ATLAS DE GESTIÓN DE RIESGOS

SANTIAGO ATITLÁN

MARZO 2024

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 7
I.1 Introducción 7
I.2 Antecedentes 9
I.3 Justificación 17
I.3.1 Eventos perturbadores y Declaratorias 17
I.4 Objetivos 22
I.4.1 Objetivo general 22
I.4.2 Objetivos particulares 22
I.5 Metodología general 22
I.6 Marco legal 26
I.6.1 Ámbito internacional 26
I.6.2 Leyes federales 26
I.6.3 Leyes estatales 27
I.6.4 Normas municipales 29
Capítulo II. Determinación de la zona de estudio 30
II.1 Ubicación y Colindancias 30
II.2 Superficie, localidades y población 31
II.3 Mapa Base (topográfico) 32
II.4 Modelo Digital de Elevación 34
Capítulo III. Caracterización de los elementos del medio natural 35
III.1 Fisiografía 35
III.1.1 Provincia fisiográfica 35
III.1.1.1 Subprovincia fisiográfica 37
III.2 Geomorfología 38
III.3 Geología 40
III.3.1 Relieve 41
III.3.2 Fallas y fracturas 42
III.4 Edafología 43
III.5 Hidrografía 45
III.5.1 Cuencas, subcuencas y microcuencas 48
III.6 Clima 49

III.6.1. Temperatura 50
III.6.2 Precipitación 52
III.6.3 Evapotranspiración 53
III.6.4. Vulnerabilidad ante el cambio climático 54
III.7. Uso de suelo y vegetación 55
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 64
IV.2.1 Población con discapacidad 64
IV.2.2 Lenguas indígenas 66
IV.2.3 Servicios de salud 68
IV.3 Empleos e ingresos 69
IV.3.1 Población económicamente activa (PEA) 69
IV.3.2 Sectores productivos 72
IV.3.2.1 Sector primario 73
IV.3.2.2 Sectores secundario y terciario 75
IV.3.2.3. Centralidades económicas 75
IV.4 Pobreza y marginación 77
IV.4.1 Pobreza 77
IV.4.2 Marginación 77
IV.5 Inventario de bienes expuestos 78
IV.5.1 Viviendas y edificaciones 78
IV.5.2 Infraestructura para la salud 81
IV.5.3 Infraestructura educativa 82
IV.5.4 Infraestructura de entretenimiento 85
IV.5.5 Bienes inmuebles 86
Capítulo V. Identificación de peligros, vulnerabilidad, exposición y riesgos ante fenómenos de origen natural y antropogénicos 91
V.1 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos geológicos 91
V.1.1 Inestabilidad de Laderas 93
V.1.2 Sismo 131

V.1.3 Tsunami * 134
V.1.4 Vulcanismo 134
V.1.5 Hundimientos (Subsidencia) y agrietamiento del terreno 135
V.2 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos hidrometereológicos 141
V.2.1 Inundaciones pluviales 151
V.2.2 Inundaciones fluviales * 159
V.2.3 Inundaciones costeras * 160
V.2.4 Inundaciones lacustres * 160
V.2.5 Tormentas de granizo 160
V.2.6 Nevadas 168
V.2.7 Tormentas eléctricas 169
V.2.8 Sequías 177
V.2.9 Ondas cálidas 179
V.2.10 Ondas gélidas 187
V.2.12 Tornados 195
V.3 Peligros, susceptibilidad y amenazas por fenómenos químico-tecnológicos 197
V.3.1 Sustancias peligrosas 200
V.3.2 Incendios forestales 200
V.4 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos sanitario-ecológicos 203
V.4.1 Contaminación del suelo, aire y agua 203
V.4.2 Epidemias y plagas 205
V.5 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos socio-organizativos 214
V.5.1 Concentración masiva de población 216
V.5.2 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica 217
V.6. Vulnerabilidad social 218
V.6.1 Vulnerabilidad Social del Municipio 222
V.7 Grado de exposición del Municipio 227
V.8 Riesgos por fenómenos geológicos 229
V.8.1 Inestabilidad de Laderas 230
V.8.2 Peligro por Sismicidad 253
V.8.3 Tsunami * 258
V.8.4 Hundimientos (Subsidencia) y agrietamiento del terreno 258
V.9 Riesgos por Fenómenos Hidrometereológicos 261

V.9.1 Inundaciones Pluviales 261
V.9.2 Inundaciones fluviales * 271
V.9.3 Inundaciones lacustres * 271
V.9.4 Ciclones tropicales 271
V.9.5 Tormentas eléctricas 273
V.9.6 Ondas gélidas 281
V.9.7 Ondas cálidas 297
V.9.8 Sequías 307
V.9.9 Tornados * 308
V.10 Riesgos por fenómenos químico-tecnológicos 308
V.10.1 Sustancias peligrosas 308
V.10.2 Incendios forestales 312
V.11 Riesgos por fenómenos sanitario-ecológicos 313
V.11.1 Contaminación del suelo, aire y agua 313
V.11.2 Epidemias y plagas 314
V.12 Riesgos por fenómenos socio-organizativos 323
V.12.1 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica 323
Capítulo VI. Gestión de Riesgos de Desastres 325
VI.1 Enfoque para la Reducción de Riesgos de Desastres 327
VI.2 Análisis de los principales riesgos identificados cartográficamente. 329
VI.2.1 Nivel de Riesgos identificados cartográficamente 329
VI.3 Análisis de la percepción del nivel de riesgo de la población 333
VI.3.1 Actores relevantes del municipio que participaron en el análisis de percepción del riesgo 333
VI.3.2 Memoria histórica de eventos adversos que han impactado al territorio 337
VI.3.3 Identificación y priorización de amenazas y vulnerabilidades en el municipio 338
VI.3.4 Definición de posibles acciones a implementar para la Reducción de Riesgos en el municipio 339
VI.3.5 Análisis de la percepción del grado de peligro 341
VI.2.6 Análisis de la percepción del grado de vulnerabilidad 346
VI.3.7 Análisis de la percepción del grado de Riesgo 350
VI.3.7 Acciones para Gestionar y Reducir el Riesgo de Desastres 352
VI.4 Conclusiones y recomendaciones 356
VI.4.1 Conclusiones 356

VI.4.2 Recomendaciones de vulnerabilidades, problemáticas y riesgos que es importante retomar para el Ordenamiento Territorial y Urbano 357

VI.4.3 Recomendaciones de proyectos y estudios que se requieren para mejorar el conocimiento del territorio 358

Glosario 359

Índice de tablas, mapas, gráficas e ilustraciones 362

Bibliografía 379

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. Además, al final se encuentra un apartado que se enfoca en un glosario de términos empleados y otro 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

En el presente apartado se presenta una breve reseña del municipio y se comprende, con base en el análisis y apreciación de su historia y cultura, de su forma de organizar la vida política y comunitaria del territorio y sus medios de producción y subsistencia, así como la infraestructura, contrastándolos con los fenómenos perturbadores sufridos que en las últimas dos décadas impactaron el municipio y sus declaratorias de los desastres con la forma en que se han autorregulado para afrontar y generar mayor resiliencia colectiva y territorial ante ellos. También se describirán algunos antecedentes de la planeación urbana y el marco jurídico.

Cultura y Patrimonio

El nombre del municipio deriva del apóstol Santiago, reconocido Santo Patrón del pueblo y de Atitlán denominación náhuatl se compone de *atl* "agua" y de *titlan* "entre" que significa “entre el agua”. Nadie parece recordar el nombre asignado en mixe a los asentamientos precedentes al dominio azteca, como tampoco se tiene memoria de los momentos fundacionales y evolutivos más remotos.

A Santiago Atitlán se le otorga la categoría de municipio en el año de 1700 y su escudo representa la esfinge del Rey Condoy, rey legendario de los mixes. Antiguamente fue conocido con el nombre de *Nobaam*, cuya traducción es "A la orilla del agua". En 1704 le fueron expedidos sus títulos de propiedad por el gobierno colonial y en 1825 Atitlán pertenece al partido de Choápam. En 1844 se registra como Santiago Atitlán, cabecera de parroquia de la fracción de Villa Alta y en 1858 Santiago Atitlán pertenece al distrito de Choápam. En 1891 Santiago Atitlán es ayuntamiento del distrito de Choápam y en 1938 Santiago Atitlán se segrega del distrito de Choápam y al distrito Mixe. Sus pobladores conservan costumbres y tradiciones arraigadas y venidas desde la antigüedad de la cultura mixe.

Los problemas más fuertes que han enfrentado el municipio y el núcleo agrario de Santiago Atitlán conciernen a la lucha por la defensa del territorio. En 1938, fue atacado sorpresivamente por el pueblo vecino de Santa María Tlahuitoltepec con armas de fuego, originando una matanza colectiva por problemas de tenencia de la tierra, pese a ya existir la Resolución Presidencial para Atitlán. Como resultado, el municipio perdió la mayor parte del territorio que poseyó hasta entonces.

En 1947 pierde otra parte de sus tierras, mientras continúa por las vías legales la gestión para el reconocimiento del patrimonio territorial con los cambios en su configuración. Veinte años después (1967), tampoco se respetó la resolución presidencial y solo se pudo ejecutar en 1977 con la aceptación de algunos de los pueblos colindantes. Es hasta el año de 1992 en que se dirime el último conflicto con la comunidad de Tamazulápam y Atitlán queda en posesión pacifica de su actual territorio.

La distancia a la capital del estado es de aproximadamente 145 km y el acceso se logra a través de 32 km de camino para entroncar con la carretera Mitla-Zacatepec. Este camino, aunque presenta tramos con problemas de deslaves, encharcamientos y cárcavas, generalmente se encuentra transitable durante todo el año, debido al mantenimiento que le realiza la propia comunidad. La diferencia la hacen los casos de las lluvias torrenciales, con daños que rebasan a la fuerza local.

La religión predominante en el municipio es la católica, con el 80% de la población orientada a esta religión. Sin embargo, existe un gran número de personas que profesan religiones como la sabática, la evangelista, el pentecostés y la cristiana, entre otras. Esta diferencia de creencias en ocasiones genera ciertos conflictos, sin embargo, la mayoría respeta las formas de pensar de sus paisanos. Aunque la religión católica es predominante, en las rancherías existe mayor presencia de las otras religiones. Como medida de prevención se recuerdan los hechos de 1987, año en que se suscitaron confrontaciones violentas por diferencia de creencias religiosas.

Los habitantes de Santiago Atitlán son personas que respetan a los visitantes de la comunidad que acuden en las fiestas patronales y son hospitalarios con calidez humana, además de que respetan la forma de pensar de cada individuo y la decisión de la mayoría. Pero debido a la pérdida de algunos valores se presentan problemas de alcoholismo, drogadicción, delincuencia y violencia intrafamiliar.

Su cultura y lengua mixe identifica, une y enorgullece a los habitantes del municipio de Santiago Atitlán. En la comunidad ha ido creciendo el bilingüismo, lo que significa que aparte de hablar su lengua materna tienen un dominio del español. Aun así, se mantiene un importante número de personas monolingües que solo hablan mixe, sobre todo entre las mujeres, recomendando que se tome en cuenta para cualquier iniciativa de programas a implementar en la comunidad.

Los usos y costumbres son una práctica ancestral que se ha heredado de generación en generación. En Atitlán aún se conservan algunas prácticas ancestrales, como son los rituales de ofrendas de aves a las divinidades para pedir la bendición sobre las actividades que se realizan. Entre los sitios sagrados que desde la antigüedad posee la comunidad se cuenta la cumbre de El Malinche, Cerro Atrio del Templo y Cerro *O´oy kübakm*. Es en estos dos últimos donde se realizan los rituales de costumbre.

Entre sus celebraciones se festeja a los muertos, realizando ofrendas en cada hogar y se organiza una comparsa dirigida por un orador, el cual canta en latín en cada casa que se visita. Posteriormente la familia anfitriona obsequia algún presente a los asistentes de la comparsa como puede ser café, tamales, chayotes, fruta, dulces, etc. También se celebra el día de la candelaria (2 de febrero), la celebración de Santiago Apóstol (25 de julio), la exaltación de la Santa Cruz (3 de mayo), la celebración de Jesús de Nazaret (9 de mayo), y cada una de las imágenes religiosas que se encuentran en el templo católico tienen asignado un mayordomo, quien es el responsable de

colocarle flores y velas periódicamente y en casos en los que su economía se lo permite, de celebrarle su día.

Permanecen también las iniciativas que procuran mantener la tradición por la cultura musical mixe, para lo cual jóvenes de entre 13 y 26 años pueden participar en la banda de música, lo cual se considera como parte de su servicio comunitario.

En materia de gastronomía, los platillos y preparados tradicionales que se elaboran y son característicos de la región mixe son el machucado, el cual se prepara con masa y es acompañado de salsa de tomate, con carne de res o pescado oreado, los tamales de hoja de milpa con amarillo de pollo, los cuales se elaboran en fiestas particulares y del pueblo, principalmente en fechas de todos santos y el caldo mixe, el cual se prepara con carne de pollo criollo.

Las principales danzas que se practican en la comunidad son la Danza de los Negritos, que consiste en vestirse con ropa negra, la Danza Santiaguito, que consiste en vestimentas de rojo con una corona de plumas de guajolote, la Danza de los Zancudos, en la que se visten con ropa de diferentes colores, adornada con listones y usando zancos y la Danza de los Mal Viejos, que consiste en vestirse con ropa vieja y máscaras de ancianos (solo los hombres la practican en las fiestas patronales).

Forma de organización y autoridades

El municipio de Santiago Atitlán se rige por los usos y costumbres o sistemas normativos internos. Las autoridades municipales fungen en su cargo solo por 1 año; esto debido a que no soportan un período mayor, dado que se considera como un servicio a la comunidad por el que no deben percibir ningún sueldo ni apoyo económico. Una que otra vez sucede que la falta de información sobre la administración de los recursos municipales es causa de cuestionamiento a la autoridad por los ciudadanos.

El Ayuntamiento se integra del presidente municipal, el síndico municipal y de cuatro regidores. Para otorgar un cargo, la comunidad toma en cuenta la trayectoria de los candidatos, quienes en su mayoría deben de haber ocupado los diferentes puestos y cargos ascendentes establecidos en los usos comunitarios, tales como topil, policía, mayordomo, asistente de banda de música, secretario municipal, tesorero municipal, encargado de la tienda comunitaria y otros más. No existen organizaciones políticas como tal.

Quien decide la aplicación de los recursos municipales de Atitlán es el Consejo de Desarrollo Social municipal, el cual está integrado por autoridades municipales, agrarias, representantes de organizaciones sociales, autoridades locales, representantes de organizaciones económicas y grupos de productores. Sin embargo, las decisiones tienen que pasar por la asamblea de ciudadanos y presentar ante esta un informe de actividades y financiero.

Tabla 1. Principales actividades económicas en el municipio (SEFIN, 2008).

Sector	Actividad productiva	Impactos económicos	Impactos sociales
Primario	Cultivo de Maíz y frijol	• Generación de empleo a personas de la comunidad permitiendo reducir el desempleo y aumentar los ingresos de las familias locales. • Demanda de bienes y servicios como lo son compra de insumos agrícolas, semillas, fertilizantes y herramientas, así como del empleo de servicios de transporte, almacenamiento y comercialización. • Se mejora la seguridad alimentaria de la población al proporcionar una fuente de alimentos básicos y reduciendo la dependencia de la población a alimentos importados o costosos. • Ayuda a desarrollar mejores técnicas de cultivo hasta habilidades comerciales y de gestión.	• Mejorar el acceso de la población local a alimentos nutritivos, especialmente si se promueve el consumo de los productos cultivados localmente. • Fortalece la seguridad alimentaria de la comunidad al proporcionar una fuente confiable de alimentos frescos y nutritivos, lo que a su vez puede mejorar la salud y el bienestar de la población.
	Producción de agave	• Generación de una cantidad significativa de empleo durante las etapas de producción, distribución, comercialización y turismo relacionado con esta bebida.	
Secundario	Construcción	Estas actividades pueden contribuir la población económicamente, sobre todo aquellas que se llevan en países extranjeros, que producen remesas y una mayor entrada económica.	En el caso de esta actividad no se afectan los recursos naturales presentes en la comunidad, dado que la mayoría son llevados a cabo en otros lugares lejos del municipio.
Terciario	Comercio y servicio	En cuanto a las actividades de comercio y servicio la comunidad cuenta con misceláneas las cuales abastecen a la población de productos básicos.	Esta actividad no afecta directamente a la población sin embargo genera residuos que pueden contaminar el ambiente de la comunidad.

Dado el sistema de usos y costumbres que se aplica en la elección de los representantes de la comunidad, pueden considerarse como los principales líderes

comunitarios a los integrantes del H. Ayuntamiento y a los miembros del Comisariado de Bienes Comunales, quienes generalmente son propuestos en asambleas generales comunitarias y validados por la mayoría, lo que los dota de facultades para la toma de decisiones, sin obviar el respeto a los acuerdos comunitarios y el de informar a la comunidad de las actividades que realizan.

En el municipio coexisten estructuras de organización relacionadas con gobierno municipal, aspectos agrarios y aspectos sociales. En su conjunto hacen más viable el objetivo fundamental en el proceso de descentralización, que es impulsar la democratización de la gestión local mediante el uso y aplicación de políticas y estrategias que incorporen a la comunidad en la solución de sus propios problemas. Un componente organizativo fundamental es el trabajo colectivo a través del llamado tequio, el cual aún se mantiene entre las costumbres de la comunidad. Además, como una forma de organización para el desarrollo de trabajos comunitarios (inducida por los programas institucionales), se tienen nombrados a diversos comités de obra o servicios, tales como el comité de padres de familia de las diferentes escuelas, el comité de la tienda comunitaria y el comité de salud, entre otros.

Acerca de los aspectos cualitativos, en Santiago Atitlán se mantienen costumbres tales como la asamblea comunitaria, como instancia para la toma de decisiones, asignación de cargos y distribución de responsabilidades, además del trabajo colectivo para la realización de obras de beneficio comunitario, como lo es el tequio, el cual debe ser acordado entre autoridades y pobladores, ya que de no ser así se manifiestan protestas y desobediencia.

Por su parte, las organizaciones de productores en el municipio se formaron ante la necesidad de gestionar apoyos para la producción y comercialización del café y dada la crisis de este producto, se han visto obligadas a depender de las alianzas verticales establecidas con sus organizaciones estatales. Así se tienen grupos de productores afiliados a la Unión de Comunidades Indígenas de la Región del Istmo (UCIRI) y a la Coordinadora Estatal de Productores de Café (CEPCO). En Santiago Atitlán existe una Sociedad Cooperativa denominada “Exploradores de la Esperanza” y la Unión de Productores de Café Bello de Atitlán.

La organización grupal se ha dado para trabajar con proyectos productivos con el objeto de mejorar los ingresos, como es el caso de las familias que han generado experiencias en temas del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, criadero de mojarra y criadero de truchas y traspatio.

En el municipio destaca la organización que se da en torno a la religión católica, ya que se tiene nombrado a un comité para la administración de los recursos de la iglesia, su cuidado y la organización de las celebraciones religiosas más importantes para el municipio.

En el municipio de Santiago Atitlán diversas instituciones federales y estatales tienen presencia con sus respectivos programas, cobertura, avances y resultados, pero no las suficientes y necesarias ni todos sus representantes van con la mística de detonar procesos.

Entre los miembros del cabildo de este municipio se da el desconocimiento de las responsabilidades atribuidas constitucionalmente, pero en contrapartida tratan de hacer el mejor desempeño del mandato de su pueblo y establecen una correcta coordinación con agencias municipales y rancherías, a través de sus autoridades y representantes.

Así mismo, la aplicación de las leyes por parte de las autoridades y representantes agrarios se basa en el derecho consuetudinario, de tal manera que se impide la incursión de personas extrañas a los terrenos comunitarios. Se castiga la violencia y actos ilícitos con base en la sabiduría y criterio del síndico municipal, que puede ser cuestionado en caso de que se equivoque.

Cabe hacer mención que en Santiago Atitlán no existe un cuerpo específico para la creación de leyes. Algunas leyes son emitidas y aprobadas por el Congreso Local, mientras que otras son promulgadas directamente por el Ayuntamiento. Entre estas últimas se encuentran:

- Plan de Desarrollo Municipal 2008 - 2010
- La Priorización de Obras
- Las Leyes de Ingreso Municipales

Representación legislativa

Para la elección de Diputados Locales al Congreso del Estado de Oaxaca y de Diputados Federales a la Cámara De Diputados del Honorable Congreso de la Unión, Santiago Atitlán, se encuentra integrado en los siguientes Distritos Electorales:

- Local:

  X Distrito Electoral Local de Oaxaca, con cabecera en San Pedro y San Pablo Ayutla.

- Federal:

  IV Distrito Electoral Federal de Oaxaca, con cabecera en Tlacolula de Matamoros (IEEPCO, 2023).

Actividades productivas

La agricultura es la principal actividad económica en el municipio, siendo los cultivos anuales los siguientes: el cultivo del maíz, el frijol, chile, jitomate, caña de azúcar y el café, entre otros cultivos básicos. El maíz de temporal es un cultivo dominante para el

autoconsumo en el municipio. Aunque solo una pequeña parte se destina para la venta, es importante destacar que, para esta actividad económica, cada vez se reduce más la superficie de siembra.

Actividades pecuarias

En la comunidad existe una actividad pecuaria poco significativa, tanto en número de animales como en su aporte a la economía familiar. Pocas familias tienen pequeños hatos de bovinos, caprinos y/o bovinos. La disponibilidad de terrenos potenciales para las actividades pecuarias es escasa. La ganadería es extensiva, ya que se basa en el libre pastoreo durante todo el año, en áreas agrícolas en descanso y áreas forestales con vegetación secundaria, estas últimas clasificadas como de agostadero en los terrenos de uso común.

Actividades forestales

En Santiago Atitlán, la vocación productiva del territorio es eminentemente forestal, a pesar de que históricamente ha sido la agricultura la actividad preponderante bajo el sistema de roza-tumba-quema, la cual ha contribuido en gran medida al deterioro de los recursos naturales y particularmente del bosque.

Mercado

En el municipio, el tianguis se realiza los jueves en la cabecera municipal, con el objeto de fortalecer el mercado local en la comercialización de café, plátanos, fríjoles y aves de corral, que son propios del municipio, además de obtener otros productos. Acuden pobladores de Tlahuitoltepec, Ayutla y Tamazulápam.

Infraestructura

En cuanto a la infraestructura y el equipamiento, en Santiago Atitlán algunos aspectos relevantes en cuanto a vivienda, servicios básicos y la cobertura en cuanto a los servicios de agua potable aún sigue siendo muy baja. Solo el 14.7% de los hogares cuentan con agua entubada, más del 96% cuentan con el servicio de electricidad y más del 70% con servicio de saneamiento.

La infraestructura educativa incorpora a una población escolar de 15 años y más en el nivel de educación básica al 70%, el 14.2% en el nivel media superior y 3.9% al nivel superior. En cuanto a la infraestructura de salud, se tiene afiliada más del 75.6% de la población con servicios médicos de cuatro diferentes instituciones.

Las carreteras, caminos y puentes son vitales para la conectividad del municipio con otras regiones. En cuanto al parque vehicular, en el municipio sigue siendo baja, ya que solo el 6.6% de los habitantes disponen de vehículos de motor. La disponibilidad de celulares ha llegado a 30.5% y reducido las telefonías fijas a 2.6%, lo que indica que

el equipamiento del sistema de comunicación ha mejorado y su impacto en las economías son evidentes. El servicio de internet está en una situación de rezago, ya que su cobertura solo alcanza el 7.2% del total de la población.[1] Esto se debe, entre otros factores, a la accidentada orografía del municipio.

Abasto

El municipio cuenta con dos mercados, uno en la cabecera municipal y otro en la agencia municipal de Atitlán de Morelos.

Deporte

El municipio cuenta con canchas de baloncesto, ya que este es el deporte que predomina y una cancha de béisbol.

Antecedentes de planeación

Es cierto que el crecimiento urbano se concentrará en ciudades pequeñas y medias en las próximas décadas. Santiago Atitlán no es la excepción. Este crecimiento presenta tanto retos como oportunidades para el municipio.

Los esfuerzos para orientar la planeación para el desarrollo municipal han sido en el marco de la derrama económica que genera el Ramo 33 del Fondo para la Infraestructura Social Municipal, que comienza con el primer ejercicio de planeación regional en los años noventa, cuando se crearon las subdelegaciones regionales de planeación (hoy módulos de atención), que promovieron la formulación de los planes y programas regionales. Dichos planes no están diseñados a considerar el tema de riesgos; más bien se centran en la priorización de obras bajo criterios de cumplimiento de la demanda social.

Se localizó un solo Plan de Desarrollo Municipal para el bienio 2008-2010 y en materia agraria, un Estudio de Ordenamiento Territorial Comunitario del 2008.

Atlas

A la fecha, no se tiene ningún Atlas de Riesgos. Se pretende que en los trabajos que se llevan a cabo para el presente Atlas se incluyan la promoción y capacitación de todos los actores involucrados para hacer propiamente de este un instrumento de gestión de riesgo.

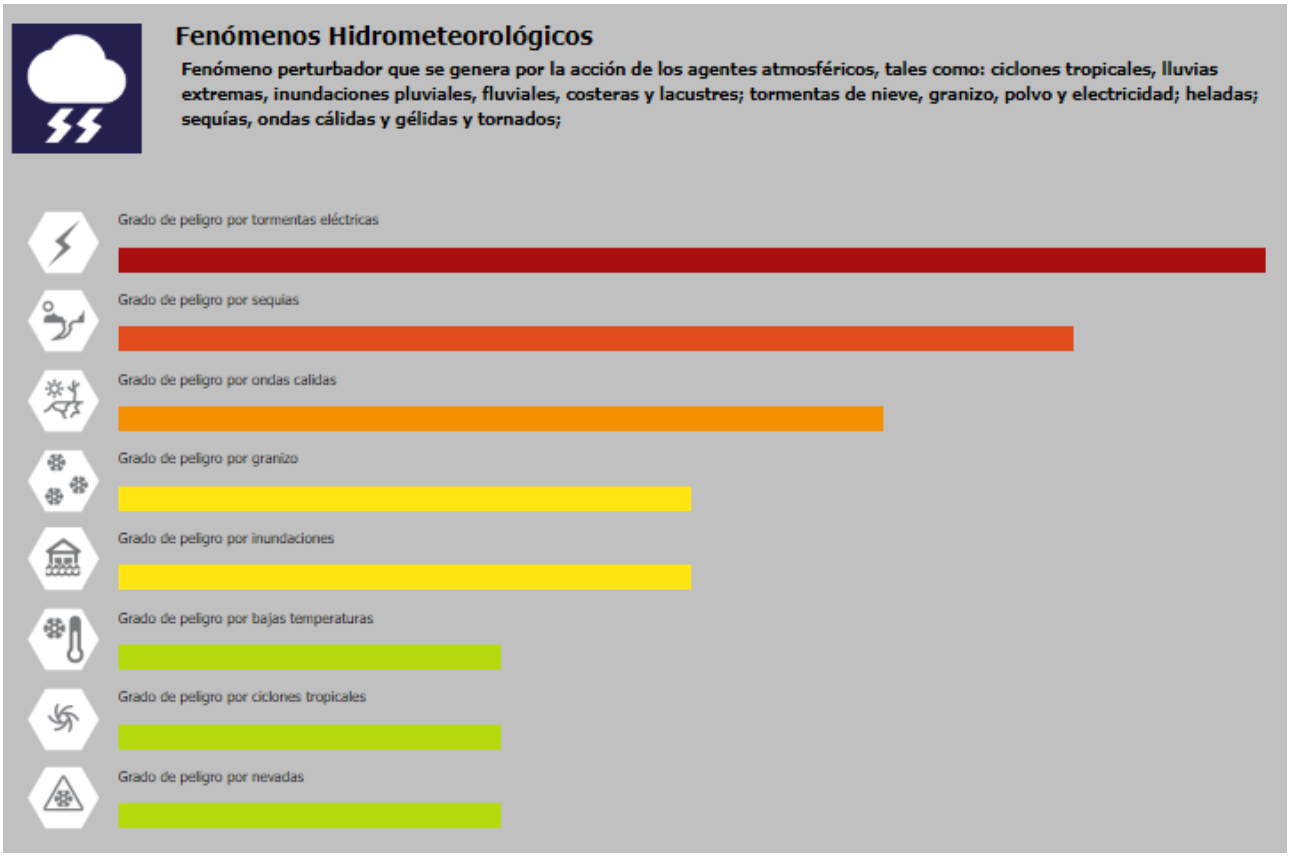
[1] Programa Sociodemográfico de Oaxaca 2020.

I.3 Justificación

I.3.1 Eventos perturbadores y Declaratorias

De acuerdo con el Tomo I, Capítulo 2- Peligros de origen hidrometeorológico y localización de zonas vulnerables del Atlas de Riesgos del Estado de Oaxaca, actualizado en 2010, Oaxaca es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos y sísmicos que pueden causar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de consideración, tales como las lluvias, granizadas, heladas y sequías. En este instrumento estatal se encuentra el distrito Mixe casi en su totalidad, incluido Santiago Atitlán, como región susceptible a deslizamiento de laderas. Asimismo, aparecen en el catálogo de sismos registrados en 2021 y 2022 del Servicio Meteorológico Nacional.

Imagen 1. Principales peligros por fenómenos perturbadores hidrometeorológicos en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

No existe certeza acerca de los riesgos más inminentes y la forma de afrontarlos, toda vez que no ha existido y ni hay un Atlas de Riesgos Municipal ni conocimiento de los protocolos de actuación en caso de algún desastre.

De manera general se ha pasado por experiencias que hasta ahora solamente han dejado daños materiales, pero que dan idea de los factores que muy probablemente podrán incrementar el impacto de tales fenómenos si no se atienden. En este sentido, habrá que considerar el paulatino crecimiento de la población y el deterioro del medio natural por la manera de satisfacer las necesidades básicas de alimentación, vivienda y combustible, el establecimiento de nuevos núcleos rurales de población sin planeación, la ocurrencia de fenómenos sísmicos, la contaminación de ríos y manantiales, la escasez de agua y la baja producción local de alimentos. Otros riesgos permanentes en el municipio son los incendios forestales, la roza tumba y quema y la tala sin control de árboles para leña y construcción.

Más común es que el municipio de Santiago Atitlán padezca las consecuencias de fenómenos hidrometeorológicos, como los antecedentes que se enuncian.

- Declaratoria por emergencia el 10 de noviembre de 2000, por el ciclón tropical “Rosa”, del 7 al 10 de noviembre de 2000.
- Declaratoria por emergencia el 7 de septiembre de 2005, por el ciclón tropical “onda tropical No. 29 y tormenta tropical “José”, del 20 al 22 de agosto de 2005.
- Declaratoria de desastre natural por las lluvias extremas del 19 al 22 de agosto de 2005.
- Declaratoria de desastre natural por las lluvias extremas ocasionadas por el huracán “Stan” los días 3, 4 y 5 de octubre de 2005.
- Declaratoria de desastre natural por lluvias del 23 al 27 de septiembre del 2008.
- Declaratoria por la ocurrencia de movimiento de laderas a partir del 20 de agosto del 2010 y que persistía hasta la fecha de la declaratoria de emergencia, el 15 de octubre de 2010.
- Declaratoria de emergencia por lluvias severas ocurridas en el mes de agosto de 2018, que afectaron al municipio de Santiago Atitlán el 2 de noviembre de 2018.
- Lluvias torrenciales ocurridas en el mes de agosto de 2023, que dejaron incomunicada a la cabecera municipal y a las localidades de El Potrero, El Molino, Santa Cruz y El Álamo. Estos sucesos representan también altos riesgos a las viviendas y la vida de los pobladores por los deslizamientos de tierra desde las laderas

Tormenta eléctrica

Grado de peligro por tormenta eléctrica: Muy alto

Declaratorias de desastre por tormenta eléctrica: Ninguna

Declaratorias de emergencia por tormenta eléctrica: Ninguna

Sequía

Grado de peligro por sequía: Alto

Declaratorias de desastre por sequía: Ninguna

Declaratorias de emergencia por sequía: Ninguna

Onda de calor

Grado de peligro por onda de calor: Medio

Declaratorias de emergencia por onda de calor: Ninguna

Bajas temperaturas

Grado de peligro por bajas temperaturas: Muy bajo

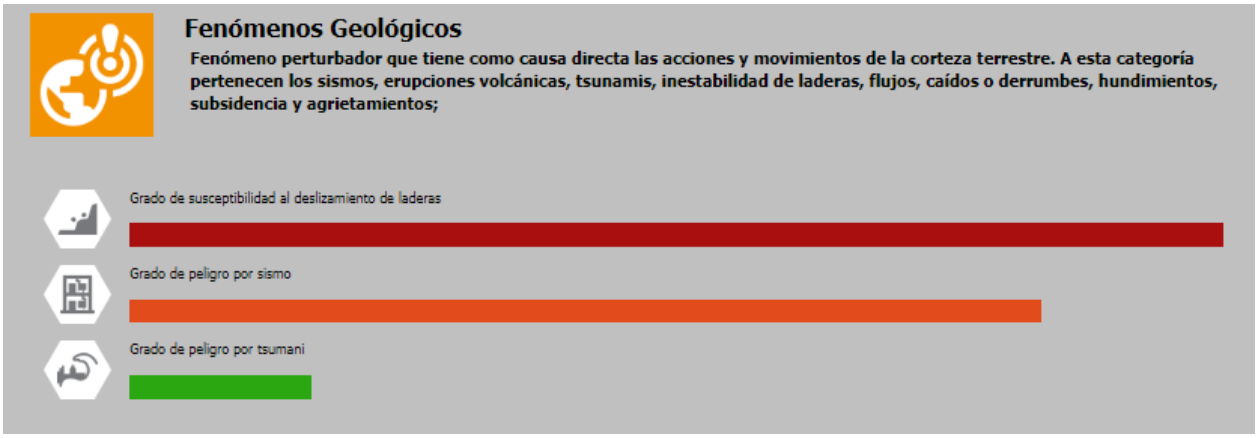
Declaratorias de desastre por bajas temperaturas: Ninguna

Declaratorias de emergencia por bajas temperaturas: Ninguna

Antecedentes de fenómenos geológicos

En el aspecto geológico, en el territorio oaxaqueño se ubican dos importantes placas tectónicas, la Placa de Cocos y la Placa de Norteamérica, donde la Placa de Cocos subduce bajo la Placa de Norteamérica. La interacción de estas dos placas se ubica en la costa del Pacífico, que se prolonga desde Chiapas hasta Jalisco. En el estado de Oaxaca, se han identificado diversas unidades tectónicas, como la Cuenca Sedimentaria de Tlaxiaco, la Cuenca de Tehuantepec, el Batolito de Chiapas, la Cuenca de Papaloapan, las Cuencas Terciarias, la Península de Oaxaca y la Sierra Madre del Sur. En estas unidades tectónicas se localizan fallas, que son discontinuidades formadas a partir de fracturas en rocas superficiales de la Tierra, ocasionadas cuando las fuerzas tectónicas rebasan la resistencia de las rocas.

Imagen 2. Fenómenos geológicos en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024.

Regionalización sísmica

De acuerdo con el mapa de peligro sísmico 2015, realizado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el territorio mexicano está dividido en cuatro grandes zonas, según su grado de peligrosidad: A, B, C y D, de menor a mayor respectivamente.

Esta clasificación, conocida como regionalización sísmica, tiene como objetivo principal, junto con manuales de obras civiles, proporcionar a los diseñadores y constructores la información necesaria para calcular valores para diseño de obras, de tal manera que estas resulten suficientemente seguras y su costo no sea excesivo. Se advierte que esta regionalización es aplicable a estructuras construidas en terreno firme y no se toma en cuenta el fenómeno de amplificación del movimiento sísmico por efecto de suelos blandos, cuestión que puede ser decisiva para el peligro sísmico de algunos lugares.

Aunque los deslizamientos se deben principalmente a fenómenos meteorológicos derivados de eventos de lluvias (huracanes, tormentas tropicales), los efectos combinados con sismos también representan un porcentaje importante en la ocurrencia de deslizamientos de laderas (taludes naturales), principalmente en suelos sensitivos, en donde las fuerzas sísmicas pueden inducir deformaciones que reducirán la resistencia y podrían conducir a la falla, si los movimientos sísmicos son de suficiente magnitud y duración.

Información básica sísmica del municipio

Zona: **C**

Características: La zona C, de sismicidad alta, se caracteriza por ser una región en donde se registran sismos de forma frecuente.

Sismos

Algunos de los sismos más importantes que han ocurrido en el estado de Oaxaca y que han tenido su impacto en el municipio de Santiago Atitlán son:

- 21 de octubre de 2010: Emergencia por movimiento de laderas el 20 de agosto de 2010.
- 8 de septiembre de 2017: Desastre natural por la ocurrencia de sismo con magnitud 8.2 el 7 de septiembre de 2017.
- 20 de febrero de 2018: Santiago Atitlán fue integrado por CEPCO para la evaluación de daños respecto al sismo con magnitud 7.2, de fecha 16 de febrero de 2018.
- 30 de junio de 2020: Sismo con magnitud 7.4 ocurrido el 23 de junio de 2020.

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

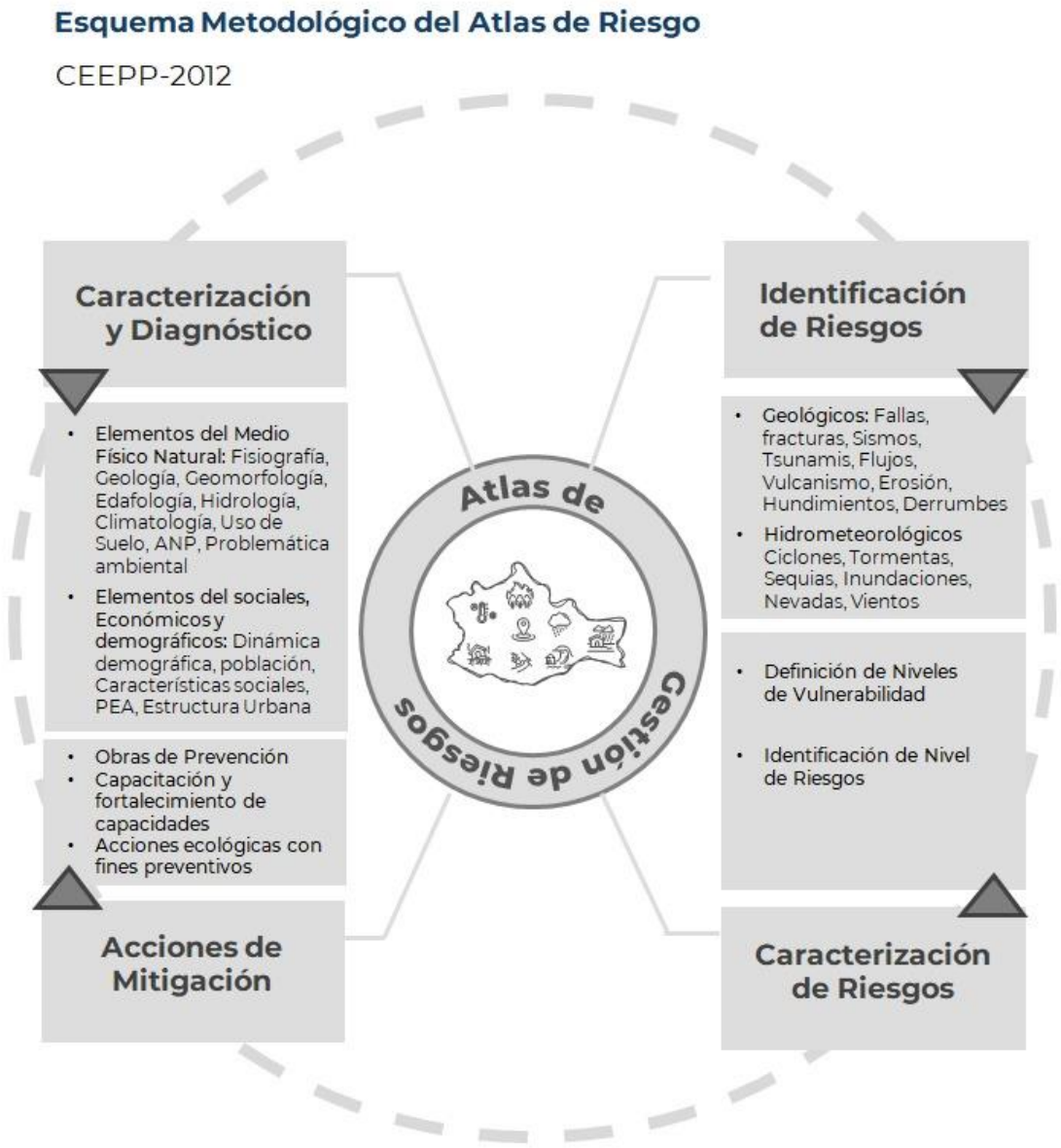
- Contar con un **documento cartográfico** y escrito que representa y zonifica cada uno de los fenómenos naturales y antropogénicos perturbadores de manera clara y precisa, así como las bases de datos homologadas para cada uno de los fenómenos perturbadores presentes en el municipio.
- Contar con un **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 3. 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 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"*[2]. 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*"[3].

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"*[4].

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 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*"[5].

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

[2] LGPC, Artículo 29, fracción XXII.
[3] LGAHOTyDU, Capítulo Cuarto. Atribuciones del Municipio, Artículo 11, fracción II
[4] LGEEPA. Sección IV: Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos, Artículo 23, Fracción X
[5] LGCC. Artículo 30, fracción I.

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[6]. 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*[7]. 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***[8]". En su artículo 47 define las atribuciones de los Consejos Municipales y en su fracción 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*[9]".

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*

[6] 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.
[7] 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.
[8] LPCGIRDEO. Artículo 44
[9] LPCGIRDEO. Artículo 47 Fracción IV

sea necesario y, ***en casos extraordinarios de desastres naturales y/o antropogénicos, la reubicación*** *previo dictámenes correspondientes*"[10].

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 marco jurídico que conforma la normatividad en el municipio de Santiago Atitlán es:

- Priorización de Obras
- Leyes de Ingreso Municipales

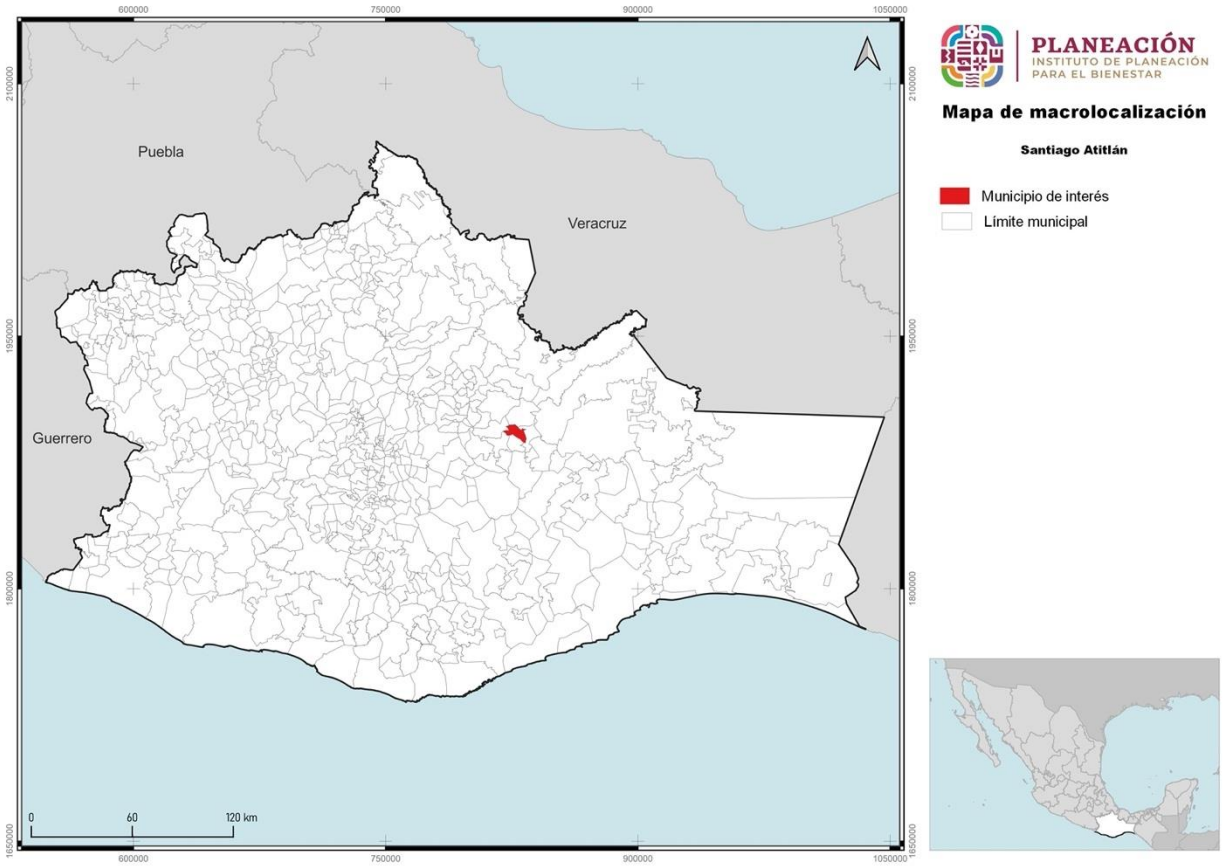
[10] LOTDUEO. Capítulo Segundo, De las Autoridades, Sección III. De los municipios, artículo 8, fracción X

Capítulo II. Determinación de la zona de estudio

II.1 Ubicación y Colindancias

El municipio de Santiago Atitlán se encuentra en el estado de Oaxaca y forma parte del distrito Mixe, en la región Sierra Norte.

