parcial del bosque	Parte noreste del municipio	No identificada. Posiblemente la técnica de cultivo roza-tumba-quema (RTQ)
2015	Huracán	Cayeron algunas casas, murieron animales y se colapsó el puente "trapiche", colapsó la red de conducción de agua potable	Todo el territorio municipal	Deforestación. Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia
2017	Sismo	Hubo cuarteaduras en casas y escuelas, cada quien reparó sus daños	Áreas urbanizadas del territorio municipal	Movimiento sísmico, deficiencias estructurales en las viviendas afectadas
2018	Lluvias	Daños a sembradíos, algunos animales murieron, algunas viviendas se dañaron por filtraciones de agua	Todo el territorio municipal	Exceso de lluvia, viviendas en condiciones rudimentarias
2019	Sismo	No hubo afectación, solo se percibió el movimiento sísmico	Todo el territorio municipal	Movimiento sísmico
2021	Sismo	No hubo afectación, solo se percibió el movimiento sísmico	Todo el territorio municipal	Movimiento sísmico
2021	Sequia	Pérdida de cultivos. Afectación al ganado. Escases de granos básicos para autoconsumo	Todo el territorio municipal	Escasez de agua. Ausencia de métodos de riego tecnificado y recolección de agua de lluvia
2021	Granizada	Pérdida de cultivos	Todo el territorio municipal	Impacto del granizo en los cultivos
2022	Incendio Forestal	Quema parcial del bosque	Parte sureste del municipio	No identificada. Posiblemente la técnica de cultivo roza-tumba-quema (RTQ)

Año	Evento	Daño o afectación	Ubicación	Causa
2022	Sequia	Pérdida de cultivos. Escases de granos básicos para autoconsumo	Todo el territorio municipal	Escasez de agua. Ausencia de métodos de riego tecnificado
2023	Vientos Fuertes	Se levantaron techos de 3 casas	Cabecera municipal	Potencia de los vientos, deficiencia estructural de los techos de las viviendas
2024	Vientos Fuertes	Tiró las flores de los árboles frutales y en consecuencia no hubo frutos en esos árboles.	Todo el territorio municipal	Potencia de los vientos
2024	Sequia	Afectación a los cultivos de granos básicos	Todo el territorio municipal	Escasez de agua. Ausencia de métodos de riego tecnificado
Recurrente	Deslizamiento	Bloqueo de los accesos a la cabecera municipal	Accesos a la cabecera municipal	Deforestación. Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia
Recurrente	Sequia	Afectación a los cultivos de granos básicos	Todo el territorio municipal	Escasez de agua. Ausencia de métodos de riego tecnificado

VI.3.3 Identificación y priorización de amenazas y vulnerabilidades en el municipio

En los talleres con el Consejo, se identificaron 8 amenazas que se presentan en el municipio: inestabilidad de laderas, sismo, heladas, lluvias, incendio forestal, ciclón tropical, huracán, vientos fuertes, sequía y granizada. Históricamente las amenazas más comunes han sido las lluvias severas y la inestabilidad de laderas en los tres procesos que se relacionan a ella, de igual forma, mencionaron que en los últimos 10 años las sequias se han presentado de forma recurrente.

En el nivel de importancia, los asistentes al taller consideraron que justamente las amenazas más comunes (lluvias fuertes e inestabilidad de laderas) son los que más afectación han causado a la comunidad, seguido de los vientos fuertes y los huracanes. En contraste, las amenazas que consideraron han causado menos daños son las granizadas y las sequias. Sin embargo, las amenazas que se han presentado con mayor intensidad son las lluvias severas, la inestabilidad de laderas en sus procesos de caídos y flujos, además de los incendios, éstos últimos, aunque han sido de magnitudes considerables, según consideración de los asistentes al taller, no han causado afectaciones fuertes a la comunidad.

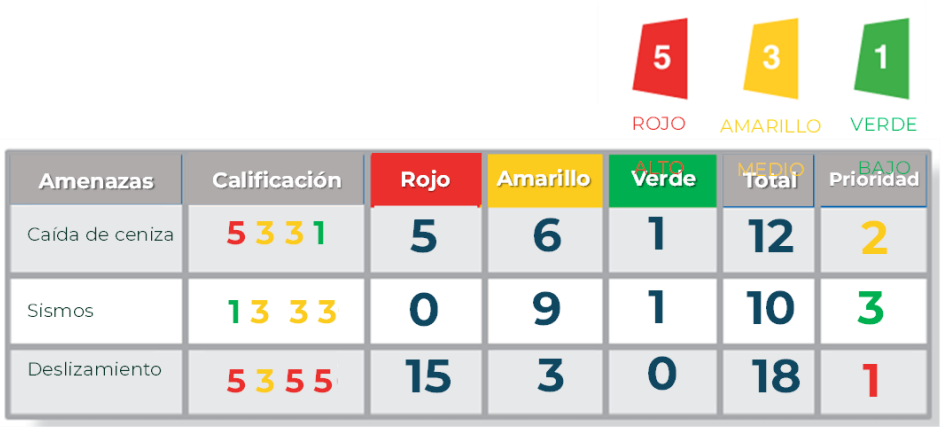
Las vulnerabilidades identificadas las encabezaron las viviendas, seguidas de los cultivos. De la misma manera se consideró vulnerable a los servicios básicos relacionados al agua potable y energía eléctrica, así también, la infraestructura carretera y de telecomunicaciones. En menor medida se consideró vulnerable al ganado.

Tabla 188. Amenazas y vulnerabilidades identificadas por la población

Amenazas	Vulnerabilidades
Lluvias Severas	Viviendas, cultivos
Inestabilidad de Laderas	Viviendas, Infraestructura carretera, Servicios básicos
Vientos Fuertes	Viviendas, Cultivos, Servicios básicos (energía eléctrica), Infraestructura de telecomunicaciones
Huracanes	Viviendas, Servicios básicos (energía eléctrica)
Sismos	Viviendas, Infraestructura educativa
Incendios	Bosque
Sequias	Cultivos, Ganado
Granizada	Cultivos

Como se indicó anteriormente, con apoyo de mapa territorial del municipio, tomado de INEGI, y con apoyo de etiquetas de colores para evaluar la percepción en escala de los eventos (verde para una percepción de amenaza “baja”, amarillo para “medio” y rojo para “alto”), se realizó una calificación de los peligros en base a escala de semáforo, donde la percepción “baja” tendría un valor de 1 (verde), “medio” un valor de 3 (amarillo) y “alto” un valor de 5 (rojo). De esta forma cada participante indicaría, pegaría y calificaría en el mapa territorial su percepción de la amenaza/peligro analizado.

Imagen 11. Herramienta para priorización y escala de valoración para la amenaza



Con base a las evaluaciones, los resultados fueron sumados por cada peligro, obteniendo el total por cada uno de estos en base a la percepción de cada uno de los participantes. Una vez obtenida la sumatoria, se ordenó de mayor a menor calificación, dando una mayor prioridad a los que obtuvieron mayor calificación o puntuación.

Para priorizar las amenazas se utilizó como referencia el nivel de afectación que presentaron en el municipio, dando mayor valor a las amenazas que causaron pérdida de vidas humanas seguidas de las amenazas que causaron pérdidas materiales como daños a viviendas o infraestructura pública o privada, en una tercera clasificación las amenazas que causaron pérdidas económicas y por último las amenazas que se han presentado y que han dañado el medio ambiente. Producto de dicha priorización, se tuvo la siguiente clasificación, iniciando con 1 las amenazas que mayor afectación ocasionaron a bienes o infraestructura del territorio municipal.

Adicionalmente se dio una ponderación, desde la percepción de los asistentes, al nivel de intensidad con el que se presentó la amenaza, dando una ponderación de 1 a las amenazas que en su percepción se presentaron con mayor intensidad, siendo 5 las que consideraron de menor intensidad. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 189. Valoración y priorización de las amenazas

Amenazas	Prioridad	Percepción de intensidad
Lluvias Severas	1	1
Inestabilidad de Laderas	2	1
Vientos Fuertes	3	3
Huracanes	4	4
Sismos	5	3
Incendios	6	1
Sequias	7	4
Granizada	8	4

VI.3.4 Definición de posibles acciones a implementar para la Reducción de Riesgos en el municipio

Una vez que se identificaron las amenazas y vulnerabilidades, así como los impactos sufridos en eventos pasados, se pueden suponer las probables pérdidas que podría sufrir la población, y con esa información y reflexión poder identificar posibles acciones para reducir el riesgo

Una de las actividades desarrolladas en el taller fue recabar de los asistentes sus propuestas para la reducción de riesgos, es de notar que en algunos casos pareciera que la comunidad tiene cierta "resignación" a las afectaciones que causen las amenazas, digamos que aprendieron a convivir con el riesgo, sin embargo, producto del interés de proteger a la comunidad surgieron algunas inquietudes y líneas de acción por explorar. Únicamente en el manejo de los incendios es en donde han implementado acciones de mitigación, sin embargo, para el resto de las amenazas identificadas han sido escasas las acciones que han implementado, a pesar de ello, surgieron propuestas de nuevas acciones por realizar.

Tabla 190. Amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población

Amenazas	Vulnerabilidades	Acciones
Sismos	Viviendas de adobe o con deficiencias estructurales	Mejorar las características estructurales de las viviendas (hay viviendas de adobe); Capacitar en procedimientos de evacuación a la comunidad; definir puntos de reunión en caso de emergencia. Ya se cuenta con GPS y equipo de cómputo para georreferenciar puntos afectados
Sismos	Infraestructura educativa	Mejorar las características estructurales de los inmuebles de las Escuelas; Capacitar en procedimientos de evacuación a la comunidad estudiantil; definir puntos de reunión en caso de emergencia.
Inestabilidad de Laderas	Viviendas ubicadas en zonas de deslizamiento de laderas	Reforestar la parte alta de las zonas habitadas. En el caso del área habitada solicitar estudios de mecánica de suelos para nuevas construcciones
Inestabilidad de Laderas	Infraestructura carretera	Fortalecer las capacidades de maquinaria y herramienta menor para quitar deslaves; Reforestar las zonas donde los deslaves se deban a causa de la deforestación.
Inestabilidad de Laderas	Servicios básicos (energía eléctrica y agua potable)	Fortalecer las capacidades de maquinaria y herramienta menor para reposición la red de conducción afectada; convenios con CFE para pronta atención de interrupciones del servicio
Huracanes	Viviendas de adobe o con deficiencias estructurales	Mejorar la calidad estructural de las viviendas para soportar techos más seguros. Informar a la población acerca de la vulnerabilidad ante

Amenazas	Vulnerabilidades	Acciones
		huracanes y organizar a los habitantes para tener un sistema de alerta temprana
Huracanes	Servicios básicos (energía eléctrica)	Concertar convenio con CFE para pronta atención de interrupciones del servicio
Lluvias Severas	Viviendas de adobe o con deficiencias estructurales	Mejorar la calidad de las viviendas, organizar a los habitantes para tener un sistema de alerta temprana
Lluvias Severas	Cultivos de granos básicos para autoconsumo	Construcción de drenaje pluvial en zonas de siembra. Adquirir granos básicos de forma institucional para venta a la población a precios accesibles, organizar a los habitantes para tener un sistema de alerta temprana
Vientos Fuertes	Viviendas de adobe o con deficiencias estructurales	Mejorar la calidad estructural de las viviendas para soportar techos más seguros. Organizar a los habitantes para tener un sistema de alerta temprana.
Vientos Fuertes	Cultivos de granos básicos para autoconsumo	Adquirir granos básicos de forma institucional para venta a la población a precios accesibles, capacitar a la población en acciones o estrategias para que los vientos no dañen los cultivos
Vientos Fuertes	Servicios básicos (energía eléctrica)	Concertar convenio con CFE para pronta atención de interrupciones del servicio
Vientos Fuertes	Infraestructura de telecomunicaciones (celular e internet)	Concertar convenio con los proveedores para facilitar el restablecimiento del servicio
Sequias	Cultivos de granos básicos para autoconsumo	Capacitar a los agricultores en sistemas de riego tecnificados o en cosecha de agua de lluvia. Adquirir granos básicos de forma institucional para venta a la población a precios accesibles
Sequias	Ganado Bovino, Ovino y Caprino	Capacitar a los agricultores en sistemas de cosecha de agua de lluvia. Capacitar a los campesinos en técnicas de crianza sostenible de animales
Granizada	Cultivos de granos básicos para autoconsumo	Adquirir granos básicos de forma institucional para venta a la población a precios accesibles

VI.3.5 Análisis de la percepción del grado de peligro

Para la determinación del grado de peligro, como se puede ver en la siguiente imagen, se analizaron los fenómenos perturbadores que podrían amenazar los sistemas expuestos del municipio a partir de analizar dos componentes, la frecuencia y la intensidad, para posteriormente hacer un cruce e identificar el valor final del peligro.