Mapa 1. Macrolocalización del municipio de Santiago Atitlán



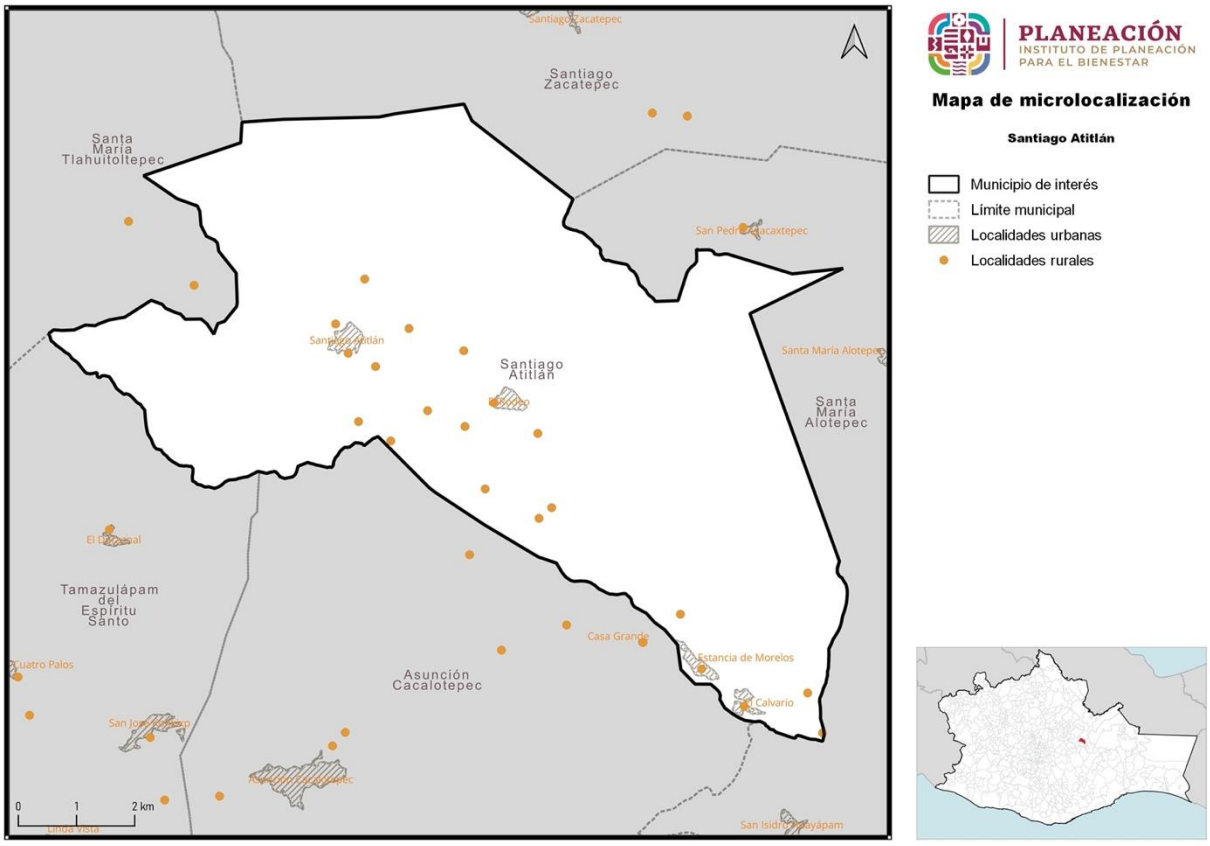
Fuente: CentroGeo, 2024

Se localiza entre los paralelos 17°02’ y 17°09’ de latitud norte, los meridianos 95°51’ y 96°00’ de longitud oeste y altitud entre 600 y 2,900 m.s.n.m.

Colinda al norte con los municipios de Santa María Tlahuitoltepec, Santiago Zacatepec y Santa María Alotepec; al este con el municipio de Santa María Alotepec; al sur con los

municipios de Santa María Alotepec, Asunción Cacalotepec y Tamazulápam del Espíritu Santo y al oeste con los municipios de Asunción Cacalotepec, Tamazulápam del Espíritu Santo y Santa María Tlahuitoltepec.

Mapa 2. Microlocalización del municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

II.2 Superficie, localidades y población

Cuenta con 21 localidades y una superficie de 70.9 kilómetros cuadrados, que representa el 0.1% de la superficie estatal.

Tabla 2. Localidades del municipio de Santiago Atitlán

Nombre localidad
Estancia de Morelos
Santiago Atitlán
El Rodeo
El Calvario
Potrero

Nombre localidad
San Sebastián Atitlán

Fuente: CentroGeo, 2024

En el año 2020 el total de la población fue de 3,556 personas, que equivalen al 0.1% del estado. La densidad de población por kilómetro cuadrado es de 50.1, 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 Santiago Atitlán es 20454.

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.

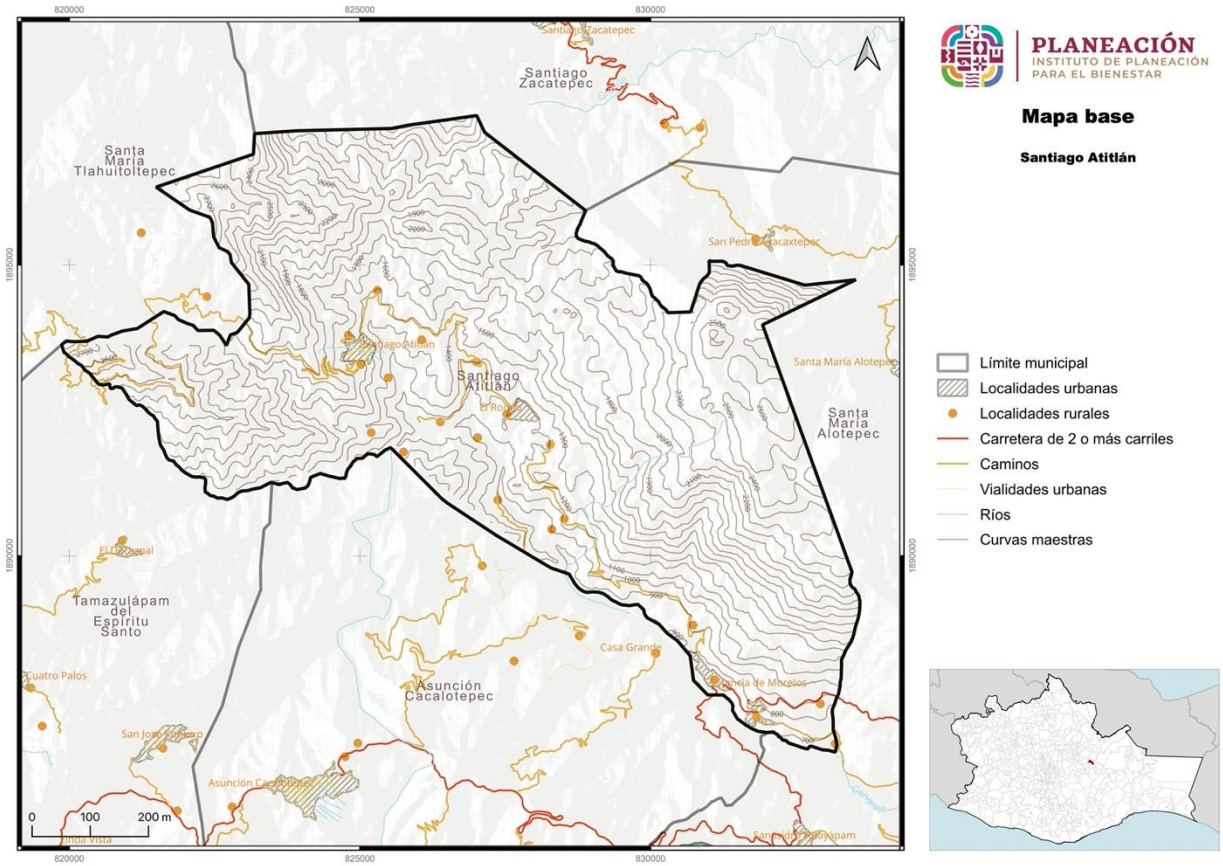
El **Mapa Base**, como todos los demás, tienen el datum del esferoide del planeta conocido como WGS84 (por sus siglas en inglés: World Geodetic System 84), y la proyección en UTM14 norte (sistema Universal Transversal de Mercator).

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.

Mapa 3. Mapa Base del municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

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, pero puede suceder que en algunos municipios no aparezca algún objeto geográfico, debido a que el mismo no existe en dicho municipio.

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

En este apartado encontrarás información del estudio y la descripción de las características físicas del municipio, incluyendo su relieve, formaciones geológicas, cuerpos de agua, suelos, y otros aspectos relacionados con la superficie terrestre. Se describe la estructura y la dinámica de la superficie terrestre, así como los procesos naturales que la moldean, como la erosión, la tectónica de placas, la sedimentación, entre otros.

III.1 Fisiografía

De acuerdo con el INEGI (2003), México es uno de los países del mundo con mayor número de características y variedades topográficas contrastantes y heterogéneas, y poseedor de un gran potencial en recursos naturales. Esto debido a la gran diversidad de relieves presentes en su territorio. Las diversas conformaciones topográficas desempeñan un papel importante en las actividades económicas y sociales del país, ya que influyen en las características del clima, tipo de suelos y en la vegetación. Estos, a su vez, inciden en las actividades agrícolas, ganaderas, forestales e industriales, así como en la distribución de asentamientos humanos.

III.1.1 Provincia fisiográfica

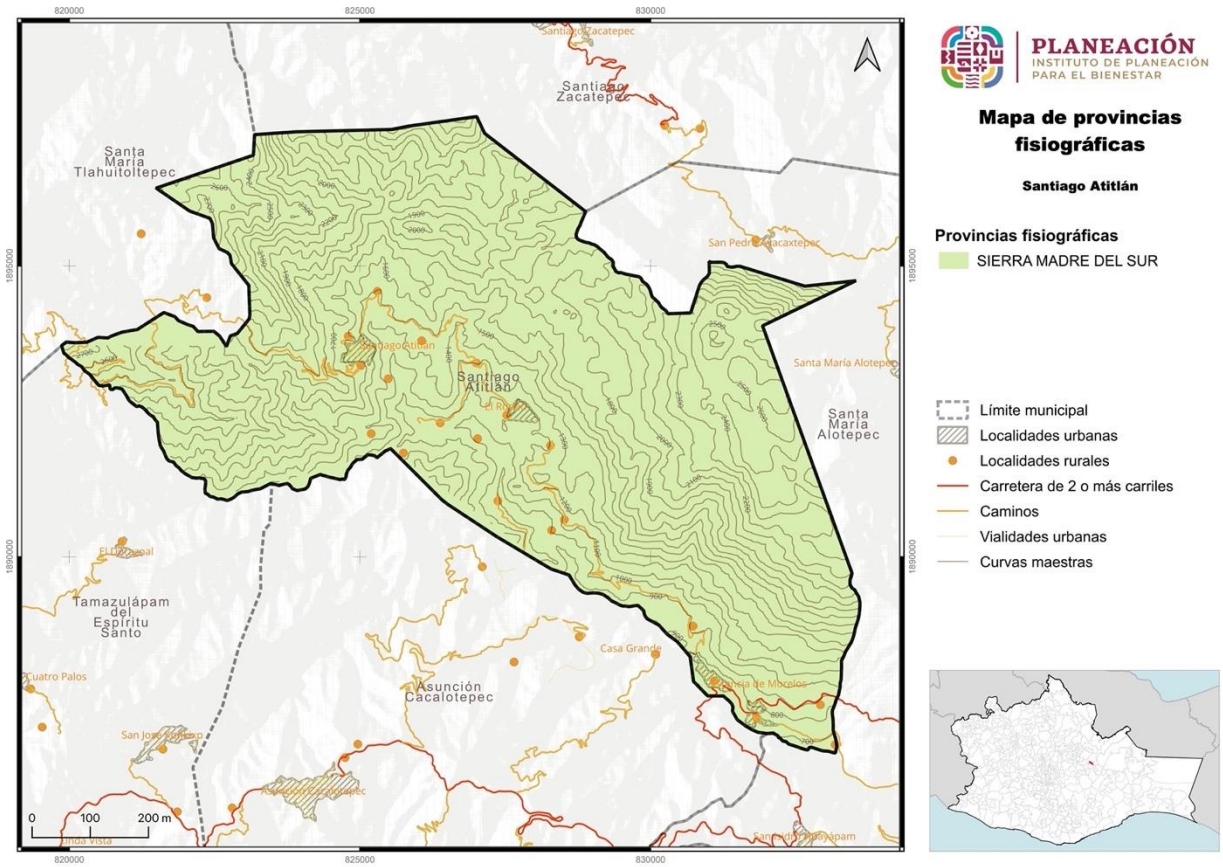
Gran parte del territorio de Oaxaca pertenece a la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur. La Sierra Madre del Sur corre de noroeste a sureste paralelamente y muy próxima a la costa del Pacífico. Es una cadena irregular que se extiende a lo largo de 1,352 km entre el occidente de Jalisco y el Istmo de Tehuantepec, al oriente de Oaxaca. Corre paralela a la costa del océano Pacífico y al Eje Neovolcánico, del que es separada por la Depresión del Balsas. El Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur se enlazan en el norte de Oaxaca, en el Escudo Mixteco. Su altitud media es de 2,000 m.s.n.m. y el punto más alto es el Cerro *Quie Yelaag* (Cerro Nube), que está a una altura de 3,710 m.s.n.m., en el sur de estado.

Es considerada la región más compleja y menos conocida del país porque debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la Placa de Cocos. Esta es una de las placas móviles que hoy se sabe integran a la corteza exterior terrestre (litosfera). La Placa de Cocos emerge a la superficie en el fondo del Océano Pacífico al oeste y suroeste de las costas del Pacífico mexicano, hacia las que se desplaza con lentitud (2 o 3 cm por año), para encontrar a lo largo de las mismas el sitio de "subducción", donde

se hunde hacia el interior del planeta. A esto se debe la fuerte sismicidad que se produce en la región, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas.

La otra parte de Oaxaca abarca la mitad septentrional del estado y algunas áreas adyacentes de Puebla y de Veracruz. Se trata de un área de topografía muy accidentada con pocas interrupciones de terrenos planos o de pendiente suave. Por lo menos una parte de esta provincia fisiográfica podría considerarse como una prolongación de la Sierra Madre Oriental. Sus elevaciones más altas se localizan en la sierra Juárez, destacando la mole del Zempoaltepetl (3,400 m).

Mapa 4. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

El territorio del municipio de Santiago Atitlán se encuentra totalmente comprendido dentro de la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur. En ella nacen varias corrientes que desembocan en el Océano Pacifico y debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la Placa de Cocos.

Tabla 3. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de Santiago Atitlán

Entidad	Nombre	Área (km²)	Área (ha)
Provincia	Sierra Madre del Sur	71	7,093.9

Fuente: CentroGeo, 2024

III.1.1.1 Subprovincia fisiográfica

La Sierra Madre del Sur comprende el 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.

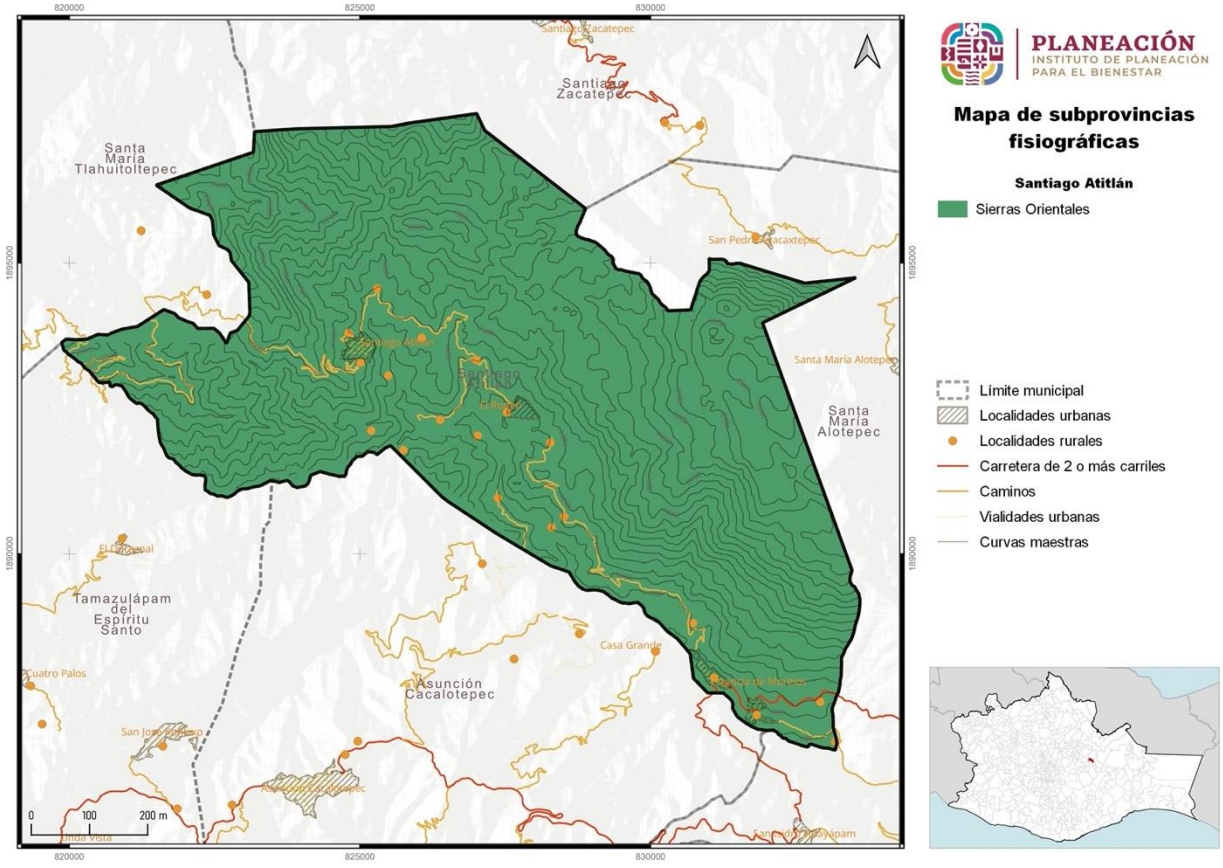
La subprovincia Sierras Orientales es una zona montañosa que forma el extremo oriental de la provincia Sierra Madre del Sur y comprende parte de los estados de Puebla, Veracruz-Llave y Oaxaca; se extiende en dirección noroeste-sureste desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta las proximidades de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, de donde se prolonga hacia el occidente a la población de Santa María Ozolotepec. Corresponde a la zona conocida regionalmente como Sierra Madre de Oaxaca, designada así porque gran parte se encuentra dentro de la entidad federativa mencionada.

Tabla 4. Proporción del territorio del municipio de Santiago Atitlán en las subprovincias fisiográficas

Entidad	Nombre	Área (km²)	Área (ha)
Subprovincia	Sierras orientales	70.9	7,093.9

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 5. Subprovincias fisiográficas donde se ubica el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

Esta subprovincia abarca 28.1% de la superficie del estado de Oaxaca, en territorio perteneciente a los distritos de Teotitlán, Tuxtepec, Cuicatlán, Etla, de Ixtlán de Juárez, Villa Alta, Choápam, Centro, Tlacolula, Mixe, Juchitán, Yautepec, Tehuantepec y Miahuatlán. Limita en el oriente con las subprovincias Llanura Costera Veracruzana, Sierras del Sur de Chiapas y la discontinuidad Llanura del Istmo; al sur con la subprovincia Costas del Sur y al occidente con la Cordillera Costera del Sur, las Sierras y Valles de Oaxaca y las Sierras Centrales de Oaxaca.

Su litología es compleja, con rocas metamórficas, aluviones antiguos, y en la parte sur, rocas ígneas y afloramientos calcáreos.

III.2 Geomorfología

El sistema de topoformas se refiere a la visión general de las formas del relieve en un área geográfica. Estas formas se identifican y definen a partir del análisis integral de la

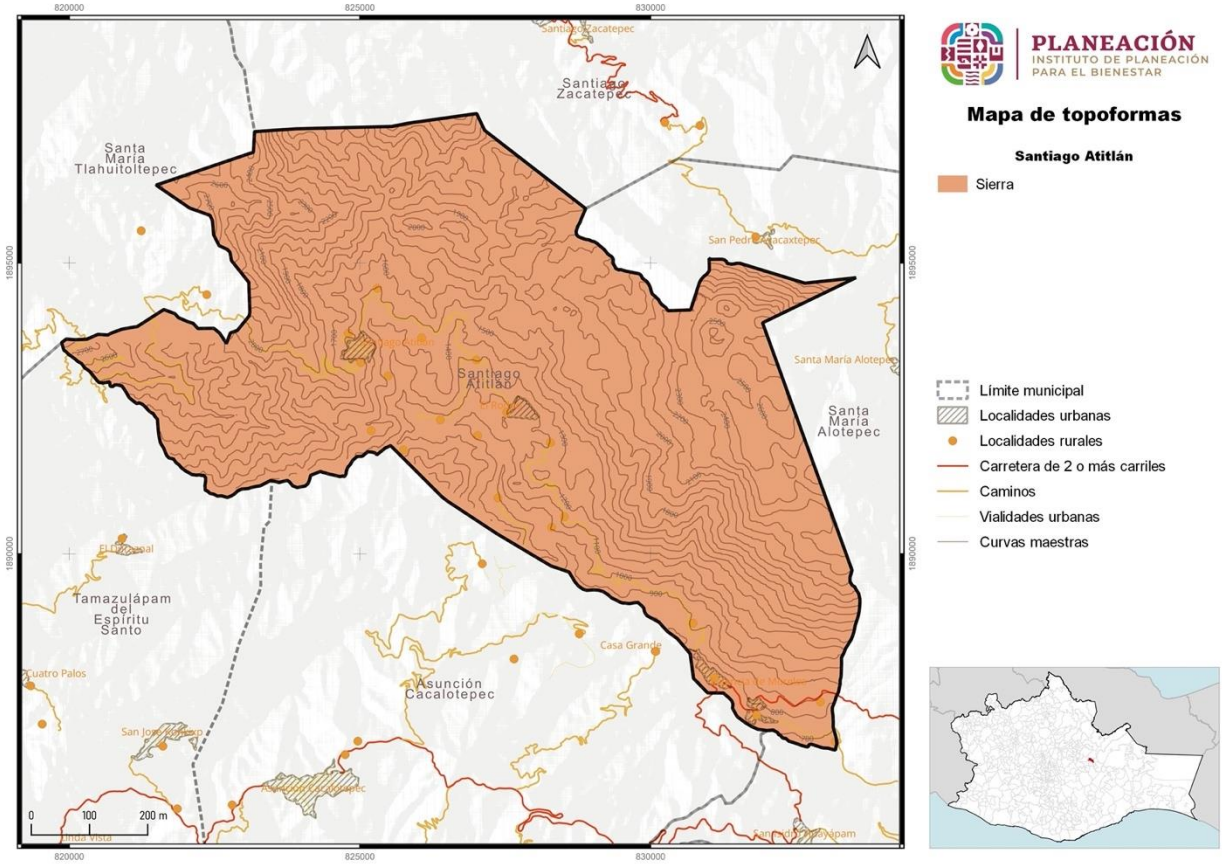
información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica. El objetivo es formar unidades relativamente homogéneas que representen las diferentes provincias y subprovincias en las que se ha dividido un país según su geología y topografía. Este sistema de topoformas se caracteriza por ser una zona de montañas con una elevación mayor al entorno geográfico, conformada por rocas de origen diverso.

Tabla 5. Sistema de topoformas presente en el municipio de Santiago Atitlán

Nombre	Descripción	Área (km²)	Área (ha)
Sierra	Sierra alta compleja	70.9	7,093.9

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 6. Sistema de topoformas presente en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

El sistema de topoformas del territorio de Santiago Atitlán está compuesto como Sierra Alta Compleja en su totalidad (100%). El territorio de Atitlán se caracteriza por un relieve muy accidentado, con pendientes superiores al 40%, alcanzando alturas

que van de los 700 a 2,600, predominando por lo tanto áreas cerriles de vocación forestal, con limitaciones para el cultivo de básicos, pero con amplias zonas donde se ha adaptado el cultivo del café.

En la parte noreste del territorio se encuentra la elevación montañosa denominada "La Malinche", lo que influye en sus condiciones de clima y comparte con las comunidades colindantes los cerros Piedra de Dos Puntas, Cerro Carnoso, Cerro el Tecolote, Cerro Totomostle y Cerro Loma de Ocopetate (que presentan una cubierta forestal mermada y deteriorada).

III.3 Geología

La geología en el territorio de Santiago Atitlán está catalogada de la era Cenozoico del periodo geológico inicial del Oligoceno y periodo geológico final del Mioceno, que equivale al 16.9%. Otra parte corresponde a la era Mesozoico del periodo geológico inicial del Albiano y periodo geológico final del Cenomaniaco, que equivale al 58.5%. También de la era Mesozoico del periodo geológico inicial del Aptiano y periodo geológico final del Santoniano, que equivale al 1.3% y de la era Mesozoico del periodo geológico inicial del Neocomiano y periodo geológico final del Aptiano, con el 23.3%,

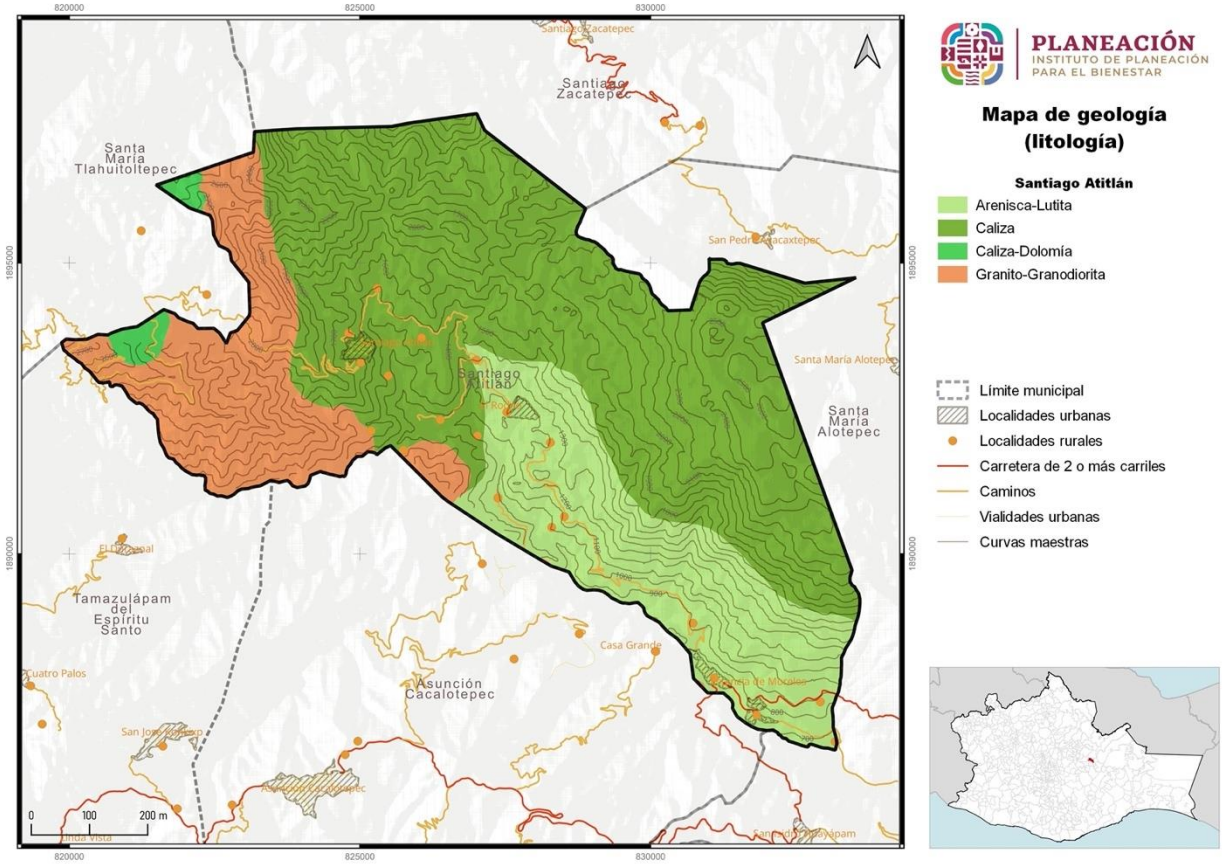
La litología que tiene Santiago Atitlán es la siguiente: granito-granodiorita de roca intrusiva, con 1,200.4 hectáreas y que equivale al 16.9%; caliza de roca sedimentaria con 4,148.2 hectáreas, que equivale al 58.5%; caliza-dolomía de roca sedimentaria, con 93.2 hectáreas, equivalente al 1.3% y la arenisca–lutita de la roca sedimentaria, con 1,652.1 hectáreas, que equivale al 23.3%.

Tabla 6. Geología del municipio de Santiago Atitlán

Era	Periodo geológico (inicio)	Periodo geológico (final)	Litología	Tipo de roca	Clave (SGM)	Área (km²)
Cenozoico	Oligoceno	Mioceno	Granito-Granodiorita	Intrusiva	TomGr-Gd	12.0
Mesozoico	Albiano	Cenomaniano	Caliza	Sedimentaria	KaceCz	41.5
Mesozoico	Aptiano	Santoniano	Caliza-Dolomía	Sedimentaria	KapssCz-Do	0.9
Mesozoico	Neocomiano	Aptiano	Arenisca-Lutita	Sedimentaria	KnapAr-Lu	16.5

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 7. Geología (litología) en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

III.3.1 Relieve

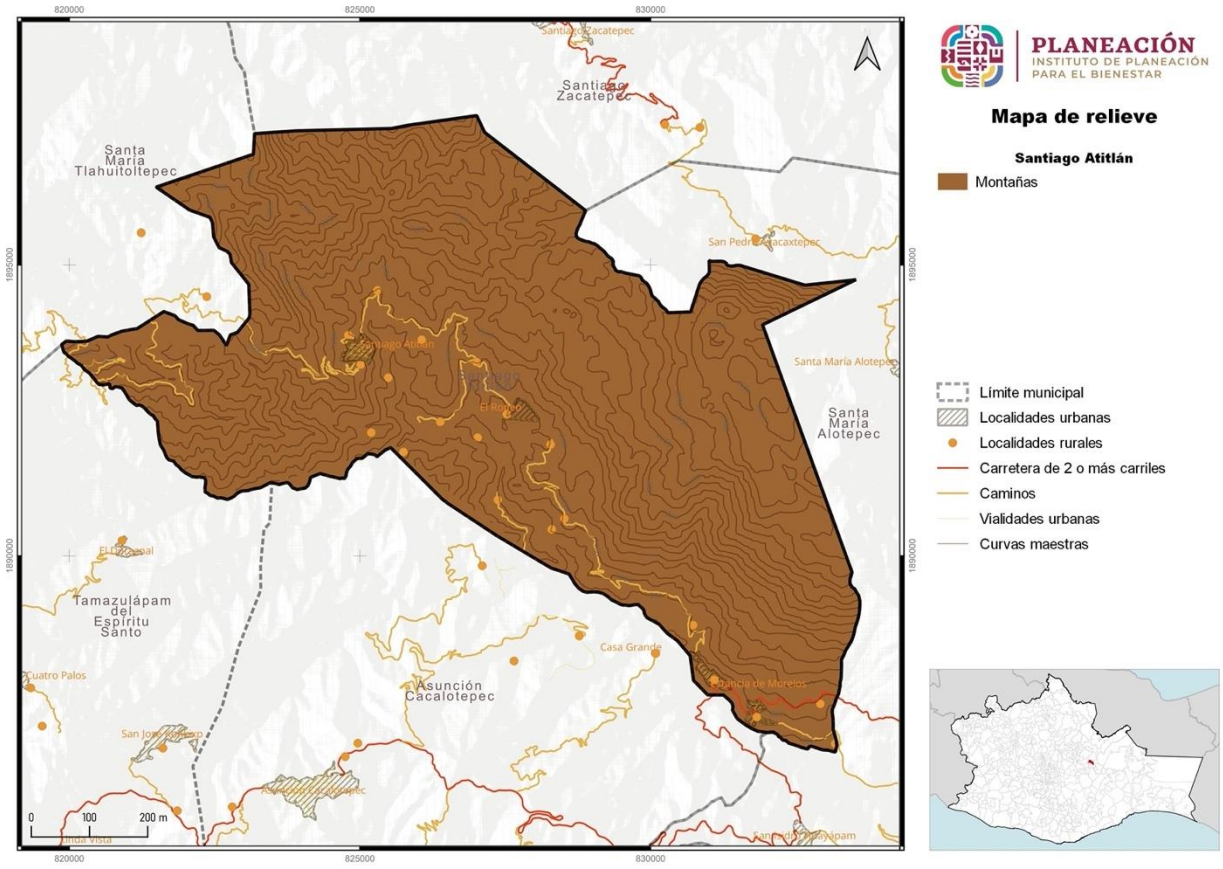
El municipio de Santiago Atitlán solo tiene un tipo de relieve, con una morfología compuesta por montañas con clima húmedo, es decir, montañas con bosques de coníferas y de latifoliadas, bosque mesófilo de montaña y bosque tropical.

Tabla 7. Relieve, clima y vegetación del municipio de Santiago Atitlán

Morfología	Clima	Vegetación	Hectáreas del municipio por morfología
Montañas	Húmedo	Bosque de coníferas y de latifoliadas; bosque mesófilo de montaña; bosque tropical	7,091.4

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 8. Relieve en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

III.3.2 Fallas y fracturas

A través del tiempo, el territorio del estado de Oaxaca ha sufrido el embate de manifestaciones de origen geológico, que han provocado la pérdida de vidas humanas y en mayor o menor grado, daños materiales a la infraestructura y al entorno ecológico, siendo los terremotos, deslizamientos de laderas, temblores y la erosión los más frecuentes.

Una falla geológica es una fractura en la corteza terrestre a lo largo de la cual se mueven los bloques rocosos que son separados por ella. El municipio de Santiago Atitlán presenta, en su extensión territorial, una falla geológica que va de noroeste-sureste con una longitud de 6,265 metros.

Fractura

Se entiende por fractura cualquier superficie de discontinuidad producida por la rotura de una masa rocosa (deformación frágil). Hay dos tipos principales de fracturas, las fallas y las diaclasas. El municipio de Santiago Atitlán tiene dos fracturas, una que

va de norte a sur con una longitud de 5,734 metros y otra que va de noroeste a sureste, con una longitud de 5,907 metros.

Tabla 8. Fallas y fracturas en el municipio de San Miguel Quetzaltepec

Tipo de entidad	Dirección	Longitud (m)
Fractura	Norte-Sur	11,641
Falla	Noroeste-Sureste	6,265

Fuente: CentroGeo, 2024

III.4 Edafología

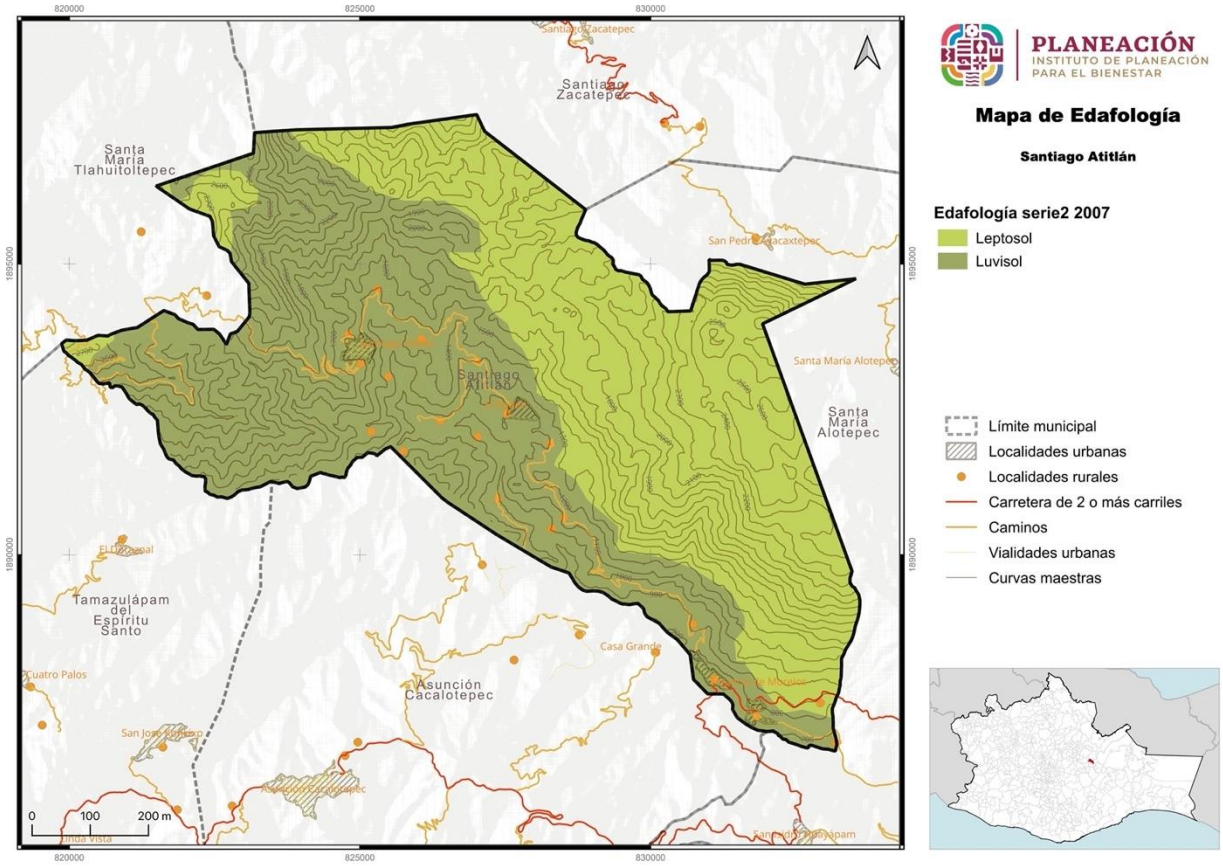
De acuerdo a la información generada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se obtiene la información Edafológica Escala 1: 250,000 Serie II, en donde para la clasificación de los suelos se utilizó el sistema internacional llamado Base Referencial Mundial del Recurso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

Tabla 9. Características de los diferentes tipos de suelo presentes en el municipio de Santiago Atitlán

Suelo	Aptitud	Área (ha)
Luvisol	Arcillosos fértiles para la agricultura	3,674.2
Leptosol	Para pastar ganado en verano	3,419.6

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 9. Edafología presente en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

Las diferentes condiciones climáticas y geomorfológicas de un lugar a lo largo del tiempo condicionan la formación de numerosas clases de suelos, los cuales pueden presentar diferentes tipos de aptitud, función y vulnerabilidad. Al respecto, podemos decir que prácticamente todo el territorio que comprende el municipio en estudio presenta los tipos de suelo Luvisol y Leptosol.

Los Luvisol son comúnmente rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión, especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes. Generalmente son fértiles para la agricultura.

Los suelos Leptosol están incluidos en el grupo de los Litosoles y más de 80% de su volumen es ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente. El uso principal de este suelo es para agostadero.

III.5 Hidrografía

El agua es uno de los recursos naturales más importantes. Sin embargo, en el municipio aún no se ha podido inculcar una cultura de aprovechamiento racional debido a que en épocas de lluvias se cuenta con suficiente agua en todas las localidades y en temporada de sequía se sufre de escasez de agua debido a la reducción del vital líquido en los manantiales, donde se encuentran las tomas.

Las corrientes son intermitentes y perennes; también se tienen manantiales con poco o nulo escurrimiento. El agua se filtra, sin embargo, satisface las necesidades básicas de los pobladores durante todo el año.

La tala inmoderada y el cambio de uso del suelo son prácticas que han afectado la recarga de los cuerpos de agua. Actualmente no se han realizado acciones para contrarrestar el problema. Los habitantes de los diferentes pueblos ya están resintiendo los embates de la escasez de agua.

La hidrología local está formada por dos ríos Grande y Ardilla, que más adelante se convierten en corrientes de agua sin nombre. La más importante por ser permanente, es la que corre de oeste a sureste, proveniente de El Duraznal, municipio de Tamazulápam del Espíritu Santo, y que en terrenos de Santiago Atitlán forma una cascada de aproximadamente 101 metros de altura.

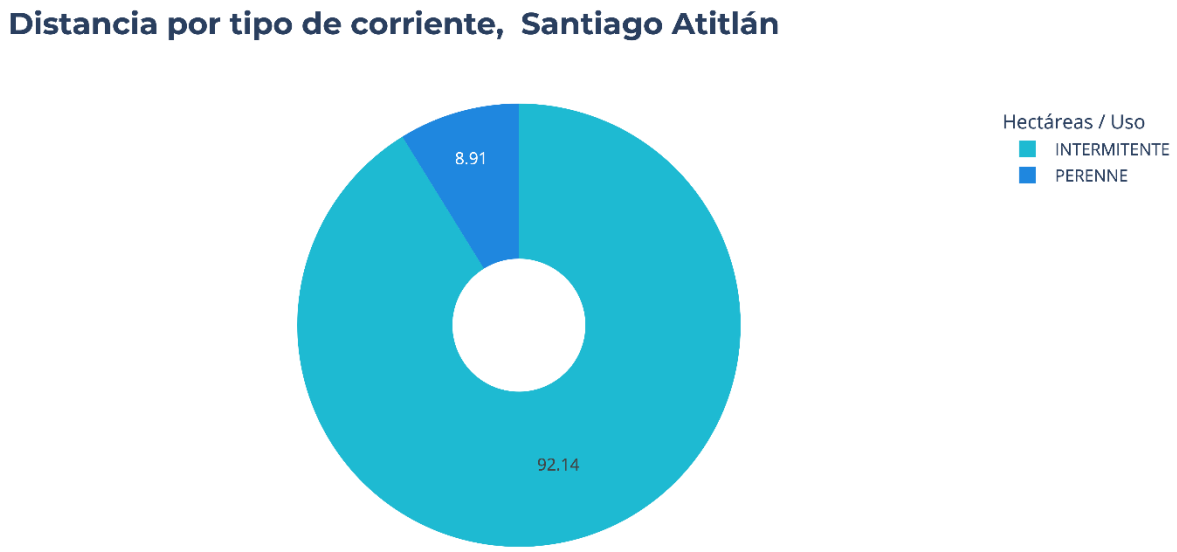
Las otras dos corrientes de agua se constituyen por manantiales que nacen dentro de los terrenos del municipio.

Tabla 10. Longitud de los afluentes con los que cuenta el municipio de Santiago Atitlán

Tipo de corriente	Longitud (km)
Perenne	8.9
Intermitente	92.1

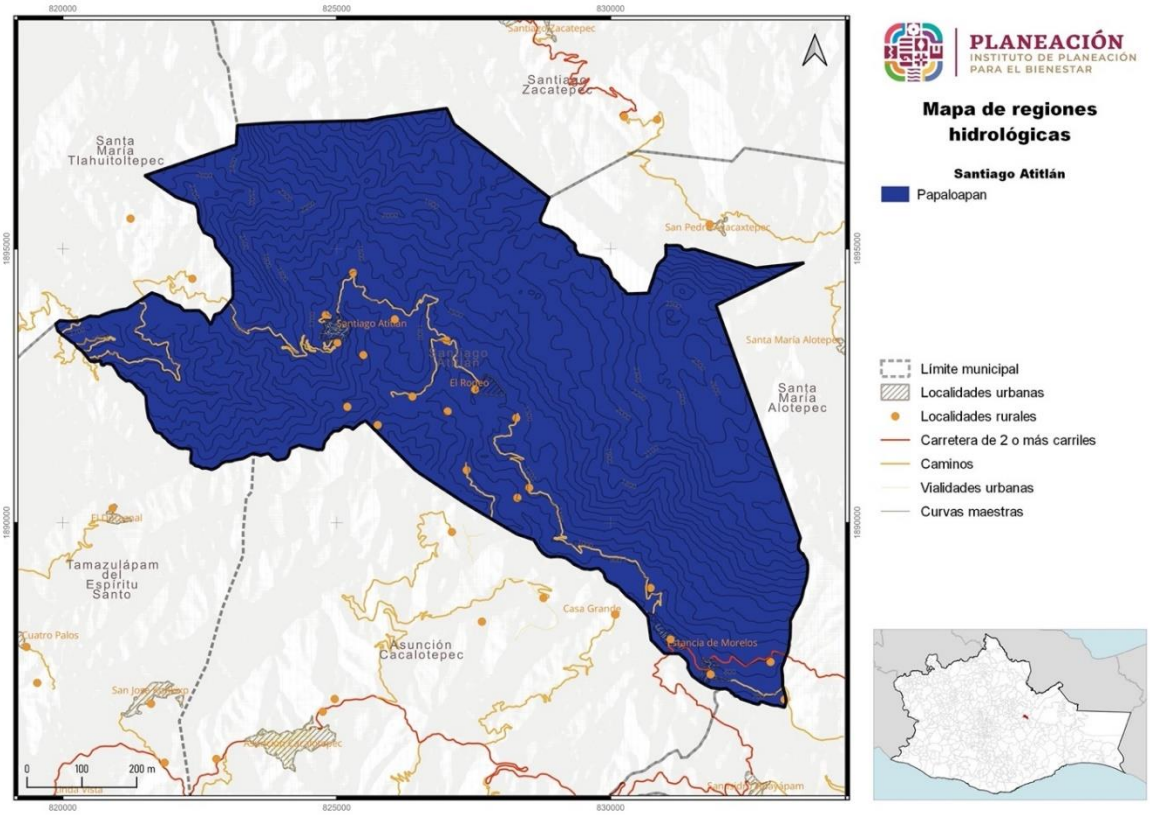
Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 1. Distancia por tipo de corriente en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

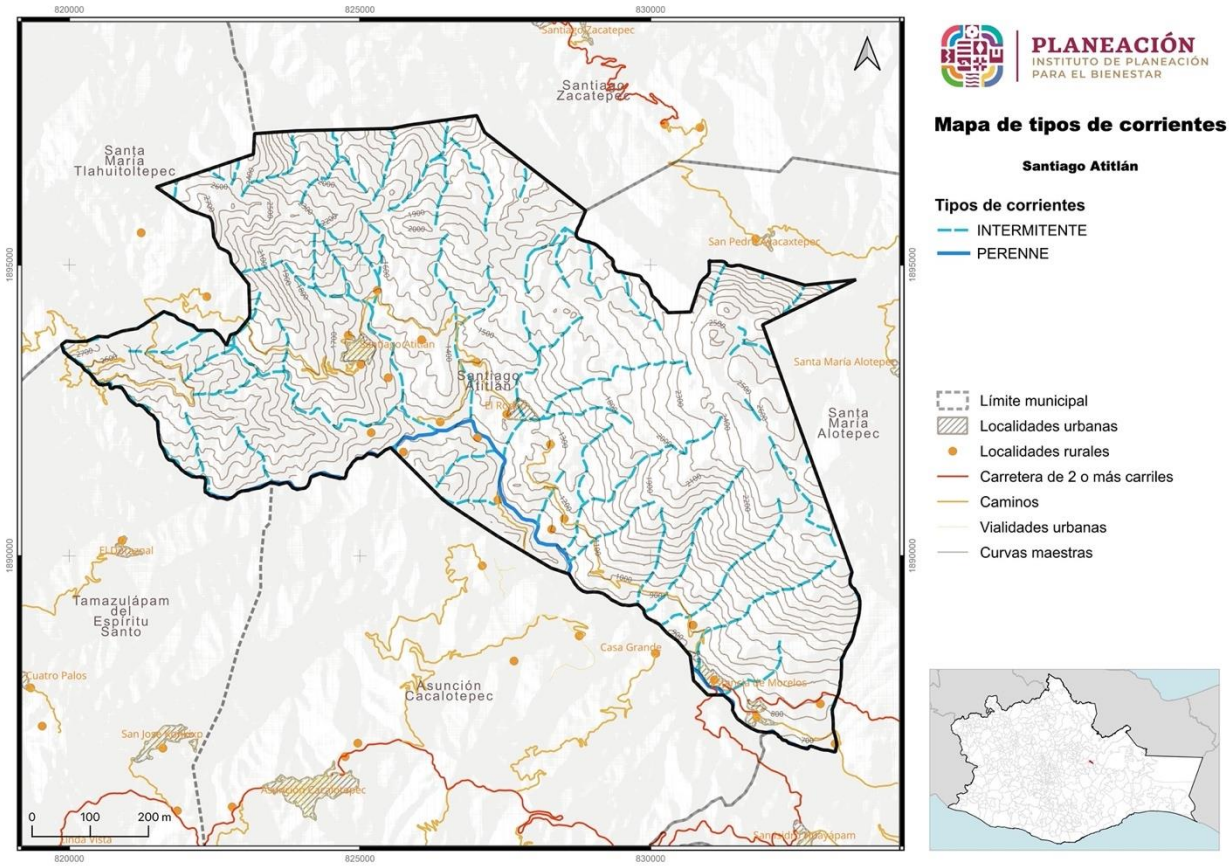
Mapa 10. Regiones hidrológicas en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

El agua disponible, antes abundante, ya no es suficiente para satisfacer las necesidades de la comunidad debido a la contaminación y a una muy alta escasez en la temporada de cuaresma, a pesar de que en los demás meses hay agua en abundancia, pero que no es aprovechada de manera racional ni adecuada.

Mapa 11. Tipos de corrientes en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

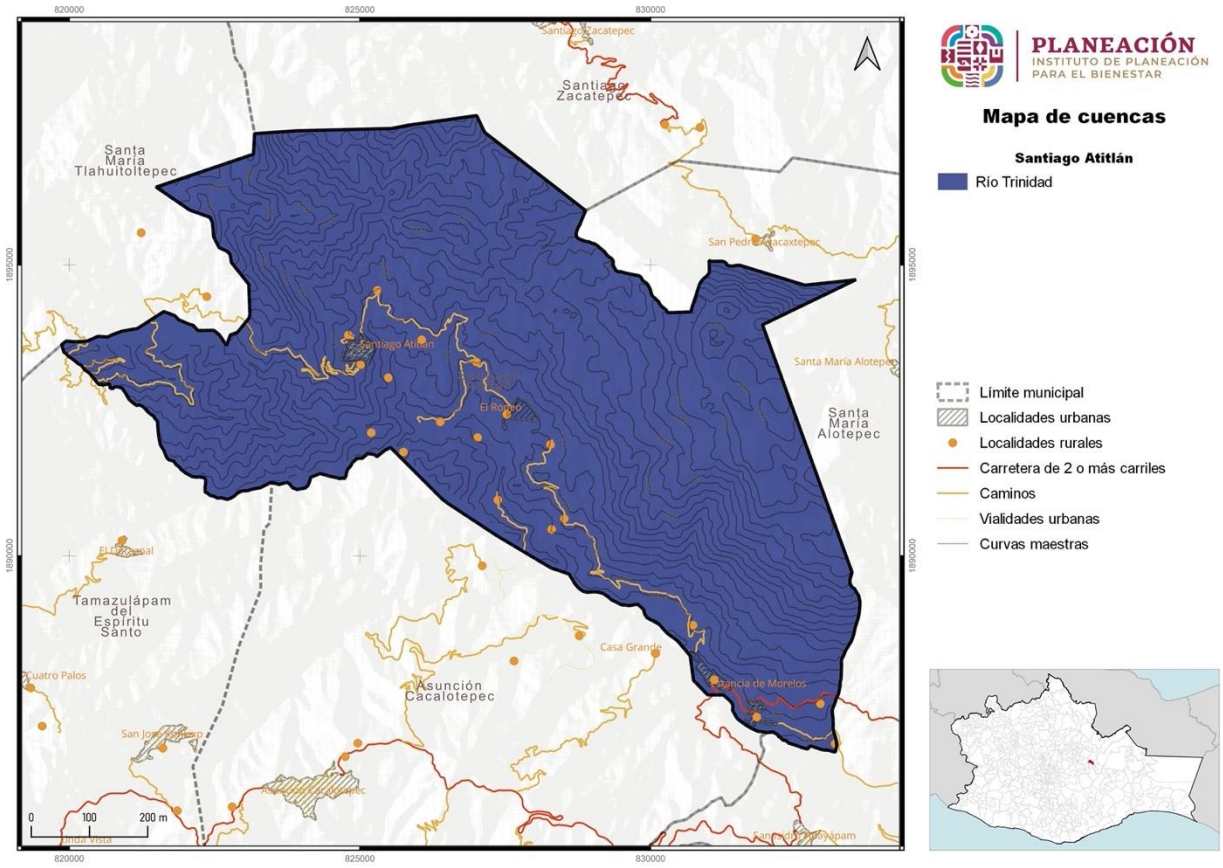
El territorio cuenta con dos tipos de corrientes de agua principalmente, una de tipo perenne, que consta con una longitud de 8.9 km y una corriente intermitente, que es la que recorre mayor distancia, con 92.1 km aproximadamente.

III.5.1 Cuencas, subcuencas y microcuencas

III.5.1.1 Cuencas

El territorio municipal de Santiago Atitlán pertenece a la cuenca del Río Trinidad, de la región hidrológica del Papaloapan, subregión del Río Papaloapan, perteneciendo a la Región Administrativa del Golfo Centro.

Gráfica 2. Cuencas presentes en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

Este municipio cuenta con el rio principal, que pasa por la cabecera municipal, la estancia de Morelos y San Sebastián. En la actualidad se encuentra contaminado, principalmente por detergentes, cloro y diversos desechos sólidos.

Tabla 11. Cuencas presentes en el municipio de Santiago Atitlán

Cuenca	Descripción de la cuenca	Región hidrológica	Subregión	Región administrativa
Río Trinidad	Desde su nacimiento, hasta la estación hidroeléctrica Bellaco y Achotal	Papaloapan	Río Papaloapan	Golfo Centro

Fuente: CentroGeo, 2024

III.6 Clima

En el municipio de Santiago Atitlán predomina el clima semicálido templado húmedo en la parte norte y el templado húmedo en la porción sur, con lluvias de moderadas a intensas en verano y parte de invierno. La temperatura media anual es de 16.2° C.

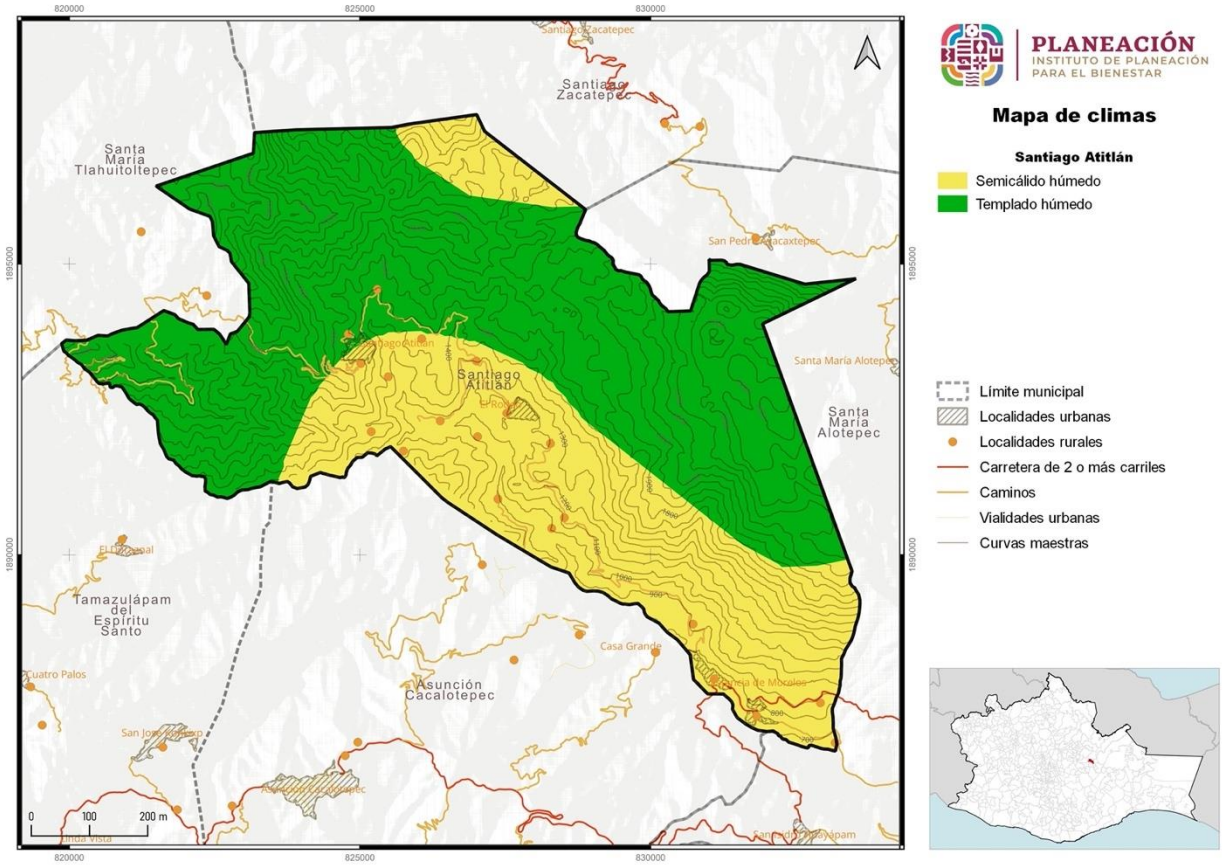
Presenta sequía marcada de marzo a mayo. Con el inicio del temporal en junio se presentan lluvias intermitentes, las cuales se van regularizando conforme se avanza en el temporal, llegando a su mayor abundancia durante septiembre y octubre.

Tabla 12. Climas presentes en el municipio de Santiago Atitlán

Tipo de clima	Descripción de la temperatura	Descripción de la precipitación
(A)C(fm)	Semicálido húmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más frio menor de 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C	Precipitación del mes más seco mayor a 40 mm; lluvias entre verano e invierno y porcentaje de lluvia invernal menor al 18% del total anual
C(f)	Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frio entre -3 °C y 18 °C y temperatura del mes más caliente bajo 22 °C	Precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm; lluvias todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 12. Clima presente en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

En el invierno, así como cuando las lluvias son intensas en verano, es común que exista descenso en la temperatura y humedad relativa alta, por lo que la precipitación anual es de 1,565 mm, siendo el período más frío durante los meses de diciembre a febrero y se manifiesta en neblinas. Los climas del municipio varían en las localidades de acuerdo con los metros sobre el nivel del mar.

III.6.1. Temperatura

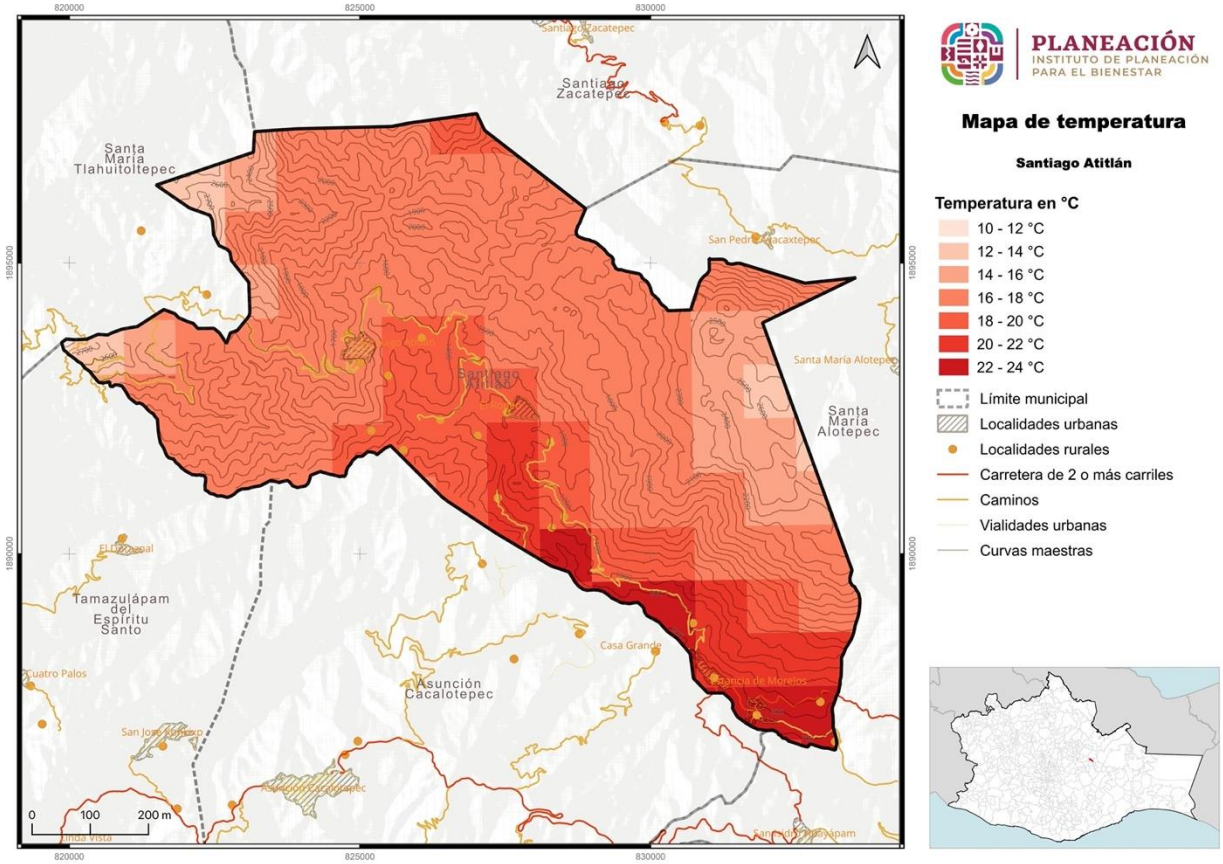
En Santiago Atitlán existe la presencia de cuatro zonas térmicas con 7 rangos de temperatura. El rango de temperatura que predomina en el municipio es entre 16 y 18°C, correspondiente a la zona térmica templada.

Tabla 13. Superficie del municipio de Santiago Atitlán por rango de temperaturas (°C) medias anuales

Rango de temperatura (°C)	Hectáreas en el municipio
10 - 12	3.8
12 - 14	213.5
14 - 16	735
16 - 18	4,160.9
18 - 20	1,140.8
20 - 22	506.3
22 - 24	333.7

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 13. Temperatura media anual presente en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.2 Precipitación

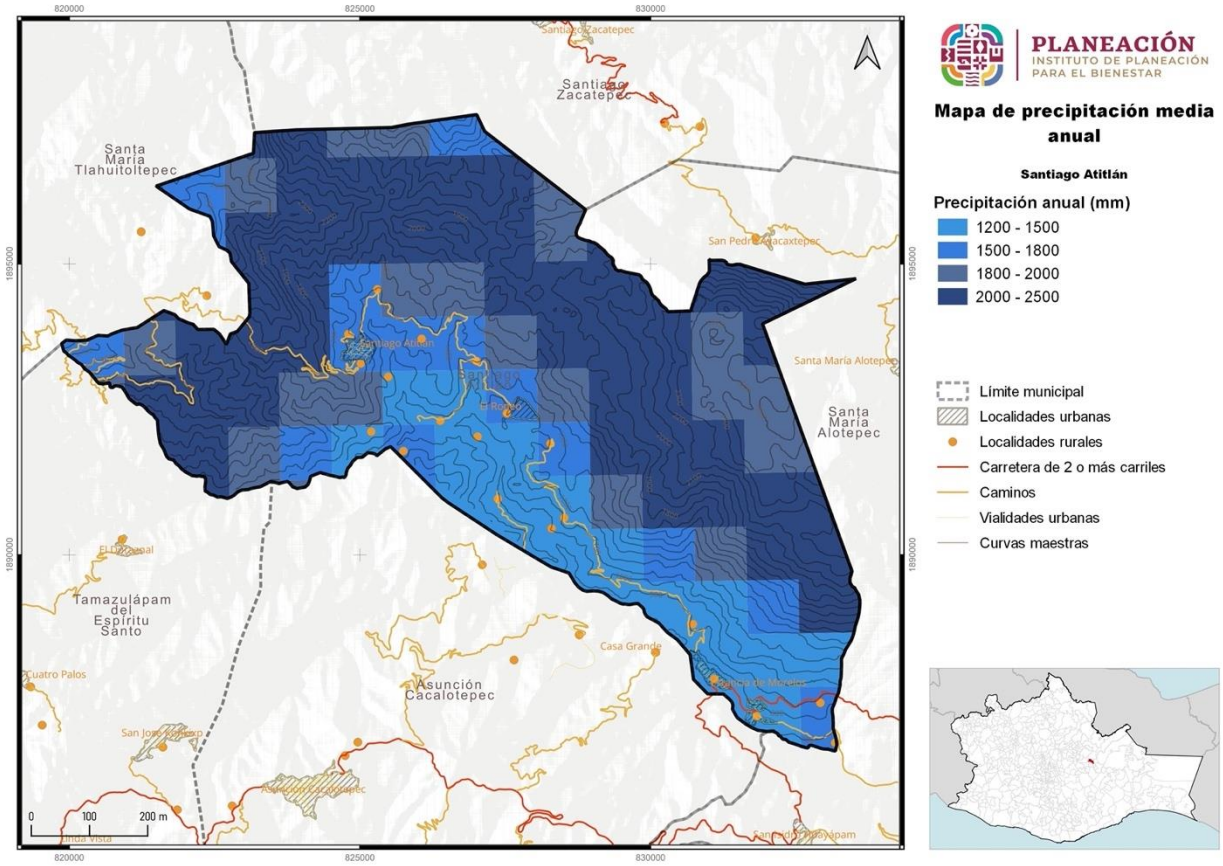
En el municipio de Santiago Atitlán, las precipitaciones tienen variantes que van de los 1,200 mm anuales a los 2,500 mm; existen cuatro rangos de precipitación anual, dentro de los que predomina el rango entre 2,000 – 2,500 mm anuales. Además, existe la presencia de rangos de precipitación anual de 1,200-1,500 mm, de 1,500-1,800, la de 1,800 – 2,000 mm y 2,000 – 2,500 mm.

Tabla 14. Superficie por rango de precipitación anual (mm) en el municipio de Santiago Atitlán

Precipitación anual (mm/año)	Hectáreas totales del municipio por categoría
1200 - 1500	1,295.7
1500 - 1800	1,061.9
1800 - 2000	1,445.6
2000 - 2500	3,290.7

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 14. Precipitación media anual presente en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.3 Evapotranspiración

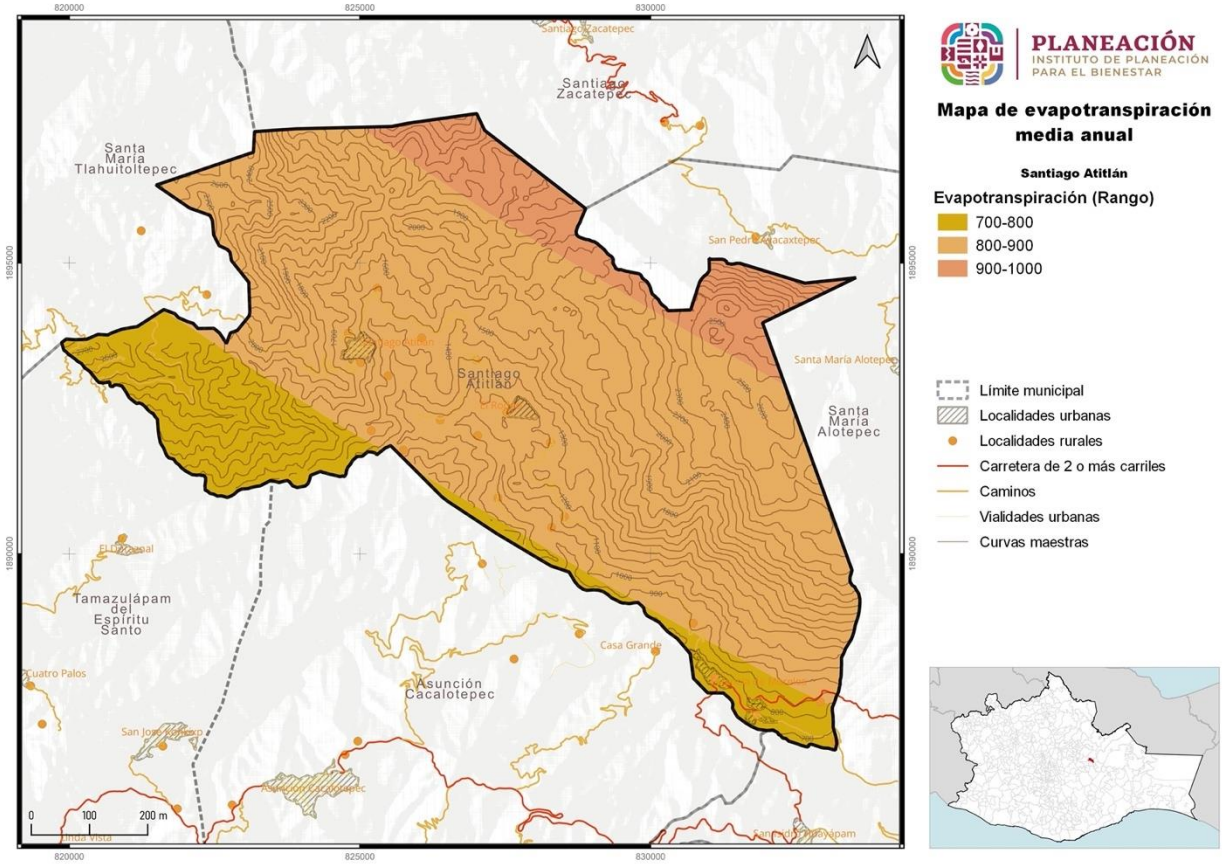
Se refiere al agua en forma de precipitación que se estima que en el municipio el 71.6% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 22.2% escurre por los ríos o arroyos y el 6.2% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos.

Tabla 15. Evapotranspiración (mm/año) en el municipio de Santiago Atitlán

Valor	Rango (mm/año)	Hectáreas totales del municipio por categoría
8	700-800	1,105
9	800-900	5,281
10	900-1000	707.7
8	700-800	1,105

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 15. Evapotranspiración medial anual presente en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.4. Vulnerabilidad ante el cambio climático

Los fenómenos naturales ocurren en la superficie de manera constante en el tiempo, pero variable en cuanto a magnitud. Un fenómeno se convierte en peligro natural cuando altera parcial o totalmente algún aspecto físico de un territorio, mismo en donde se encuentra asentada la población.

De esta manera, cualquier fenómeno natural que ocurra en los sistemas atmosférico, biótico, litosférico, hidrológico, etc., o entre ellos, y presente una probabilidad de afectación del ser humano y sus actividades, debe ser considerado peligro. A lo largo de la historia del poblamiento de un territorio, la sociedad ha estado expuesta a diferentes fenómenos naturales. Algunos de estos han causado algún tipo de daño o afectación a la infraestructura, actividades o en las vidas mismas de la población (M.M, Campos - Vargas., Toscana Aparicio, A., Monroy Gaytán, F., Reyes López, H.A., 2010).

De acuerdo con la Ley General de Cambio Climático, la vulnerabilidad se define como "*el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si estos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos*".

La vulnerabilidad no solo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto. Existen tres niveles de priorización para los municipios de México más vulnerables al cambio climático:

Primer nivel: 1,448 municipios

Segundo nivel: 273 municipios

Tercer nivel: 83 municipios.

Las vulnerabilidades que han sido consideradas para su estudio son: vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves, inundaciones y al incremento potencial de enfermedades transmitidas por vector (dengue); vulnerabilidad de la producción ganadera a estrés hídrico e inundaciones y vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

Santiago Atitlán no se encuentra en el listado a nivel nacional de vulnerabilidad al cambio climático. Se ubica en el número 209 del orden de vulnerabilidad estatal y en el rango de vulnerabilidad actual de 0.9, y en donde la población susceptible a deslaves es de 0.6.

Tabla 16. Vulnerabilidad ante el cambio climático del municipio de Santiago Atitlán

Orden de vulnerabilidad estatal	Índice de vulnerabilidad actual	Probabilidad potencial de deslaves actual	Población susceptible a deslaves
209	0.9	1.0	57%

Fuente: CentroGeo, 2024

III.7. Uso de suelo y vegetación

Por su geolocalización y su relieve montañoso, la vegetación del municipio de Santiago Atitlán varía de acuerdo con el clima y a la altura sobre el nivel del mar. En general, en el estado el uso del suelo es para vegetación secundaria de bosque, con un 26.4% con respecto al total, mientras que, en Santiago Atitlán, según la carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI, el territorio municipal contiene una muy pequeña zona de bosque de pino-encino en los límites con Santiago Zacatepec, observando en su mayor parte de vegetación derivados de bosque mesófilo de montaña.

Tabla 17. Usos de suelo y vegetación en el municipio de Santiago Atitlán

Uso de suelo y vegetación	Área (km²)	Área (ha)
Agricultura	42.8	4,284.3
Pastizal cultivado o inducido	1.1	107.4
Vegetación secundaria	27	2,702.2

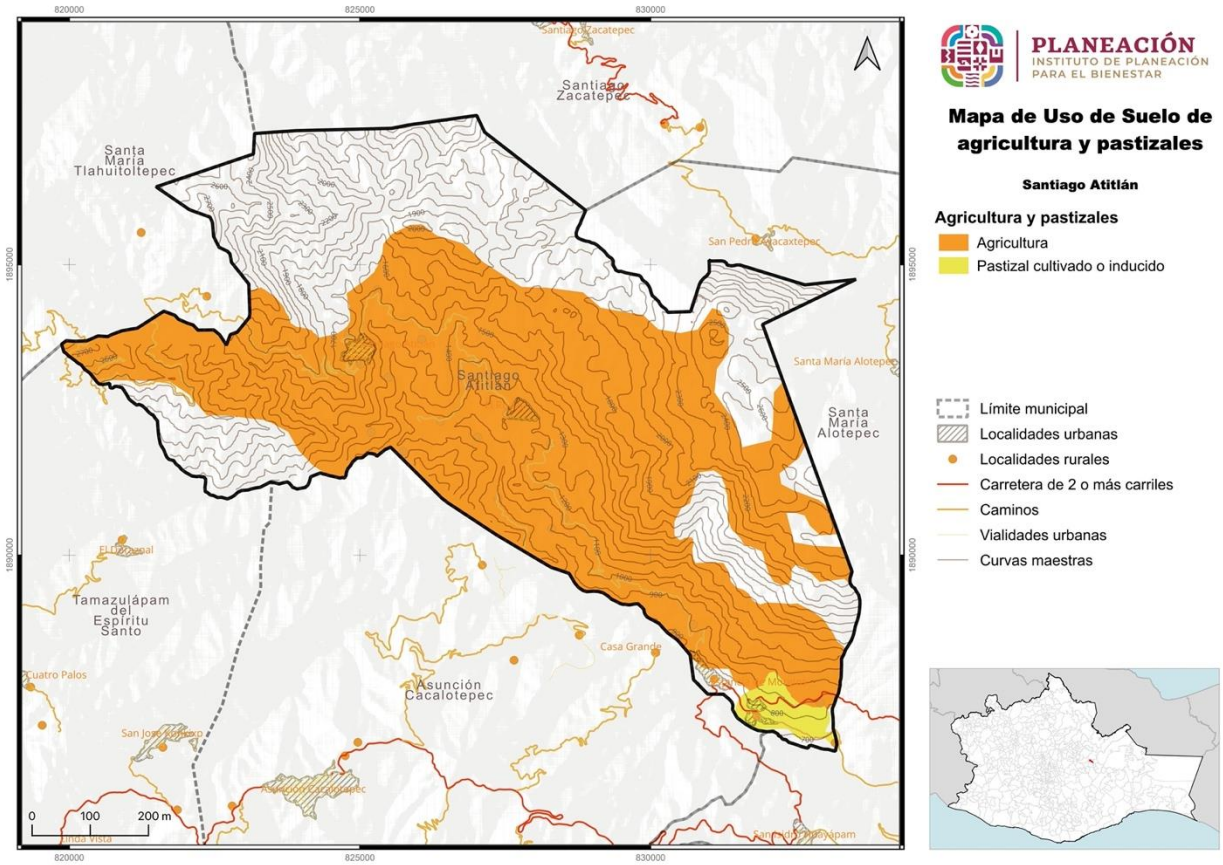
Fuente: CentroGeo, 2024

Sin embargo, debido a la diversidad de climas, se tiene especies florísticas más adaptadas a climas templados y fríos sobre las partes altas (Santiago Atitlán, San Sebastián Atitlán, Potrero), y especies adaptadas a tierra caliente en las partes bajas (Estancia de Morelos, Rodeo, el Álamo Santa Cruz y Agua de Caña).

Los bosques de encino comprenden comunidades mezcladas con pino en proporción diversa. Restos de otras asociaciones vegetales se presentan en áreas que fueron de transición y por lo regular poco accesibles, indicando la existencia en el pasado de bosque caducifolio, selva nublada y selva mediana. Estas áreas son las que mantienen actualmente importantes extensiones de la actividad agrícola y del cultivo

de café. En pequeños manchones subsisten el ciprés, el cedro blanco, el aile, el liquidámbar, los helechos y pastizales.

Mapa 16. Uso de suelo de agricultura y pastizales en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

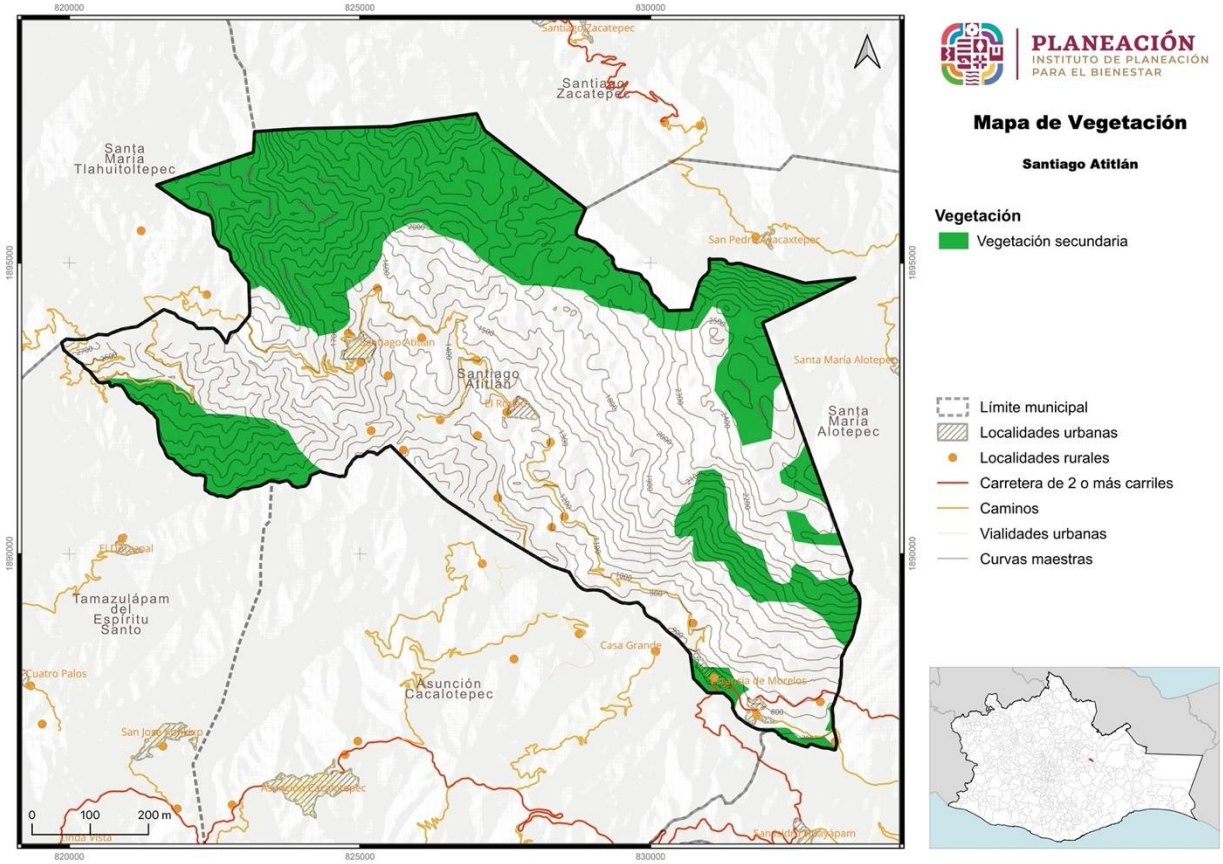
En las partes altas de los cerros es donde existe más vegetación, ya que ahí no llegan los habitantes de la comunidad y se considera como zona de reserva. Así mismo, en las zonas urbanas y alrededores, el uso de suelo se usa para la agricultura pecuaria, agrícola y forestal.

Respecto de la vegetación existente en el territorio, la vegetación secundaria predomina con una superficie aproximada de más de 2,697 ha.

Todo indica que Santiago Atitlán casi ha extinguido sus bosques, pues su presencia se reduce en cañadas y sitios inaccesibles, principalmente el bosque mesófilo. Quizá el bosque primario más importante que existió en la región es el manchón de cipreses asociado de pinos y otras especies en el cerro Cabeza Canosa y el bosque de encino de la Malinche.

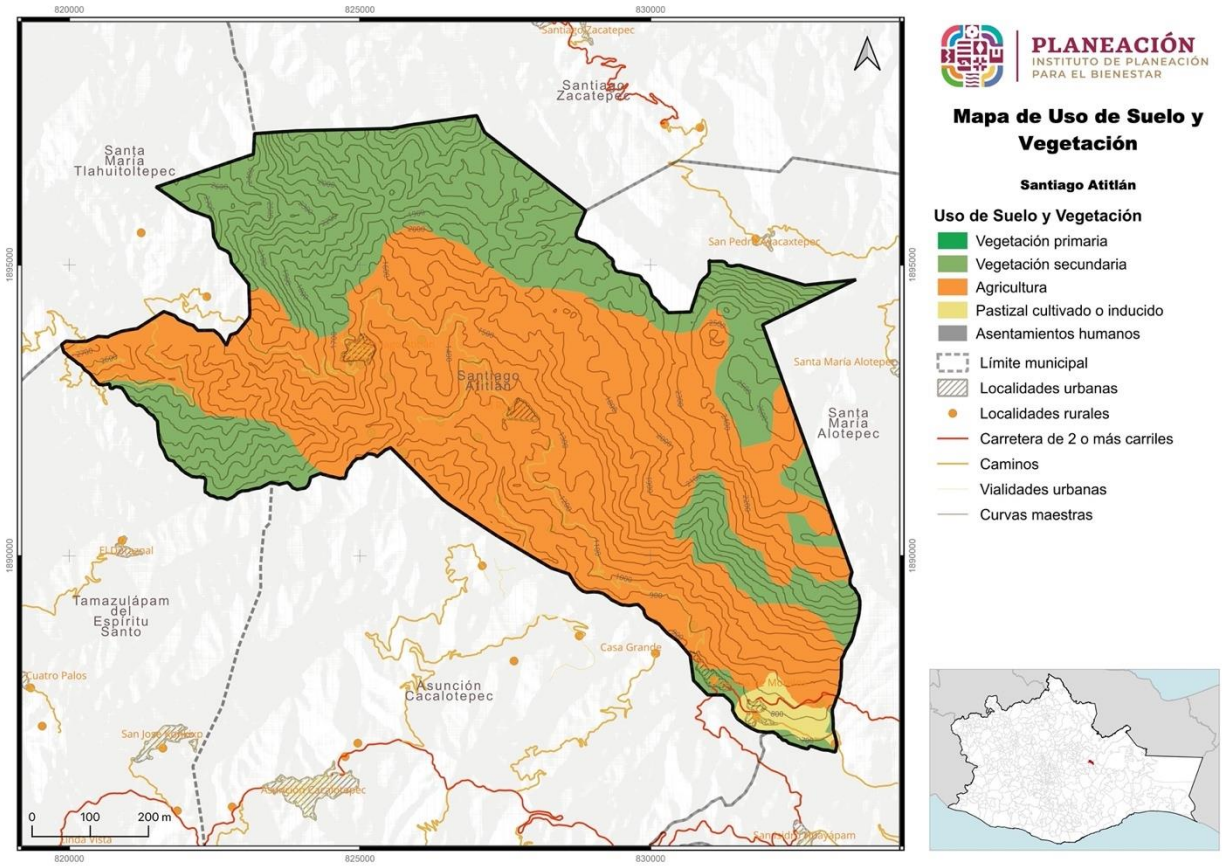
La causa son las actividades antropogénicas, los desmontes y quemas para convertir los terrenos forestales a áreas de cultivo de granos básicos, lo que además ha provocado la infertilidad del suelo y la erosión.

Mapa 17. Vegetación en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 18. Vegetación y uso de suelo en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el uso de suelo para la agricultura es de 4,276.3 hectáreas, que corresponde al 60.4%. En pastizal cultivado o inducido se tienen 107.2 hectáreas, que equivalen al 1.5% y para vegetación secundaria se cuentan con 2,697.2 hectáreas, que corresponden al 38.1%.

III.8. Áreas naturales protegidas

En el municipio de Santiago Atitlán no existen áreas naturales protegidas.

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

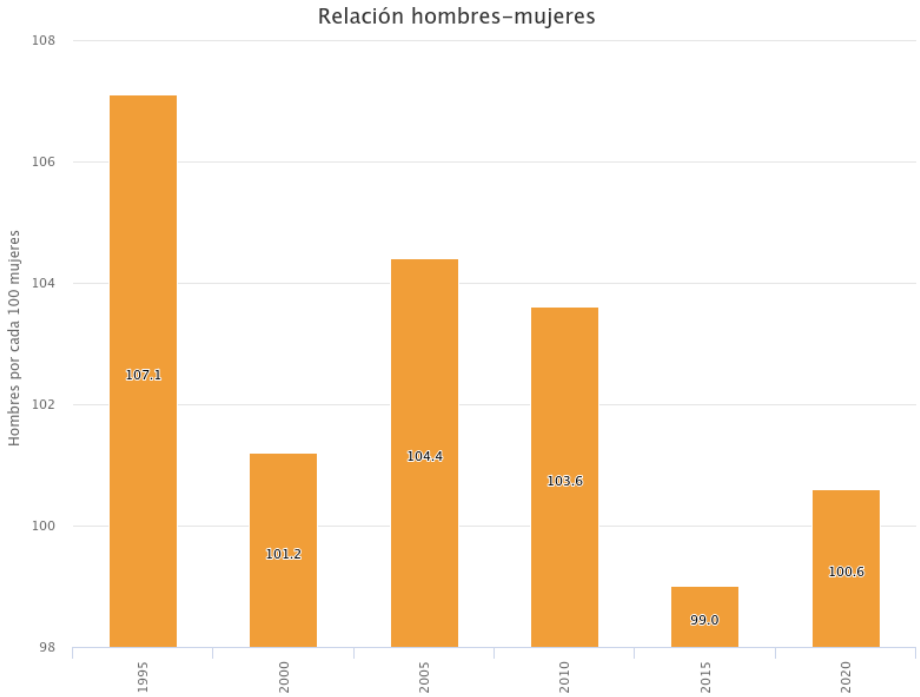
IV.1 Dinámica demográfica

En este apartado encontrarás información cuantitativa relacionada con la población del municipio, cómo se distribuye en sus diversas localidades, una expectativa de su crecimiento futuro, se analiza su distribución por sexo y la densidad de población en el territorio.