Imagen 12. Herramienta para el análisis de peligros

ANÁLISIS DE PELIGROS (Incidencia respecto a la Localidad)				
Necesario consultar Anexo 1. "Criterios de Evaluación de los factores de Peligro" **para la ponderación** de la frecuencia e intensidad: Escala de ponderación: 0 "No se percibe" **1 "Muy Bajo" 2 "Bajo" 3 "Medio" 4 "Alto" 5 "Muy Alto"** **NOTA: Utilizar Matriz de Peligros para definir el Valor Final.**				
TIPO DE FENÓMENO ADVERSO	**PELIGRO**	**Frecuencia** Ver "Tabla de Criterios de Evaluación" de los factores de peligro	**Intensidad** Ver "Tabla de Criterios de Evaluación" de los factores de peligro	**Valor Final** (Ver la "Matriz de evaluación de peligros")
	Ver Tabla de Criterios de evaluación de los factores de peligro	**Escala 0 - 5**	**Escala 0 - 5**	**Escala 0 - 5**
1. GEOLÓGICOS	Sismos	1	5	1
	Tsunamis/ Maremotos	2	4	2
	Inestabilidad de Laderas	3	3	3
	Hundimiento	4	2	4
	Agrietamiento del Terreno	5	1	5
	Fallas geológicas			

La siguiente imagen muestra los criterios de evaluación de los factores de peligro, a partir de los que se asignaron los valores para cada fenómeno adverso que puede ocurrir en el municipio para cada uno de sus dos componentes: la frecuencia y la intensidad.

Imagen 13. Criterios de evaluación de los factores de peligros

PONDERACIÓN DE FRECUENCIA		**PONDERACIÓN DE INTENSIDAD**	
Frecuencia del evento de peligro	**Valor**	**Afectación del evento de peligro**	**Valor**
El evento se presenta **más de 2 veces al año**	5 = Frecuencia Muy Alta	Generación de **muertes** y lesionados, **graves pérdidas** económicas, daños ambientales, **inhabilitación de servicios básicos**, gran cantidad de infraestructura dañada, **declaratoria de desastre.**	5 = Intensidad Muy Alta
El evento se presenta **1 vez al año**	4 = Frecuencia Alta	Generación de **graves pérdidas** económicas, daños ambientales, **inhabilitación de servicios básicos,** gran cantidad de infraestructura dañada, **declaratoria de desastre. No generó muertes, pero sí lesionados**	4 = Intensidad Alta
El evento se ha presentado por lo menos **1 vez en un periodo de 2 a 7 años**	3 = Frecuencia Media	Generación de **pérdidas** económicas **considerables**, **daños puntuales** en la infraestructura, **suspensión de algunos servicios básicos**	3 = Intensidad Media
El evento se ha presentado por lo menos **1 vez en un periodo de 7 a 10 años**	2 = Frecuencia Baja	Generación de **pérdidas** económicas **menores**, **suspensión de algunos servicios básicos, sin daños** de consideración e**n la infraestructura**	2 = Intensidad Baja
El evento se presentó **1 vez hace más de 10 años**	1= Frecuencia Muy Baja	Únicamente generación de **daños mínimos en la infraestructura** que no comprometen su funcionamiento ni suponen pérdidas económicas importantes	1= Intensidad Muy Baja
No se percibe ocurrencia de eventos de esa naturaleza	0 = Sin ocurrencia	**No se perciben pérdidas o daños de esa naturaleza**	0 = Sin pérdidas o daños

Posteriormente, y para determinar el valor final del peligro se correlacionan los valores de frecuencia e intensidad y se establece el criterio, de acuerdo con la “Matriz de peligro” que se muestra en la siguiente imagen; obteniendo así el valor único para ambos criterios.

Posteriormente, y para determinar el valor final del peligro se correlacionan los valores de frecuencia e intensidad y se establece el criterio, de acuerdo con la “Matriz de peligro” que se muestra en la siguiente imagen; obteniendo así el valor único para ambos criterios.

Imagen 14. Matriz de Peligro para realizar el cruce de frecuencia e intensidad para determinar el valor final de cada peligro

MATRIZ DE PELIGRO							
INTENSIDAD	5 = Intensidad Muy Alta	0	4 = Peligro Alto	5 = Peligro Muy Alto	5 = Peligro Muy Alto	5 = Peligro Muy Alto	5 = Peligro Muy Alto
	4 = Intensidad Alta	0	4 = Peligro Alto	4 = Peligro Alto	4 = Peligro Alto	4 = Peligro Alto	5 = Peligro Muy Alto
	3 =Intensidad Media	0	3 = Peligro Medio	3 = Peligro Medio	3 = Peligro Medio	3 = Peligro Medio	4 = Peligro Alto
	2 = Intensidad Baja	0	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo	3 = Peligro Medio	3 = Peligro Medio
	1= Intensidad Muy Baja	0	1 = Peligro Muy Bajo	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo
	0	0	1 = Peligro Muy Bajo	1 = Peligro Muy Bajo	1 = Peligro Muy Bajo	1 = Peligro Muy Bajo	1 = Peligro Muy Bajo
		0	1= Frecuencia Muy Baja	2 = Frecuencia Baja	3 = Frecuencia Media	4 = Frecuencia Alta	5 = Frecuencia Muy Alta
		FRECUENCIA					

Para determinar el grado de peligro del municipio, se hace la sumatoria de valores finales de cada fenómeno adverso y dicho valor se clasifica acorde al rango de valores que contempla cada grupo mencionado en 0-21 “Muy bajo”; 22-42 “Bajo”; 43-63 “Medio”; 64-84 “Alto”; 85-105 “Muy alto”.

Imagen 15. Criterios para determinar el valor final del peligro

3. QUÍMICO / TECNOLÓGICO	Fugas de Sustancias Peligrosas			
	Sustancias Peligrosas			
	Explosiones			
	Incendios			
GRADO DE PELIGRO. (Sumar 3 grupos de Fenómenos Adversos)				15
0-21 Muy bajo; 22-42 Bajo; 43-63 Medio; 64-84 Alto; 85-105 Muy alto				**Muy Bajo**

Del total de amenazas que ponen en peligro los sistemas expuestos en San Melchor Betaza son más comunes los del tipo hidrometeorológico, seguido de los geológicos y de los químico-tecnológicos.

El grado total del municipio se clasificó en el rango “bajo” ya que la sumatoria del grado de riesgo fue de 23.

En la valoración por tipo de amenaza, los valores más altos de peligro se obtuvieron en la inestabilidad de laderas y lluvias severas ya que ambas se presentan por lo menos 2 veces al año, en el caso de la primera en algunas ocasiones ha ocasionado graves pérdidas económicas además de inhabilitar servicios básicos. Es importante resaltar que, aunque a la fecha no ha habido declaratoria de desastres relacionada a esta amenaza, **debido a la presencia de indicios sólidos de inestabilidad de la ladera en zona habitada en su proceso de deslizamiento, existe la posibilidad una declaratoria de desastre en los escenarios más conservadores**.

Para el tema de las lluvias severas, en información de los habitantes es común que se suspenda el servicio de energía eléctrica además de daños focalizados en infraestructura pública, dado que se relaciona directamente con inestabilidad de laderas en sus procesos de caídos y flujos, consideraron que ocasiona pérdidas económicas considerables por los costos de la remoción de tierra de las carreteras y calles de la comunidad, aunado a la pérdida de cultivos por el exceso de agua.

En contraste, los valores más bajos fueron para los vientos fuertes, granizadas e incendios; en este último, informaron que se encuentran en la ruta de eliminar la técnica de roza-tumba-quema sin embargo aún se mantiene el uso de dicha práctica. Aunque los incendios en mayor o menor medida son recurrentes cada año, los habitantes no perciben afectaciones salvo la que se ocasiona al medio ambiente, es por ello que, en la escala establecida su nivel de peligro se clasificó “bajo”.

Tabla 191. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio

ANÁLISIS DE PELIGROS				
Municipio: San Melchor Betaza				
Escala de ponderación: 0 "No se percibe" 1 "Muy Bajo" 2 "Bajo" 3 "Medio" 4 "Alto" 5 "Muy Alto"				
NOTA: Utilizar Matriz de Peligros para definir el Valor Final.				
TIPO DE FENÓMENO ADVERSO	**PELIGRO**	**Frecuencia** Ver "Tabla de Criterios de Evaluación" de los factores de peligro	**Intensidad** Ver "Tabla de Criterios de Evaluación" de los factores de peligro	**Valor Final** (Ver la "Matriz de evaluación de peligros")
		Escala 0 - 5	**Escala 0 - 5**	**Escala 0 - 5**
1. GEOLÓGICOS	Sismos	3	3	3
	Inestabilidad de Laderas	5	4	5
2.. HIDROMETEOROLÓGICOS	Huracanes	3	3	3
	Lluvias Severas	5	3	4
	Vientos Fuertes	3	2	2
	Sequias	4	1	2
	Granizada	3	1	2
3. QUÍMICO / TECNOLÓGICO	Incendios	3	1	2
GRADO DE PELIGRO. (Sumar 3 grupos de Fenómenos Adversos)				**23**
0-21 Muy bajo; 22-42 Bajo; 43-63 Medio; 64-84 Alto; 85-105 Muy alto				**Bajo**

Con base al análisis para peligros, de acuerdo con la percepción del CMOTyU del municipio de San Melchor Betaza, este resultó en calificación de “Peligro bajo”, recalcando que los peligros que ellos perciben con mayor frecuencia fueron:

- Inestabilidad de laderas
- Lluvias severas
- Sequías

Para esos mismos peligros, con la metodología empleada, los que se perciben con mayor intensidad fueron:

- Inestabilidad de laderas
- Sismos
- Lluvias severas

VI.3.6 Análisis de la percepción del grado de vulnerabilidad

Para la determinación del grado de vulnerabilidad, se utilizó la tabla de "Análisis de Vulnerabilidades" que se puede ver en la siguiente imagen, la cual contiene los tipos de vulnerabilidad más relevantes que pueden incidir en las comunidades.