IV.1.1 Población y distribución del municipio, por localidad

De acuerdo con los datos que arroja el Censo de Población 2020, el municipio de

Gráfica 3. Comparativo en la relación que existe entre hombres y mujeres en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

Santiago Atitlán cuenta con un total de 3,556 habitantes, de los cuales 1,783 (que equivale al 50.1%), corresponden al género masculino y 1,773 (49.9%), al género femenino.

Tabla 18. Población total del municipio de Santiago Atitlán

Municipio	Población Total	Población femenina	Población masculina
Santiago Atitlán	3,556	1,773	1,783

Fuente: CentroGeo, 2024

La relación que existe entre hombres y mujeres es que, por cada 100 mujeres, existen 100.6 hombres.

El municipio de Santiago Atitlán la conforman veintiún localidades: Santiago Atitlán, Estancia de Morelos, San Sebastián Atitlán, El Rodeo, Rancho Calavera, El Potrero, Río Grande, Santa Cruz, El Calvario, Agua de Caña, El Molino, El Platanar, Rancho Guadalupe, Resbaloso, Álamo, El Tepejilote, Camino a la Telesecundaria, Santa Cecilia, Llano de Caña, Rancho Florida y Linda Vista**.**

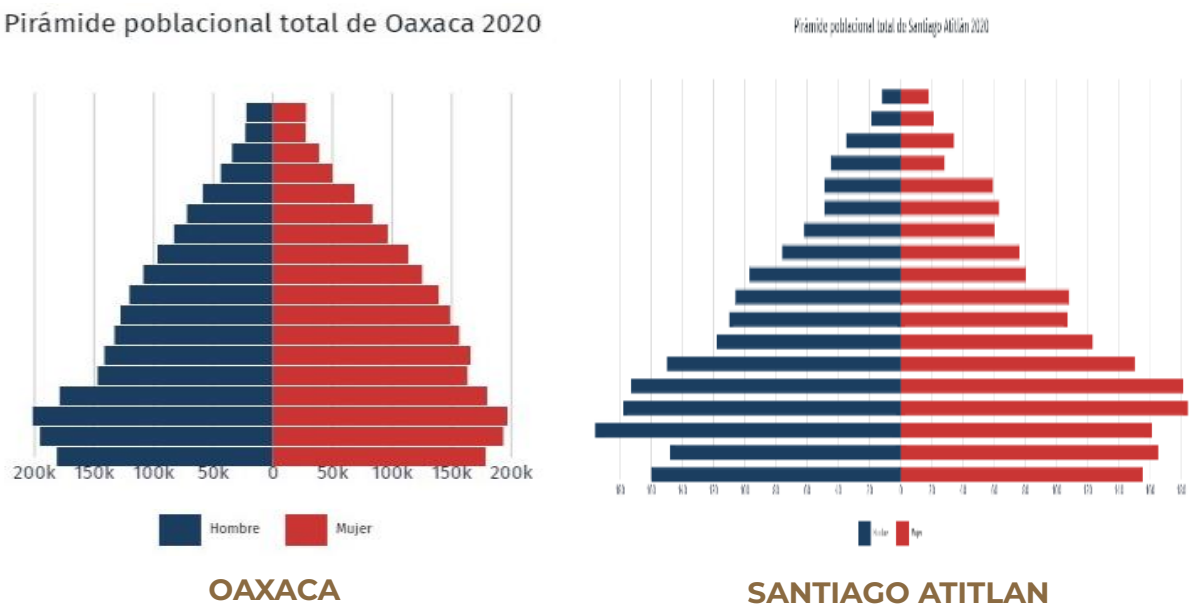
Tabla 19. Población del municipio de Santiago Atitlán por localidad

Localidad	Total	Mujeres	Hombres
Santiago Atitlán	550	278	272
Estancia de Morelos	561	299	262
San Sebastián Atitlán	298	144	154
El Rodeo	334	165	169
Rancho Calavera	4	0	0
El Potrero	362	179	183
Río Grande	74	34	40
Santa Cruz	198	97	101
El Calvario	406	194	212
Agua de Caña	61	27	34
El Molino	154	73	81
El Platanar	8	3	5

Localidad	Total	Mujeres	Hombres
Rancho Guadalupe	2	0	0
Resbaloso	14	6	8
Álamo	103	49	54
El Tepejilote	41	22	19
Camino a la Telesecundaria	112	57	55
Santa Cecilia	33	16	17
Llano de Caña	15	7	8
Rancho Florida	2	0	0
Linda Vista	224	118	106

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 4. Distribución de pirámide de poblacional entre el Estado de Oaxaca de Juárez y Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

De manera general, la densidad de población por km^2 es de 44.8 personas.

Las gráficas que a continuación se muestran son un comparativo de la distribución de la población por edades y sexo. La pirámide de la izquierda es del estado de Oaxaca y la pirámide de la derecha es de Santiago Atitlán.

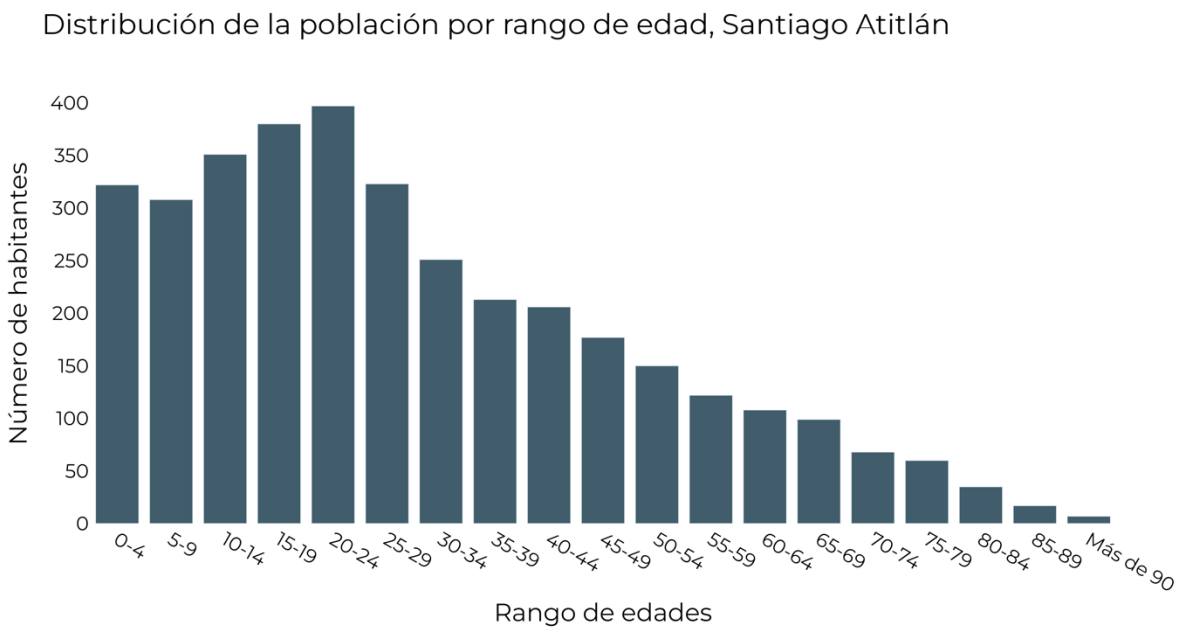
En la siguiente tabla se muestra la distribución de los habitantes de Santiago Atitlán por un rango de edades, identificando el crecimiento poblacional.

Tabla 20. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de Santiago Atitlán

Rango de edad (años)	Población
00-04	322
05-09	308
10-14	351
15-19	380
20-24	397
25-29	323
30-34	251
35-39	213
40-44	206
45-49	177
50-54	150
55-59	122
60-64	108
65-69	99
70-74	68
75-79	60
80-84	35
85-89	17
90 y más	7

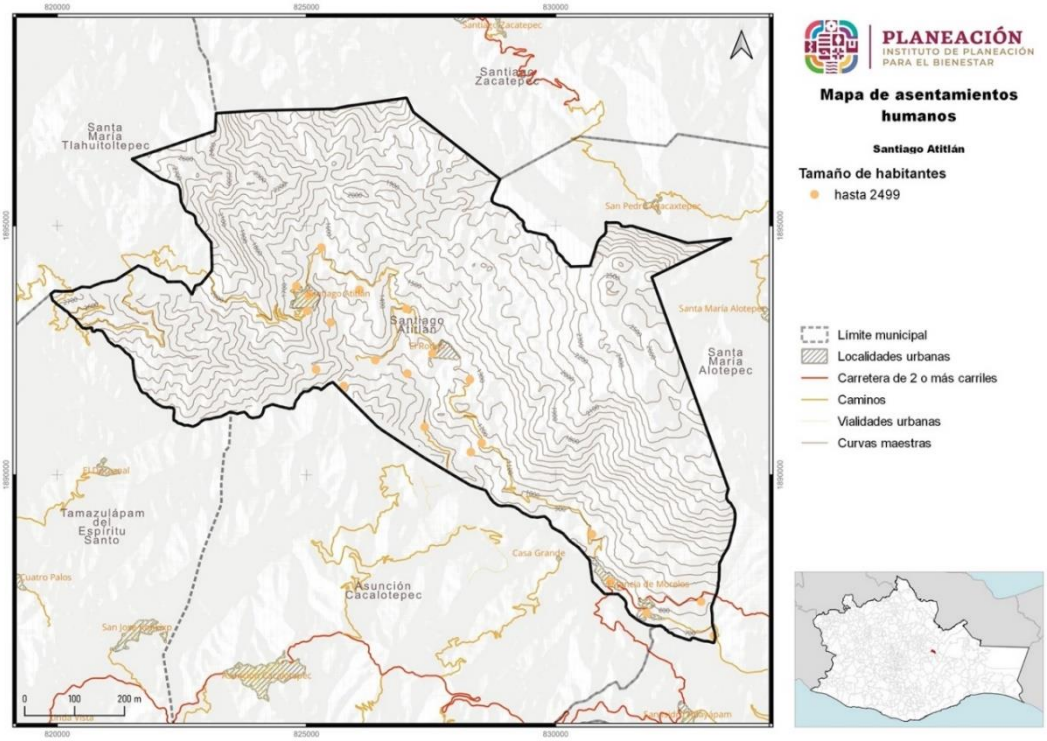
Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 5. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 19. Asentamientos humanos en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

Se puede resaltar un alto crecimiento de población en edad infantil y juvenil, que van de los 0 a los 24 años, tanto en hombres como en mujeres (representando en conjunto el 47.8%). También se observa la distribución por rango de edades. Referente a las personas del grupo de edad de los 60 años o más, tenemos un total de 394 habitantes, que representan el 11.1% de la población.

En Santiago Atitlán, como en varias poblaciones del Estado de Oaxaca, la longevidad de las mujeres es mayor que la de los hombres. El grupo de mujeres de 70 y 80 años a más están a la par en esta localidad.

IV.2. Condiciones sociales y económicas

IV.2.1 Población con discapacidad

El municipio de Santiago Atitlán cuenta con una población con capacidades diferentes que asciende a 263 habitantes, lo que representa el 7.4% del total de habitantes.

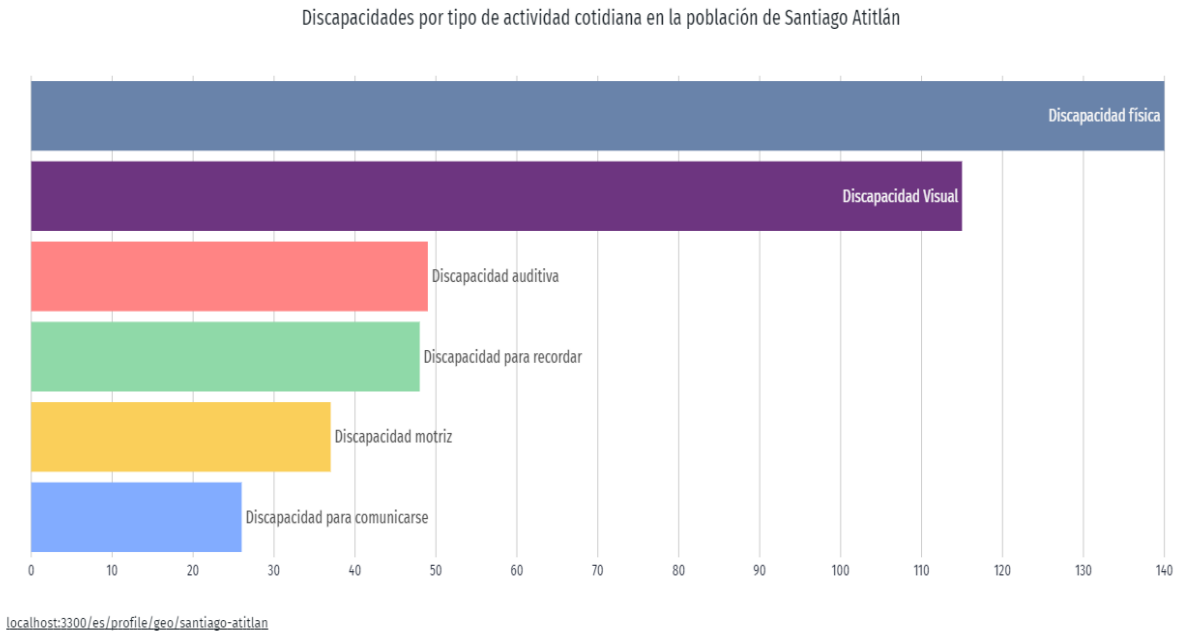
Tabla 21. Distribución de habitantes con discapacidad por localidad en el municipio de Santiago Atitlán

Localidad	Población total	Población con discapacidad
Total	3,556	263
Santiago Atitlán	550	93
Estancia de Morelos	561	35
San Sebastián Atitlán	298	25
El Rodeo	334	7
Rancho Calavera	4	-
El Potrero	362	21
Río Grande	74	1
Santa Cruz	198	8
El Calvario	406	26
Agua de Caña	61	-
El Molino	154	9
El Platanar	8	-

Localidad	Población total	Población con discapacidad
Rancho Guadalupe	2	-
Resbaloso	14	-
Álamo	103	-
El Tepejilote	41	8
Camino a la Telesecundaria	112	15
Santa Cecilia	33	1
Llano de Caña	15	1
Rancho Florida	2	-
Linda Vista	224	13

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 6. Principales discapacidades reportadas en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

La localidad que presenta mayor número de personas con discapacidad es Santiago Atitlán, con un total de 93 habitantes y esto a su vez nos representa el 16.9% de la población de esta localidad. Después, la localidad de Estancia de Morelos cuenta con 35 personas, que representan el 6.2% de su población. Por otro lado, la localidad que

le sigue con mayor número de personas con discapacidad es la de El Calvario, con 26, representado con el 6.4% del total de habitantes de esta localidad.

En 2020, las principales discapacidades presentes en la población de Santiago Atitlán fueron discapacidad física, discapacidad visual, discapacidad auditiva, discapacidad por recordar, discapacidad motriz, y discapacidad para comunicarse. Todas estas discapacidades se generan principalmente en personas de avanzada edad, seguida de alguna enfermedad como la segunda mayor causa.

IV.2.2 Lenguas indígenas

Las lenguas indígenas que predominan es el mixe y unas cuantas personas hablan el zapoteco y mixteco. La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena es de 3,244 personas, lo que corresponde al 91.4% del total de la población de Santiago Atitlán.

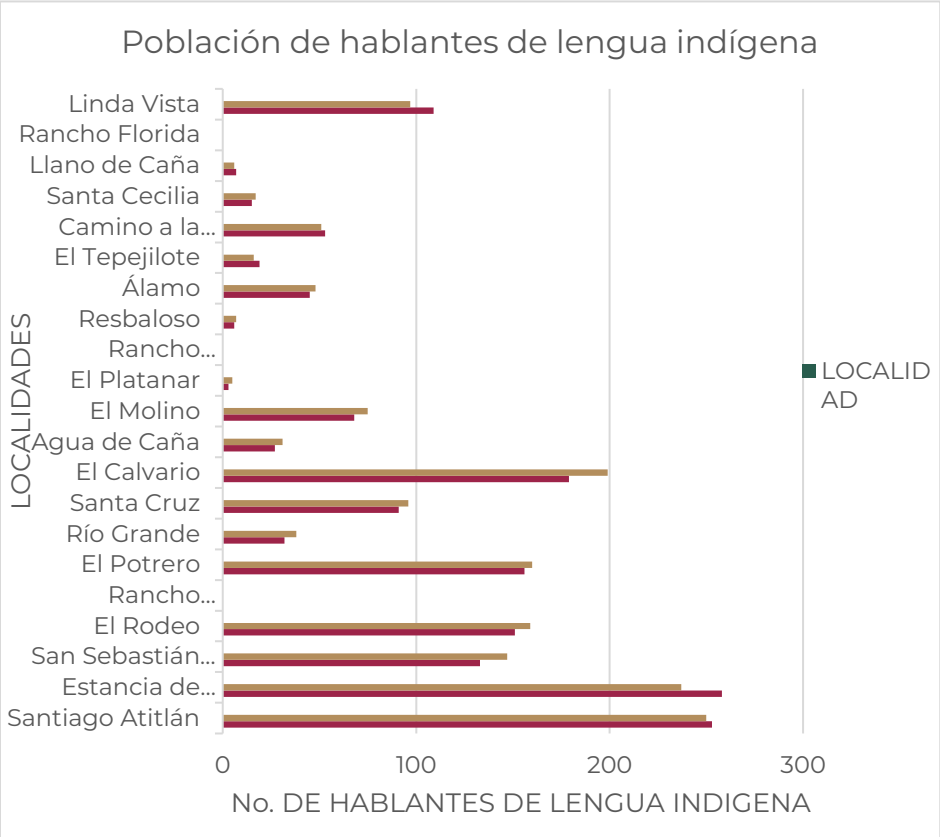
Tabla 22. Población hablante de alguna lengua indígena por sexo y localidad del municipio de Santiago Atitlán

Localidad	Población total	Hablantes de lengua indígena	Mujeres hablantes de lengua indígena	Hombres hablantes de lengua indígena
Total	3,556	3,244	1,605	1,639
Santiago Atitlán	550	503	253	250
Estancia de Morelos	561	495	258	237
San Sebastián Atitlán	298	280	133	147
El Rodeo	334	310	151	159
Rancho Calavera	4	-	-	-
El Potrero	362	316	156	160
Río Grande	74	70	32	38
Santa Cruz	198	187	91	96
El Calvario	406	378	179	199
Agua de Caña	61	58	27	31
El Molino	154	143	68	75
El Platanar	8	8	3	5
Rancho Guadalupe	2	-	-	-
Resbaloso	14	13	6	7
Álamo	103	93	45	48
El Tepejilote	41	35	19	16

Localidad	Población total	Hablantes de lengua indígena	Mujeres hablantes de lengua indígena	Hombres hablantes de lengua indígena
Camino a la Telesecundaria	112	104	53	51
Santa Cecilia	33	32	15	17
Llano de Caña	15	13	7	6
Rancho Florida	2	-	-	-
Linda Vista	224	206	109	97

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 7. Distribución de la población hablante de alguna lengua indígena por localidad y sexo en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

La población femenina que habla lengua indígena es el 53.6% y el 46.4% corresponde a la población masculina.

Prácticamente los habitantes de todas las localidades del municipio de Santiago Atitlán dominan el mixe, y en 6 localidades las mujeres rebasan el 50% del total de

hablantes de alguna lengua indígena. Es de resaltar que más del 91% de la población conserva su lengua materna y esto es gracias a que a edades muy cortas los niños son educados bajo estas costumbres.

IV.2.3 Servicios de salud

Con datos del INEGI en el Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio de Santiago Atitlán tiene 2,712 personas están afiliadas a algún servicio de salud, lo que representa el 75.6% de la población del municipio. Esto nos indica que la gran mayoría de la población del municipio cuenta con acceso a este servicio.

El servicio de salud que más población tiene afiliada es el Instituto de Salud para el Bienestar, con 2,526 afiliados. Le sigue los servicios del IMSS Bienestar, con 77 afiliados, los servicios del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), con 58 afiliados, los servicios del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), con 40 afiliados, 6 personas afiliadas a otra institución privada y 2 personas afiliadas a Pemex y Defensa.

Tabla 23. Distribución de habitantes con servicios de salud por localidad en el municipio de Santiago Atitlán

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	3,556	2,712	40	58	0	3	2,526	77	2	6	76%
Santiago Atitlán	550	441	12	24	0	0	368	35	1	1	80%
Estancia de Morelos	561	340	7	27	0	0	300	4	1	1	61%
San Sebastián Atitlán	298	232	4	0	0	1	227	0	0	0	78%
El Rodeo	334	293	3	3	0	0	281	6	0	0	88%
Rancho Calavera	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
El Potrero	362	265	2	1	0	0	239	22	0	1	73%
Río Grande	74	55	0	0	0	0	55	0	0	0	74%
Santa Cruz	198	167	0	0	0	0	167	0	0	0	84%
El Calvario	406	321	4	3	0	0	313	1	0	0	79%
Agua de Caña	61	56	2	0	0	1	53	0	0	0	92%
El Molino	154	90	1	0	0	0	89	0	0	0	58%
El Platanar	8	8	0	0	0	0	8	0	0	0	100%
Rancho Guadalupe	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Resbaloso	14	13	0	0	0	0	13	0	0	0	93%
Álamo	103	87	1	0	0	1	85	0	0	0	84%
El Tepejilote	41	20	0	0	0	0	20	0	0	0	49%

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
Camino a la Telesecundaria	112	94	4	0	0	0	87	0	0	3	84%
Santa Cecilia	33	24	0	0	0	0	15	9	0	0	73%
Llano de Caña	15	10	0	0	0	0	10	0	0	0	67%
Rancho Florida	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Linda Vista	224	196	0	0	0	0	196	0	0	0	88%

Fuente: CentroGeo, 2024

Tabla 24. Distribución de servicios de salud por localidad en el municipio de Santiago Atitlán

Localidad	Clave de la Institución	Nombre de la Institución	Estatus	Nivel de Atención
Santiago Atitlán	SSA	Secretaria de Salud	Fuera de Operacion	Primer Nivel
Santiago Atitlán	IMO	Imss Régimen Bienestar	En Operación	Primer Nivel
Estancia de Morelos	SSA	Secretaria de Salud	En Operación	Primer Nivel

Fuente: CentroGeo, 2024

Es de considerar que independientemente de que la mayoría de los habitantes de este municipio cuentan con un servicio médico, la complicación que existe para las localidades radica en el tiempo que se tardan para poder trasladarse hacia el municipio para recibir atención médica, toda vez que no todas las localidades cuentan con vías de acceso para un traslado rápido y otras localidades se trasladan a otros municipios para su atención.

IV.3 Empleos e ingresos

IV.3.1 Población económicamente activa (PEA)

Se entiende que la Población Económicamente Activa (PEA), es aquella que se integra por las personas que tienen una ocupación o que sin tenerla la están buscando activamente. Está compuesta por la población ocupada más la población desocupada. Como población desocupada se puede sumar a personas que, no teniendo ocupación, están buscando activamente trabajo.

Tabla 25. Población económicamente activa (PEA) por localidad en el municipio de Santiago Atitlán

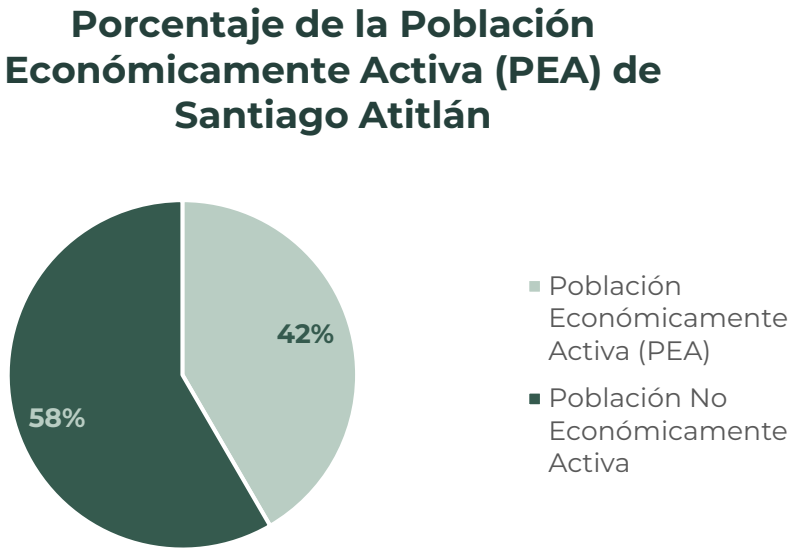
Municipio	Población total	Población Económicamente Activa (PEA)	Hombres de la PEA	Mujeres de la PEA	Población No Económicamente Activa
Total	3,556	1,480	1,018	462	2,076
Localidad	**Población total**	**Población Económicamente Activa (PEA)**	**Hombres de la PEA**	**Mujeres de la PEA**	**Población No Económicamente Activa**
Santiago Atitlán	550	313	183	130	237
Estancia de Morelos	561	221	133	88	340
San Sebastián Atitlán	298	148	94	54	150
El Rodeo	334	110	91	19	224
Rancho Calavera	4	0	0	0	4
El Potrero	362	173	116	57	189
Río Grande	74	15	10	5	59
Santa Cruz	198	69	55	14	129
El Calvario	406	144	118	26	262
Agua de Caña	61	14	12	2	47
El Molino	154	60	53	7	94
El Platanar	8	4	4	0	4
Rancho Guadalupe	2	0	0	0	2
Resbaloso	14	0	0	0	14
Álamo	103	24	23	1	79
El Tepejilote	41	12	9	3	29
Camino a la Telesecundaria	112	62	36	26	50
Santa Cecilia	33	16	11	5	17
Llano de Caña	15	5	4	1	10
Rancho Florida	2	0	0	0	2
Linda Vista	224	90	66	24	134

Fuente: CentroGeo, 2024

La población económicamente activa en Santiago Atitlán asciende a 1,483 habitantes, que equivale al 41.7% del total de habitantes. De estos, 462 son del género femenino y 1,021 son del género masculino, lo que representa el 31.1% y el 68.8%, respectivamente. Pero si consideramos que el total de la población es de 3,556, habitantes entonces obtenemos que solo el 28.7% de los hombres y el 12.9% de mujeres cuentan con alguna ocupación. En el municipio hay pocas oportunidades para tener un empleo formal,

por ello es necesario la creación de oportunidades para incorporar a la población económicamente no activa del municipio a insertarse y tener un empleo formal.

Población económicamente activa en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

El total de la población ocupada en el municipio es de 1,481 y la población desocupada es de 2 habitantes, que corresponden al 99.9% y 0.1% respectivamente. La población ocupada, tanto masculina como femenina, se encuentra en las localidades con mayor número de habitantes, como lo es Santiago Atitlán, Estancia de Morelos y San Sebastián Atitlán.

Tabla 26. Población económicamente activa, ocupada y desocupada, por localidad del municipio de Santiago Atitlán

Municipio	Población total	Población Económicamente Activa (PEA)	PEA ocupada	PEA desocupada
Santiago Atitlán	3,556	1,480	1,478	2
Localidad	**Población total**	**Población Económicamente Activa (PEA)**	**PEA ocupada**	**PEA desocupada**
Santiago Atitlán	550	313	313	0
Estancia de Morelos	561	221	219	2

San Sebastián Atitlán	298	148	148	0
El Rodeo	334	110	110	0
Rancho Calavera	4	0	0	0
El Potrero	362	173	173	0
Río Grande	74	15	15	0
Santa Cruz	198	69	69	0
El Calvario	406	144	144	0
Agua de Caña	61	14	14	0
El Molino	154	60	60	0
El Platanar	8	4	4	0
Rancho Guadalupe	2	0	0	0
Resbaloso	14	0	0	0
Álamo	103	24	24	0
El Tepejilote	41	12	12	0
Camino a la Telesecundaria	112	62	62	0
Santa Cecilia	33	16	16	0
Llano de Caña	15	5	5	0
Rancho Florida	2	0	0	0
Linda Vista	224	90	90	0

Fuente: CentroGeo, 2024

IV.3.2 Sectores productivos

Los censos económicos que se levantan cada cinco años en el país captan y difunden información sobre la actividad económica de los sectores secundario y terciario de la economía y de los establecimientos ubicados en áreas urbanas y de establecimientos mayores en algunas áreas rurales.

Existen tres actividades: Las actividades primarias comprenden el aprovechamiento directo de los recursos naturales como el suelo, la fauna y la vegetación. Algunos ejemplos son, la agricultura, la ganadería, la pesca y la silvicultura, que consiste en el aprovechamiento forestal.

Por otro lado, las actividades secundarias abarcan la industria en todas sus variantes y las tareas destinadas al procesamiento, de los productos obtenidos en las actividades primarias. Los productos provenientes de las actividades económicas primarias y secundarias son transportados y comercializados para su consumo en nuestros

hogares. Este proceso implica una serie de actividades de transporte y comercialización que pertenecen a las actividades terciarias de la economía.

IV.3.2.1 Sector primario

Agricultura

En Santiago Atitlán, la producción agrícola se muestra en la tabla siguiente y los habitantes sostienen cultivos como el café y también árboles frutales como limón y guayaba. De igual forma, se cultivan algunas hortalizas para el autoconsumo familiar, como son la calabacita y el aguacate, además del cultivo del agave, el maíz y el frijol.

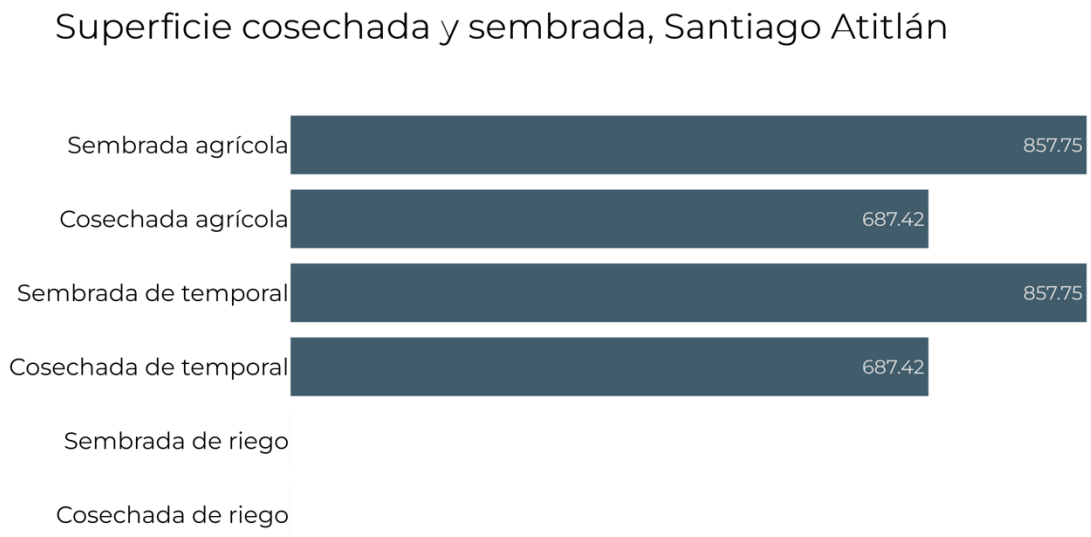
Tabla 27. Unidades de producción agropecuarias en el municipio de Santiago Atitlán

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
Santiago Atitlán	570	829.9	680.5	570	829.9	680.5	0	0.0	0.0	0.0
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**
Café	341	600.9	483.4	341	600.9	483.4	0	0.0	0.0	0.0
Aguacate	5	5.3	0.0	5	5.3	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Agave	4	3.8	0.0	4	3.8	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Limón	5	6.0	0.0	5	6.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Guayaba	5	5.3	0.0	5	5.3	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Chile	14	14.5	13.5	14	14.5	13.5	0	0.0	0.0	0.0
Maíz grano blanco	48	45.0	44.6	48	45.0	44.6	0	0.0	0.0	0.0
Maíz grano amarillo	129	129.8	121.0	129	129.8	121.0	0	0.0	0.0	0.0
Frijol	19	19.5	18.0	19	19.5	18.0	0	0.0	0.0	0.0

Fuente: CentroGeo, 2024

Los principales cultivos en el municipio son el maíz de grano blanco, maíz de grano amarillo, agave, frijol y café. La superficie de siembra está enfocada en cultivos de temporal, representando la cosecha en un 95% y el porcentaje restante no es cosechado. El maíz de grano amarillo es el grano de mayor siembra en el municipio además del café.

Gráfica 8. Cosechado en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

Principales productos pecuarios

La ganadería se desarrolla en muy baja escala, aunque la población se dedica al cuidado de las aves de corral (guajolotes y gallinas criollas), pero solo constituye una actividad complementaria para la economía de muchas familias del municipio y representa una fuente de alimentos para el autoconsumo.

Tabla 28. Producción pecuaria 2022 en el municipio de Santiago Atitlán

Especie	Producto	Producción (toneladas, miles de litros)	Precio (pesos/kg)	Valor de la Producción (miles de pesos)
Abeja	Cera	0.2	73.8	13.1
Abeja	Miel	7.3	43	314.3
Ave	Carne	10.7	32	342.8
Ave	Huevo plato	17.6	31.9	560.3
Ave	Ganado en pie	14	23.6	330.3
Bovino	Carne	10.2	50.5	516.1
Bovino	Ganado en pie	20.2	23.6	476.4
Bovino	Leche	12.1	7.4	89.1
Caprino	Carne	0.9	64.1	60.8

Especie	Producto	Producción (toneladas, miles de litros)	Precio (pesos/kg)	Valor de la Producción (miles de pesos)
Caprino	Ganado en pie	1.8	33.1	60
Guajolote	Carne	0.8	70.4	57.5
Guajolote	Ganado en pie	1.2	46.6	53.6
Ovino	Carne	0.5	72.2	32.9
Ovino	Ganado en pie	0.9	34.6	30.2
Porcino	Carne	9.3	46.8	436.6
Porcino	Ganado en pie	12.3	29.7	363.8
	Total	**100.6**		**2,758.9**

Fuente: Elaboración propia con datos del SADER, 2023

IV.3.2.2 Sectores secundario y terciario

Las principales actividades del sector secundario son la construcción e industria manufacturera y en el sector terciario el comercio, transportes, educación, salud y actividades de gobierno, principalmente.

En la cabecera municipal se ha instalado un pequeño taller artesanal, el cual cuenta con equipo para el corte, tallado y retoque de madera para la fabricación de alebrijes. Así mismo, en San Sebastián Atitlán opera un estanque rústico dedicado a la piscicultura y de manera particular existen panaderos y carpinteros, quienes cuentan con la maquinaria indispensable para el desarrollo de su actividad.

Tabla 29. Centralidades de las actividades económicas en el municipio de Santiago Atitlán

Sector productivo	Número de actividades
Secundario	5
Terciario	41

Fuente: CentroGeo, 2024

IV.3.2.3. Centralidades económicas

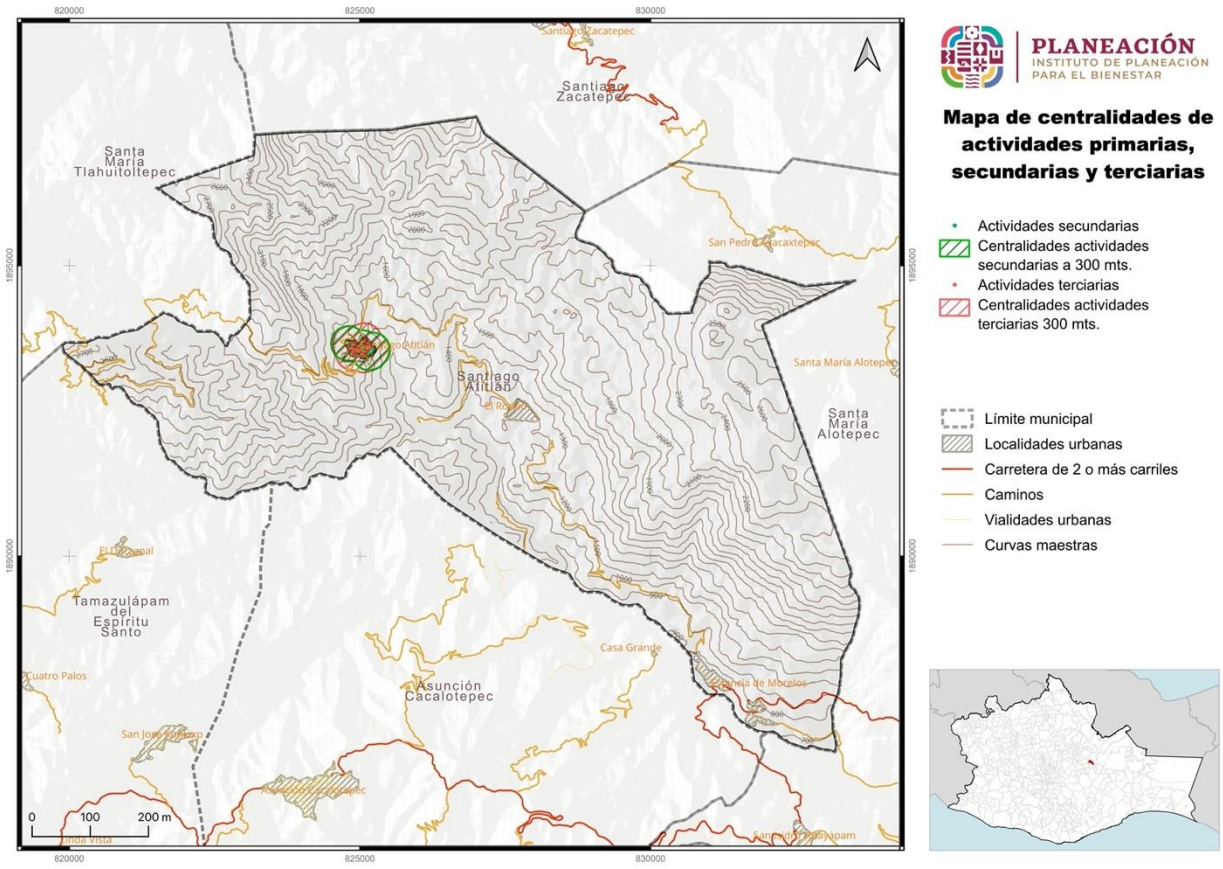
El análisis de las centralidades económicas del municipio consiste en determinar la concentración de las actividades económicas en territorios específicos e identificar la

estructura y conectividad que conforman a partir de las infraestructuras de transporte, energética y urbana disponibles en la demarcación.

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 y solo se tiene un polo económico.

Mapa 20. Centralidades económicas en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.4 Pobreza y marginación

IV.4.1 Pobreza

De acuerdo con la Secretaría del Bienestar, la situación de pobreza y rezago social del municipio de Santiago Atitlán en el año 2020 presentó un grado de marginación **alto**, con un grado de rezago social de 2.6, con una categoría de **muy alto**.

Tabla 30. Grado de vulnerabilidad social y resiliencia del municipio de Santiago Atitlán

Municipio	Grado de vulnerabilidad social (2010)	Grado de resiliencia (2015)
Santiago Atitlán	Muy alto	Muy bajo

Fuente: CentroGeo, 2024

IV.4.2 Marginación

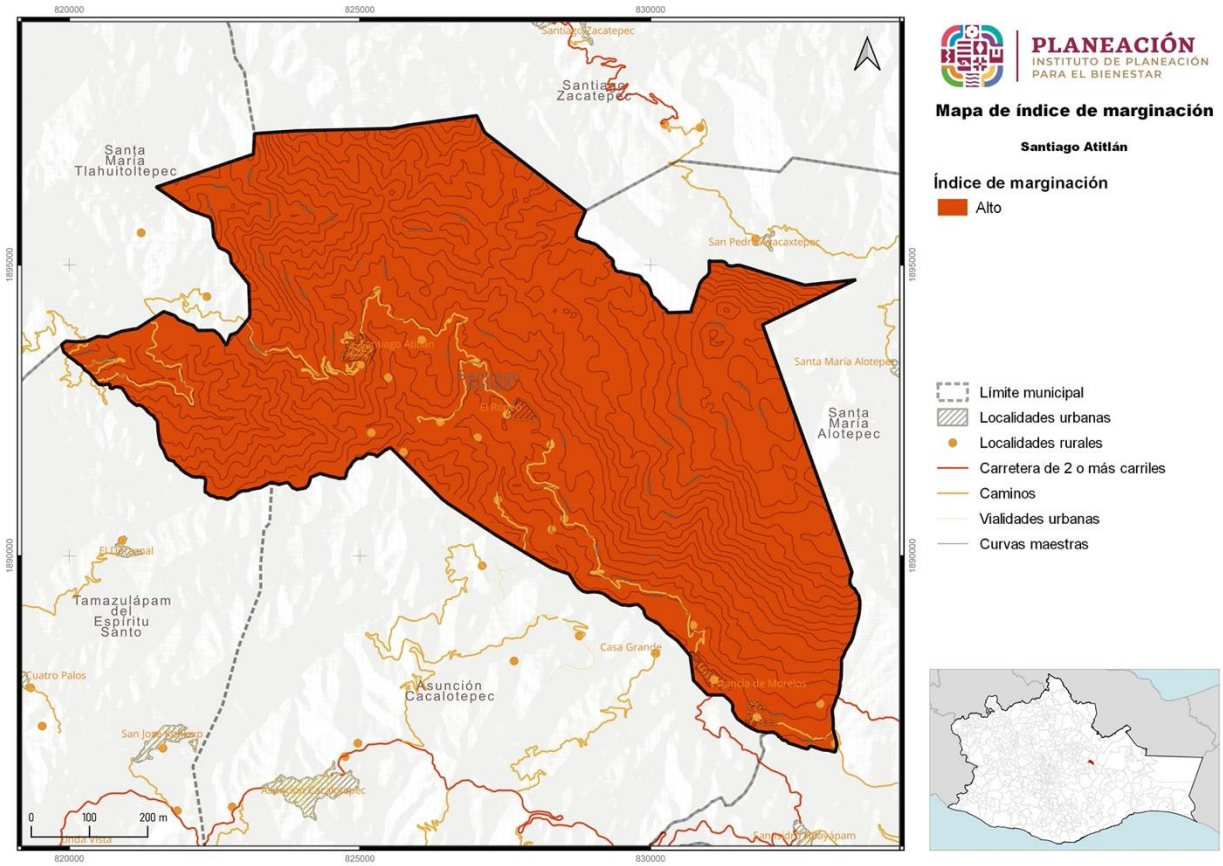
De acuerdo con lo establecido en el glosario emitido por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), se entiende por estado de pobreza cuando una persona tiene al menos una carencia social en los seis indicadores de rezago educativo, como acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación. También cuando su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias.

Tabla 31. Índice de rezago social del municipio de Santiago Atitlán

Municipio	Población total	Índice de rezago social	Grado de rezago social
Santiago Atitlán	3,556	1.64	Alto

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 21. Índice de marginación en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5 Inventario de bienes expuestos

En este subcapítulo encontrarás información relacionada con los bienes, muebles e inmuebles que están expuestos a riesgos en el territorio. Son de carácter particular o colectivo, cumplen funciones para proveer servicios básicos o disminuir el rezago social o generan ingresos económicos que fortalecen la economía municipal.

IV.5.1 Viviendas y edificaciones

Una vivienda es el espacio en donde existe una edificación, cuya función principal es el de ofrecer a las personas que habitan en ella un refugio protegiéndolas de las inclemencias climáticas y de amenazas a las que se pudieran enfrentar.

El contar con una vivienda digna y adecuada es un derecho humano y universal, el cual encontramos plasmado en la Declaración Universal de los Derechos Humanos, en su artículo 25, apartado 1 y en el artículo 11 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.

El municipio posee, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020, un total de 1,150 viviendas, de las cuales 885 se encuentran habitadas y estas a su vez están distribuidas en las veintiséis localidades. La mayoría de las viviendas se localizan en Santiago Atitlán, con 233 viviendas, Estancia de Morelos (175 viviendas), El Potrero (103 viviendas), y el resto de las localidades contabilizan menos de 100 casas por localidad.