Imagen 16. Análisis de Vulnerabilidades

ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES (Caracterización de la localidad)			
Necesario Consultar los "Criterios de Evaluación de los factores de Vulnerabilidad" para la podneración de cada indicador. Escala de ponderación: **0="No se percibe", 1="Muy Bajo", 2="Bajo", 3="Medio", 4="Alto", 5="Muy Alto"**			
TIPO DE VULNERABILIDAD	**VULNERABILIDAD**	**Descripción de la situación**	**Valor Final** *Escala 0-5*
1. FÍSICO AMBIENTAL	Ubicación de la localidad/Municipio	**Muy lejano** > 5 km	1
	Zonificación Sísmica	**Zona B**	2
	Pendiente General	**Terrenos ligéramente inclinados.** Pendientes entre 15° y 40°	3
	Tipo de Suelo en General	**Baja aptitud con tratamiento intensivo.** Suelo que puede mejorar con tratamieto complicado y de alto costo	4
	Caractarísticas de la Vivienda	Autoconstrucciones **sin calidad. Incumplimiento de los estándares** de calidad y para atender la emergecia y para prevenir o mitigar los riesgo	5
	Características de la Infraestructura	**Cumplimiento de la mayoría de los servicios básicos** para atender las necesidades de la población con relación a la educación, salud y movilidad, con deficiencias en la dotación de servicios relacionados como los de cultura y esparcimiento.	3
	Situación Ambiental de la Localidad		

Para cada grupo, y para cada una de las vulnerabilidades existen características específicas a las cuales se deberá asignar un valor que va de 0 a 5 con base en la tabla de asignación de valores a las vulnerabilidades cuyo ejemplo se puede ver en la siguiente imagen.

Imagen 17. Ejemplo de valores para la valoración de las Vulnerabilidades

VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	1 = Vulnerabilidad Muy Baja	2 = Vulnerabilidad Baja	3 = Vulnerabilidad Media	4 = Vulnerabilidad Alta	5 = Vulnerabilidad Muy Alta
Aplicación de la normativa	Existencia y aplicación de normas y reglamentos para la ordenación del territorio y atendión de emergencias y desastres	**Existencia de la totalidad de los instrumentos normativos en su versión actualizada** (reglamento de Protección civil, de bando de buen gobierno y de construcción) **y cumplimiento estricto** para la implementación de acciones para la atención y prevención de emergencias y desastres.	**Existencia de algunos de los instrumentos normativos, actualizados o no** (reglamento de Protección civil, de bando de buen gobierno y de construcción) **y cumplimiento estricto** para la implementación de acciones para la atención y prevención de emergencias y desastres.	**Existencia de la totalidad de instrumentos normativos, actualizados o no** (reglamento de Protección civil, de bando de buen gobierno y de construcción) **pero poco cumplimiento y aplicación** en la implementación de acciones para la atención y prevención de emergencias y desastres.	**Inexistencia algunos de los instrumentos normativos, falta de actualización de ellos** (reglamento de Protección civil, de bando de buen gobierno y de construcción)**o desconocimiento e inexistente aplicación** en la implementación de acciones para la atención y prevención de emergencias y desastres.	**Inexistencia algunos de los instrumentos normativos** (reglamento de Protección civil, de bando de buen gobierno y de construcción) o cualquier otro para la implementación de acciones para la atención y prevención de emergencias y desastres.
Organización en materia de Protección Civil y Reducción de Riesgos de Desastres	Nivel de organización de los cuerpos dedicados a la atención de los riesgos y emergencias.	**Área responsable de protección civil organizada, con suficiente personal capacitado y actualizado, así como con planes, programas y equipamiento adecuados para la atención de emergencia claros y difundidos:** puntos de reunión identificados, esquemas de coordinación claros, refugios temporales adecuados, grupos voluntarios integrados y programas de simulacros diseñados e implementados.	**Área responsable de protección civil organizada, con poco personal capacitado y actualizado, así como con planes, programas y equipamiento adecuado para la atención de emergencia claros pero no han sido difundidos y no son del conocimiento de la población:** puntos de reunión identificados, esquemas de coordinación claros, refugios temporales adecuados, grupos voluntarios integrados y programas de simulacros diseñados e implementados.	**Área responsable de protección civil organizada, con poco personal capacitado, algunos actualizados, y con planes, programas y equipamiento no actualizado o con deficiencias para la atención de emergencia claros pero no han sido difundidos y no son del conocimiento de la población:** puntos de reunión identificados, esquemas de coordinación claros, refugios temporales adecuados, grupos voluntarios integrados y programas de simulacros diseñados e implementados.	**Área responsable de protección civil organizada, con poco personal con deficiente capaciación y actualización y con deficiencias en los planes, programas y equipamieto para la atención de emergencia, que tampoco han sido difundidos y no son del conocimiento de la población:** puntos de reunión identificados, esquemas de coordinación claros, refugios temporales adecuados, grupos voluntarios integrados y programas de simulacros diseñados e implementados.	**No cuenta con un área responsable de protección civil y cuenta con deficiencias acciones y equipamieto para la atención de emergencia, que tampoco han sido difundidos y no son del conocimiento de la población:** puntos de reunión identificados, esquemas de coordinación claros, refugios temporales adecuados, grupos voluntarios integrados y programas de simulacros diseñados e implementados.

Para determinar el grado de vulnerabilidad del municipio, se hace la sumatoria de valores finales de cada factor de vulnerabilidad y dicho valor se clasifica acorde siguiente rango de valores: 0-15 “Muy bajo”; 16-30 “Bajo”; 31-45 “Medio”; 46-60 “Alto”; 61-75 “Muy alto”.

Imagen 18. Criterios para determinar el valor final de vulnerabilidad

1. GRADO DE VULNERABILIDAD (Sumar 3 factores de vulnerabilidad)		**18**
0-15 =Muy Baja; **16-30=Baja;** **31-45=Media;** **46-60=Alta;** **61-75=Muy Alta**		**Baja**
Resultado de análisis del nivel de peligro	15	Muy Bajo
Resultado del grado de vulnerabilidad	18	Baja
2. Resultados del NIVEL DE RIESGO (ver Matriz de nivel de Riesgo)		

El análisis de la vulnerabilidad de los sistemas expuestos del municipio se elaboró para cada una de las amenazas relacionada con cada uno de los sistemas expuestos, ya que por ejemplo, la ubicación de la localidad respecto del área donde se presenta la amenaza es variable, para el caso donde las viviendas son el sistema expuesto la valoración fue en la más alta ya que fenómenos como sismo, deslaves, lluvias intensas, huracanes y vientos fuertes afectan directamente a las viviendas, sin embargo la sequía y la granizada presentan sus mayores afectaciones en las áreas dedicadas a la agricultura que se encuentran fuera de los núcleos habitacionales.

De la misma manera hubo rubros que tuvieron la misma ponderación en todos los sistemas expuestos por cada amenaza, por ejemplo, la zona de sismicidad es la misma para todos los casos, así como las características de la infraestructura.

El municipio presenta una "Vulnerabilidad alta", de acuerdo con la percepción de los participantes, donde las amenazas y vulnerabilidades por cada elemento fueron calificadas en "Alta", los resultados específicos que se obtuvieron del análisis de la vulnerabilidad son los siguientes:

Tabla 192. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio

		Análisis de Vulnerabilidad																	
		1. FÍSICO AMBIENTAL							2. SOCIO ECONÓMICA			3. POLÍTICO ORGANIZATIVA					VALORACIONES		
Amenazas	Vulnerabilidades	Ubicación de la localidad	Zonificación Sísmica	Pendiente General	Tipo de Suelo en General	Características de la Vivienda	Características de la Infraestructura	Situación Ambiental de la	Pobreza	Marginación	Conocimientos sobre desastres	Organización de la población	Coordinación interinstitucional	Aceptación de la población y de las	Aplicación de la normativa	Organización en materia de Protección Civil y Reducción de Riesgos de	Suma Vulnerabilidad	Grado	Vulnerabilidad Promedio
Sismos	Viviendas	5	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	53	Alta	Alta
Sismos	Infraestructura educativa	5	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	53	Alta	
Inestabilidad de Laderas	Viviendas	5	3	5	4	4	3	3	4	4	3	4	4	2	4	5	57	Alta	Alta
Inestabilidad de Laderas	Infraestructura carretera	5	3	5	4	3	3	4	4	4	3	4	4	2	4	5	57	Alta	
Inestabilidad de Laderas	Servicios básicos	5	3	5	3	4	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	55	Alta	
Huracanes	Viviendas	5	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	54	Alta	Alta
Huracanes	Servicios básicos (energía eléctrica)	5	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	53	Alta	
Lluvias Severas	Viviendas	5	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	54	Alta	Alta
Lluvias Severas	Cultivos	5	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	2	4	5	54	Alta	
Vientos Fuertes	Viviendas	5	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	54	Alta	Alta
Vientos Fuertes	Cultivos	5	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	53	Alta	
Vientos Fuertes	Servicios básicos (energía eléctrica)	5	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	53	Alta	
Vientos Fuertes	Infraestructura de telecomunicaciones	5	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	53	Alta	
Sequías	Cultivos	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	2	4	5	53	Alta	Alta
Sequías	Ganado	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	2	4	5	52	Alta	
Granizada	Cultivos	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	51	Alta	Alta
Incendios	Bosque	2	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	2	2	4	4	49	Alta	Alta

VI.3.7 Análisis de la percepción del grado de Riesgo

Finalmente, para determinar el nivel de riesgo se utilizó la "Matriz de Riesgos" al cruzar: **el valor cualitativo de Peligro** obtenido anteriormente, y **el de vulnerabilidad,** para determinar el nivel de riesgo existente el área del territorio determinado.

Imagen 19. Criterios para determinar el valor final del Riesgo

	Resultado de análisis del nivel de peligro	15	Muy Bajo
	Resultado del grado de vulnerabilidad	18	Baja
	2. Resultados del NIVEL DE RIESGO (ver Matriz de nivel de Riesgo)		Bajo

Imagen 20. Matriz de Riesgo para realizar el cruce del nivel de peligro y del nivel de vulnerabilidad para determinar el valor final del Riesgo

MATRIZ DE RIESGO						
PELIGRO	**Peligro muy alto**	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
	Peligro alto	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto
	Peligro medio	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo alto
	Peligro bajo	Riesgo muy bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo medio
	Peligro muy bajo	Riesgo muy bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio
		Vulnerabilidad mu baja	**Vulnerabilidad baja**	**Vulnerabildiad media**	**Vulnerabilidad alta**	**Vulnerabilidad muy alta**
		VULNERABILIDAD				

En la valoración final del riesgo para cada una de las amenazas que se presentan en el municipio se determinó que la amenaza que genera el riesgo más alto es la **inestabilidad de laderas**, al tener la valoración más alta para la amenaza y una vulnerabilidad alta, lo que dio como resultado que el riesgo sea clasificado como muy alto, siendo la amenaza que origina mayor peligro en el municipio.

Le siguen las lluvias severas, sismos y los huracanes que, aunque todos tienen una vulnerabilidad alta, el valor de la amenaza oscila entre 3 y 4.

De los fenómenos analizados los vientos fuertes, la sequía, granizadas e incendios son los que tienen un grado de riesgo medio ya que en todos los casos el valor de la amenaza fue de 2.

Tabla 193. Resultados del cálculo del Nivel de Riesgo

Amenazas	Vulnerabilidades	Descripción del Riesgo	Comunidades/población afectada	Valor final de la amenaza (Columna H)	Vulnerabilidad Promedio (Columna AA)	Nivel de Riesgo
Sismos	Viviendas	Posible daño estructural en las viviendas	San Melchor Betaza (municipio)	3	Alta	Riesgo alto
Sismos	Infraestructura educativa	Posible daño estructural a la infraestructura educativa	San Melchor Betaza (municipio)			
Inestabilidad de Laderas	Viviendas	Daño parcial y posible pérdida total de viviendas	San Melchor Betaza (municipio)	5	Alta	Riesgo muy alto
Inestabilidad de Laderas	Infraestructura carretera	Interrupción de caminos, falta de víveres, combustibles, medicinas o atención médica especializada	San Melchor Betaza (municipio)			
Inestabilidad de Laderas	Servicios básicos	Interrupción de servicio de agua potable y energía eléctrica	San Melchor Betaza (municipio)			
Huracanes	Viviendas	Posible daño estructural a las viviendas construídas con adobe	San Melchor Betaza (municipio)	3	Alta	Riesgo alto
Huracanes	Servicios básicos (energía eléctrica)	Interrupción del servicio de energía eléctrica	San Melchor Betaza (municipio)			
Lluvias Severas	Viviendas	Afectaciones parciales o totales de viviendas de lámina/carrizo	San Melchor Betaza (municipio)	4	Alta	Riesgo alto
Lluvias Severas	Cultivos	Pérdida de cosechas y carestía de alimentos (granos básicos)	San Melchor Betaza (municipio)			
Vientos Fuertes	Viviendas	Daños a techumbres de viviendas	San Melchor Betaza (municipio)	2	Alta	Riesgo medio
Vientos Fuertes	Cultivos	Pérdida de cultivos	San Melchor Betaza (municipio)			
Vientos Fuertes	Servicios básicos (energía eléctrica)	Suspensión temporal del servicio de energía eléctrica	San Melchor Betaza (municipio)			
Vientos Fuertes	Infraestructura de telecomunicaciones	Suspensión temporal del servicio de telefonía celular/internet	San Melchor Betaza (municipio)			
Sequias	Cultivos	Afectación y/o pérdida de cultivos. Falta de granos básicos para el autoconsumo	San Melchor Betaza (municipio)	2	Alta	Riesgo medio
Sequias	Ganado	Afectación a ganado	San Melchor Betaza (municipio)			
Granizada	Cultivos	Perdida de cultivos	San Melchor Betaza (municipio)	2	Alta	Riesgo medio
Incendios	Bosque	Incremento de temperaturas, pérdida de zonas de vegetación primaria	San Melchor Betaza (municipio)	2	Alta	Riesgo medio

VI.3.8 Acciones para Gestionar y Reducir el Riesgo de Desastres.

Para implementar estrategias de RRD, se considera que, **la Gestión Prospectiva** se retomará para llevarlo al proceso de Ordenamiento Territorial, y que, este instrumento servirá como base para **la Gestión Correctiva**, a partir de acciones de corto y mediano plazo que se decidan implementar ya sea con los propios recursos de los municipios, o bien, con la búsqueda y gestión de fuentes de financiamiento externas para reducir las vulnerabilidades existentes. Finalmente, **la Gestión Reactiva** que se refiere a la preparación antes, durante y después del impacto de eventos perturbadores.

Imagen 21. Fases del ciclo de gestión del riesgo que se atienden en este Instrumento

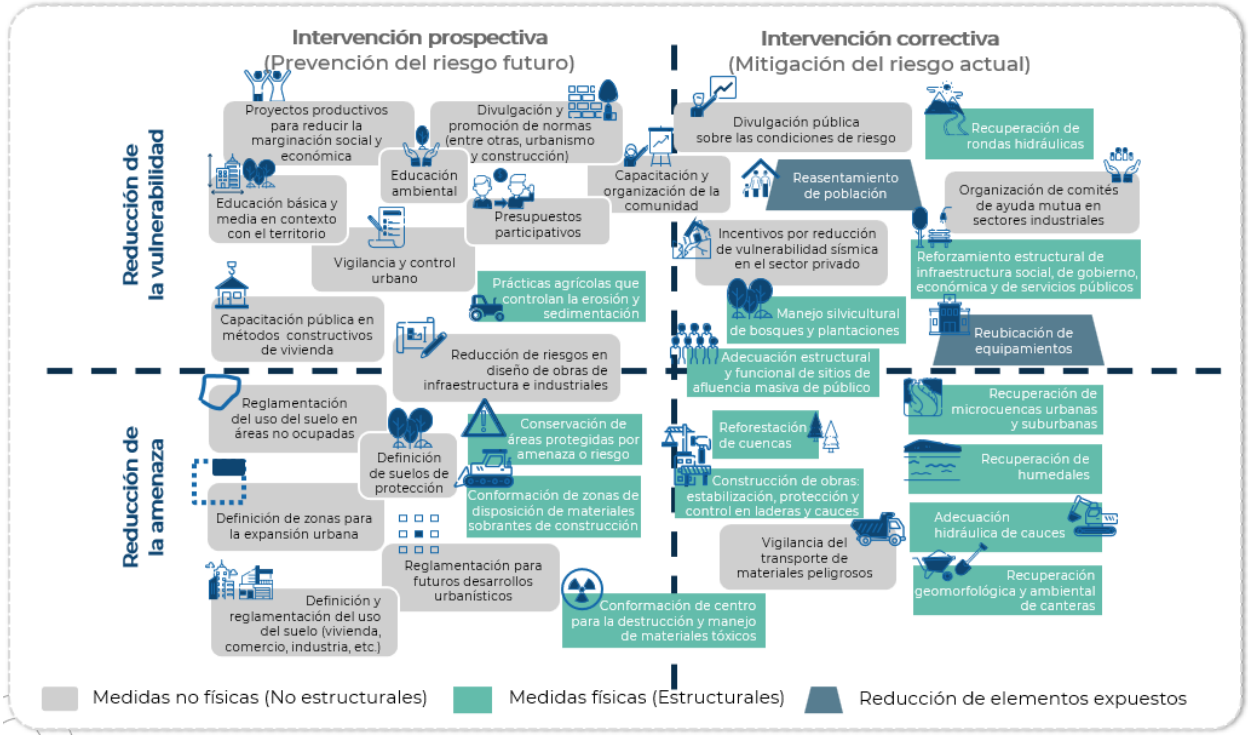


Las acciones que se podrían implementar para la Reducción de Riesgos de desastres pueden ser **medidas físicas no estructurales**, **medidas físicas estructurales**, o bien, **medidas para a reducción de elementos expuestos**. Una vez definidas las posibles medidas a implementar, se pueden clasificar en **aquellas encaminadas a reducir la vulnerabilidad** o **las que podrían reducir la amenaza**. Por otro lado, se pueden dividir en las que se definan bajo una **Intervención Prospectiva** para **prevenir el riesgo futuro** y las que se definan para **mitigar el riesgo actual** bajo un enfoque de **intervención correctiva**.

Esta clasificación se propuso con la finalidad de mapear las decisiones e identificar las de corto plazo que en la imagen se muestran del lado derecho, y las de largo plazo

que en la imagen se muestran del lado izquierdo. Finalmente servirá para designar los responsables de la implementación de las acciones en el municipio.

Imagen 22. Mapeo de acciones para la reducción del riesgo que se atienden en este Instrumento



Con la finalidad de definir las posibles acciones o mecanismos a implementar para Reducir los Riesgos de Desastres, se retomó la tabla de resultados del taller 2 y se agregaron las vulnerabilidades que se identificaron en el taller 3 que hayan sido valoradas con calificaciones de medio, alto y muy alto. Y para cada una de las vulnerabilidades se determinaron posibles acciones a implementar para reducir dichas vulnerabilidades.

Derivado de los grados de riesgo definidos, los asistentes al taller propusieron alternativas de solución mediante acciones y actores concretos. En los actores se incluyeron además de los órganos de gobierno locales a las Instituciones gubernamentales del nivel estatal y federal, incluso, en algunos casos a entidades de la iniciativa privada.

En algunos casos, se propusieron acciones que para los habitantes sería nuevas, ya que no hay antecedentes de que se hayan realizado en la comunidad, tal es el caso de la capacitación y uso de alternativas de riego tecnificado, o bien, organizarse y equiparse para tener sistemas de alerta temprana, es de resaltar la disposición de las personas a implementar esos nuevos mecanismos y técnicas.

Tabla 194. Peligros, amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población

Amenazas	Vulnerabilidades	Acciones	Responsable
Sismos	Viviendas	Mejorar las características estructurales de las viviendas (hay viviendas de adobe); Capacitar en procedimientos de evacuación a la comunidad; definir puntos de reunión en caso de emergencia. Ya se cuenta con GPS y equipo de cómputo para georreferenciar puntos afectados	Ayuntamiento Municipal, Gobierno del Estado (protección civil, Vivienda bienestar)
Sismos	Infraestructura educativa	Mejorar las características estructurales de los inmuebles de las Escuelas; Capacitar en procedimientos de evacuación a la comunidad estudiantil; definir puntos de reunión en caso de emergencia.	Ayuntamiento Municipal, Gobierno del Estado (protección civil, Vivienda bienestar)
Inestabilidad de Laderas	Viviendas	Reforestar la parte alta de las zonas habitadas. En el caso del área habitada solicitar estudios de mecánica de suelos para nuevas construcciones	Ayuntamiento municipal; Comisariado de bienes comunales; Gobierno del Estado (SIC)
Inestabilidad de Laderas	Infraestructura carretera	Fortalecer las capacidades de maquinaria y herramienta menor para quitar deslaves; Reforestar las zonas donde los deslaves se deban a causa de la deforestación.	Ayuntamiento municipal; Comisariado de bienes comunales; Gobierno del Estado (SEFADER, medio ambiente, CABIEN)
Inestabilidad de Laderas	Servicios básicos	Fortalecer las capacidades de maquinaria y herramienta menor para reposición la red de conducción afectada; convenios con CFE para pronta atención de interrupciones del servicio	Ayuntamiento municipal; Comisariado de bienes comunales; Gobierno Federal (CFE)
Huracanes	Viviendas	Mejorar la calidad estructural de las viviendas para soportar techos más seguros. Informar a la población acerca de la vulnerabilidad ante huracanes y organizar a los habitantes para tener un sistema de alerta temprana	Ayuntamiento Municipal, Gobierno del Estado (protección civil, Vivienda bienestar)
Huracanes	Servicios básicos (energía eléctrica)	Concertar convenio con CFE para pronta atención de interrupciones del servicio	Ayuntamiento Municipal, Gobierno Federal (CFE)
Lluvias Severas	Viviendas	Mejorar la calidad de las viviendas, organizar a los habitantes para tener un sistema de alerta temprana	Comisariado de Bienes Comunales; Gobierno del Estado (Vivienda Bienestar, DIF). Ayuntamiento Municipal
Lluvias Severas	Cultivos	Construcción de drenaje pluvial en zonas de siembra. Adquirir granos básicos de forma institucional para venta a la población a precios accesibles, organizar a los habitantes	Comisariado de Bienes Comunales; Gobierno del Estado (SEFADER, Medio Ambiente, DIF).