Tabla 32. Distribución de viviendas habitadas total y por localidad en el municipio en el municipio de Santiago Atitlán

Municipio	Población	Viviendas totales	Viviendas habitadas
Santiago Atitlán	3,556	1,150	885
Nombre localidad	**Población**	**Viviendas totales**	**Viviendas habitadas**
Santiago Atitlán	550	233	144
Estancia de Morelos	561	175	137
San Sebastián Atitlán	298	93	73
El Rodeo	334	87	78
Rancho Calavera	4	3	1
El Potrero	362	103	85
Río Grande	74	23	20
Santa Cruz	198	58	50
El Calvario	406	141	103
Agua de Caña	61	21	16
El Molino	154	42	38
El Platanar	8	5	3
Rancho Guadalupe	2	4	1
Resbaloso	14	4	4
Álamo	103	40	30
El Tepejilote	41	11	9
Camino a la Telesecundaria	112	36	29
Santa Cecilia	33	14	10
Llano de Caña	15	5	5
Rancho Florida	2	1	1
Linda Vista	224	51	48

Fuente: CentroGeo, 2024

De las 1,150 viviendas que se tienen en el municipio, el 26.7% de estas aún se encuentran con piso de tierra, que equivalen a 221 viviendas. El 37% cuentan con piso diferente al piso de tierra, que son 669 viviendas.

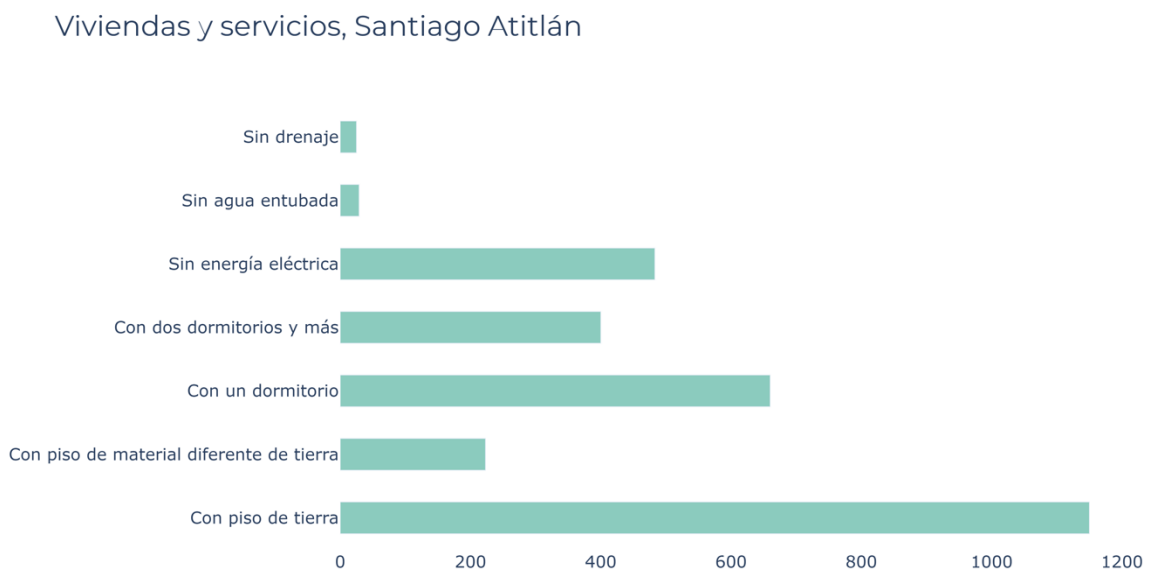
El 27.2% de las viviendas cuentan con un dormitorio (398 viviendas), 36.6% de las viviendas cuentan con dos o más dormitorios (482 viviendas), 27 viviendas aun no cuentan con servicio de energía eléctrica, lo que representa un 4.2% del total de viviendas habitadas y podemos mencionar 23 viviendas particulares que no disponen de agua entubada, representando el 1.9%. Por último, el 47% de las viviendas no cuentan con sistema de drenaje, equivalentes a 1,076 viviendas.

Tabla 33. Servicios dentro de la vivienda por localidad en el municipio de Santiago Atitlán

Municpio	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
Santiago Atitlán	3,556	1,150	885	221	659	398	482	27	23	260
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**
Santiago Atitlán	550	233	144	16	126	59	83	1	0	43
Estancia de Morelos	561	175	137	12	125	41	96	2	1	27
San Sebastián Atitlán	298	93	73	21	52	40	33	4	5	5
El Rodeo	334	87	78	15	63	38	40	3	2	34
Rancho Calavera	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0
El Potrero	362	103	85	34	51	53	32	0	0	47
Río Grande	74	23	20	12	8	9	11	4	0	0
Santa Cruz	198	58	50	13	37	4	46	1	0	2
El Calvario	406	141	103	26	77	58	45	2	5	4
Agua de Caña	61	21	16	5	11	4	12	1	1	0
El Molino	154	42	38	16	22	21	17	0	1	36
El Platanar	8	5	3	1	2	2	1	0	3	0
Rancho Guadalupe	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0
Resbaloso	14	4	4	1	3	0	4	0	0	0
Álamo	103	40	30	15	15	10	20	4	1	0
El Tepejilote	41	11	9	3	6	4	5	1	0	4
Camino a la Telesecundaria	112	36	29	4	25	16	13	0	0	13
Santa Cecilia	33	14	10	6	4	5	5	3	2	10
Llano de Caña	15	5	5	2	3	3	2	0	0	0
Rancho Florida	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Linda Vista	224	51	48	19	29	31	17	1	2	35

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 9. Servicios con que se cuenta en el interior de las viviendas en el municipio en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.2 Infraestructura para la salud

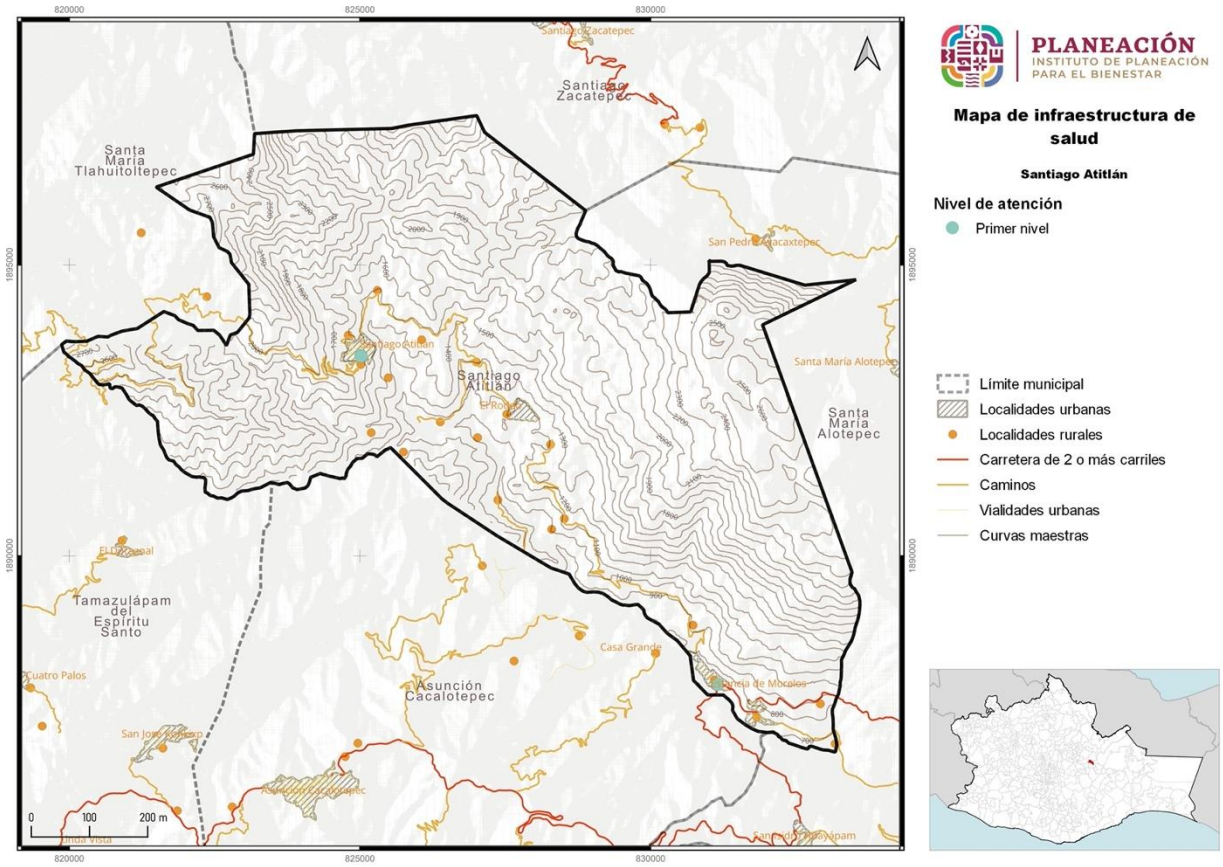
Con respecto a la Infraestructura hospitalaria, el municipio de Santiago Atitlán cuenta con tres instalaciones, de los cuales dos se encuentran en operación y dicha infraestructura se localiza en la cabecera municipal. Aquí existe un área de oportunidad que se debe de considerar por las autoridades municipales y profundizar en el tema en beneficio de los pobladores.

Tabla 34. Infraestructura de salud en las localidades del municipio de Santiago Atitlán

Localidad	Clave institución	Nombre institución	Tipo establecimiento	Tipología	Nivel atención	Estatus
Santiago Atitlán	SSA	Secretaría de Salud	De Consulta Externa	Urbano de 01 Núcleos Básicos	Primer Nivel	Fuera de Operación
Santiago Atitlán	IMO	Instituto Mexicano del Seguro Social Régimen Bienestar	De Consulta Externa	Unidad Médica Rural	Primer Nivel	En Operación
Estancia de Morelos	SSA	Secretaría de Salud	De Consulta Externa	Rural de 01 Núcleo Básico	Primer Nivel	En Operación

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 22. Infraestructura de salud del municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.3 Infraestructura educativa

Tabla 35. Infraestructura educativa del municipio de Santiago Atitlán

Clave CLEE	Nombre de unidad económica	Razón social	Código de actividad	Nombre de clase de actividad	Personal ocupado (personas)	Nombre de vialidad
20454611162000022001000000U8	IEEBO Plantel 236 Santiago Atilán Mixes	IEEPO	611162	Escuelas de educación media superior del sector público	0 a 5	Ninguno
20454611122000023001000000U0	Escuela Primaria Santiago Atitlán Mixes	IEEPO	611122	Escuelas de educación primaria del sector público	6 a 10	Ninguno

Clave CLEE	Nombre de unidad económica	Razón social	Código de actividad	Nombre de clase de actividad	Personal ocupado (personas)	Nombre de vialidad
20454611132000011001000000U4	Escuela Telesecundaria de Atitlán Mixes		611132	Escuelas de educación secundaria general del sector público	6 a 10	

Fuente: CentroGeo, 2024

Con respecto a la infraestructura educativa en el municipio de Santiago Atitlán se tienen 7 escuelas de educación inicial, 10 escuelas de nivel preescolar, 18 instituciones de nivel primaria, 8 escuelas de nivel secundaria y una institución a nivel bachillerato, los cuales se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 36. Educación inicial del municipio de Santiago Atitlán

Nombre de la localidad	Nombre de la escuela	Clave	Turno	Nivel
El Potrero	Educación Inicial Indígena	20din0644w	Matutino	Inicial
El Rodeo	Educación Inicial Indígena	20din0465k	Matutino	Inicial
Santiago Atitlán	Educación Inicial Indígena	20din0094j	Matutino	Inicial
Estancia de Morelos	Educación Inicial Indígena	20din0117d	Matutino	Inicial
San Sebastián Atitlán	Educación Inicial Indígena	20din0431e	Matutino	Inicial

Fuente: CentroGeo, 2024

Tabla 37. Preescolar del municipio de Santiago Atitlán

Nombre de la localidad	Nombre de la escuela	Clave	Turno	Nivel
Santiago Atitlán	Darwin	20dcc0041e	Matutino	Preescolar
El Rodeo	Malinche	20dcc0042d	Matutino	Preescolar
Estancia de Morelos	Alcalá	20dcc0043c	Matutino	Preescolar
San Sebastián Atitlán	Rosario Castellanos	20dcc0956y	Matutino	Preescolar
El Potrero	Solar Mixe	20dcc2360d	Matutino	Preescolar

Nombre de la localidad	Nombre de la escuela	Clave	Turno	Nivel
Santa Cruz	Curso Comunitario De Educación Preescolar Mestizo	20kjn0095h	Matutino	Preescolar

Fuente: CentroGeo, 2024

Tabla 38. Primarias del municipio de Santiago Atitlán

Nombre de la localidad	Nombre de la escuela	Clave	Turno	Nivel
Estancia de Morelos	Ignacio Zaragoza	20dpb0467n	Matutino	Primaria
San Sebastián Atitlán	Miguel Hidalgo	20dpb0540f	Matutino	Primaria
El Rodeo	Unión y Progreso	20dpb0795g	Matutino	Primaria
Santiago Atitlán	Lázaro Cárdenas	20dpb1647e	Matutino	Primaria

Fuente: CentroGeo, 2024

Tabla 39. Secundarias del municipio de Santiago Atitlán

Nombre de la localidad	Nombre de la escuela	Clave	Turno	Nivel
Santiago Atitlán	Telesecundaria	20dtv0460u	Matutino	Secundaria
Estancia de Morelos	Telesecundaria	20dtv0568l	Matutino	Secundaria
El Rodeo	Telesecundaria	20dtv1562y	Matutino	Secundaria

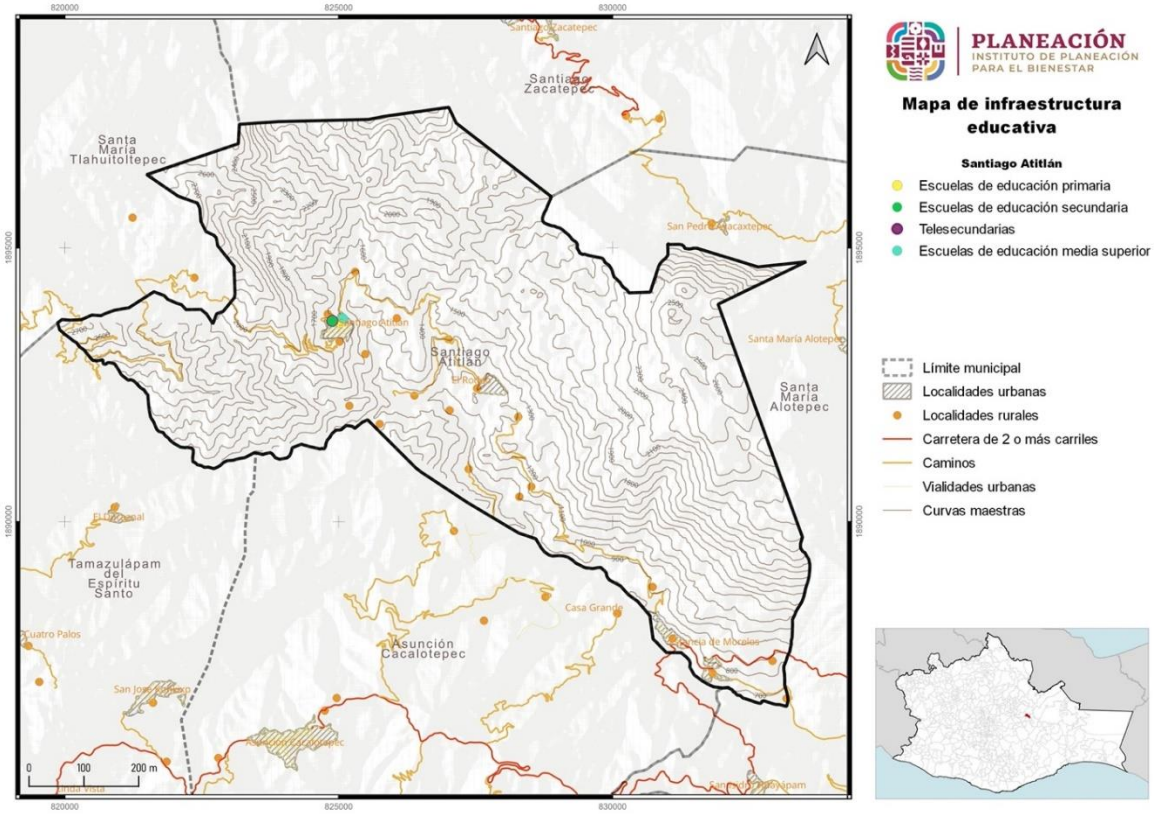
Fuente: CentroGeo, 2024

Tabla 40. Bachilleratos del municipio de Santiago Atitlán

Nombre de la localidad	Nombre de la escuela	Clave	Turno	Nivel
Santiago Atitlán	Centro Num. 236 Santiago Atitlán	20eth0238z	Matutino	Bachillerato
Estancia de Morelos	Telebachillerato Comunitario Num. 95	20etk0095g	Matutino	Bachillerato

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 23. Infraestructura educativa del municipio de Santiago Atitlán

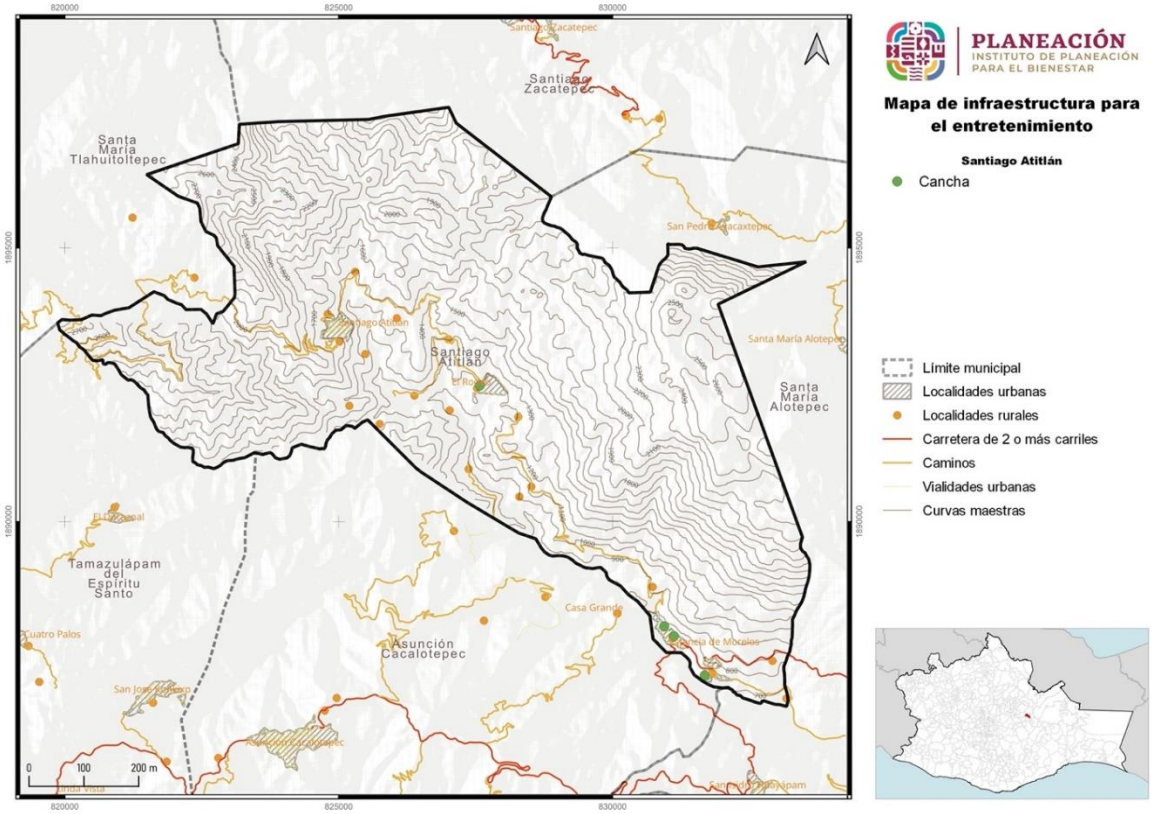


Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.4 Infraestructura de entretenimiento

No se cuenta con infraestructura específica para las actividades culturales. En lo que compete al entretenimiento, no hay escuelas para el deporte, ni se localizaron organizaciones o ligas deportivas locales. Solo se pudieron encontrar algunas canchas deportivas en el municipio, que se muestran en el siguiente mapa.

Mapa 24. Infraestructura para el entretenimiento del municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.5 Bienes inmuebles

IV.5.5.1 Infraestructura de comunicaciones, telecomunicaciones y transporte

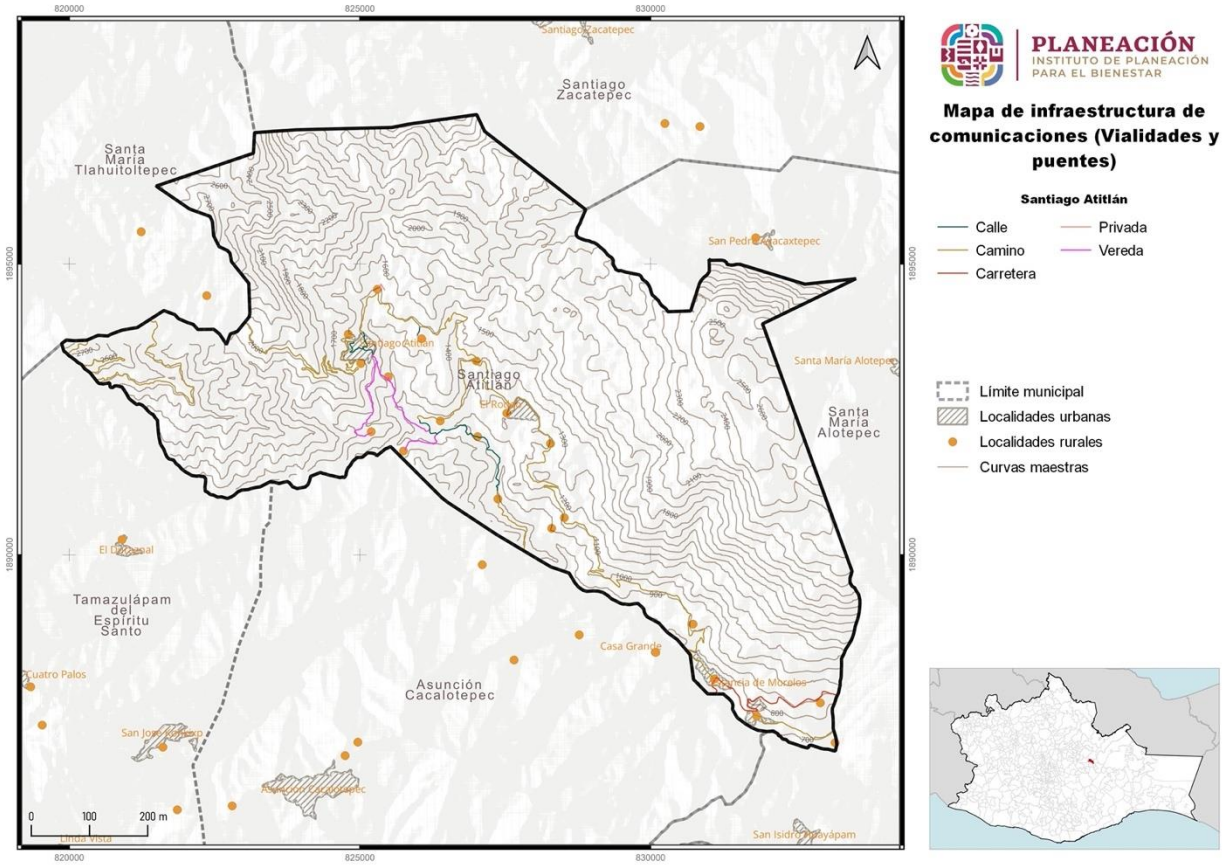
Con respecto a la distribución de vialidades en el municipio, se tienen un total de 8.6 km del tipo de calle, 63.5 km de caminos y 27.2 km de carreteras.

Tabla 41. Infraestructura de comunicaciones y transporte en el municipio de Santiago Atitlán

Tipo de Vialidad	Distancia (km)
Calle	4
Camino	34.9
Carretera	3.5
Privada	0.4
Vereda	4.6

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 25. Infraestructura de comunicaciones y transporte en Santiago Atitlán



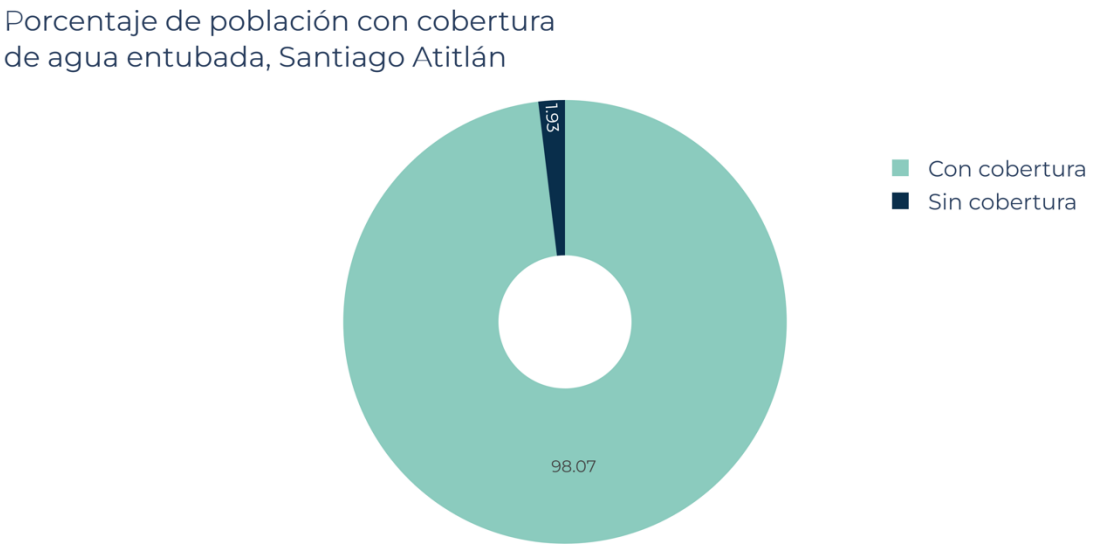
Fuente: CentroGeo, 2024

Infraestructura para la dotación de agua y los servicios sanitarios

Aunque se tiene una cobertura arriba del 98% de agua entubada, muchas de las localidades tienen instalaciones rústicas para el uso del agua, lo que ha provocado el gasto inadecuado del recurso. El establecimiento, mejoramiento y rehabilitación de la red de agua potable contribuirá al buen uso del agua.

Este tipo de obras también permiten tener un control en la limpieza del agua por medio de medidas de cloración, las cuales, al no ser practicadas por la población, pueden causar enfermedades gastrointestinales que afectan principalmente a los niños.

Gráfica 10. Agua entubada en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

Infraestructura estratégica para la seguridad alimentaria

En la cabecera municipal, Estancia de Morelos y Rodeo se cuenta con tiendas de abasto comunitarias, en las cuales los habitantes de las localidades cercanas consiguen la mayoría de los productos básicos para su alimentación, ya que periódicamente son surtidas por DICONSA. Así́ también, existen pequeñas tiendas particulares, las que en su conjunto mantienen abastecida a la población.

En el caso de las rancherías, vecinos de estos lugares han habilitado sus casas como tiendas, que, aunque no tienen productos en abundancia, sí atienden las principales necesidades de abasto. Los principales problemas de abasto familiar se dan en los meses de julio y agosto, ya que es cuando existe mayor falta de recursos económicos, en virtud de que se han acabado los ingresos por la venta del café́, así́ como las disponibilidades familiares de maíz y frijol.

El municipio no cuenta con la infraestructura propia de un mercado, sin embargo, los jueves de cada semana se establece un tianguis en el cual se realiza la venta de todo tipo de productos. A este tianguis asisten pobladores de las localidades de Tamazulapam de Espíritu Santo, Santa María Tlahuitoltepec, Asunción Cacalotepec, Estancia de Morelos y demás localidades del municipio.

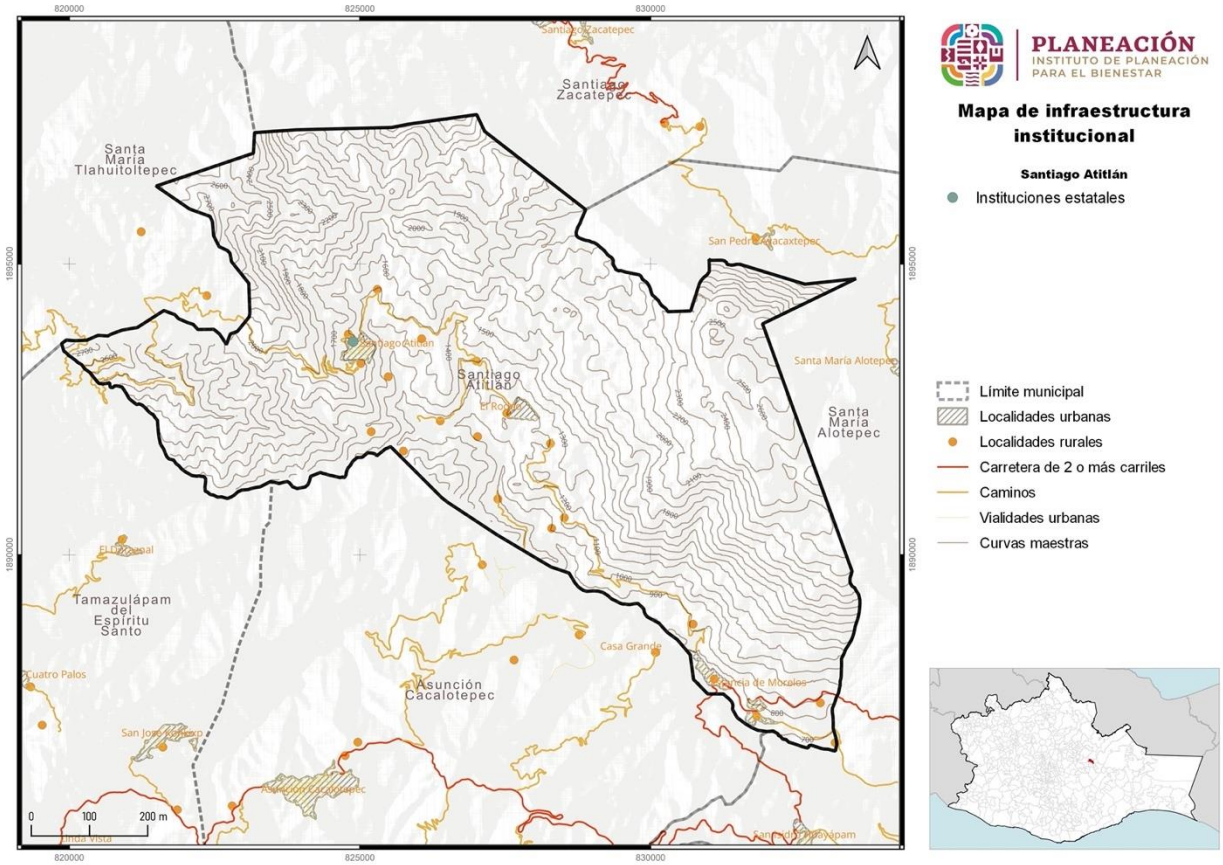
El Ayuntamiento cuenta con instalaciones para las reuniones y asambleas generales, las cuales se realizan en la sala de usos múltiples que se encuentra en la parte baja del palacio municipal, la cual también es ocupada por el centro de educación musical para impartir clases de solfeo. También existen otros dos salones que son ocupados como oficinas de bienes comunales, el comité del agua potable y la escoleta municipal para guardar los instrumentos musicales.

La agencia tiene un parque municipal para la convivencia de las familias y está en proceso la construcción de un mercado municipal, el cual se estableció con recursos municipales.

El municipio no cuenta con instalaciones que se puedan acondicionar como alberges ni con personal de bomberos.

La única institución estatal que existe en la localidad es una escuela telesecundaria.

Mapa 26. Infraestructura institucional en el municipio de Santiago Atitlán

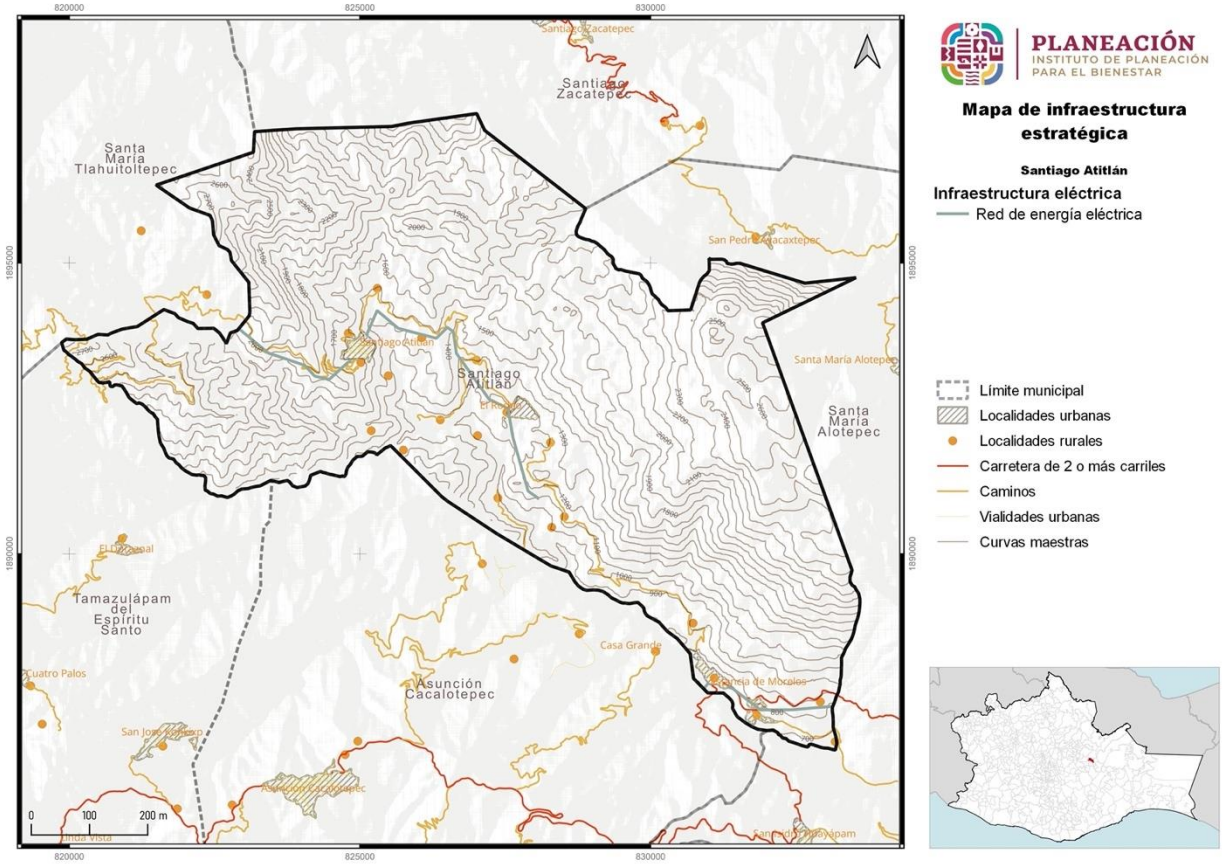


Fuente: CentroGeo, 2024

El municipio no cuenta con establecimientos de venta de combustibles, mismos que se comercializan de forma informal.

En el tema de la electrificación, el municipio cuenta con una cobertura arriba del 95%, quedando por atender algunas comunidades muy aisladas. En cuanto a la red de energía en alta tensión que llega al municipio, en el siguiente mapa podemos observar su trayecto.

Mapa 27. Infraestructura eléctrica en el municipio de Santiago Atitlán



Fuente: CentroGeo, 2024

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

V.1 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos geológicos

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)[11], 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

[11] LGPC, Artículo 112.

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.

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 42. 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 43. 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 44. 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 45. 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 46. 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 42 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 47. 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 48. 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 49. 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 50. 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 51. 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 52. 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 53. 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 54. 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 55. 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 56. 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 57. 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 58. 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 59. 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 60. 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 61. 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 62. 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 63. 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 64. 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 65. 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 66. 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 67. 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 pueda que presenten 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:
    a. *Deslizamiento plano de roca*: son movimientos transnacionales de masas monolíticas de roca que se presentan en superficies planas formadas por discontinuidades que pueden estar bien rellenas de material arcilloso.
    b. *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.

Gráfica 11. Mecanismo potencial de Falla de Deslizamiento Rotacional (A) y Mecanismo Potencial de Falla de Deslizamiento Traslacional (B).

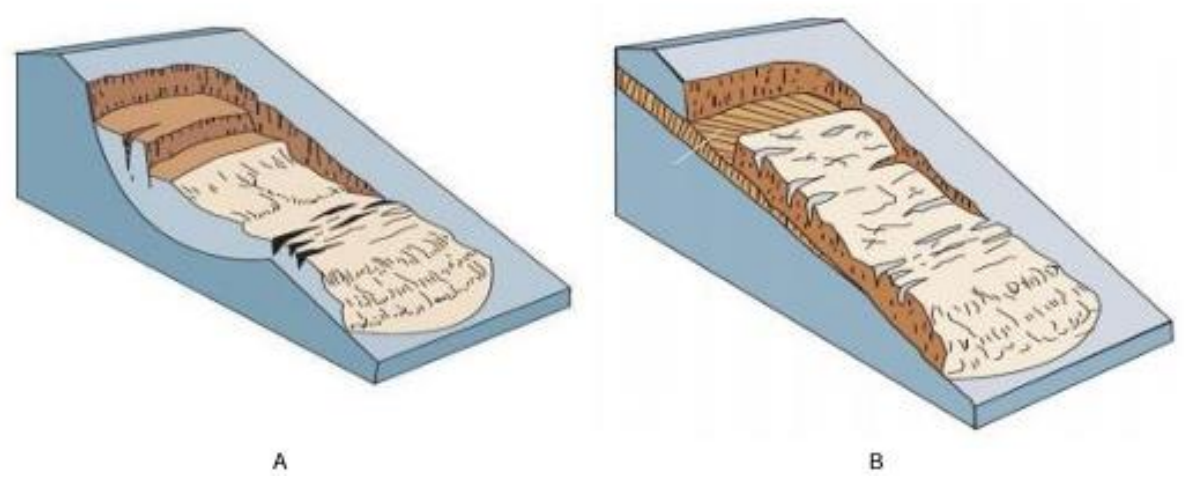
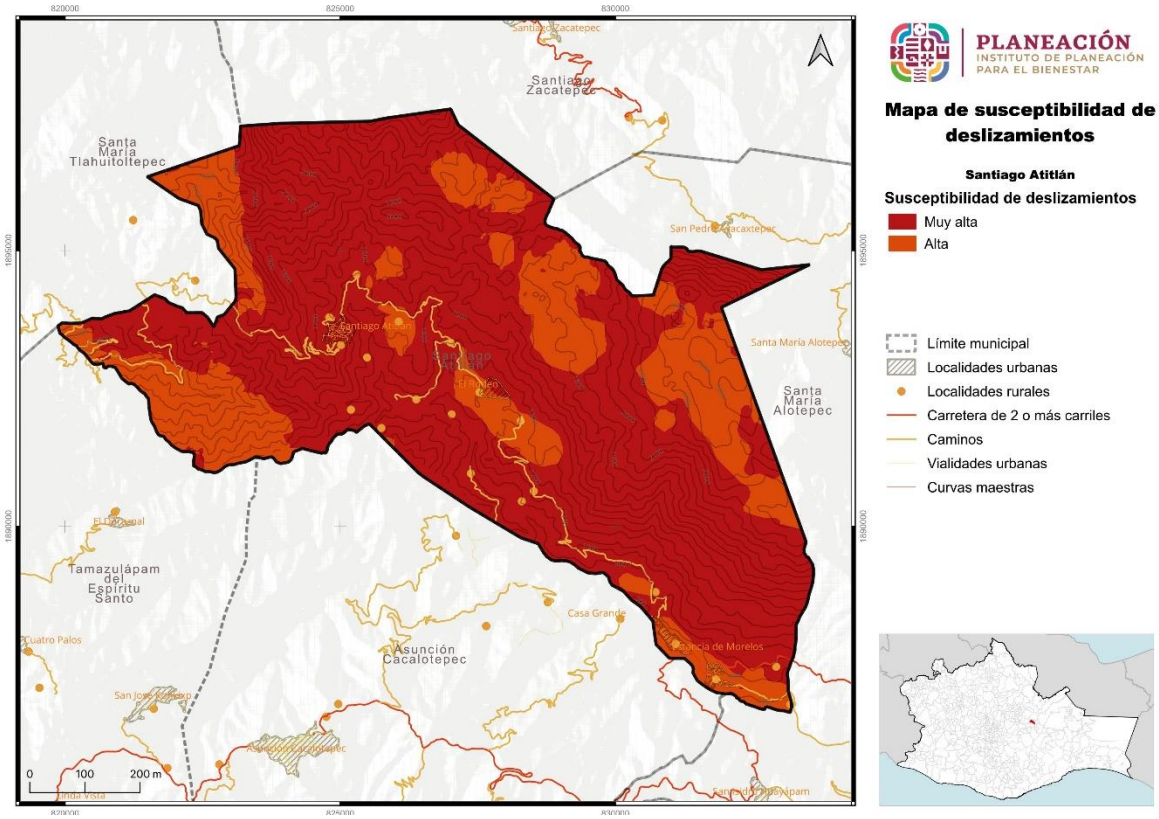


Tabla 68. Susceptibilidad por deslizamiento

Susceptibilidad de deslizamientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta	5249.57	74.14
Alta	1831.16	25.86

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 74.14% del territorio tiene una susceptibilidad por deslizamiento muy alta y el 25.86% su susceptibilidad es alta.

Mapa 28. Mapa Peligro por deslizamientos.



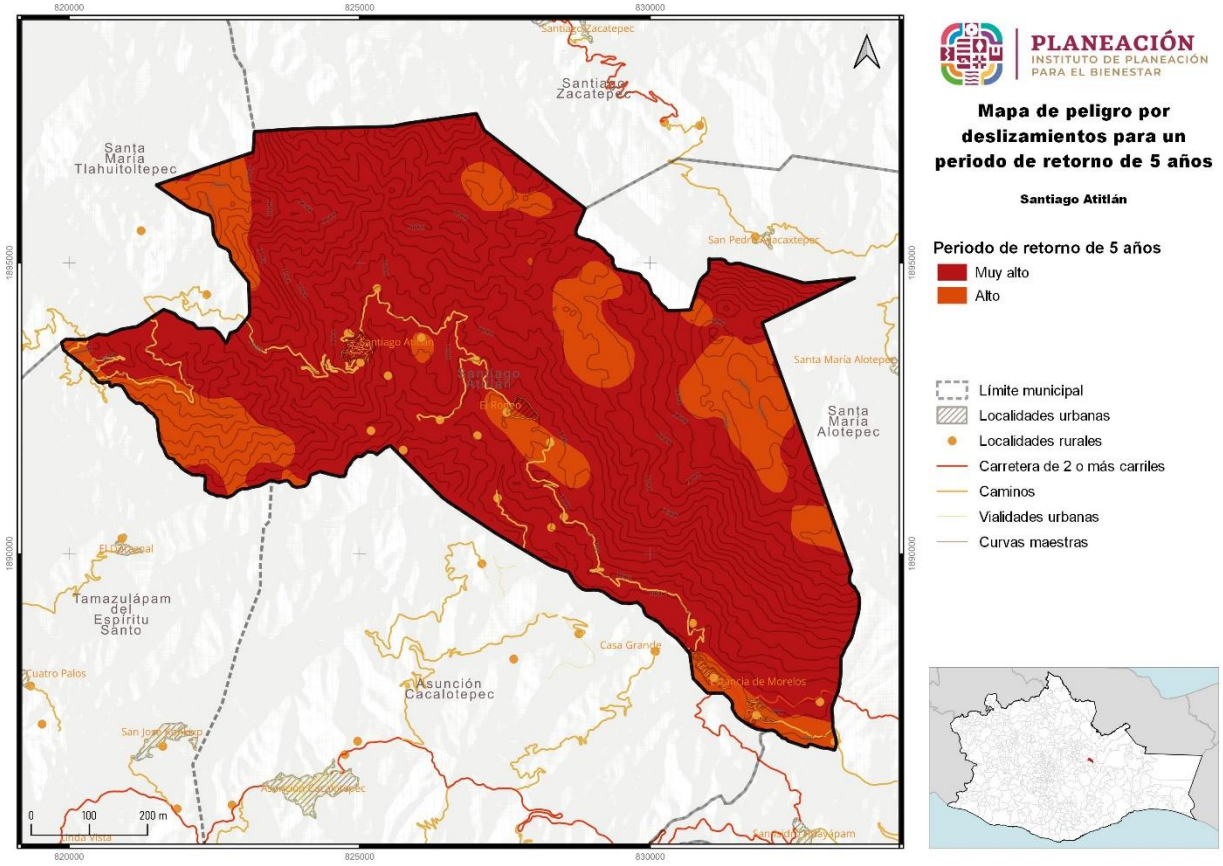
V.1.1.2 Susceptibilidad por deslizamientos en un periodo de retorno de 5 años

Tabla 69. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 5 años

Deslizamientos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta en un período de retorno de lluvias de 5 años	5730.54	80.78
Alta en un período de retorno de lluvias de 5 años	1363.33	19.22

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene una susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 5 años de 80.78% del territorio municipal muy alta y el 19.22% su susceptibilidad es alta.