Amenazas	Vulnerabilidades	Acciones	Responsable
		para tener un sistema de alerta temprana	Ayuntamiento Municipal
Vientos Fuertes	Viviendas	Mejorar la calidad estructural de las viviendas para soportar techos más seguros. Organizar a los habitantes para tener un sistema de alerta temprana.	Ayuntamiento Municipal, Gobierno del Estado (protección civil, Vivienda bienestar, DIF)
Vientos Fuertes	Cultivos	Adquirir granos básicos de forma institucional para venta a la población a precios accesibles, capacitar a la población en acciones o estrategias para que los vientos no dañen los cultivos	Ayuntamiento Municipal, Gobierno del Estado (protección civil, DIF, SEFADER, Medio ambiente)
Vientos Fuertes	Servicios básicos (energía eléctrica)	Concertar convenio con CFE para pronta atención de interrupciones del servicio	Ayuntamiento Municipal, Gobierno Federal (CFE)
Vientos Fuertes	Infraestructura de telecomunicaciones	Concertar convenio con los proveedores para facilitar el restablecimiento del servicio	Ayuntamiento Municipal, Gobierno Federal (CFE), Iniciativa privada (Telcel)
Sequias	Cultivos	Capacitar a los agricultores en sistemas de riego tecnificados o en cosecha de agua de lluvia. Adquirir granos básicos de forma institucional para venta a la población a precios accesibles	Ayuntamiento Municipal, Gobierno del Estado (DIF, SEFADER)
Sequias	Ganado	Capacitar a los agricultores en sistemas de cosecha de agua de lluvia. Capacitar a los campesinos en técnicas de crianza sostenible de animales	Ayuntamiento Municipal, Gobierno del Estado (SEFADER)
Granizada	Cultivos	Adquirir granos básicos de forma institucional para venta a la población a precios accesibles	Ayuntamiento Municipal, Gobierno del Estado (DIF, SEFADER)
Incendios	Bosque	Construcción y/o mejora de drenaje pluvial en zonas habitadas y de siembra. Concientizar a la población sobre la importancia de respetar los derechos de vía ya que son útiles para el dren de agua pluvial. Tener víveres/medicamentos en existencia antes de la época de lluvias	Población en general; Gobierno del Estado (COESFO, Medio Ambiente, SEFADER, gubernatura); Ayuntamiento municipal. Comisariado de Bienes Comunales

VI.4 Conclusiones y recomendaciones

VI.4.1 Conclusiones

El riesgo más importante identificado en el municipio tiene que ver con la **inestabilidad de laderas** en 3 procesos principalmente. Aunque en los talleres se identificaron eventos relacionados a este fenómeno en los procesos de caídos y flujos que afectaron las vías de comunicación y servicios básicos, en el análisis de cartografía y en los recorridos de campo se detectaron indicios fuertes de inestabilidad de ladera en su proceso de deslizamiento en área habitada, indicios a los que es necesario dar seguimiento y aumentar su estudio. Mientras tanto, se pueden instalar "monitores" para que de forma pública indiquen a la población el grado de deslizamiento de la ladera, sobre todo, en épocas de lluvia abundante.

En relación al fenómeno de **incendios**, es de suma importancia mantener y mejorar la incipiente organización comunitaria, además de equipar y capacitar equipos para la atención y mitigación del riesgo que representa esta amenaza; a pesar de que las afectaciones no son perceptibles por la comunidad, las zonas de vegetación primaria e incluso secundaria han disminuido notoriamente, lo anterior, aunado al cambio climático global, pueden ser un factor que contribuye a que el fenómeno de sequía se esté volviendo recurrente en los últimos años con un probable incremento en las afectaciones a la comunidad que como fue analizado, impacta en la producción de granos básicos de autoconsumo de la población, lo anterior a pesar que en el análisis cartográfico la sequía no se muestra con niveles de riesgo alto en extensiones considerables del territorio pero que sin embargo, en la percepción de la comunidad es un riesgo que tiende a incrementarse en el futuro.

Es relevante comentar el **riesgo alto por explosiones de combustible en pequeños comercios** que se deriva del análisis cartográfico ya que en los recorridos de campo no se observaron puntos de venta de combustible a granel, sin embargo, la posibilidad que existan es latente debido a que la gasolinera más cercana se encuentra aproximadamente a 80 km del municipio, pero el hecho que los puntos de venta sean invisibilizados no permite la verificación sobre el adecuado manejo de los combustibles.

Aunque la cabecera municipal está catalogada como urbana, el número de habitantes corresponde a una comunidad rural, posible explicación al hecho que las capacidades de gestión y operación del Ayuntamiento son limitadas, sin embargo, se percibe colaboración con el comisariado de bienes comunales; a pesar de ello, deberán contar con el apoyo y seguimiento de parte de los gobiernos estatal y federal para garantizar la sostenibilidad en la atención, prevención y mitigación del riesgo que representan las amenazas detectadas.

Por último, a pesar de las diferencias político-sociales existentes en el municipio, que limitan y limitaron el trabajo con la agencia de Tonaguia y 2 de los 4 barrios de la cabecera municipal, hay acciones prácticas que se puede llevar a cabo, como organizar a la población en sistemas de alerta temprana o en la capacitación para nuevas formas de cultivo acompañadas con sistemas tecnificados de riego.

VI.4.2 Recomendaciones de vulnerabilidades, problemáticas y riesgos que es importante retomar para el Ordenamiento Territorial y Urbano

Debido a la **pérdida de vegetación primaria y secundaria**, es recomendable que se **definan áreas de protección forestal** de tal forma que se pueda recuperar la vegetación, para mitigar el impacto y la deforestación misma que se presenta.

En lo referente a la zona habitada con indicios fuertes de **inestabilidad de ladera** en su proceso de **deslizamiento**, sería recomendable **desalentar la construcción de viviendas en la zona** y definir una zona más segura para proyectar ahí el crecimiento de la población; aunado a ello, se recomendaría implementar políticas públicas encaminadas al estricto cumplimiento de las normas de construcción de viviendas, sobre todo en lo relativo a los estudios de mecánica de suelos.

VI.4.3 Recomendaciones de proyectos y estudios que se requieren para mejorar el conocimiento del territorio

Con relación a los indicios de inestabilidad de laderas en su proceso de deslizamiento que se presenta en zonas habitadas, es ampliamente recomendable **realizar estudios de tipo geológico estructural** para determinar la correspondencia entre los indicios de la superficie con las condiciones del subsuelo, y complementar con estudios de geofísica utilizando método magnetotelúrico (MT) o Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) para analizar cómo se encuentran las unidades geológicas a profundidad. Es de resaltar la ubicación de la presidencia municipal y gran parte de la infraestructura pública que se encuentran en o muy cerca de la zona detectada.

Glosario

Agente regulador: Lo constituyen las acciones, instrumentos, normas, obras y, en general, todo aquello destinado a proteger a las personas, bienes, infraestructura estratégica, planta productiva y el medio ambiente; a reducir los riesgos y a controlar y prevenir los efectos adversos de un fenómeno perturbador.

Afectado: Persona que ha sufrido en sí, en las personas que de ella dependen, o en sus propiedades y bienes, daños y pérdidas por efectos de un desastre con motivo de un fenómeno natural o antropogénico.

Atlas Estatal o Municipales de Riesgos: Sistema de información integral sobre la descripción de la naturaleza y desarrollo de fenómenos perturbadores, del estudio de la vulnerabilidad y grado de exposición de un sistema afectable, que permiten establecer el nivel del riesgo esperado, resultado de un análisis científico con enfoque geográfico espacial temporal, que facilita a este sistema ser una herramienta técnica de apoyo para la toma de decisiones que permitan reforzar la reducción de riesgos de desastres, enfocada al establecimiento de políticas de desarrollo sustentables y sostenibles en el Estado o en un municipio.

Auxilio: Respuesta de ayuda a las personas en riesgo o las víctimas de un siniestro, emergencia o desastre por parte de grupos especializados públicos o privados, o por las unidades internas de protección civil, así como las acciones para salvaguardar a los demás agentes afectables.

Cambio Climático: Cambio en el clima atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos comparables.

CENAPRED: Al Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Desastre: Interrupción y alteración severa e intensa que trastorna el funcionamiento normal de una comunidad o sociedad, provocado por un evento físico destructor, determinado por condiciones de vulnerabilidad latentes en la sociedad, que puede causar importantes pérdidas de vidas humanas, materiales, económicas, productivas o ambientales, que amenaza las formas de subsistencia y desarrollo de un determinado territorio, comunidad, grupo de personas y ecosistemas (EIRD-OIT, 2009a).

Emergencia: Fase inmediata después del impacto de un evento adverso, caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, zona o región; y las condiciones mínimas necesarias para la supervivencia y funcionamiento de la unidad social afectada no se satisfacen. Constituye una fase o componente

de una condición de desastre, pero no es, per se, un desastre, ya que puede haber condiciones de emergencia sin un desastre (CEPREDENAC-PNUD, 2003).

Enfoque de Derechos: Compromiso por garantizar los derechos a todos los seres humanos, sin discriminación alguna, teniendo como principios la articulación con los estándares de derechos humanos, igualdad, no discriminación y atención a grupos en mayor situación de vulnerabilidad, rendición de cuentas, participación y empoderamiento (Naciones Unidas, 2003).

Mapa de Percepción de Riesgos: Es un gráfico, un croquis, o una maqueta, en donde se identifican y se ubican las zonas, así como las personas en situación de vulnerabilidad que podrían verse afectadas si ocurriera un evento adverso en un territorio (EIRD-OPS).

Mitigación: Medidas estructurales y no estructurales de intervención, emprendidas con anticipación a la ocurrencia de un fenómeno o evento potencialmente destructor, para reducir o eliminar al máximo el impacto adverso (riesgo), en las poblaciones, estructuras físicas, medios de subsistencia, sociedad y ambiente (EIRD-OIT, 2009a).

Preparación: Es el proceso de organización y planificación anticipada, con el fin de brindar una respuesta y rehabilitación oportuna y eficaz, posterior al impacto de un evento adverso, buscando reducir al mínimo la pérdida de vidas humanas, los bienes, servicios y medio ambiente (EIRD-OIT, 2009c).

Prevención: Son todas aquellas actividades, acciones y medidas (administrativas, legales, técnicas, organizativas, etc.), realizadas anticipadamente, con la intención de evitar que se presente un desastre, por medio de (i) la reducción de las vulnerabilidades existentes que nos hacen ser propensos a ser afectados por una amenaza, conocida también como gestión correctiva del riesgo o mitigación y de (ii) la consciente planeación de procesos de desarrollo con baja o nula vulnerabilidad, también llamada gestión prospectiva del riesgo (CEPREDENAC-PNUD, 2003), reduciendo así los riesgos de desastre.

Reconstrucción: Acciones relacionadas con volver a construir infraestructura y servicios, que debido a los daños que presentan, hacen inviable su rehabilitación. La reconstrucción se considera como una oportunidad para transformar la situación generadora del riesgo (y del desastre), es decir, reducir las vulnerabilidades previamente existentes y generar procesos de desarrollo más resilientes (EIRD-OIT, 2009a).

Recuperación: Proceso de restablecimiento de condiciones aceptables y sostenibles de vida mediante la rehabilitación, reparación o reconstrucción de la infraestructura, bienes y servicios destruidos, interrumpidos o deteriorados en el área afectada, y la reactivación o impulso del desarrollo económico y social de la comunidad (CEPREDENAC-PNUD, 2003).

Reducción de Riesgo de Desastre: Marco conceptual de elementos, metodologías, estrategias y enfoques que tienen la función de promover formas de desarrollo más sostenibles, resilientes y seguras, a través de la reducción y manejo de las condiciones de vulnerabilidad, para evitar o limitar el impacto adverso de fenómenos potencialmente peligrosos (EIRD-OIT, 2009a).

Rehabilitación: Medidas y acciones de carácter transitorio para restablecer los servicios vitales de funcionamiento e infraestructura básica, y mitigar los efectos de un desastre en una sociedad, de manera que pueda comenzar a funciona en el más corto plazo posible, buscando la forma de contribuir a los procesos de recuperación, reconstrucción y desarrollo (EIRD-OIT, 2009a).

Resiliencia: Capacidad para adaptarse a una situación adversa, resistiendo y/o cambiando su forma de vida, con el fin de alcanzar y mantener un nivel aceptable en su funcionamiento y estructura. Se determina por el grado en el cual un sistema es capaz de soportar un cambio, de autoorganizarse para incrementar su capacidad de aprendizaje sobre desastres pasados y de adaptarse a una nueva situación, con el fin de lograr una mayor protección futura y mejorar las medidas de reducción de riesgos de desastre (EIRD-OIT, 2009a).

Riesgo: Probabilidad de que se presenten consecuencias negativas o pérdidas como resultado de la interacción entre amenazas y condiciones de vulnerabilidad a las cuales está expuesto una población y sus bienes (EIRD-OIT, 2009a).