Mapa 29. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 5 años



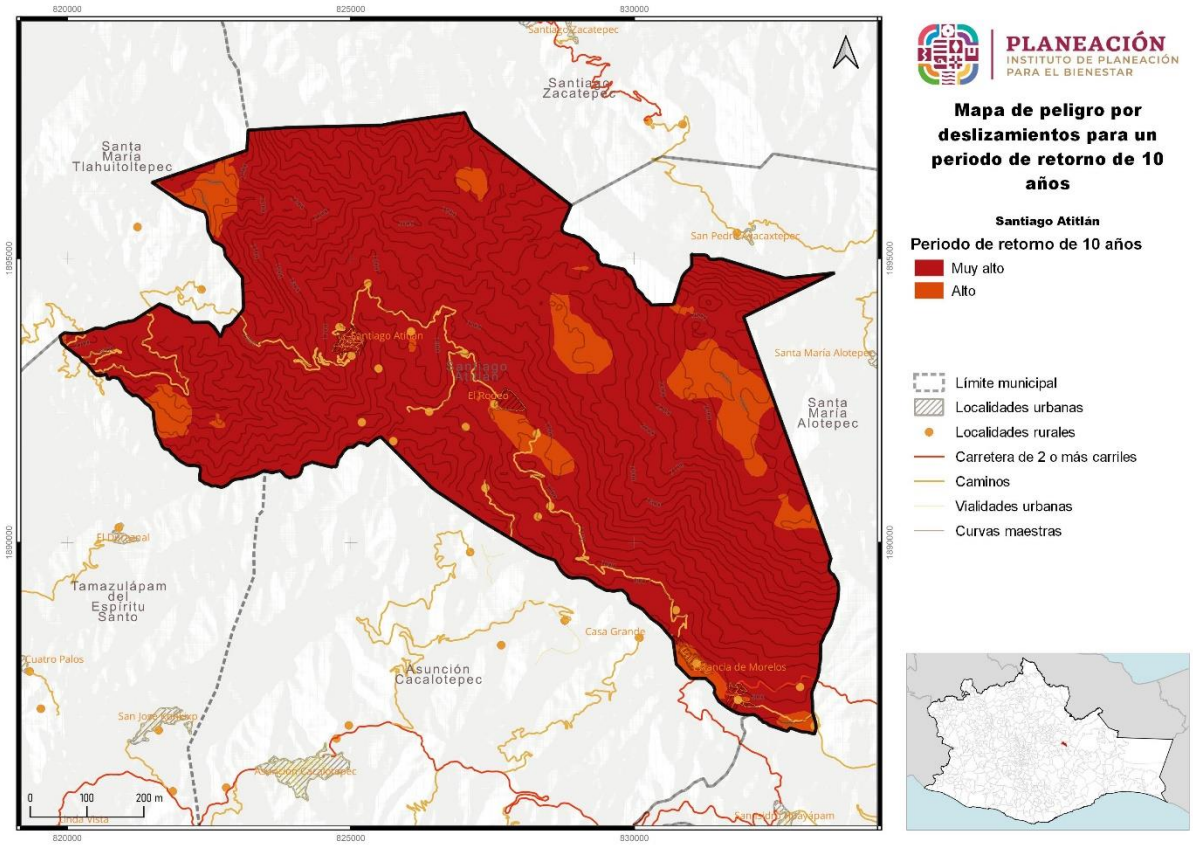
V.1.1.3 Susceptibilidad por deslizamientos en un periodo de retorno de 10 años

Tabla 70. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 10 años

Deslizamientos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta en un período de retorno de lluvias de 10 años	6477.22	91.31
Alta en un período de retorno de lluvias de 10 años	616.66	8.69

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene una susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 10 años de 91.31% del territorio municipal muy alta y el 8.69% su susceptibilidad es alta.

Mapa 30. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 10 años



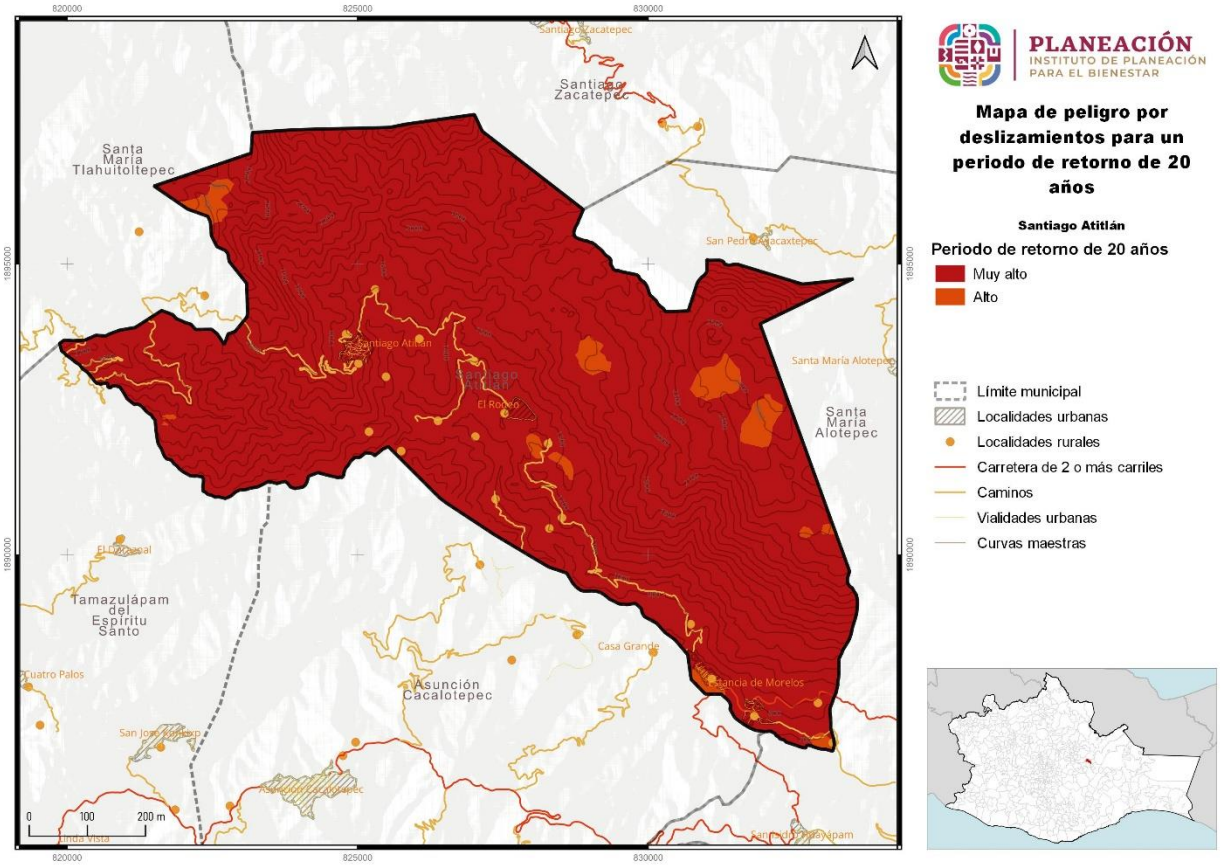
V.1.1.4 Susceptibilidad por deslizamientos en un periodo de retorno de 20 años

Tabla 71. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 20 años

Deslizamientos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta en un período de retorno de lluvias de 20 años	6901.87	97.29
Alta en un período de retorno de lluvias de 20 años	192.02	2.71

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene una susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 20 años de 97.79% del territorio municipal muy alta y el 2.71% su susceptibilidad es alta.

Mapa 31. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 20 años



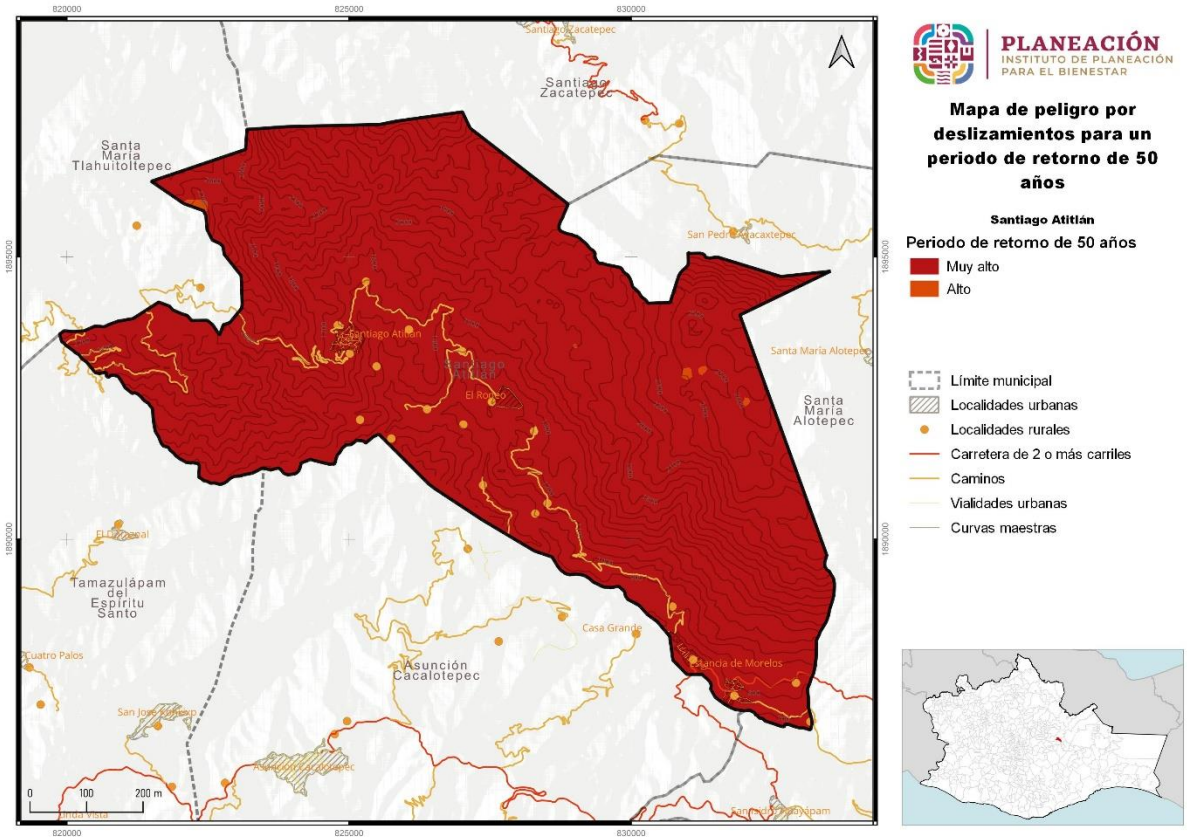
V.1.1.5 Susceptibilidad por deslizamientos en un periodo de retorno de 50 años

Tabla 72. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 50 años

Deslizamientos (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta en un período de retorno de lluvias de 50 años	7081.82	99.83
Alta en un período de retorno de lluvias de 50 años	12.06	0.17

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene una susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 50 años de 99.83% del territorio municipal muy alta y el 0.17% su susceptibilidad es alta.

Mapa 32. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 50 años



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

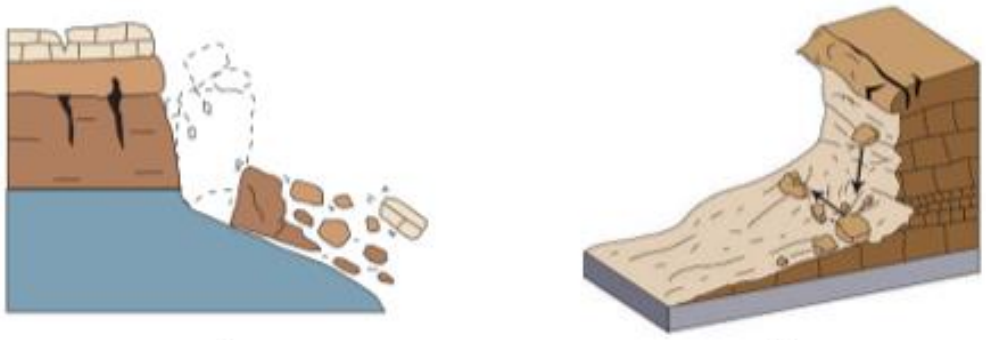


Figura 5.24 Mecanismo Potencial de Falla Volteo (A) y Mecanismo Potencial de Falla Caída o desprendimiento (B). Fuente: USGS

Tabla 73. Susceptibilidad por derrumbes

Susceptibilidad por derrumbes	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta	6232.09	88.01
Alta	848.64	11.99

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene una susceptibilidad por derrumbes de 88.01% del territorio municipal muy alta y el 11.99% su susceptibilidad es alta.

Mapa 33. Susceptibilidad por derrumbes

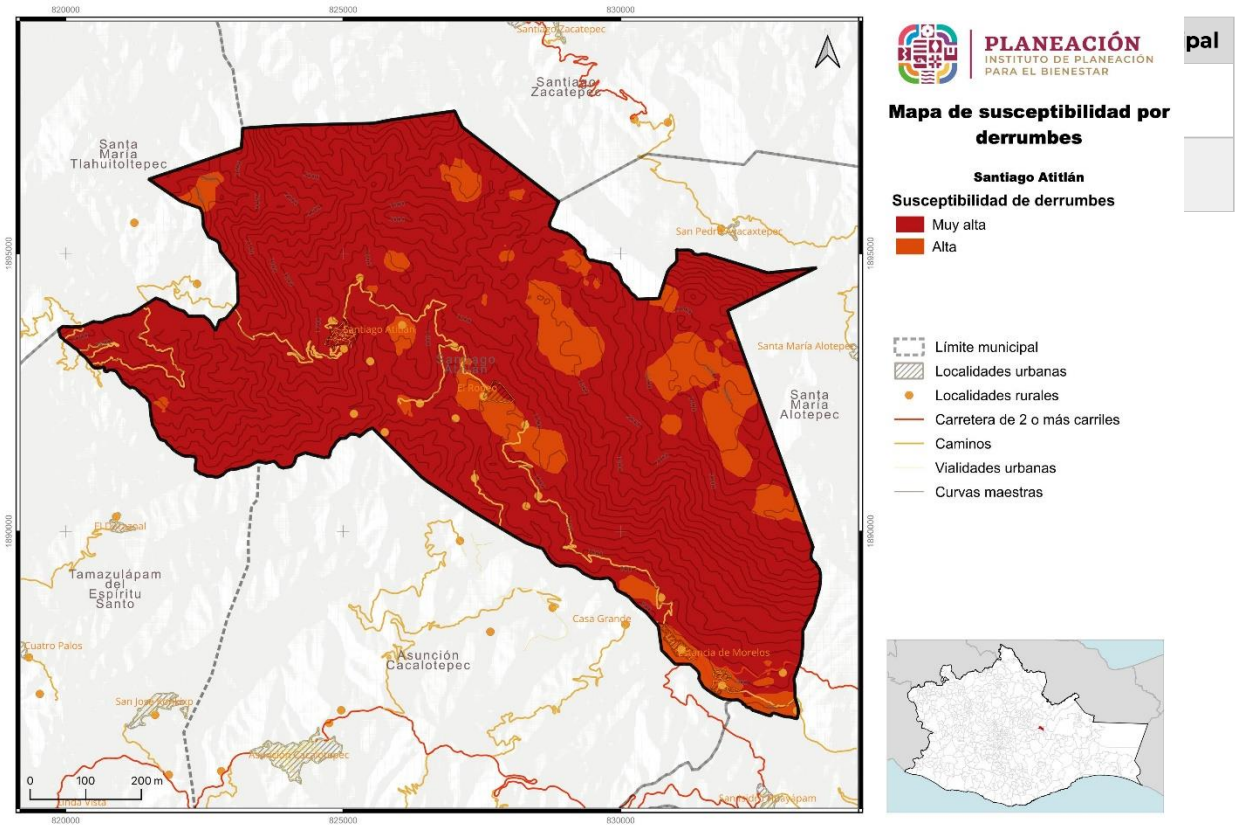
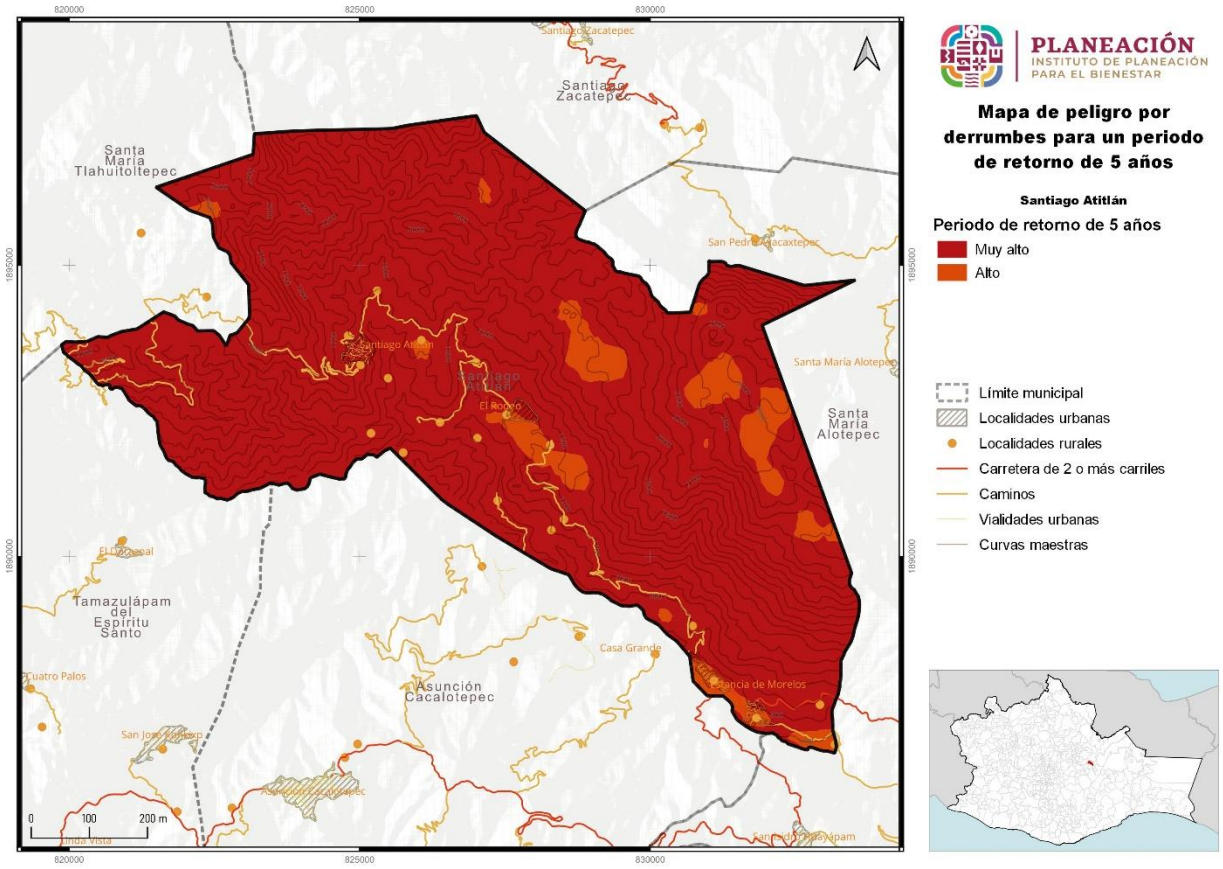


Tabla 74. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 5 años

Susceptibilidad por derrumbes, periodo de retorno de 5 años

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene una susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 5 años de 93.75% del territorio municipal muy alto y el 6.25% su susceptibilidad por derrumbes es alto.

Mapa 34. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 5 años



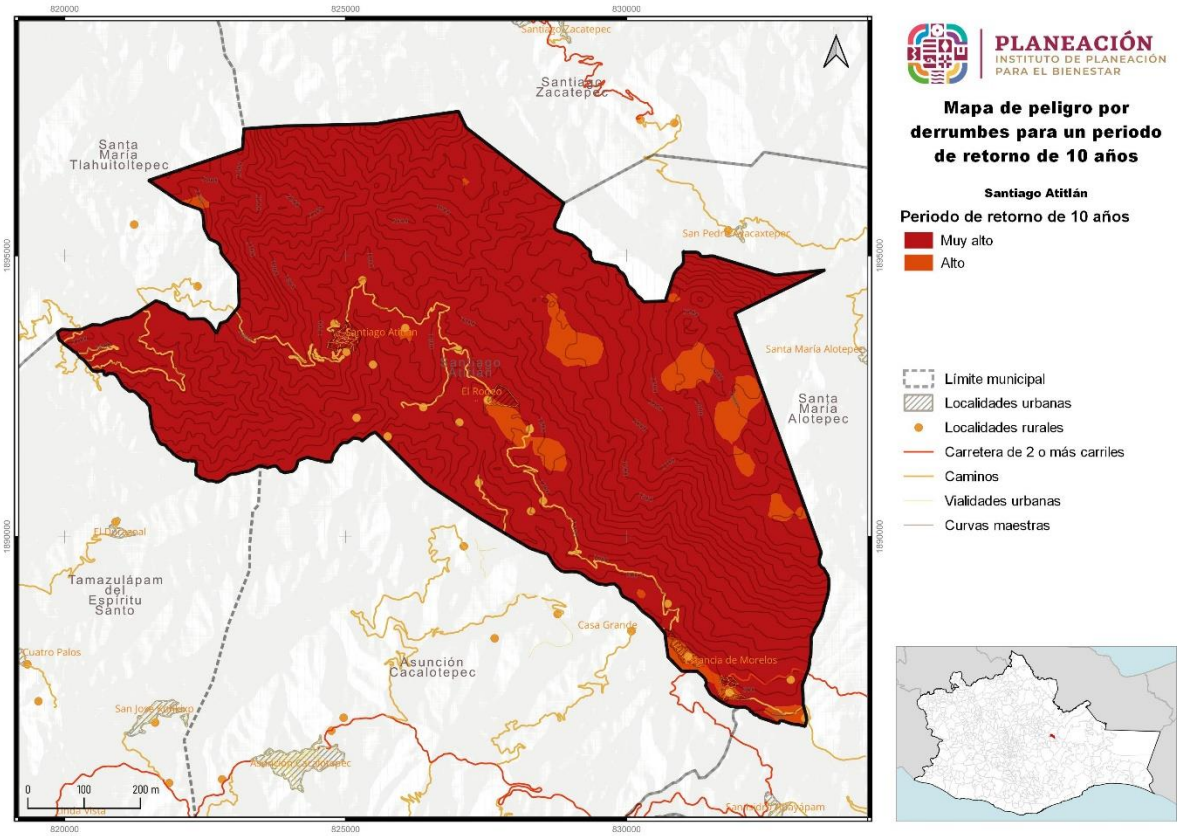
Susceptibilidad por derrumbes, periodo de retorno de 10 años

Tabla 75. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 10 años

Peligro por derrumbes (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 10 años	6751.26	95.17
Alto en un período de retorno de lluvias de 10 años	342.59	4.83

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene una susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 10 años de 95.17% del territorio municipal muy alto y el 4.83% su susceptibilidad por derrumbes es alto.

Mapa 35. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 10 años



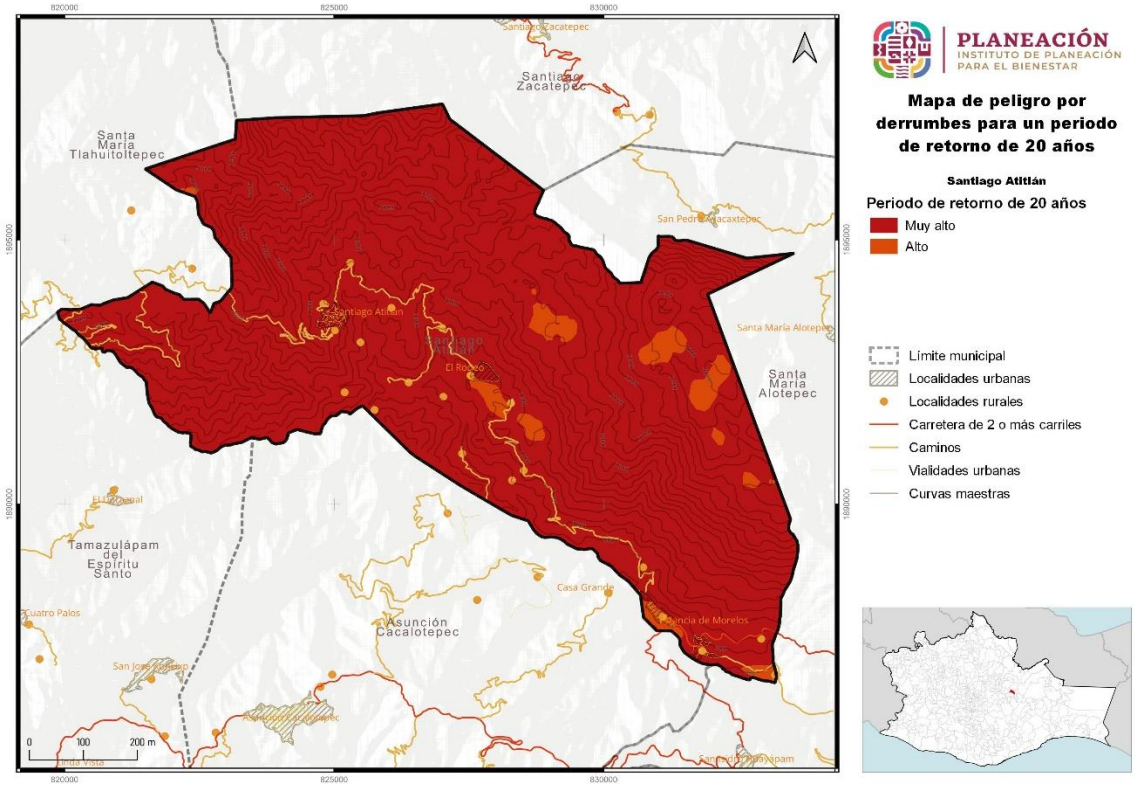
Susceptibilidad por derrumbes, periodo de retorno de 20 años

Tabla 76. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 20 años

Peligro por derrumbes (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 20 años	6876.41	96.93
Alto en un período de retorno de lluvias de 20 años	217.47	3.07

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene una susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 20 años de 96.93% del territorio municipal muy alto y el 3.07% su susceptibilidad por derrumbes es alto.

Mapa 36. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 20 años



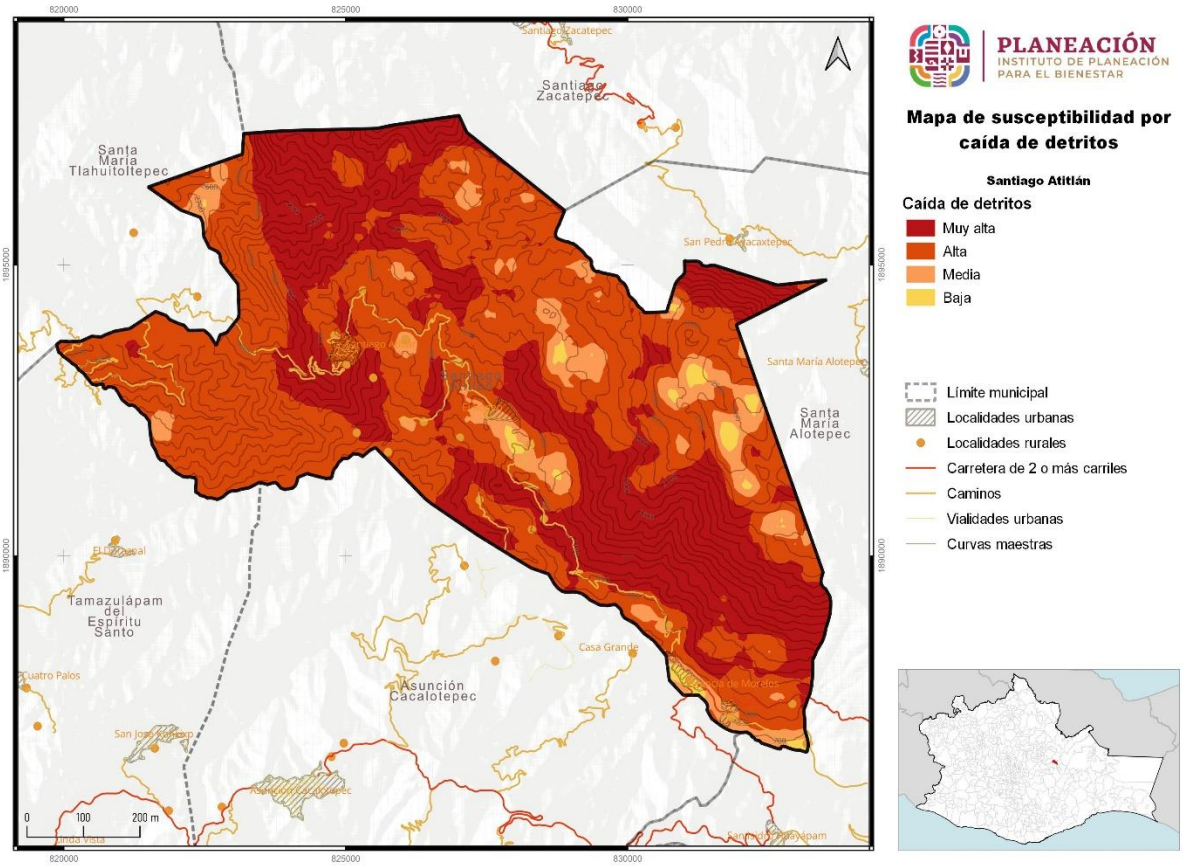
Susceptibilidad por caída de detritos

Tabla 77. Susceptibilidad por caída de detritos

Caida de dentritos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta	2656.79	37.45
Alta	3810.75	53.72
Media	545.57	7.69
Baja	80.8	1.14

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 37.45% del territorio tiene una susceptibilidad por caída de detritos muy alta, el 53.72% su susceptibilidad es alta, el 7.69% tiene una susceptibilidad media y el 1.14% la susceptibilidad por caída de detritos es baja.

Mapa 37. Susceptibilidad por caída de detritos

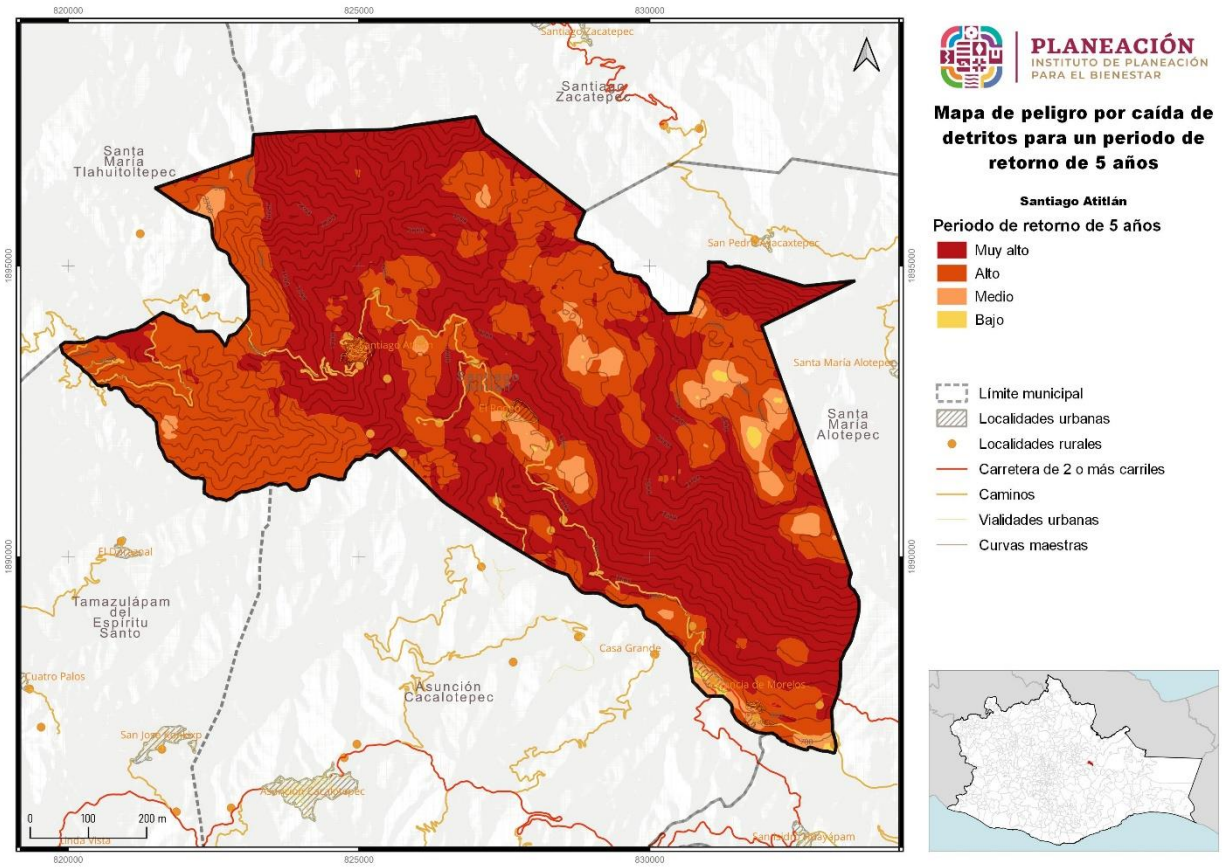


Susceptibilidad por caída de detritos, periodo de retorno de 5 años

Tabla 78. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 5 años

Peligro por caída de detritos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 5 años	3950.73	55.69
Alto en un período de retorno de lluvias de 5 años	2785.23	39.26
Medio en un período de retorno de lluvias de 5 años	335.48	4.73
Bajo en un período de retorno de lluvias de 5 años	22.49	0.32

Gráfica 12. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 5 años



En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 55.69% del territorio municipal tiene una susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 5 años muy alto, el 39.26% su susceptibilidad es alto, el 4.73% tiene una susceptibilidad medio y el 0.32% la susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de 5 años es bajo.

Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 10 años

Gráfica 13. susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 10 años

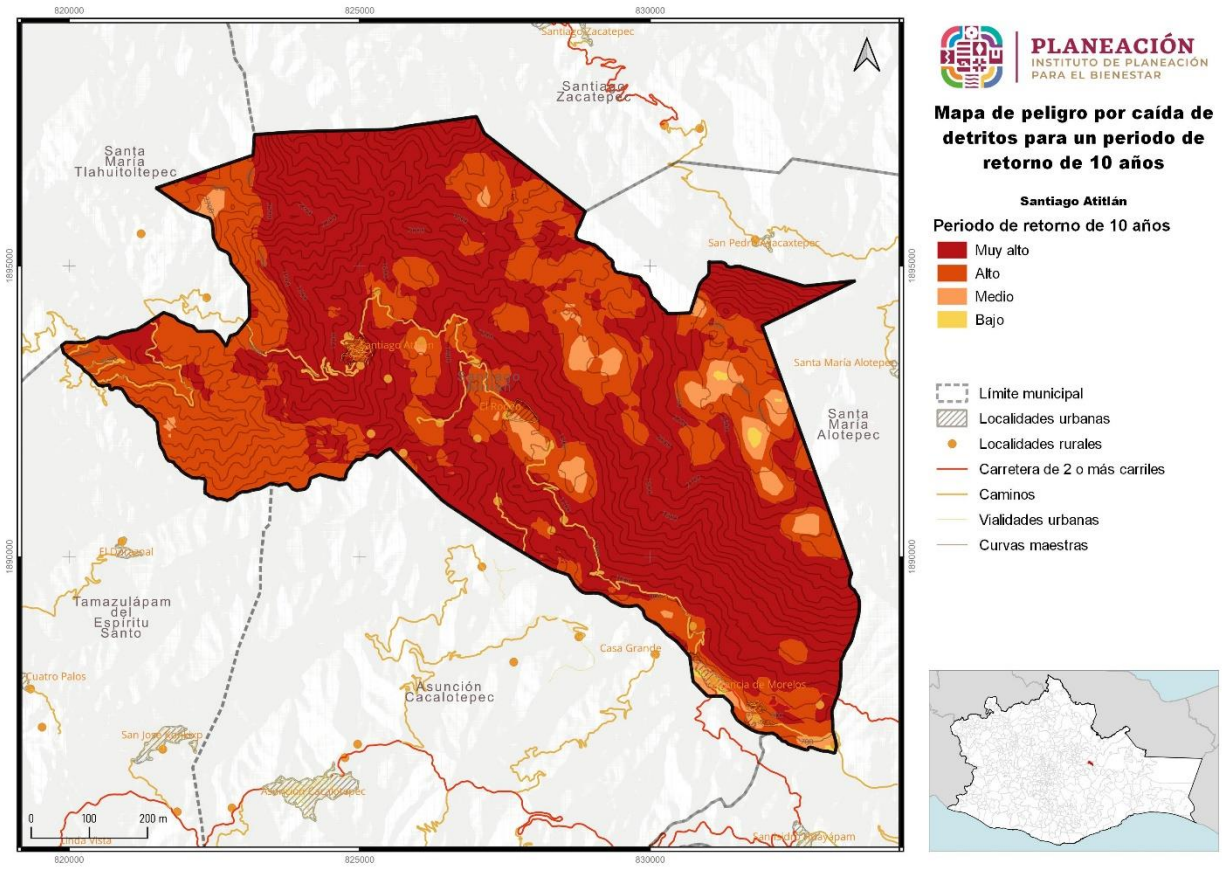


Tabla 79. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 10 años

Peligro por caída de detritos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 10 años	4426.36	62.4
Alto en un período de retorno de lluvias de 10 años	2374.52	33.47
Medio en un período de retorno de lluvias de 10 años	277.59	3.91
Bajo en un período de retorno de lluvias de 10 años	15.37	0.22

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 62.40% del territorio municipal tiene una susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 10 años muy alto, el 33.47% su susceptibilidad es alto, el 3.91% tiene una susceptibilidad medio y el 0.22% la susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de 10 años es bajo.

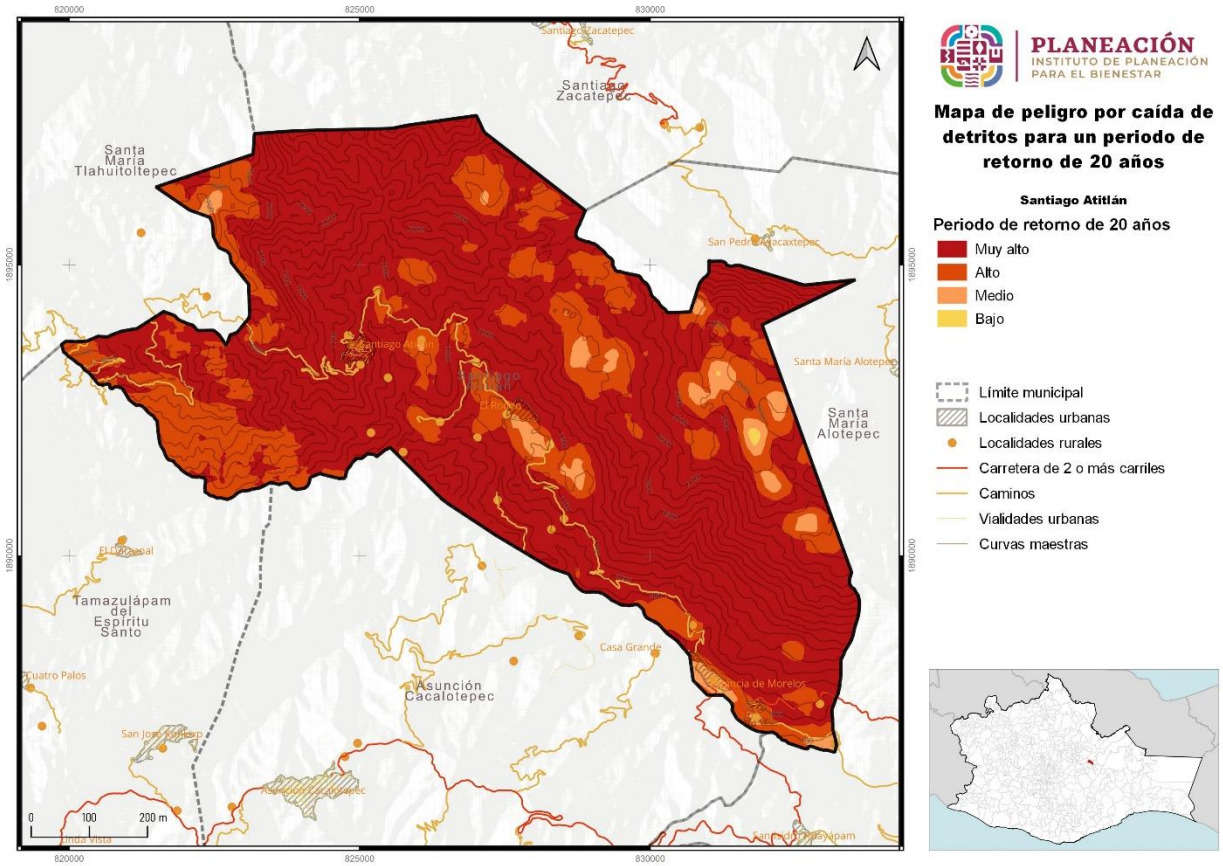
Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 20 años

Tabla 80. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 20 años

Peligro por caída de detritos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 20 años	5344.29	75.34
Alto en un período de retorno de lluvias de 20 años	1552.29	21.88
Medio en un período de retorno de lluvias de 20 años	191.69	2.7
Bajo en un período de retorno de lluvias de 20 años	5.58	0.08

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 75.34% del territorio municipal tiene una susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 20 años muy alto, el 21.88% su susceptibilidad es alto, el 2.70% tiene una susceptibilidad medio y el 0.08% la susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de 20 años es bajo.