Vulnerabilidad: Es la suma de las condiciones de fragilidad - debilidad intrínseca (interna), que aumenta la susceptibilidad de ser afectada por una amenaza en específico. Representa también las condiciones que imposibilitan o dificultan la recuperación autónoma posterior, es decir, la falta de resiliencia (CEPREDENAC-PNUD, 2003). Puede ser causada por prácticas sociales y culturales locales, o bien por políticas públicas incorrectas. Los factores de vulnerabilidad se deben evaluar específicamente frente a cada amenaza.

Índice de tablas, mapas, gráficas e ilustraciones

Tablas

Tabla 1. Grado de peligro por fenómenos naturales en el municipio de San Melchor Betaza 13
Tabla 2. Grado de peligro por inundaciones en el municipio de San Melchor Betaza 13
Tabla 3. Grado de susceptibilidad por Inestabilidad de laderas en el municipio de San Melchor Betaza 13
Tabla 4. Grado de peligro por sismo en el municipio de San Melchor Betaza 14
Tabla 5. Declaratorias por desastre en el municipio de San Melchor Betaza 14
Tabla 6. Declaratorias por emergencia en el municipio de San Melchor Betaza 15
Tabla 7. Localidades del municipio de San Melchor Betaza 27
Tabla 8. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de San Melchor Betaza 31
Tabla 9. Proporción del territorio del municipio en las subprovincias fisiográficas 33
Tabla 10. Sistema de topoformas presente en el municipio de San Melchor Betaza 34
Tabla 11. Geología del municipio de San Melchor Betaza 36
Tabla 12. Relieve, clima y vegetación del municipio de San Melchor Betaza 37
Tabla 13. Características de los diferentes tipos de suelo presentes en el municipio de San Melchor Betaza 39
Tabla 14. Longitud de los afluentes con los que cuenta el municipio de San Melchor Betaza 40
Tabla 15. Descripción de las regiones hidrológicas presentes en el municipio de San Melchor Betaza 42
Tabla 16. Cuencas presentes en el municipio de San Melchor Betaza 43
Tabla 17. De los climas presentes en el municipio de San Melchor Betaza 45
Tabla 18. Superficie de San Melchor Betaza por rango de temperaturas (°C) medias anuales 47
Tabla 19. Superficie por rango de precipitación anual (mm) en el municipio de San Melchor Betaza 48
Tabla 20. Evapotranspiración (mm/año) en el municipio de San Melchor Betaza 50
Tabla 21. Vulnerabilidad ante el cambio climático del municipio de San Melchor Betaza 53
Tabla 22. Usos de suelo y vegetación en el municipio de San Melchor Betaza 53
Tabla 23. Población total del municipio de San Melchor Betaza 59
Tabla 24. Población del municipio de San Melchor Betaza por localidad 60
Tabla 25. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de San Melchor Betaza 60
Tabla 26. Población con alguna discapacidad en el municipio de San Melchor Betaza 63
Tabla 27. Población hablante de alguna lengua indígena por sexo y localidad del municipio de San Melchor Betaza. 64
Tabla 28. Distribución de habitantes con servicios de salud por localidad en el municipio de San Melchor Betaza 66
Tabla 29. Población Económicamente Activa (PEA) por localidad en el municipio de San Melchor Betaza 67
Tabla 30. Población económicamente activa, ocupada y desocupada, por localidad del municipio de San Melchor Betaza 68

Tabla 31. Unidades de producción agropecuarias en el municipio de San Melchor Betaza 70
Tabla 32. Producción pecuaria 2022 en el municipio de San Melchor Betaza 71
Tabla 33. Centralidades de las actividades económicas en el municipio de San Melchor Betaza 72
Tabla 34. Grado de vulnerabilidad social y resiliencia del municipio de San Melchor Betaza 74
Tabla 35. Índice y grado de rezago social del municipio de San Melchor Betaza 74
Tabla 36. Distribución de viviendas habitadas total y por localidad en el municipio de San Melchor Betaza 76
Tabla 37. Servicios dentro de la vivienda por localidad en el municipio de San Melchor Betaza 77
Tabla 38. Infraestructura de salud en las localidades del municipio de San Melchor Betaza 78
Tabla 39. Infraestructura educativa en el municipio de San Melchor Betaza 80
Tabla 40. Infraestructura educativa en el municipio de San Melchor Betaza 81
Tabla 41. Infraestructura de comunicaciones y transporte en el municipio de San Melchor Betaza 83
Tabla 42. Establecimientos de comercio de abarrotes en el municipio de San Melchor Betaza 85
Tabla 43. Cobertura de agua potable en el municipio de San Melchor Betaza 86
Tabla 44. Infraestructura estratégica institucional estatal del municipio de San Melchor Betaza 87
Tabla 45. Infraestructura estratégica institucional federal del municipio de San Melchor Betaza 87
Tabla 46. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes 93
Tabla 47. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes. 94
Tabla 48. Matrices para el cálculo de CI. 95
Tabla 49. Resultados de la multiplicación de las matrices comparación de la importancia relativa entre pares entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes y Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes. 96
Tabla 50. Datos resultantes entre la división del peso específico de cada parámetro y la suma de valores de la multiplicación entre las matrices de la Tabla 49 y 50. 96
Tabla 51. Índice aleatorio (RI) estandarizado 97
Tabla 52. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 97
Tabla 53. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles por Flujos 98
Tabla 54. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a flujos. 98
Tabla 55. Resultados de la multiplicación de las matrices de importancia relativa y el peso específico de zonas susceptibles a flujos. 99
Tabla 56. Resultados correspondientes a B/A. 99
Tabla 57. Índice aleatorio (RI) estandarizado 99
Tabla 58. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 100
Tabla 59. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles por deslizamientos 100
Tabla 60. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a deslizamientos. 101
Tabla 61. Resultados de la multiplicación de las matrices de importancia relativa y el peso específico de zonas susceptibles a deslizamientos. 101

Tabla 62. Datos requeridos para calcular el CI (índice de consistencia) 101
Tabla 63. Índice aleatorio (RI) estandarizado 102
Tabla 64. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 102
Tabla 65. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles para cálculo de caída de detritos 103
Tabla 66. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a caída de detritos 104
Tabla 67. Matrices para el cálculo de CI. 104
Tabla 68. Resultados de la multiplicación de las matrices. comparación de la importancia relativa entre pares entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles a caída de detritos y peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a caída de detritos 105
Tabla 69. Datos resultantes entre la división del peso específico de cada parámetro y la suma de valores de la multiplicación entre las matrices 105
Tabla 70. Índice aleatorio (RI) estandarizado 106
Tabla 71. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 106
Tabla 72. Grado de intensidad 109
Tabla 73. Escala de Intensidad de Mercalli Modificada Abreviada 130
Tabla 74. Resumen de los principales procesos geológicos capaces de provocar daños. 131
Tabla 75. Grado de aceleración sísmica en el municipio. 138
Tabla 76. Aceleración sísmica en el municipio para un periodo de retorno de 10 años. 138
Tabla 77. Aceleración sísmica en el municipio para un periodo de retorno de 100 años 139
Tabla 78. Aceleración sísmica en el municipio para un periodo de retorno de 1000 años. 140
Tabla 79. Matriz de comparación y pesos obtenidos para el cálculo de peligro/amenaza por inundaciones 154
Tabla 80. Estaciones consideradas para las interpolaciones de los fenómenos de tormentas eléctricas, las temperaturas máximas y mínima, las tormentas de granizo y las lluvias extremas 155
Tabla 81. Alturas de marea de tormenta (m) 159
Tabla 82. Alturas de marea de tormenta y pleamar a nivel municipal (m) 159
Tabla 83. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza por sequías 161
Tabla 84. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza de heladas 162
Tabla 85. Días con tormentas eléctricas 188
Tabla 86. Porcentaje de área con sequía 197
Tabla 87. Vulnerabilidad por altas temperaturas 200
Tabla 88. Umbrales de temperatura 201
Tabla 89. Carta de Temperaturas Medias Anuales 202
Tabla 90. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 209
Tabla 91. Efectos ambientales por Heladas 217
Tabla 92. Umbrales de temperatura 218
Tabla 93. Degradación de suelo 233
Tabla 94. Indicadores para el cálculo de Vulnerabilidad. 251
Tabla 95. Tabla. Obtención de promedios por rubro a nivel municipal 252

Tabla 96. Tabla. Obtención de promedios por rubro a nivel municipal 253
Tabla 97. Rangos para asignar a cada categoría de exposición en el municipio 259
Tabla 98. Resultados para la estimación del riesgo 262
Tabla 99. Resultados para la estimación del riesgo para los componentes de inestabilidad de laderas 262
Tabla 100. Riesgos por fenómenos geológicos en el municipio de San Melchor Betaza 263
Tabla 101. Riesgo por deslizamientos 264
Tabla 102. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años 265
Tabla 103. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años 267
Tabla 104. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años 268
Tabla 105. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años 269
Tabla 106. Riesgo por derrumbes 270
Tabla 107. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años 272
Tabla 108. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años 273
Tabla 109. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años 274
Tabla 110. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años 276
Tabla 111. Riesgo por caída de detritos 277
Tabla 112. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años 278
Tabla 113. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años 279
Tabla 114. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años 281
Tabla 115. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 50 años 282
Tabla 116. Riesgo por flujos 283
Tabla 117. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 5 años 284
Tabla 118. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años 286
Tabla 119. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 20 años 287
Tabla 120. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 50 años 289
Tabla 121. Riesgos por aceleración sísmica en el municipio de San Melchor Betaza 290
Tabla 122. Riesgo por aceleración sísmica 290
Tabla 123. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 10 años 292
Tabla 124. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 100 años 293
Tabla 125. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 1000 años 294
Tabla 126. Riesgos por hundimientos y agrietamientos en el municipio de San Melchor Betaza 295
Tabla 127. Riesgo por hundimiento del suelo en el municipio 295
Tabla 128. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio 296
Tabla 129. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio 298
Tabla 130. Riesgos por fenómenos hidrometereológicos en el municipio 299
Tabla 131. Riesgo por inundaciones pluviales en el municipio 301
Tabla 132. Riesgo por precipitación máxima en el municipio 302
Tabla 133. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 24 horas en el municipio 303
Tabla 134. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 2 años en el municipio 304

Tabla 135. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 5 años en el municipio 305
Tabla 136. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 10 años en el municipio 307
Tabla 137. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 25 años en el municipio 308
Tabla 138. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 50 años en el municipio 309
Tabla 139. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio 311
Tabla 140. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 313
Tabla 141. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 314
Tabla 142. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 315
Tabla 143. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 316
Tabla 144. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 317
Tabla 145. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 319
Tabla 146. Riesgo por heladas 320
Tabla 147. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 321
Tabla 148. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 323
Tabla 149. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 324
Tabla 150. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 325
Tabla 151. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 327
Tabla 152. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 328
Tabla 153. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 331
Tabla 154. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 332
Tabla 155. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 333
Tabla 156. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 335
Tabla 157. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 336
Tabla 158. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 337
Tabla 159. Riesgo por nevadas en el municipio 338
Tabla 160. Riesgo por temperaturas máximas 340
Tabla 161. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 342
Tabla 162. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 343
Tabla 163. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 344
Tabla 164. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 346
Tabla 165. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 347
Tabla 166. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 348
Tabla 167. Riesgo por sequías en el municipio 349
Tabla 168. Riesgo por tornados en el municipio 351
Tabla 169. Riesgos por fenómenos químico-tecnológico en el municipio 352
Tabla 170. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio 353
Tabla 171. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio 354
Tabla 172. Riesgo por incendios forestales en el municipio 355
Tabla 173. Riesgos por fenómenos sanitario-ecológicos en el municipio 356