Mapa 38. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 20 años



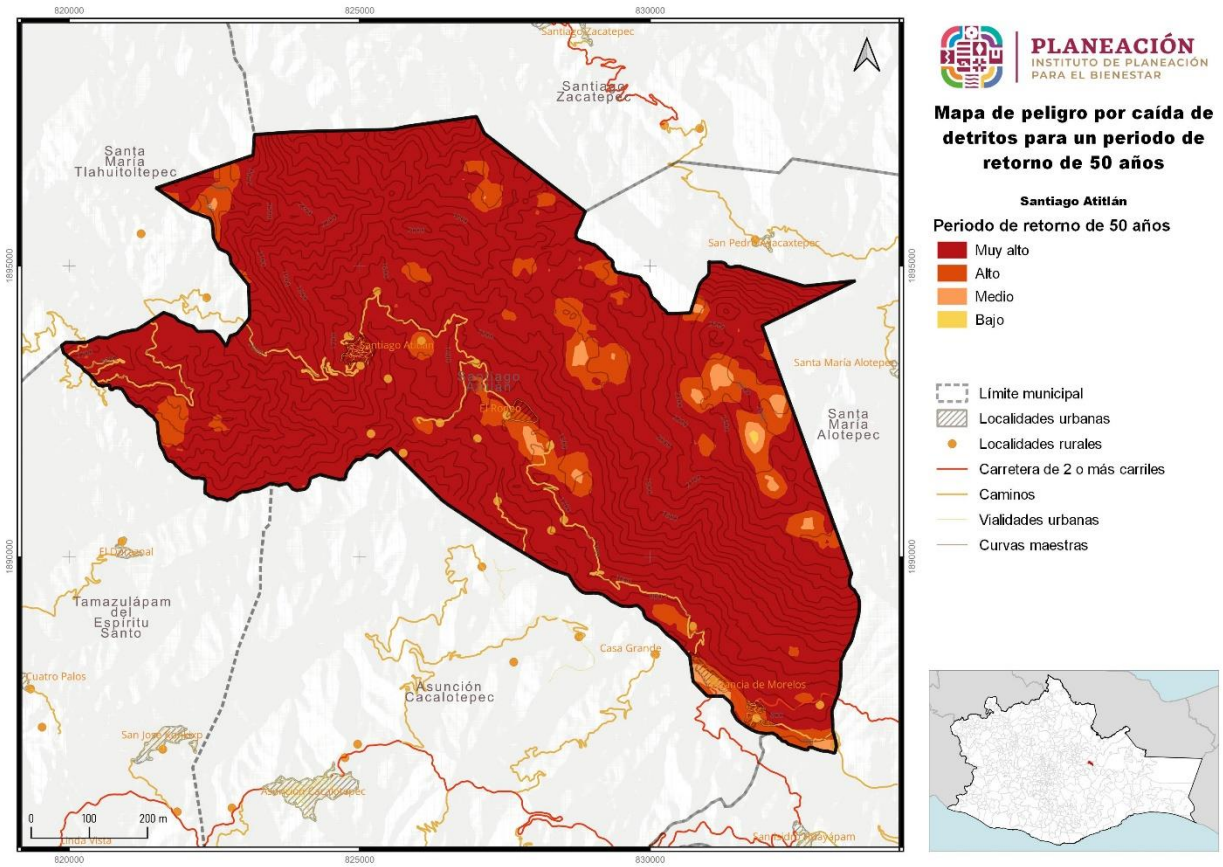
Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 50 años

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 89.17% del territorio municipal tiene una susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 50 años muy alto, el 9.43% su susceptibilidad es alto, el 1.36% tiene una susceptibilidad medio y el 0.03% la susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de 50 años es bajo.

Tabla 81. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 50 años

Peligro por caída de detritos (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 50 años	6325.79	89.17
Alto en un período de retorno de lluvias de 50 años	669.14	9.43
Medio en un período de retorno de lluvias de 50 años	96.59	1.36
Bajo en un período de retorno de lluvias de 50 años	2.37	0.03

Gráfica 14. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 50 años



V.1.1.7. 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 5. Mecanismo potencial de Flujos

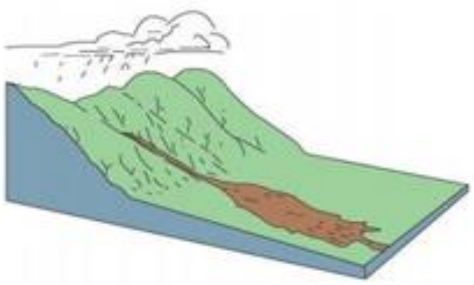
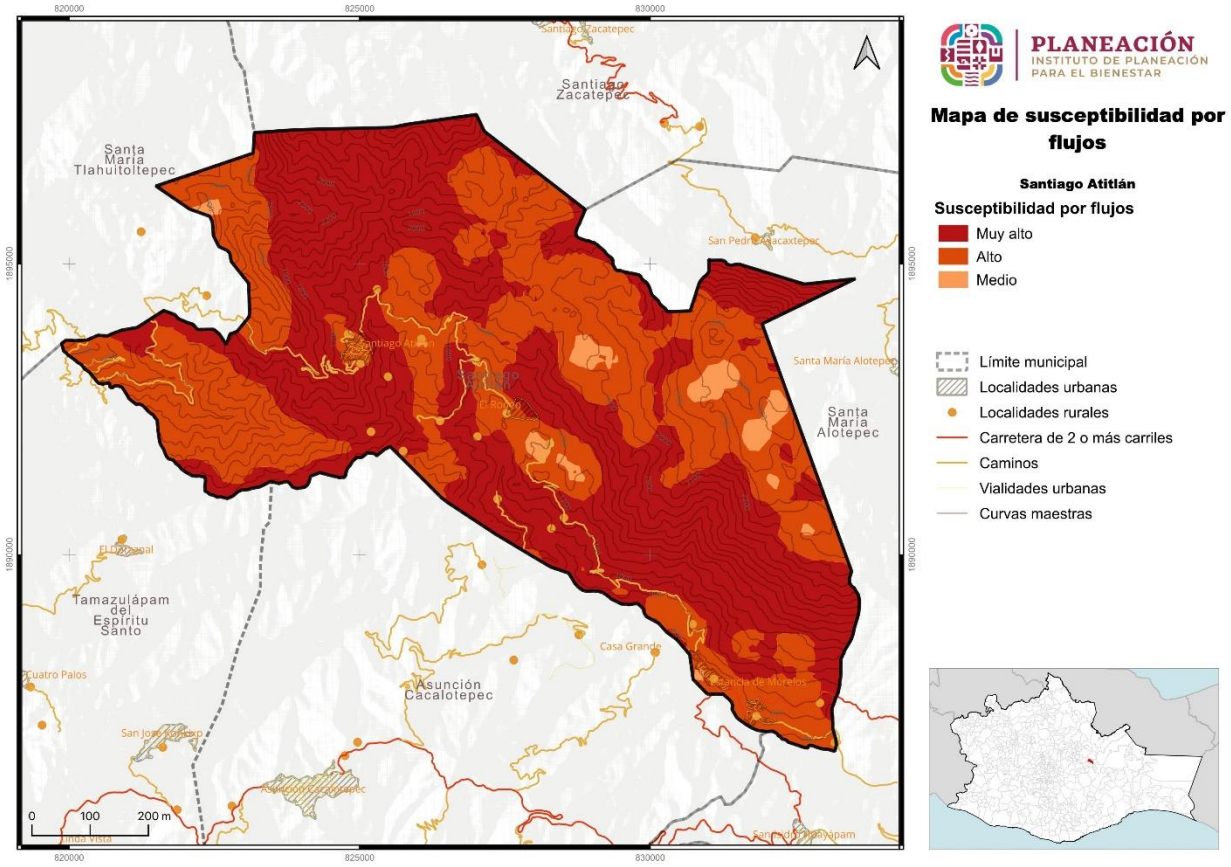


Tabla 82. Susceptibilidad por flujos

Susceptibilidad por flujos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta	3867.07	54.61
Alta	3058.1	43.19
Media	155.57	2.2

Mapa 39. Susceptibilidad por flujos



En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 54.61% del territorio municipal tiene una susceptibilidad por flujos muy alta, el 43.19% su susceptibilidad es alta y, el 2.20% del territorio municipal tiene una susceptibilidad por flujos media.

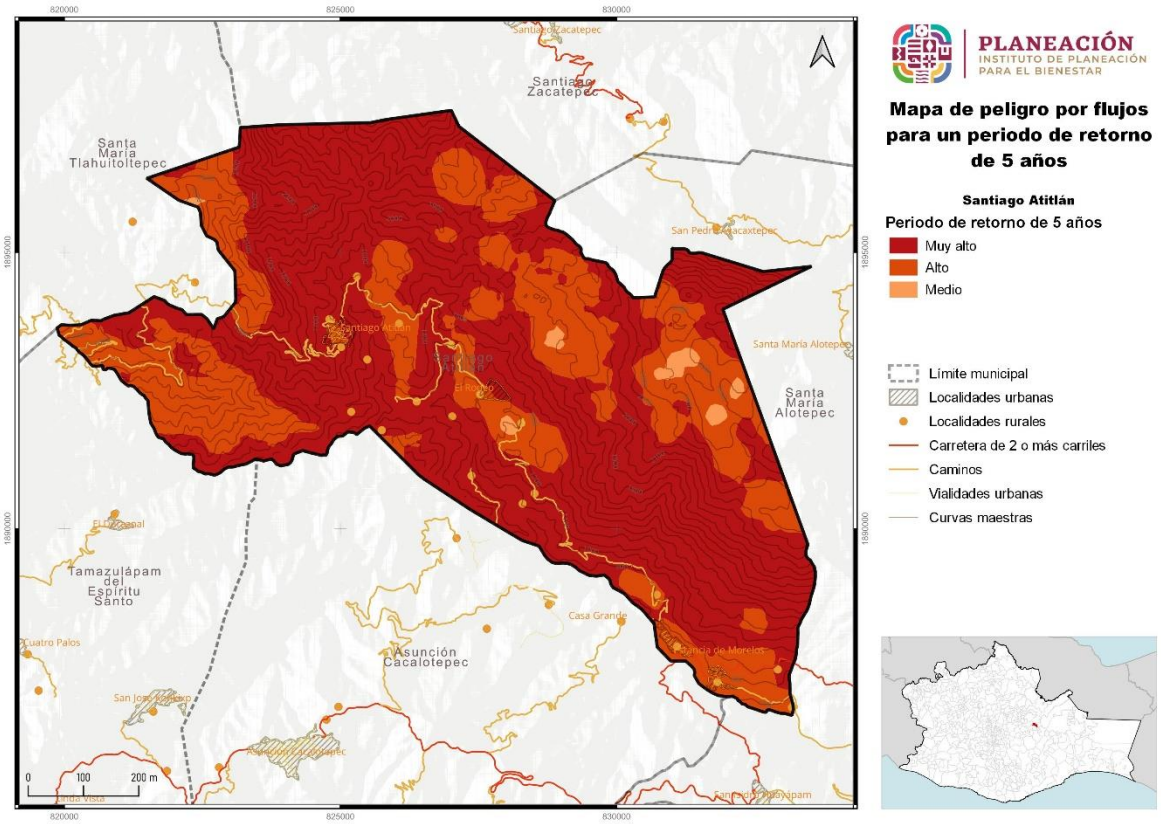
V.1.1.8. Peligro por Flujos periodo de retorno de 5 años

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 67.52% del territorio municipal tiene un peligro por flujos en un periodo de retorno de 5 años muy alta, el 31.54% su peligro por flujos es alto y, el 0.94% del territorio municipal tiene un peligro por flujos en un periodo de retorno de 5 años es medio.

Tabla 83. Peligro por flujos periodo de retorno 5 años

Flujos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 5 años	4789.67	67.52
Alto en un período de retorno de lluvias de 5 años	2237.34	31.54
Medio en un período de retorno de lluvias de 5 años	66.86	0.94

Mapa 40. Peligro por flujos periodo de retorno 5 años



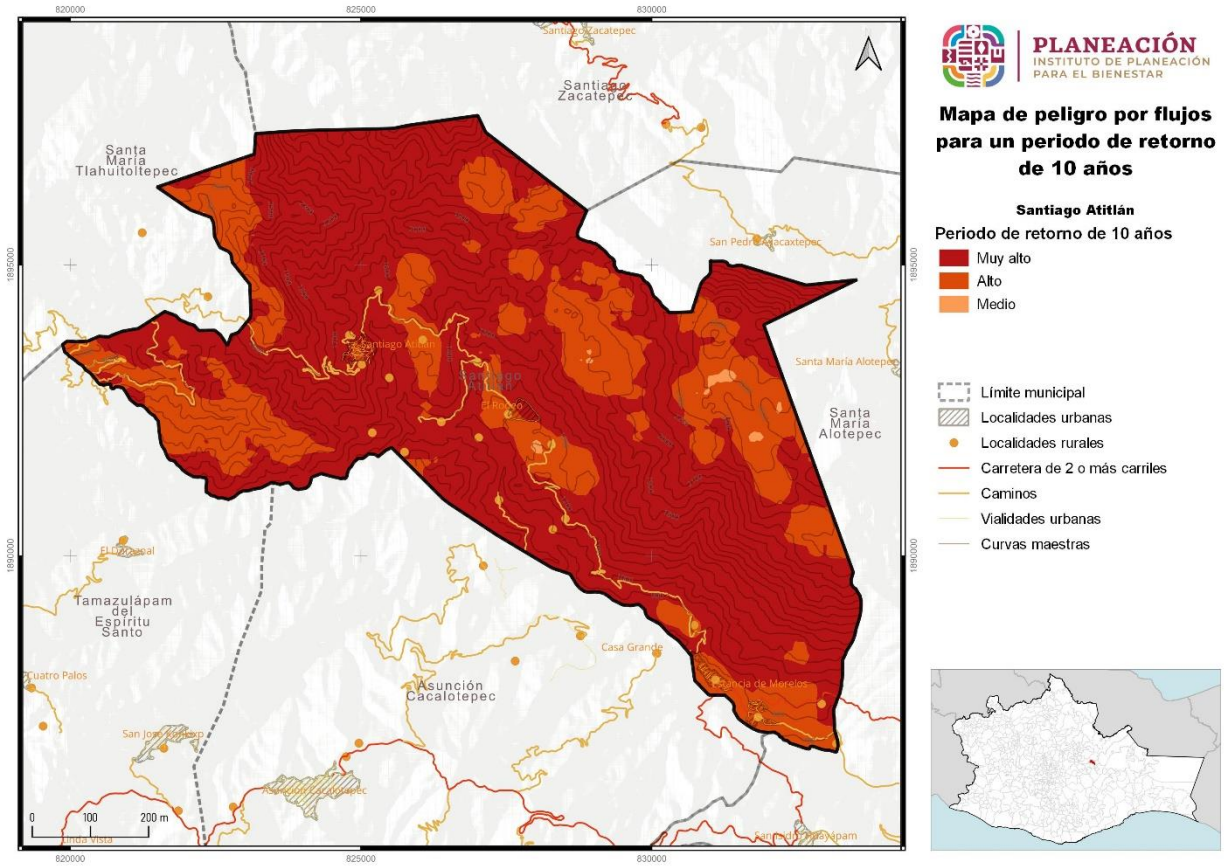
V.1.1.9. Peligro por flujos periodo de retorno de 10 años

Tabla 84. Peligro por flujos periodo de retorno 10 años

Flujos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 10 años	5132.91	72.36
Alto en un período de retorno de lluvias de 10 años	1942.25	27.38
Medio en un período de retorno de lluvias de 10 años	18.68	0.26

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 72.36% del territorio municipal tiene un peligro por flujos en un periodo de retorno de 10 años muy alto, el 27.38% su peligro por flujos es alto y, el 0.26% del territorio municipal tiene un peligro por flujos en un periodo de retorno de 10 años es medio.

Mapa 41. Peligro por flujos periodo de retorno 10 años



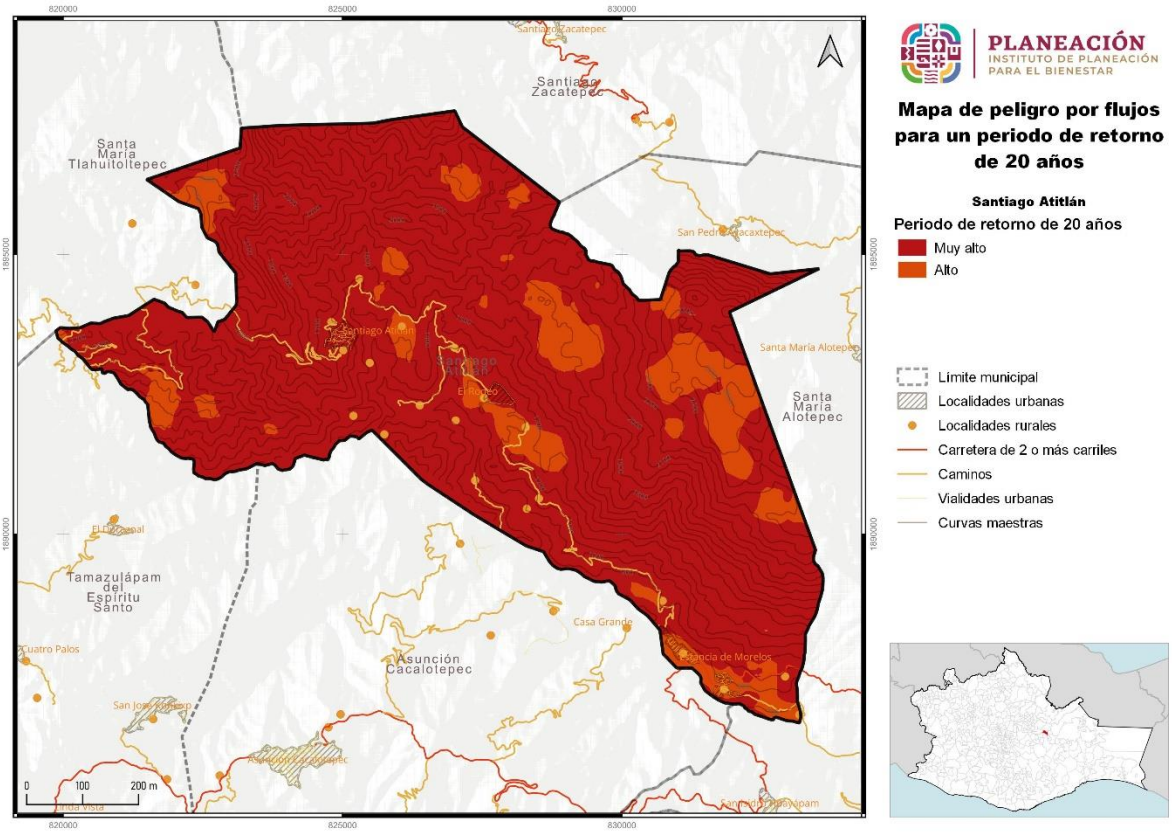
V.1.1.10. Peligro por Flujos periodo de retorno de 20 años

Tabla 85. Peligro por flujos periodo de retorno 20 años

Flujos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 20 años	6181.78	87.14
Alto en un período de retorno de lluvias de 20 años	912.07	12.86

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 87.14% del territorio municipal tiene un peligro por flujos en un periodo de retorno de 20 años muy alto y, el 12.86% del territorio municipal tiene un peligro por flujos en un periodo de retorno de 20 años es Alto.

Mapa 42. Peligro por flujos periodo de retorno 20 años



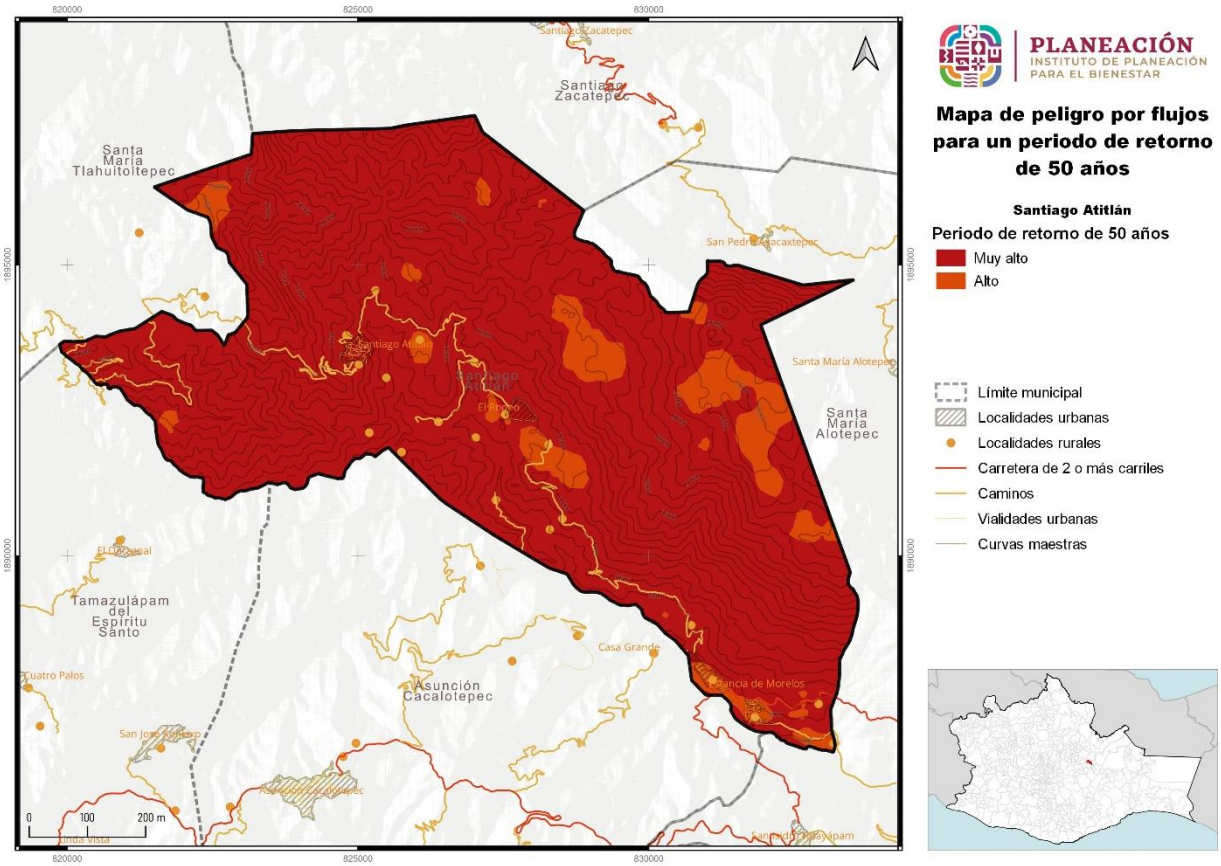
V.1.1.11. Peligro por flujos periodo de retorno de 50 años

Tabla 86. Peligro por flujos periodo de retorno 50 años

Flujos (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto en un período de retorno de lluvias de 50 años	6530.67	92.06
Alto en un período de retorno de lluvias de 50 años	563.21	7.94

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 92.06% del territorio municipal el peligro por flujos en un periodo de retorno de 50 años es muy alto y, el 7.94% del territorio municipal tiene un peligro por flujos en un periodo de retorno de 50 años es Alto.

Mapa 43. Peligro por flujos periodo de retorno 50 años



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

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

La intensidad de Mercalli es habitualmente evaluada después de la ocurrencia de un terremoto importante, en escalas regionales o urbanas. También se estima sobre la base de información histórica de terremotos ocurridos en el pasado (Hurtado and Bedoya, 2008).

En 1902, Mercalli propuso una tabla, que fue posteriormente modificada en 1931 y desde entonces se ha llamado escala Modificada de Mercalli (MM). Consta de 12 grados de intensidad donde se muestran también las características de cada grado, denotado por números romanos del I al XII. No es única, pero sí la más frecuentemente usada en nuestro continente (SGM, 2017).

Escala de Mercalli (modificada en 1931 por H. O. Wood y F. Neuman)

I. Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
II. Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.
III. Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable.
IV. Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando con un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.
V. Sacudida sentida casi por todo el mundo; muchos despiertan. Algunas piezas de vajillas, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen relojes de péndulo.
VI. Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas. Daños ligeros.
VII. Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias

bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; ruptura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.

VIII. Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en las personas que guían carros de motor.

IX. Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen.

X. Destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.

XI. Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.

XII. Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel. Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

Por otra parte, la magnitud de un sismo es un número relacionado con la cantidad de energía liberada en el momento de su ocurrencia. Para calcularla se utilizan los registros de uno o varios sismógrafos y se expresa mediante números arábigos, incluyendo fracciones decimales, cuando es necesario. Un grado determinado de magnitud implica alrededor de 32 veces más energía liberada que el anterior.

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.

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 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.

V.1.3.1 Amenaza por Tsunami

(No aplica en el municipio)

V.1.4 Vulcanismo

Vulcanismo es una actividad por medio de la cual el material magmático es expulsado del interior de la tierra a la superficie terrestre.

El vulcanismo es un sistema que atribuye la formación del globo terrestre a la acción del magma interior. Los volcanes se desarrollan en cordilleras o zócalos dislocados,

formadas a partir de erupciones de lavas, fragmentos de rocas, gases, cenizas y, vapores.

En consecuencia, estos se encuentran en grandes profundidades a elevadas temperaturas que permiten su fusión. Llegan al exterior a través de una conducta irregular y, derramándose por los continentes y fondos oceánicos.

El material expulsado por el volcán es acumulado en la superficie terrestre formando el relieve volcánico o relieve postizo que generalmente tiene forma de cono y es muy variable.

Las erupciones volcánicas no presentan siempre las mismas características, pudiendo ser liberados diferentes materiales en los estados: sólido, líquido y gaseoso.

En el estado sólido, se observa fragmentos rocosos de diferentes dimensiones y cenizas. En el estado líquido, materiales como la lava resultante del magma, es un material total o parcialmente fundido que consolida la superficie en contacto con el agua o aire.

Por último, en el estado gaseoso, son expulsados vapor de agua, dióxido de carbono, hidrogeno, azufre. En ocasiones, se expulsan gases en elevadas temperaturas formando nubes ardientes.

V.1.4.1 Amenaza por vulcanismo

(No aplica en el municipio)

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.

Imagen 6. Elementos por considerar en el mapeo de fracturas y fallas.

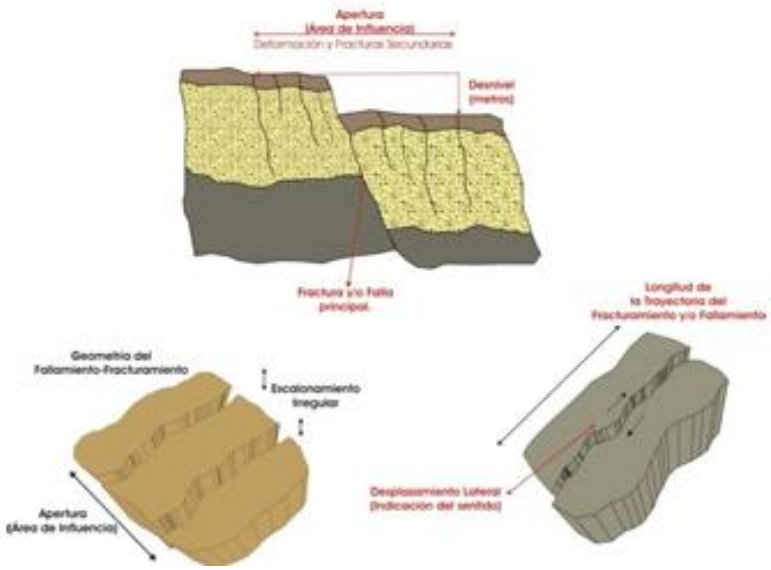
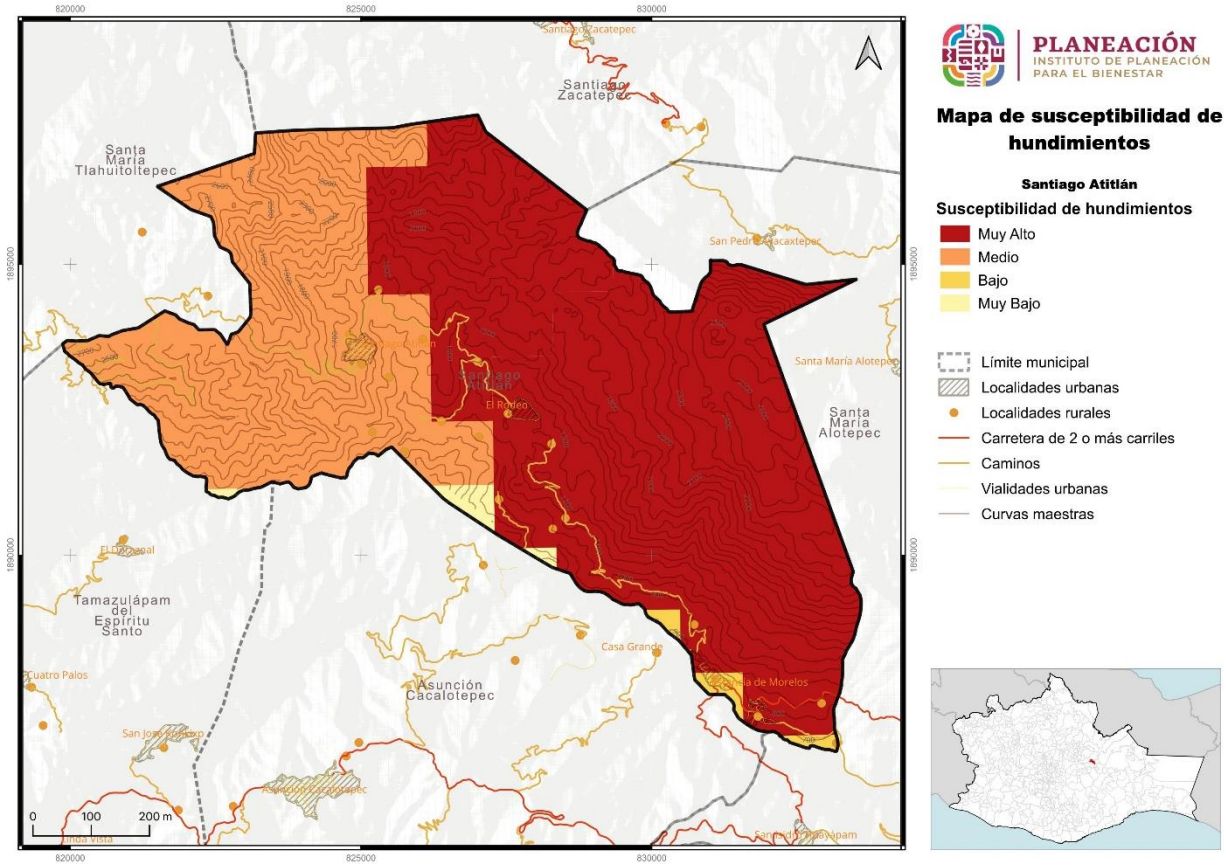


Tabla 87. Susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas en el municipio

Susceptibilidad por hundimientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy Alta	4535.39	64.05
Media	2405.42	33.97
Baja	71.35	1.01
Muy Baja	68.58	0.97

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 64.05% del territorio municipal tiene una susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas muy alta, el 33.97% su susceptibilidad es Media, el 1.01% la susceptibilidad es baja y el 0.97% del territorio tiene una susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas muy baja.

Gráfica 15. Susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas en el municipio



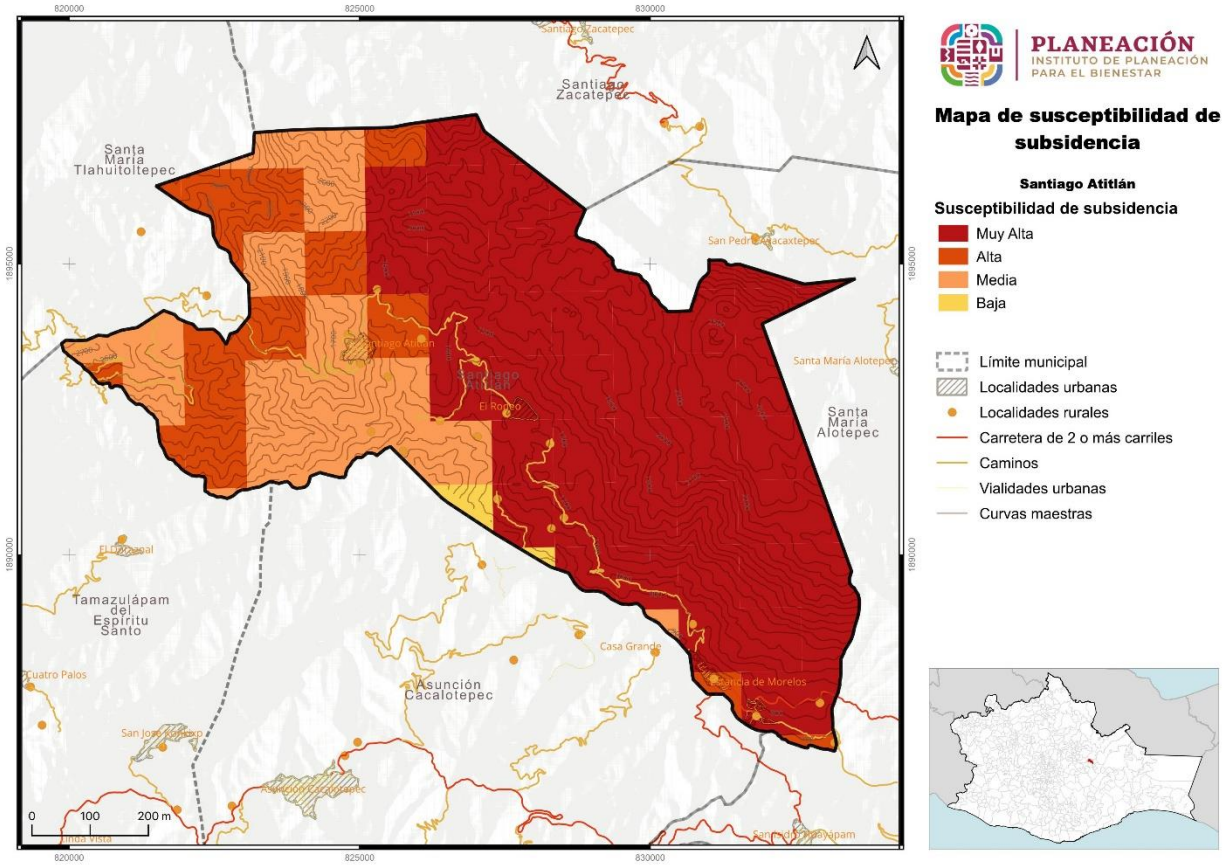
V.1.5.2. Susceptibilidad por subsidencia de suelo en el municipio.

Tabla 88. Susceptibilidad por subsidencia en el municipio

Susceptibilidad por subsidencia	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy Alta	4535.4	64.05
Alta	1036.41	14.64
Media	1448.26	20.45
Baja	60.67	0.86

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 64.05% del territorio tiene una susceptibilidad por subsidencia muy alta, el 14.64% su susceptibilidad es alta, el 20.45% la susceptibilidad es media y el 0.86% del territorio tiene una susceptibilidad por subsidencia en el municipio es baja.

Mapa 44. Susceptibilidad por subsidencia en el municipio



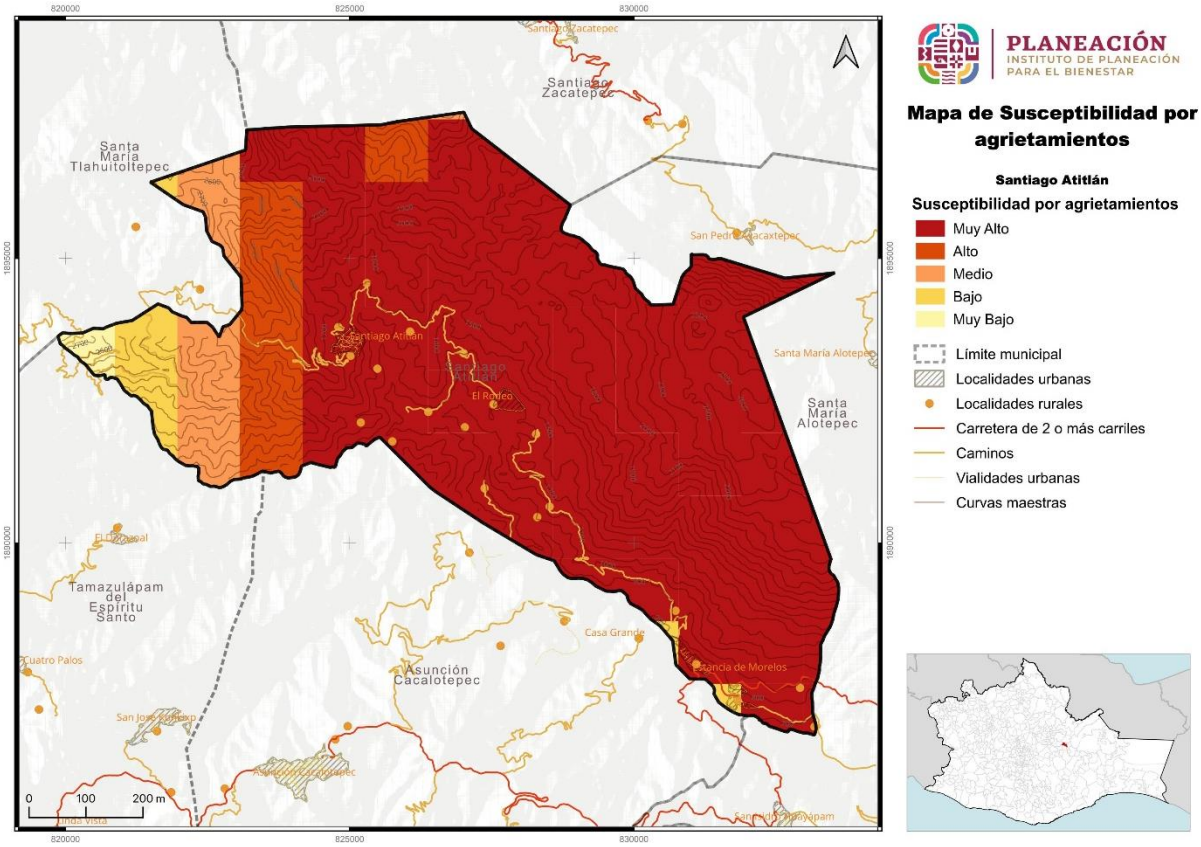
V.1.5.3. Susceptibilidad por agrietamiento del suelo en el municipio

Susceptibilidad por hundimiento por agrietamiento en el municipio

Susceptibilidad por agrietamientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy Alta	5661.69	79.96
Alta	679.74	9.6
Media	439.44	6.21
Baja	241.22	3.41
Muy Baja	58.63	0.83

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene que el 79.96% del territorio tiene una susceptibilidad por hundimiento por agrietamiento en el municipio muy alta, el 9.6% su susceptibilidad es alta, el 6.21% la susceptibilidad es media, el 3.41% la susceptibilidad es Baja y el 0.83% del territorio tiene una susceptibilidad por hundimiento por agrietamiento en el municipio Muy baja.

Mapa 45. Susceptibilidad por hundimiento por agrietamiento en el municipio



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 89. 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 90. 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

Estación	Nombre
20177	San Ildefonso Villa Alta
20178	Villa Chalcatongo (CFE)
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)

Estación	Nombre
20298	Huajuapan de León (OBS)
20299	Paraje Pérez
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

Estación	Nombre
20388	Albarradas
20451	San Juan Guelavia
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
12175	Las Juntas
12187	Milpillas (CFE)
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 91. 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 92. 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			

Clave	Municipio	TT	H1	H2	H3	H4
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
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 93. 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 94. 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[12].

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

[12] 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.

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.

Mapa 46. Amenaza por inundaciones pluviales en el municipio

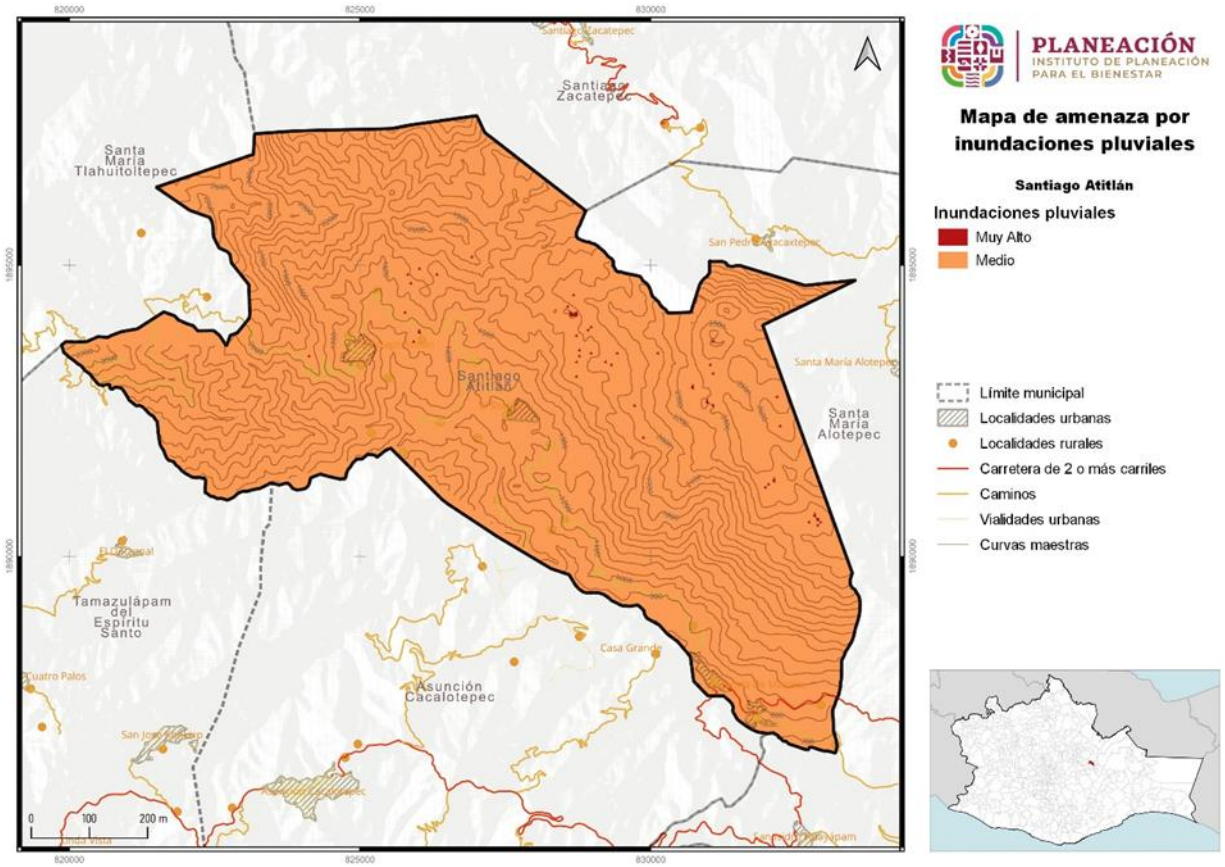


Tabla 95. Amenaza por inundaciones pluviales en el municipio

Inundaciones pluviales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy Alta	9.05	0.13
Media	7084.83	99.87

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por inundaciones pluviales el 0.13% del territorio municipal es muy alta y el 99.87% de su territorio la amenaza por inundaciones pluviales es media.

V.2.1.1. Amenaza 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.

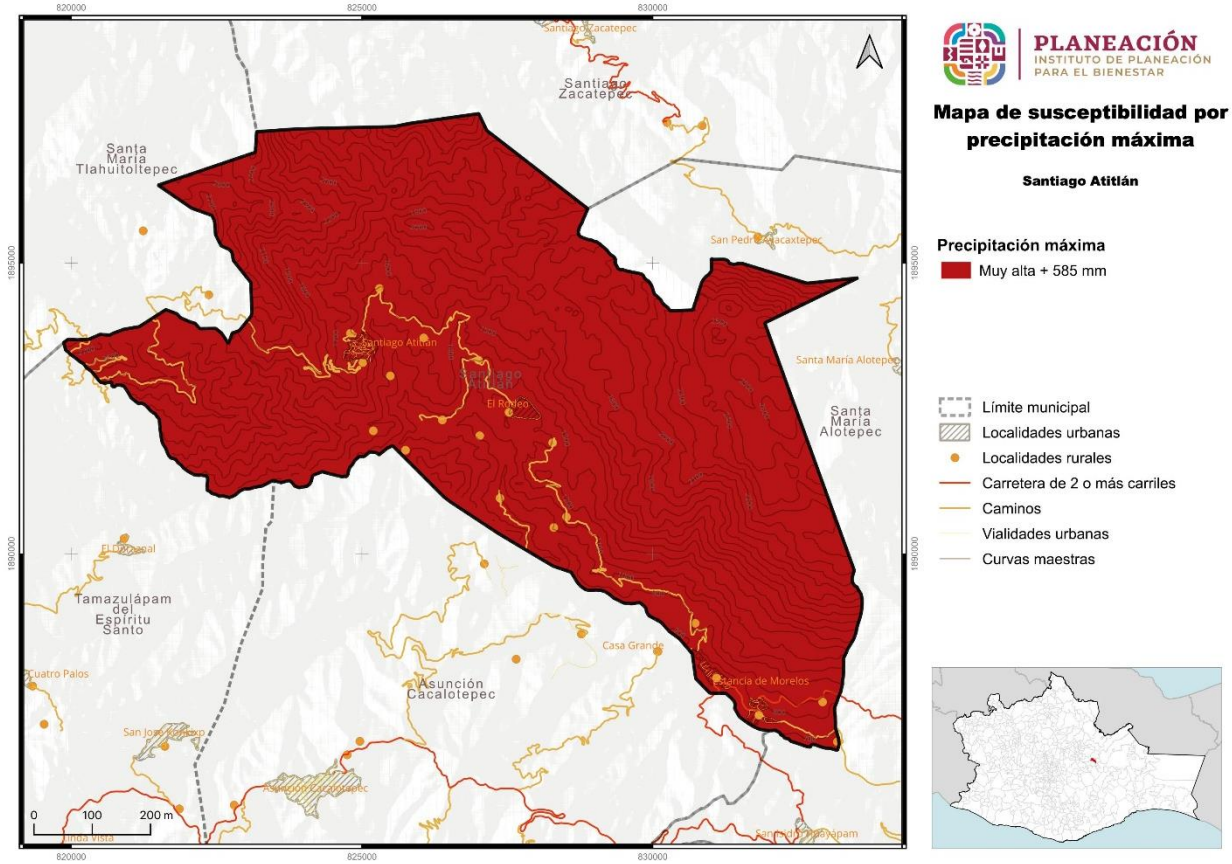
Las lluvias extraordinarias en muchos casos son detonantes de otro tipo de fenómenos que ponen en peligro a la población, como movimientos gravitacionales, inundaciones, encharcamientos, desbordes de ríos, entre otros. Estas lluvias, pueden presentar fenómenos de rayos, pero no es una condicionante. 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.