Tabla 174. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio....357
Tabla 175. Riesgo por plaga de *Xyleborus* en el municipio....359
Tabla 176. Riesgo por plaga de *Sphaeropsis* en el municipio....360
Tabla 177. Riesgo por plaga de *Ocoaxo* en el municipio....361
Tabla 178. Riesgo por plaga de *Euplatypus Coptoborus* en el municipio....362
Tabla 179. Riesgo por plaga de *Euwallacea* en el municipio....363
Tabla 180. Riesgo por plaga de *Descortezador* en el municipio....364
Tabla 181. Riesgo por plaga de *Defoliador* en el municipio....365
Tabla 182. Riesgos en el municipio....366
Tabla 183. Riesgo por ocurrencia de accidentes en el municipio....366
Tabla 184. Resumen del nivel de riesgos de los fenómenos perturbadores que amenazan al municipio....373
Tabla 185. Principales riesgos que amenazan al municipio....376
Tabla 186. Análisis de las medidas, instrumentos y acciones específicas que podría implementar el municipio para la Reducción de Riesgos de Desastres....378
Tabla 187. Cronología de eventos peligrosos....384
Tabla 188. Amenazas y vulnerabilidades identificadas por la población....387
Tabla 189. Valoración y priorización de las amenazas....388
Tabla 190. Amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población389
Tabla 191. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio....394
Tabla 192. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio....397
Tabla 193. Resultados del cálculo del Nivel de Riesgo....399
Tabla 194. Peligros, amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población....402

Mapas

Mapa 1. Macrolocalización del municipio de San Melchor Betaza....25
Mapa 2. Microlocalización del municipio de San Melchor Betaza....26
Mapa 3. Mapa Base del municipio San Melchor Betaza....29
Mapa 4. Provincias fisiográficas del municipio de San Melchor Betaza....32
Mapa 5. Subprovincias fisiográficas del municipio de San Melchor Betaza....33
Mapa 6. Topoformas presentes en el municipio San Melchor Betaza....35
Mapa 7. Geología (litología) en el municipio de San Melchor Betaza....37
Mapa 8. Relieve del municipio de San Melchor Betaza....38
Mapa 9. Edafología presente en el municipio de San Melchor Betaza....40
Mapa 10. Tipo de corriente en el municipio de San Melchor Betaza....42
Mapa 11. Regiones hidrológicas presentes en el municipio de San Melchor Betaza....42
Mapa 12. Cuencas presentes en el municipio de San Melchor Betaza....44
Mapa 13. Clima presente en el municipio de San Melchor Betaza....46
Mapa 14. Temperatura media anual presente en el municipio de San Melchor Betaza....48

Mapa 15. Precipitación media anual presente en el municipio de San Melchor Betaza....50
Mapa 16. Evapotranspiración medial anual presente en el municipio de San Melchor Betaza....52
Mapa 17. Uso de suelo y vegetación en el municipio de San Melchor Betaza....55
Mapa 18. Uso de suelo de agricultura y pastizales en el municipio de San Melchor Betaza....56
Mapa 19. Mapa de localización de los tipos de vegetación en el municipio de San Melchor Betaza....57
Mapa 20. Asentamientos humanos por tamaño de localidad de San Melchor Betaza....62
Mapa 21. Centralidades de actividades primarias, secundarias y terciarias del municipio de San Melchor Betaza....73
Mapa 22. Índice de marginación en el municipio de San Melchor Betaza....75
Mapa 23. Infraestructura de salud en el municipio de San Melchor Betaza....79
Mapa 24. Infraestructura de educación en el municipio de San Melchor Betaza....81
Mapa 25. Infraestructura para el entretenimiento en el municipio de San Melchor Betaza....82
Mapa 26. Infraestructura de comunicaciones (vialidades y puentes) en el municipio de San Melchor Betaza....84
Mapa 27. Infraestructura de para la seguridad alimentaria en el municipio de San Melchor Betaza....86
Mapa 28. Infraestructura institucional del municipio de San Melchor Betaza....88
Mapa 29. Infraestructura eléctrica del municipio de San Melchor Betaza....89
Mapa 30. Susceptibilidad por deslizamientos en el municipio San Melchor Betaza....108
Mapa 31. Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años....110
Mapa 32. Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años....112
Mapa 33. Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años....112
Mapa 34. Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años....113
Mapa 35. Susceptibilidad por derrumbes en San Melchor Betaza....116
Mapa 36. Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años....117
Mapa 37. Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años....118
Mapa 38. Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años....119
Mapa 39. Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años....120
Mapa 40. Susceptibilidad por caída de detritos....121
Mapa 41. Susceptibilidad de derrumbes....122
Mapa 42. . Susceptibilidad por flujos....124
Mapa 43. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 5 años....125
Mapa 44. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 10 años....126
Mapa 45. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 20 años....127
Mapa 46. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 50 años....128
Mapa 47. Regionalización sísmica del estado de Oaxaca.....132
Mapa 48. Regionalización Sismo tectónica....133
Mapa 49. Distribución de sismos en el municipio San Melchor Betaza....135
Mapa 50. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 10 años (CFE, 2010)....136
Mapa 51. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 100 años (CFE, 2010)....137
Mapa 52. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 500 años (CFE, 2010)....137

Mapa 53. Períodos de retorno para aceleraciones del 0.15 de g o mayores (CFE, 2010), la escala de lado derecho tiene valores en años. 138
Mapa 54. Aceleración sísmica en el municipio para un periodo de retorno de 10 años. 139
Mapa 55. Áreas costeras susceptibles de afectación por tsunamis generados localmente o a distancia hasta miles de metros. 141
Mapa 56. Áreas costeras susceptibles de afectación por tsunamis generados localmente o a distancia hasta miles de kilómetros. 142
Mapa 57. Amenaza por vulcanismo 144
Mapa 58. Susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas en el municipio 149
Mapa 59. Susceptibilidad por subsidencia en el municipio 151
Mapa 60. Mapa de susceptibilidad por agrietamientos 152
Mapa 61. Amenaza por inundaciones pluviales en el municipio 164
Mapa 62. Amenaza por precipitación máxima 166
Mapa 63. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 24 horas 167
Mapa 64. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 168
Mapa 65. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 169
Mapa 66. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 170
Mapa 67. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 171
Mapa 68. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 172
Mapa 69. Días con Granizo 174
Mapa 70. Grado de peligro por granizo 175
Mapa 71. Amenaza por días con granizo en el municipio 176
Mapa 72. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 2 años 177
Mapa 73. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 10 años 178
Mapa 74. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 10 años 179
Mapa 75. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 25 años 181
Mapa 76. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 50 años 182
Mapa 77. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 100 años. 183
Mapa 78. Grado de peligro por nevadas 185
Mapa 79. Amenaza por nevadas en el municipio 186
Mapa 80. Grado de peligro por tormentas eléctricas 188
Mapa 81. Amenaza por tormentas eléctricas en el municipio 189
Mapa 82. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 2 años. 190
Mapa 83. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 5 años. 191
Mapa 84. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 10 años 192
Mapa 85. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 25 años 194
Mapa 86. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 50 años 195
Mapa 87. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 100 años. 196
Mapa 88. Monitoreo de Sequía en México 198
Mapa 89. Amenaza peligro por sequía 199

Mapa 90. Ondas cálidas 201
Mapa 91. Temperaturas máximas 202
Mapa 92. Amenaza peligro por temperaturas máximas en el municipio 203
Mapa 93. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 204
Mapa 94. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 205
Mapa 95. Amenaza peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 206
Mapa 96. Amenaza peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 207
Mapa 97. Amenaza peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 208
Mapa 98. Ondas Gélidas 210
Mapa 99. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 211
Mapa 100. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 212
Mapa 101. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 213
Mapa 102. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 214
Mapa 103. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 215
Mapa 104. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 216
Mapa 105. Peligro por bajas temperaturas 218
Mapa 106. Susceptibilidad por heladas en el municipio 219
Mapa 107. Amenaza por presencia de tornados en el municipio 220
Mapa 108. Amenaza por nube tóxica (gasolineras) 222
Mapa 109. Amenaza por alberca de fuego (gasolineras) 223
Mapa 110. Peligro meteorológico para incendio 224
Mapa 111. Amenaza susceptibilidad por incendios forestales 225
Mapa 112. Amenaza por contaminación del agua 228
Mapa 113. Amenaza por contaminación del aire por fuentes móviles y fijas 230
Mapa 114. Amenaza por contaminación del aire 231
Mapa 115. Amenaza por plagas (Áreas de atención prioritaria) 234
Mapa 116. Amenaza por plagas forestales (Enfermedades en cultivos) 235
Mapa 117. Amenaza por plagas forestales (Sphaeropsis) 236
Mapa 118. Amenaza por plagas forestales (Xyleborus) 237
Mapa 119. Amenaza por plagas forestales (Coptotermes gestroi) 238
Mapa 120. Amenaza por plagas forestales (Defoliador) 239
Mapa 121. Amenaza por plagas forestales (Descortezador) 240
Mapa 122. Amenaza por plagas forestales (Euplatypus Coptoborus) 241

Mapa 123. Amenaza por plagas forestales (Euwallacea) 242
Mapa 124. Amenaza por plagas forestales (Ocoaxo) 243
Mapa 125. Amenaza por plagas forestales (plantas parásitas) 244
Mapa 126. Amenaza por plagas forestales (*coptotermes gestroi*) 245
Mapa 127. Amenaza en recintos por concentraciones masivas de población 248
Mapa 128. Intensidad de afectación en carreteras 249
Mapa 129. Vulnerabilidad social en el municipio 256
Mapa 130. Vulnerabilidad social localidades rurales 257
Mapa 131. Vulnerabilidad social localidades urbanas 258
Mapa 132. Grado de exposición del municipio 260
Mapa 133. Riesgo por deslizamientos 264
Mapa 134. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años 266
Mapa 135. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años 267
Mapa 136. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años 268
Mapa 137. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años 270
Mapa 138. Riesgo por derrumbes 271
Mapa 139. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años 272
Mapa 140. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años 273
Mapa 141. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años 275
Mapa 142. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años 276
Mapa 143. Riesgo por caída de detritos 277
Mapa 144. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años 278
Mapa 145. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años 280
Mapa 146. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años 281
Mapa 147. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 50 años 282
Mapa 148. Riesgo por flujos 283
Mapa 149. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 5 años 285
Mapa 150. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años 286
Mapa 151. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 20 años 288
Mapa 152. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 50 años 289
Mapa 153. Riesgo por aceleración sísmica 291
Mapa 154. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 10 años 292
Mapa 155. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 100 años 293
Mapa 156. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 1000 años 294
Mapa 157. Riesgo por hundimiento del suelo en el municipio 296
Mapa 158. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio 297
Mapa 159. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio 298
Mapa 160. Riesgo por inundaciones pluviales en el municipio 301
Mapa 161. Riesgo por precipitación máxima en el municipio 302

Mapa 162. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 24 horas en el municipio 303
Mapa 163. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 2 años en el municipio 304
Mapa 164. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 5 años en el municipio 306
Mapa 165. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 10 años en el municipio 307
Mapa 166. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 25 años en el municipio 308
Mapa 167. Riesgo por precipitación máxima para un periodo de retorno por 50 años en el municipio 310
Mapa 168. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio 311
Mapa 169. Riesgo por tormentas eléctricas 312
Mapa 170. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 313
Mapa 171. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 314
Mapa 172. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 315
Mapa 173. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 316
Mapa 174. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 318
Mapa 175. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 319
Mapa 176. Riesgo por heladas en el municipio 320
Mapa 177. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 322
Mapa 178. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 323
Mapa 179. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 324
Mapa 180. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 326
Mapa 181. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 327
Mapa 182. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 329
Mapa 183. Riesgo por tormentas de granizo en el municipio 330
Mapa 184. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 331
Mapa 185. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 332
Mapa 186. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 334
Mapa 187. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 335
Mapa 188. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 336
Mapa 189. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 337
Mapa 190. Riesgo por nevadas en el municipio 338
Mapa 191. Riesgo por temperaturas máximas en el municipio 341
Mapa 192. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 342
Mapa 193. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 343
Mapa 194. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 345
Mapa 195. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 346
Mapa 196. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 347
Mapa 197. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 349
Mapa 198. Riesgo por sequías en el municipio 350
Mapa 199. Riesgo por tornados en el municipio 351
Mapa 200. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio 353

Mapa 201. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio 354
Mapa 202. Riesgo por incendios forestales en el municipio 355
Mapa 203. Riesgo por contaminación del agua en el municipio 357
Mapa 204. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio 358
Mapa 205. Riesgo por plaga *Xyleborus* en el municipio 359
Mapa 206. Riesgo por plaga *Sphaeropsis* en el municipio 360
Mapa 207. Riesgo por plaga de *Ocoaxo* en el municipio 361
Mapa 208. Riesgo por plaga Euplatypus Coptoborus en el municipio 362
Mapa 209. Riesgo por plaga *Euwallacea* en el municipio 363
Mapa 210. Riesgo por plaga *Descortezador* en el municipio 364
Mapa 211. Riesgo por plaga *Defoliador* en el municipio 365
Mapa 212. Riesgo por ocurrencia de accidentes en el municipio 366

Gráficas

Gráfica 1. Geología (litología) del municipio de San Melchor Betaza 36
Gráfica 2. Edafología del municipio de San Melchor Betaza 39
Gráfica 3. Distancia por tipo de corriente en el municipio de San Melchor Betaza 41
Gráfica 4. Temperatura del municipio de San Melchor Betaza 47
Gráfica 5. Precipitación del municipio de San Melchor Betaza 49
Gráfica 6. Evapotranspiración del municipio de San Melchor Betaza 51
Gráfica 7. Usos del suelo y vegetación del municipio de San Melchor Betaza 54
Gráfica 8. Población del municipio de San Melchor Betaza 59
Gráfica 9. Distribución de la población por rango de edad del municipio de San Melchor Betaza 61
Gráfica 10. Distribución de la población con discapacidad del municipio de San Melchor Betaza 63
Gráfica 11. Distribución de la población femenina y masculina que habla alguna lengua indígena en el municipio de San Melchor Betaza 64
Gráfica 12. Distribución de la población con servicios de salud en el municipio de San Melchor Betaza 66
Gráfica 13. Población Económicamente Activa en el municipio de San Melchor Betaza 68
Gráfica 14. Superficie sembrada y cosechada por tipo de cultivo en San Melchor Betaza 71
Gráfica 15. Vivienda en el municipio de San Melchor Betaza 76
Gráfica 16. Servicios dentro de la vivienda en el municipio de San Melchor Betaza 78
Gráfica 17. Distancia por tipo de vialidad en el municipio de San Melchor Betaza 83

Ilustraciones

Imagen 1. Esquema Metodológico del Atlas de Riesgo 18
Imagen 2. Mecanismo potencial de Falla de Deslizamiento Rotacional (A) y Mecanismo Potencial de Falla de Deslizamiento Traslacional (B). 107
Imagen 3. Mecanismo potencial de Falla Volteo (A) y Mecanismo Potencial de Falla caída o desprendimiento (B). 115

Imagen 4. Mecanismo potencial de Flujos 123
Imagen 5. Elementos por considerar en el mapeo de fracturas y fallas 147
Imagen 6. Zona de restricción para uso de suelo en fallas o grietas. 147
Imagen 7. Etapas de la Gestión Integral de Riesgos de Desastres 369
Imagen 8. Estrategias para la Gestión de Riesgos de Desastres 370
Imagen 9. Clasificación de la medidas e instrumentos de mitigación 371
Imagen 10. Línea de tiempo de impacto de eventos perturbadores 383
Imagen 11. Herramienta para priorización y escala de valoración para la amenaza 388
Imagen 12. Herramienta para el análisis de peligros 390
Imagen 13. Criterios de evaluación de los factores de peligros 391
Imagen 14. Matriz de Peligro para realizar el cruce de frecuencia e intensidad para determinar el valor final de cada peligro 392
Imagen 15. Criterios para determinar el valor final del peligro 392
Imagen 16. Análisis de Vulnerabilidades 395
Imagen 17. Ejemplo de valores para la valoración de las Vulnerabilidades 396
Imagen 18. Criterios para determinar el valor final de vulnerabilidad 396
Imagen 19. Criterios para determinar el valor final del Riesgo 398
Imagen 20. Matriz de Riesgo para realizar el cruce del nivel de peligro y del nivel de vulnerabilidad para determinar el valor final del Riesgo 398
Imagen 21. Fases del ciclo de gestión del riesgo que se atienden en este Instrumento 400
Imagen 22. Mapeo de acciones para la reducción del riesgo que se atienden en este Instrumento 401

Bibliografía

Banco Mundial, 2021. Preparar los sistemas sanitarios para las crisis. Recuperado el 29 de febrero de 2024 de: https://bancomundial.org/es/news/feature/2021/04/13/frontline-preparing-healthcare-systems-for-shocks#:~:text=Como%20parte%20de%20un%20programa%

Cámara de Diputados del Honorable Congreso De La Unión, 2021. Ley General De Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial Y Desarrollo Urbano, Estados Unidos Mexicanos: Diario Oficial de la Federación.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2007. Ciclones Tropicales. Ciudad de México, México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Servicio Meteorológico Nacional (SMS), 2024. Monitor de Sequía en México, México, Recuperado el 15 de enero de 2024, de: https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), 2020. Entidades Federativas, Estadísticas de pobreza en Oaxaca. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Oaxaca/Paginas/principal.aspx

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), 2020. Medición de la Pobreza, Índice de Rezago Social, Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2020.aspx#:~:text=%C3%8DNDICE%20DE%20REZA%E2%80%8BG%E2%80%8BO%20SOCIAL&text=Es%20una%20medida%20en%20la,de%20activos%20en%20el%20hogar.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), 2020. Medición de la Pobreza, Pobreza a nivel Municipio 2010-2020. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx

Consejo Nacional de Población (CONAPO), 2021. Índices de marginación 2020 Recuperado el 28 de febrero de 2024 de:

https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372

Convención Discapacidad (CONV.DISC.), 2023. Vulnerables e invisibles, las personas con discapacidad frente al cambio climático. Madrid. Recuperado el 29 de febrero de 2024 de: http://www.convenciondiscapacidad.es/2023/10/30/vulnerables-e-invisibles-las-personas-con-discapacidad-frente-al-cambio-climatico

Diario Oficial de la Federación (04/10/2002), *DECLARATORIA de Desastre Natural para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), por los daños provocados por la sequía atípica e impredecible que afectó a diversos municipios del Estado de Oaxaca.* De https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=719162&fecha=04/10/2002#gsc.tab=0

Diario Oficial de la Federación (10/11/2000), *DECLARATORIA de Emergencia para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), por la presencia de la tormenta tropical Rosa del Océano Pacífico y sus posibles efectos en diversos municipios del Estado de Oaxaca.* De https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2063428&fecha=10/11/2000#gsc.tab=0

DIGEPO, SMO e INEGI, 2024. Atlas de Género Oaxaca, San Francisco Logueche [Plataforma Digital]. Recuperado el 29 de febrero de 2024 de: https://atlasdegenero.oaxaca.gob.mx/poblacion.html

Dirección General de Información en Salud (DGIS), 2024. Catálogo Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES). Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/clues_gobmx.html

Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Oaxaca (2016). El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, Oaxaca: Periódico Oficial.

Instituto Estatal Electoral y de Participación Ciudadana de Oaxaca (IEEPCO), 2023. Cartografía Electoral, Recuperado el 15 de enero de 2024, de: https://www.ieepco.org.mx/cartografia-electoral

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2015. Encuesta Intercensal. Atlas de Género. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: https://gaia.inegi.org.mx/atlas_genero/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020. Panorama sociodemográfico de México. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020. Principales resultados por AGEB Y manzana urbana 2020. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=10

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2023. Demografía y Sociedad, Mortalidad. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: Recuperado el 28 de febrero de 2024 de://www.inegi.org.mx/temas/mortalidad/#tabulados

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2023. Mujeres y Hombres en México 2021-2022 [Archivo PDF]. México. (7): 190.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020. Sistema de consulta, México: Recuperado el 15 de enero de 2024, de https://www.inegi.org.mx/app/mapas/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2024. Sistema de consulta, México: Recuperado el 15 de enero de 2024, de https://www.inegi.org.mx/app/mapas/

Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU), 2018. Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2018, México: Dirección General de Ordenamiento Territorial y de Atención a Zonas de Riesgo.

Secretaría de Bienestar (2021). Oaxaca Informes anuales sobre la situación de pobreza y rezago social 2021. Recuperado el 29 de febrero de 2024 de: https://www.gob.mx/bienestar/documentos/oaxaca-informes-anuales-sobre-la-situacion-de-pobreza-y-rezago-social-2021

Secretaría de Economía (SE), 2024) Data México, San Francisco Logueche. Recuperado el 29 de febrero de 2024 de: https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/san-francisco-logueche

Secretaría de Economía (SE), 2020. Data México, México: Secretaría de Economía Recuperado el 15 de enero de 2024, de: https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/san-francisco-logueche#population-and-housing

Secretaría de finanzas Oaxaca (SEFIN), 2011. Plan Municipal de Desarrollo 2011- 2013 San Francisco Logueche, Oaxaca, México: Recuperado el 15 de enero de 2024, de: https://finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/inversion_publica/pmds/11_13/146.pdf

Secretaría de Gobernación. (SEGOB), 2002. Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales. Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 15 de enero de 2024, de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=719162&fecha=04/10/2002#gsc.tab=0

Secretaría de Gobernación. (SEGOB), 2012. Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales. Recuperado el 15 de enero de 2024, de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5256876&fecha=29/06/2012#gsc.tab=0

Secretaría de Gobernación (SEGOB), 2020. Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad, Gobierno de México. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/indicadores-municipales.html

Secretaría de Gobernación. (SEGOB), 2013. Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales. Recuperado el 15 de enero de 2024, de: https://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5317443&fecha=09/10/2013#gsc.tab=0

Secretaría de Gobernación. (SEGOB), 2017. Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales. Recuperado el 15 de enero de 2024, de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5486296&fecha=12/06/2017#gsc.tab=0

Servicio Sismológico Nacional (SSN), 2024. Catálogo de Sismos. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Recuperado el 15 de enero de 2024, de: http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/#

Sistema de Información para la Planeación del Desarrollo de Oaxaca (SISPLADE), 2020. Plan Municipal de Desarrollo 2020 - 2022 San Francisco Logueche, Oaxaca, México: Recuperado el 15 de enero de 2024, de: http://sisplade.oaxaca.gob.mx/bm_sim_services/PlanesMunicipales/2020_2022_/146.pdf

Sistema de Información para la Planeación del Desarrollo de Oaxaca (SISPLADE), 2023. Ficha Técnica 2023, Oaxaca, México: Recuperado el 15 de enero de 2024, de: http://sisplade.oaxaca.gob.mx/sisplade/fichasinplan/2023/FT361.pdf

Sistema de Información y Gestión Educativa, (2022). Consulta de Escuelas. Gobierno de México. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: https://www.siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html

Sistema de Información y Gestión Educativa, (2022). Consulta de Escuelas. Gobierno de México. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de: https://www.siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html

UNFPA, UNISDR y ONU (2012) hábitat, vínculos entre las dinámicas demográficas, los procesos de urbanización y los riesgos de desastres, una visión regional de América Latina [Archivo PDF]. Recuperado el 29 de febrero de 2024 de: https://www.unisdr.org/files/31104_doc18918contenido.pdf