Tabla 96. Amenaza por precipitación máxima en el municipio

Susceptibilidad por precipitación máxima	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta + 585 mm	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por precipitación máxima que es de más de 585 mm es el 100.00% del territorio municipal es muy alta.

Mapa 47. Mapa de amenaza por precipitación máxima en el municipio



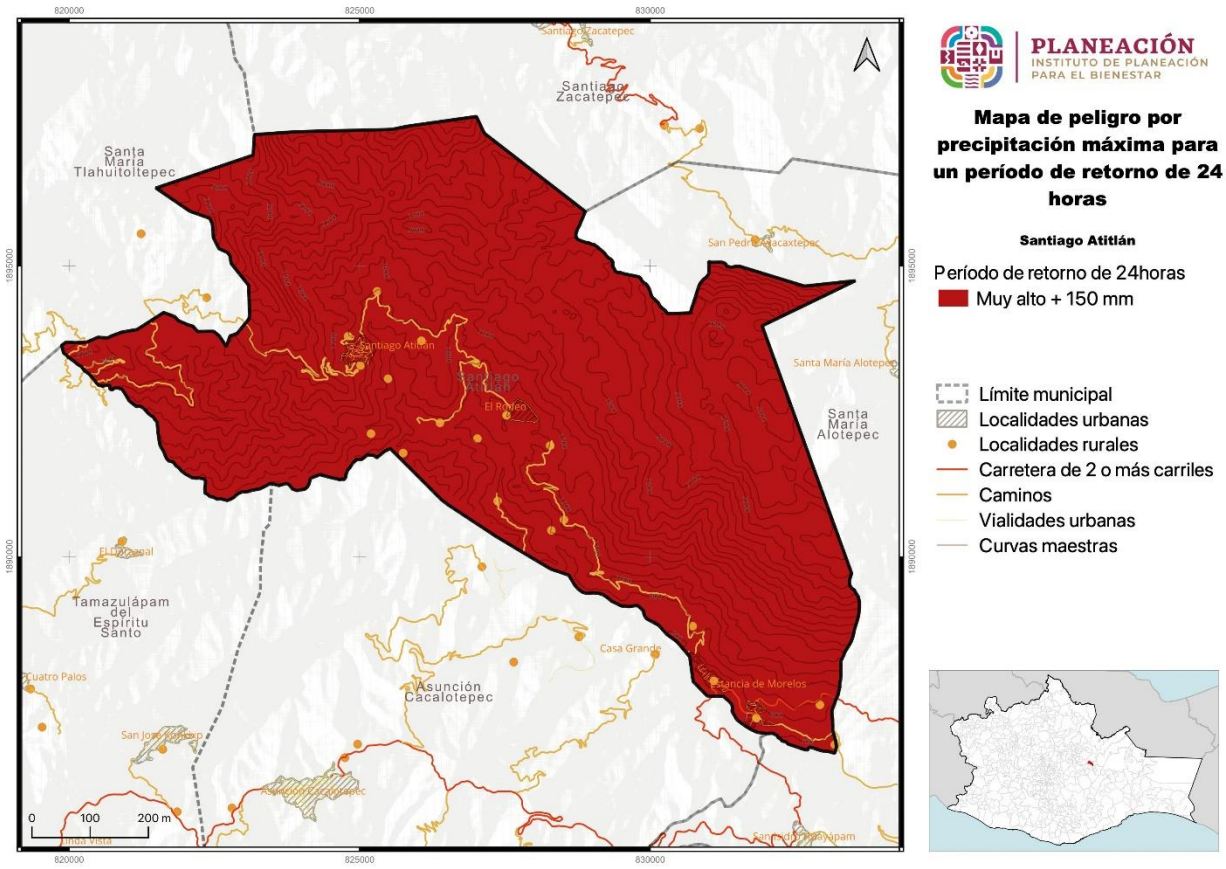
V.2.1.2. Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 24 horas

Tabla 97. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 24 horas

Peligro por precipitación máxima (PR 24 horas)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 150 mm	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 24 horas de más de 150 mm es el 100.00% del territorio municipal es muy alto.

Mapa 48. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 24 horas



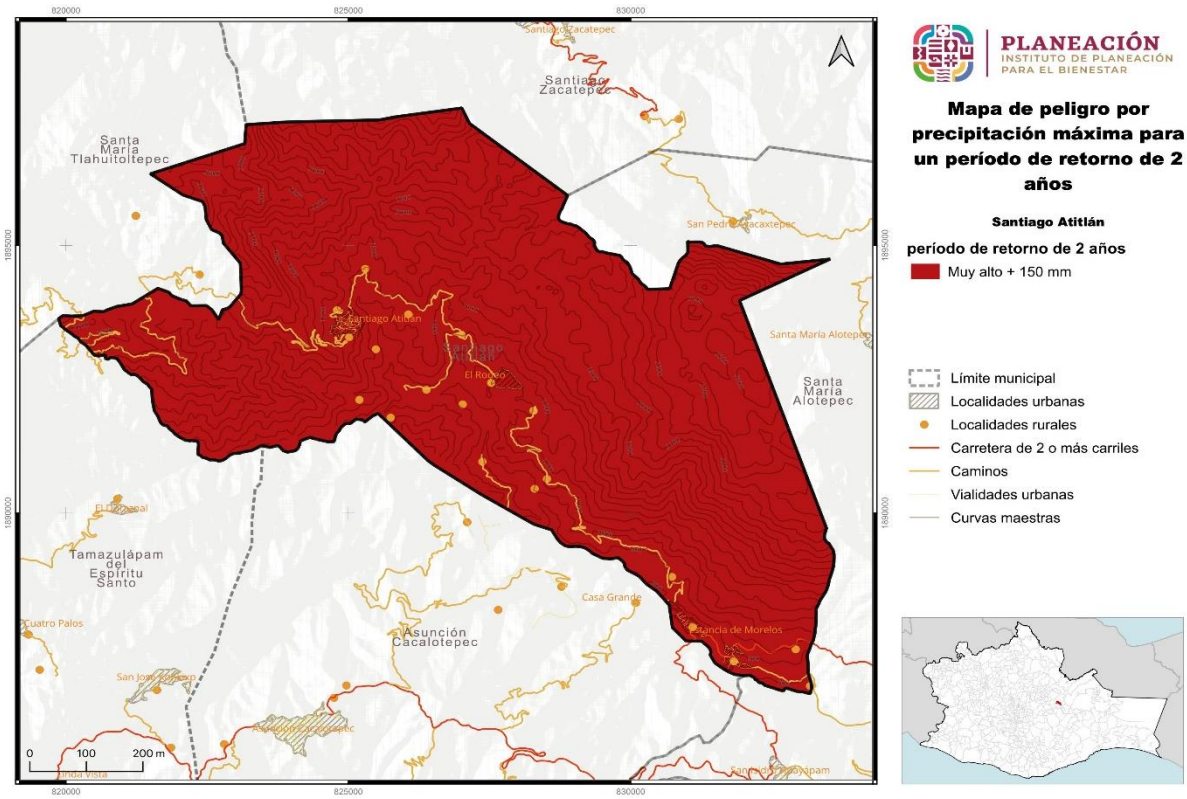
V.2.1.3. Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 2 años

Tabla 98. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 2 años

Precipitación máxima (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 150 mm	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 2 años, de más de 150 mm de precipitación el 100.00% del territorio municipal es muy alto.

Mapa 49. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



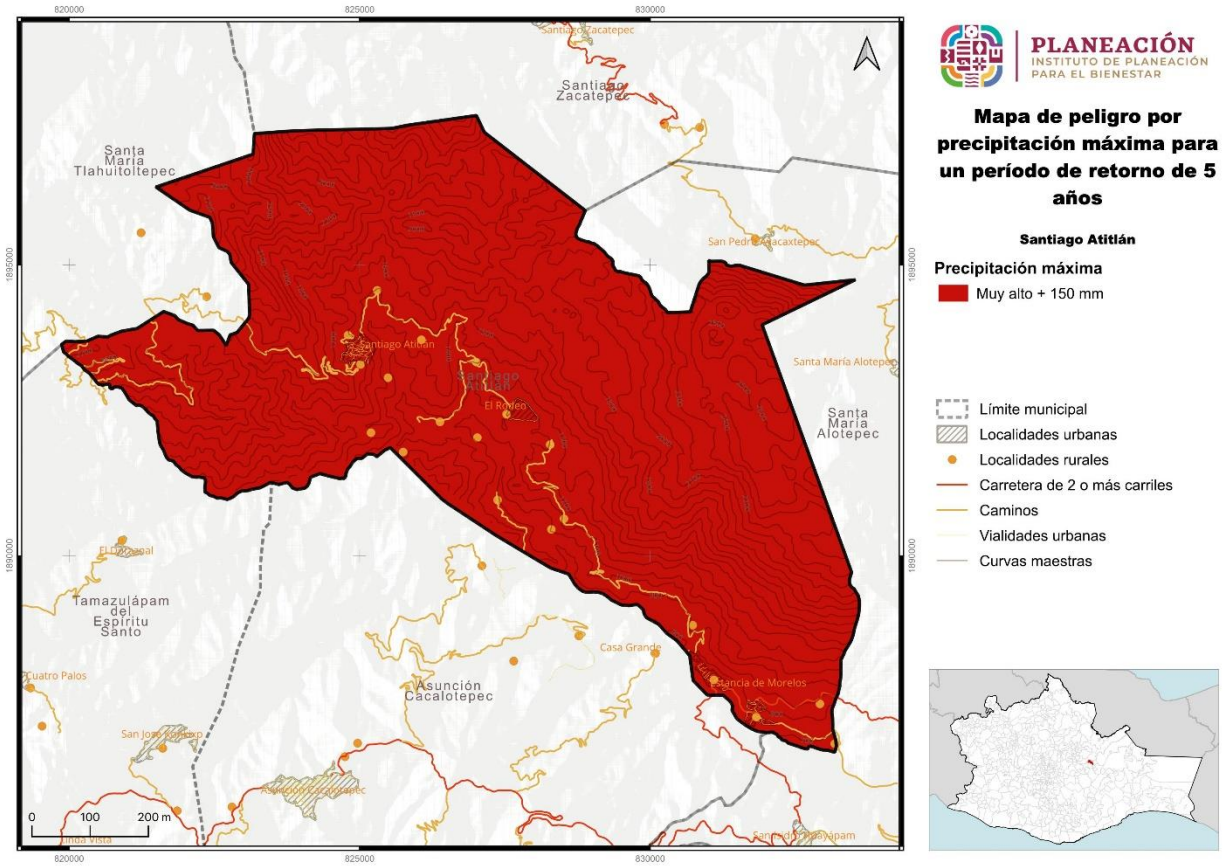
V.2.1.4. Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 5 años

Tabla 99. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 5 años

Peligro por precipitación máxima (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 150 mm	7081	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 5 años, de más de 150 mm de precipitación el 100.00% del territorio municipal es muy alto.

Mapa 50. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



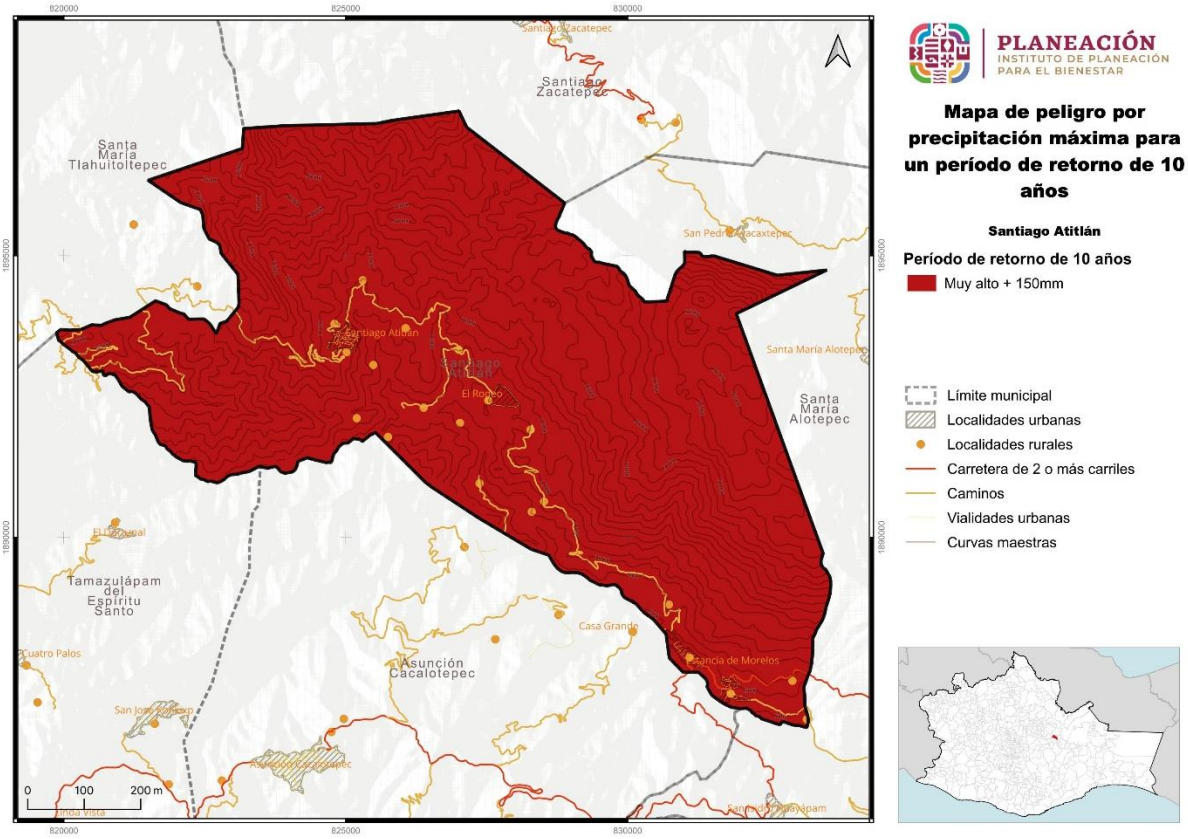
V.2.1.5. Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 10 años

Tabla 100. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 10 años

Precipitación máxima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 150mm	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 10 años, de más de 150 mm de precipitación el 100.00% del territorio municipal es muy alto.

Mapa 51. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



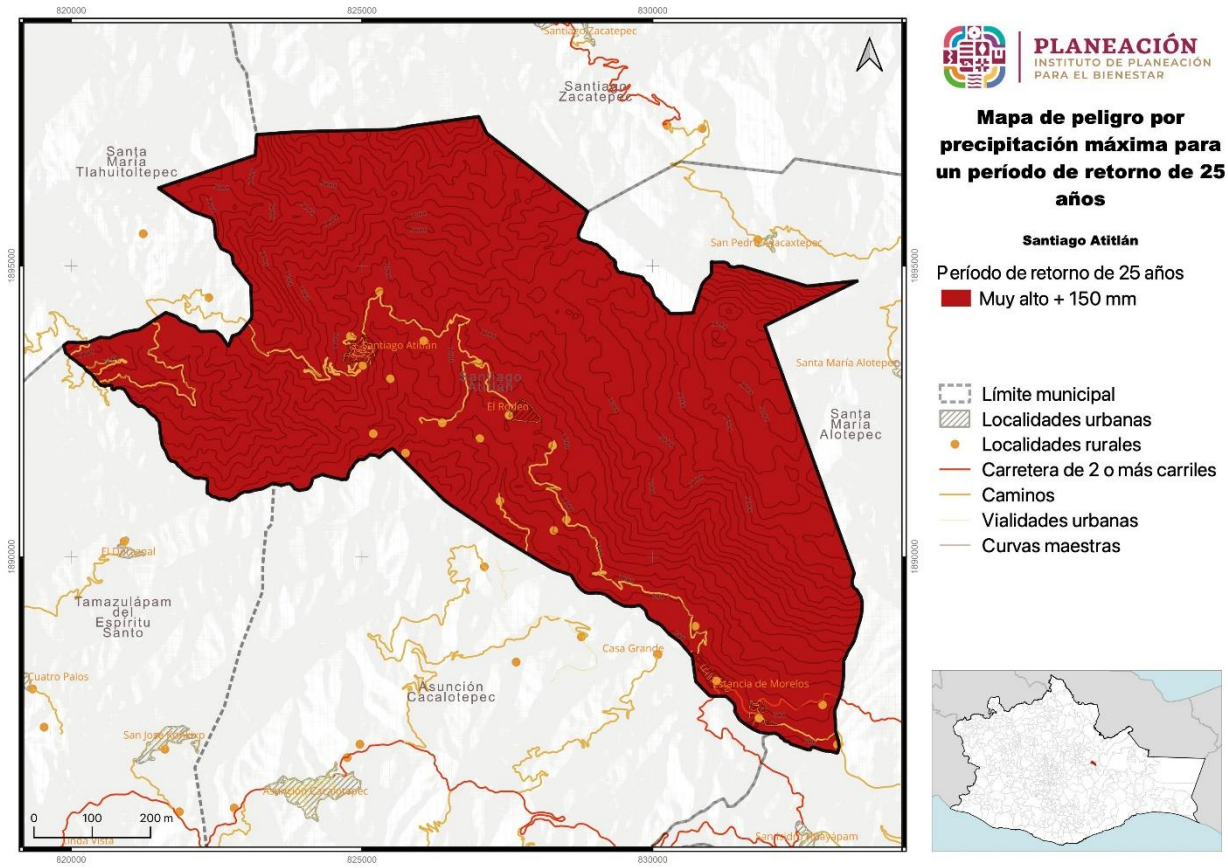
V.2.1.6. Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años

Tabla 101. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 25 años

Precipitación máxima (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta + 150 mm	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 25 años, de más de 150 mm de precipitación el 100.00% del territorio municipal es muy alto.

Mapa 52. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



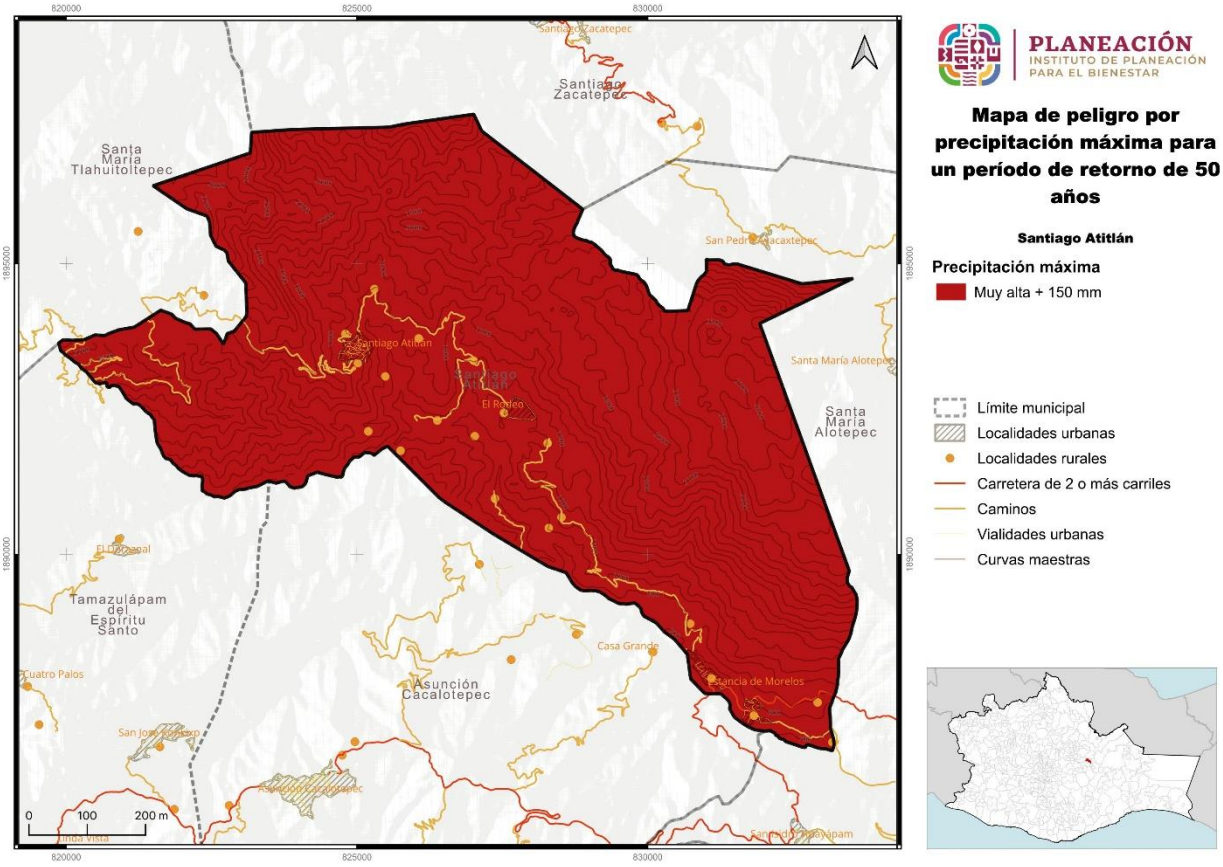
V.2.1.7. Peligro por precipitación máxima en un periodo de retorno por 50 años

Tabla 102. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 50 años

Precipitación máxima (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta + 150 mm	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 50 años, de más de 150 mm de precipitación el 100.00% del territorio municipal es muy alto.

Mapa 53. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



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.

V.2.3 Inundaciones costeras *

(No aplica en este municipio)

V.2.4 Inundaciones lacustres *

(No aplica en este municipio)

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.

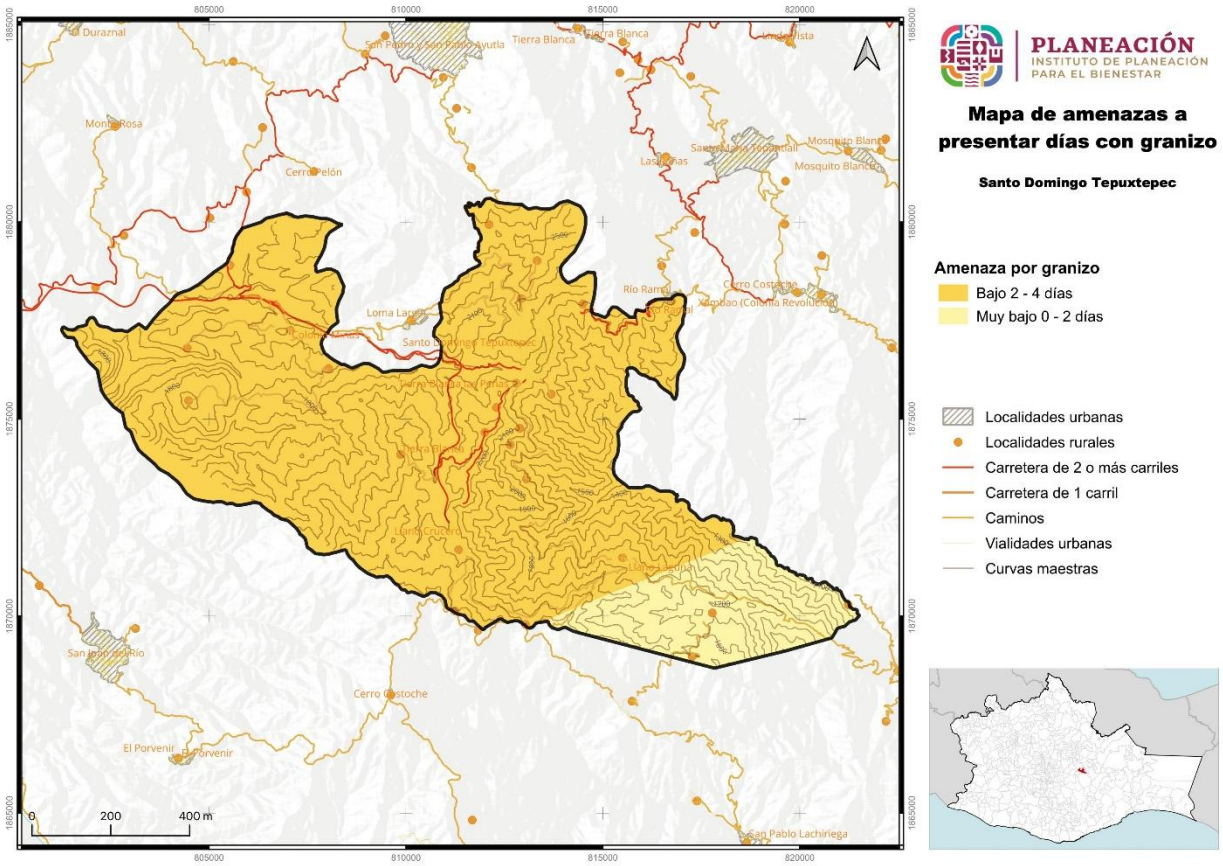
V.2.5.1. Amenaza por días con granizo en el municipio

Tabla 103. Amenaza por días con granizo en el municipio

Amenazas por granizo	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Baja 2 - 4 días	6919.74	97.73
Muy baja 0 - 2 días	161	2.27

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por días con granizo en el municipio indica que el 97.73% del territorio municipal es baja de 2 a 4 días y el 2.27% de su territorio es muy baja que van de 0 a 2 días.

Mapa 54. Amenaza por días con granizo en el municipio



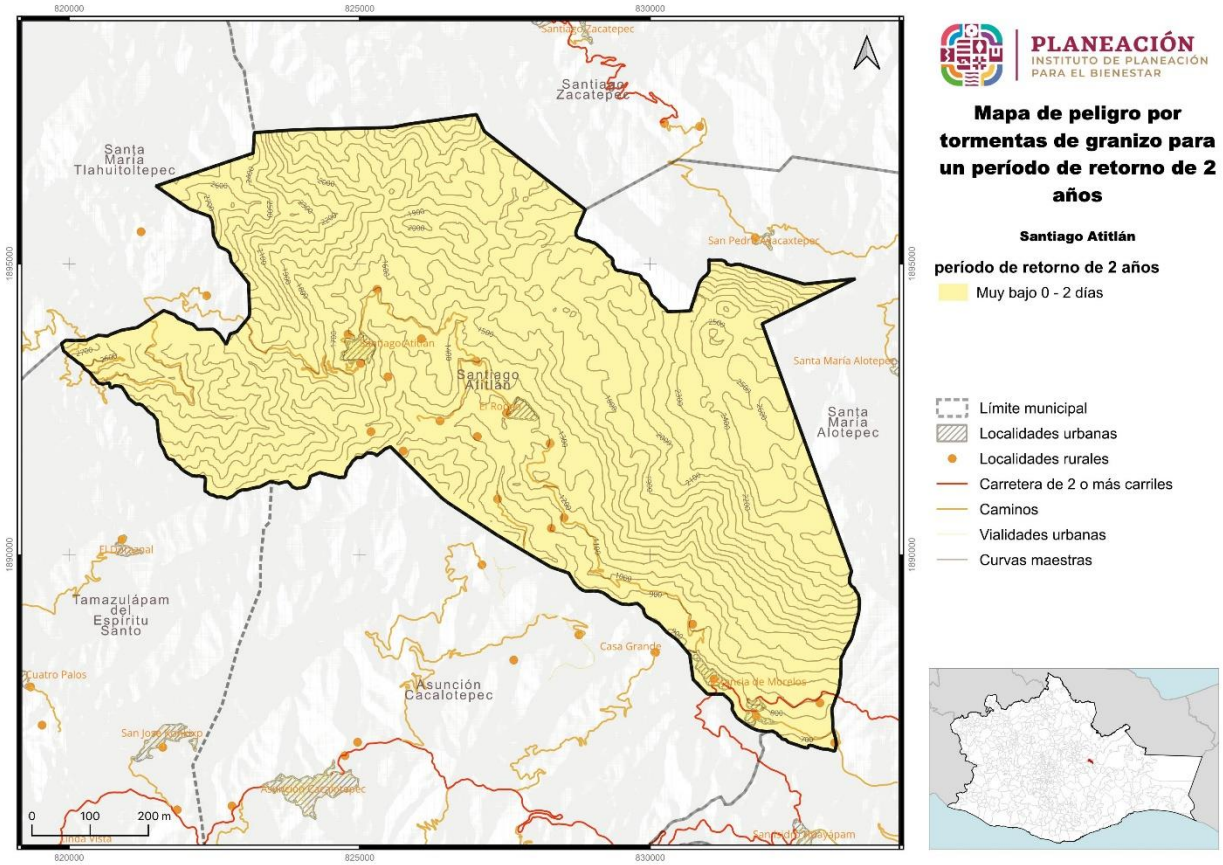
V.2.5.2. Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 2 años

Tabla 104. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 2 años

Tormenta de granizo (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo 0 - 2 días	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán, el peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 2 años se tiene que el 100.00% del territorio municipal es muy bajo de 0 a 2 días.

Mapa 55. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



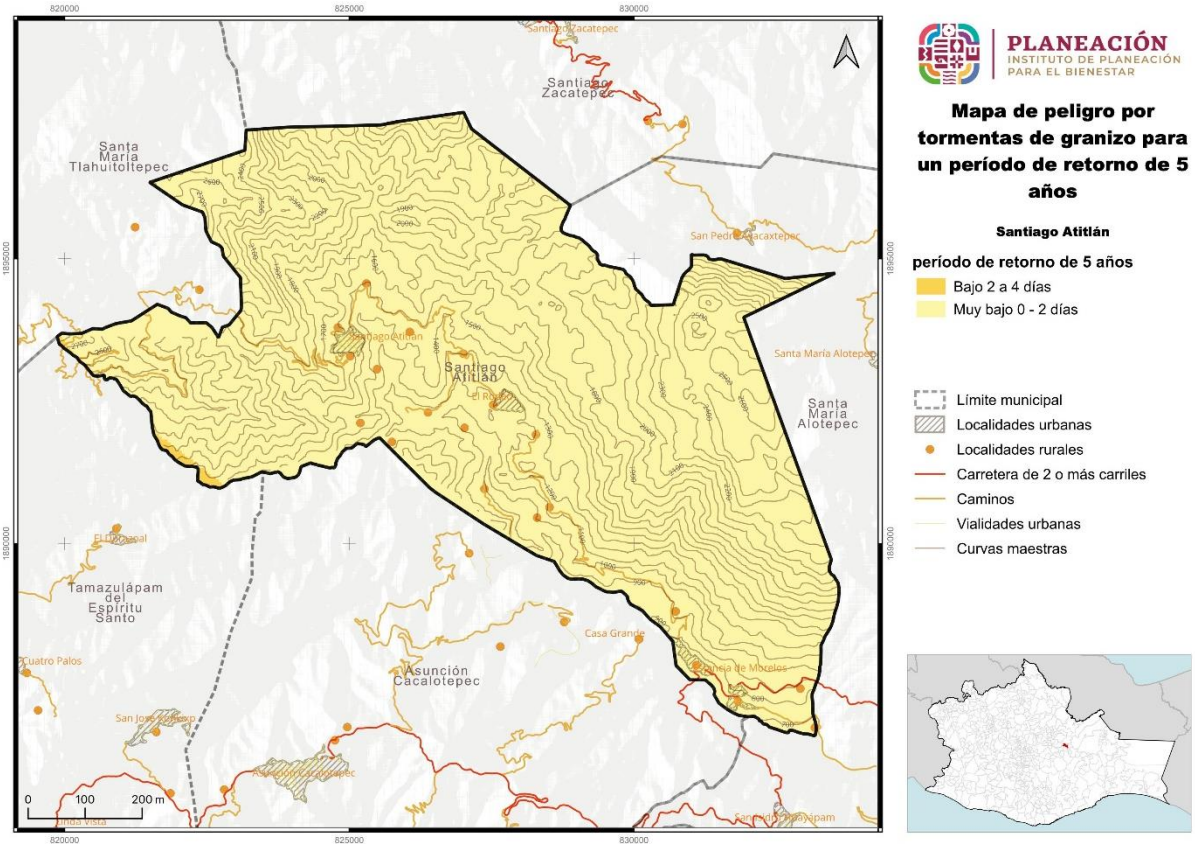
V.2.5.3. Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 5 años

Tabla 105. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 5 años

Tormenta de granizo (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo 2 a 4 días	25.1	0.35
Muy bajo 0 - 2 días	7055.64	99.65

En el municipio de Santiago Atitlán, el peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 5 años se estima que el 0.35% del territorio municipal es bajo que va de 2 a 4 días y el 99.65% del territorio es muy bajo de 0 a 2 días.

Mapa 56. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



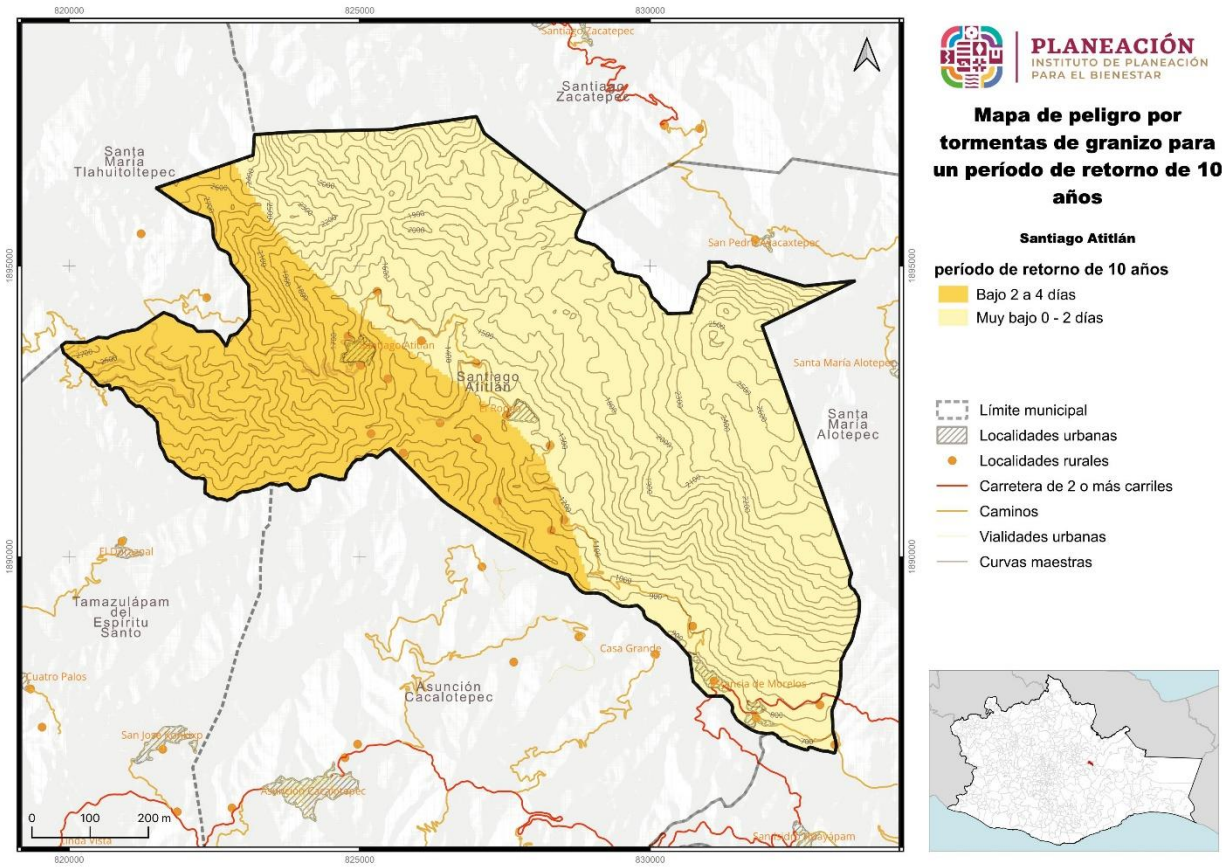
V.2.5.4. Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 10 años

Tabla 106. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 10 años

Tormenta de granizo (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo 2 a 4 días	2183.15	30.83
Muy bajo 0 - 2 días	4897.59	69.17

En el municipio de Santiago Atitlán, el peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 10 años se estima que el 30.83% del territorio municipal es bajo que va de 2 a 4 días y el 69.17% del territorio es muy bajo de 0 a 2 días.

Mapa 57. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



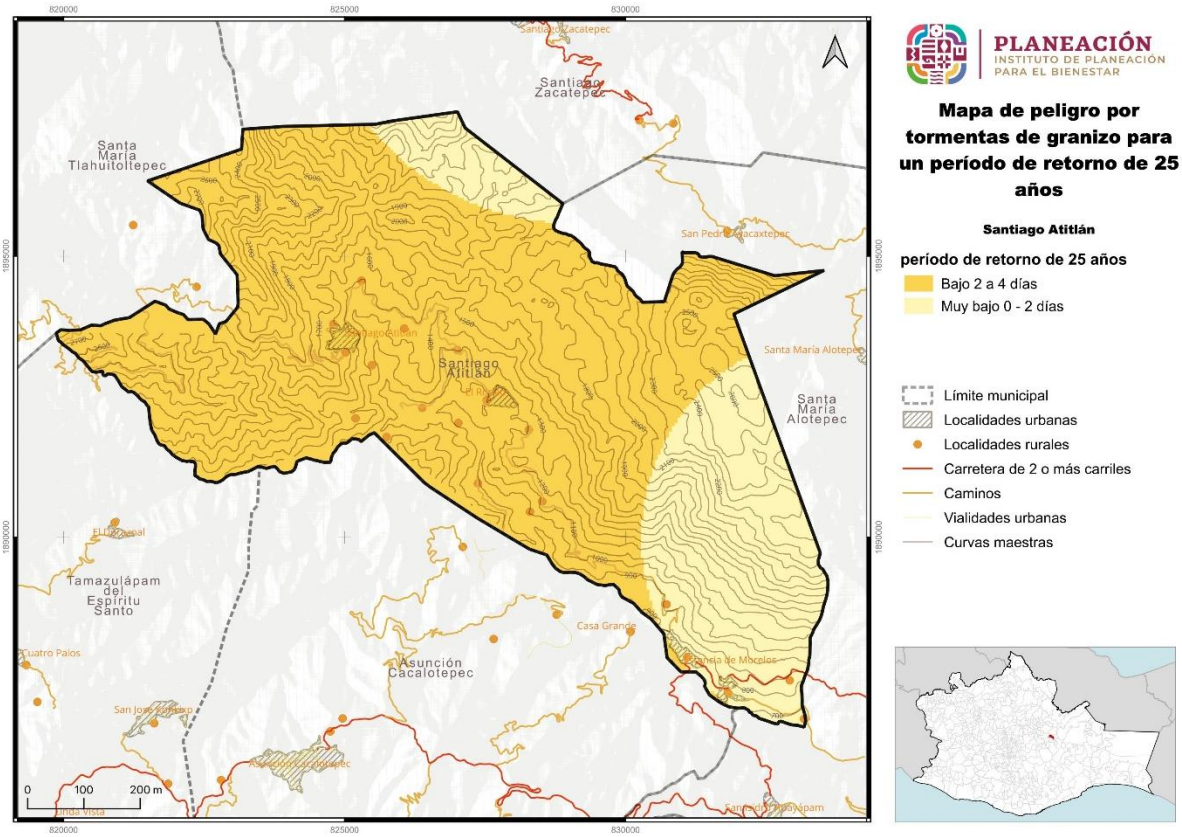
V.2.5.5. Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 25 años

Tabla 107. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 25 años

Tormenta de granizo (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo 2 a 4 días	5337.68	75.38
Muy bajo 0 - 2 días	1743.06	24.62

En el municipio de Santiago Atitlán, el peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 25 años se estima que el 75.38% del territorio municipal es bajo que va de 2 a 4 días y el 24.62% del territorio es muy bajo de 0 a 2 días.

Mapa 58. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



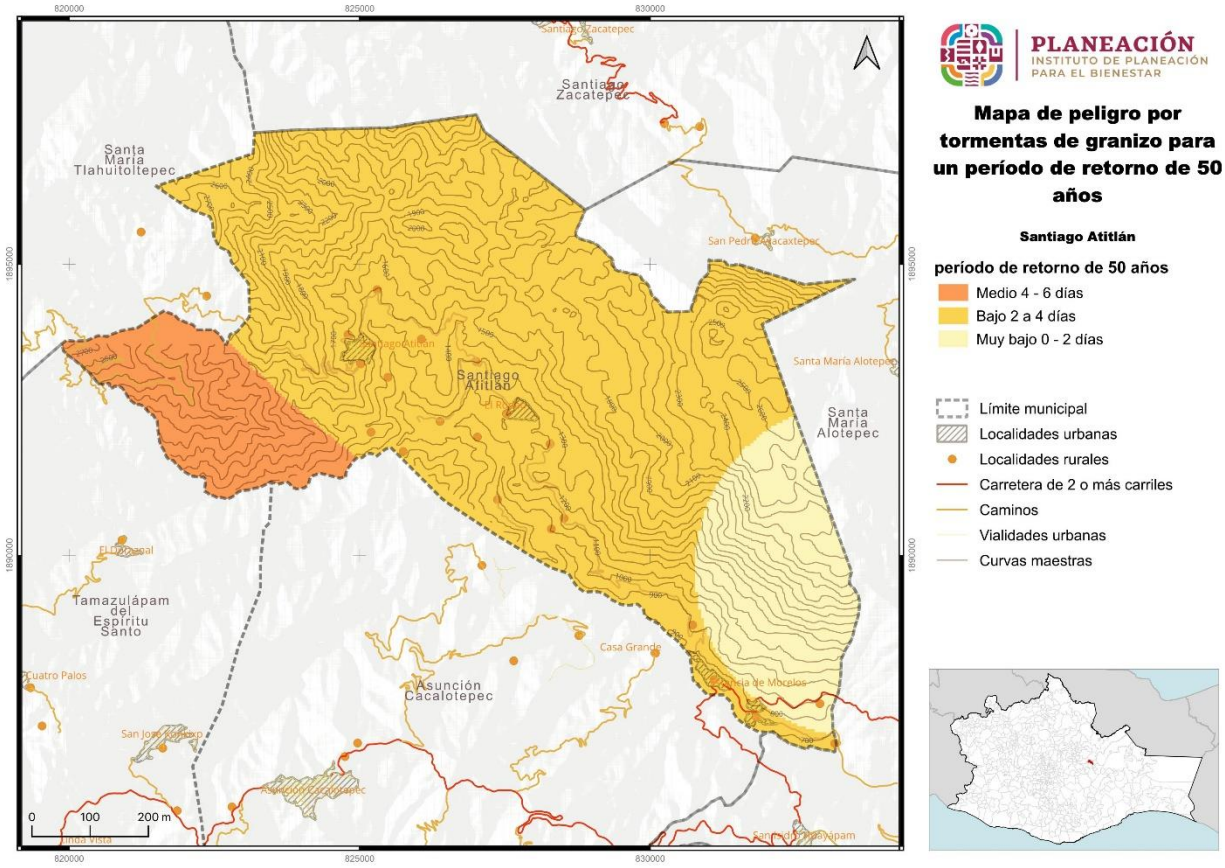
V.2.5.6. Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 50 años

Tabla 108. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 50 años

Tormenta de granizo (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio 4 - 6 días	765.03	10.8
Bajo 2 a 4 días	5291.26	74.73
Muy bajo 0 - 2 días	1024.44	14.47

En el municipio de Santiago Atitlán, el peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 50 años se estima que el 10.80% del territorio municipal es medio que va de 4 a 6 días, el 74.73% del territorio es bajo que va de 2 a 4 días y el 14.47% del territorio es muy bajo de 0 a 2 días.

Mapa 59. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



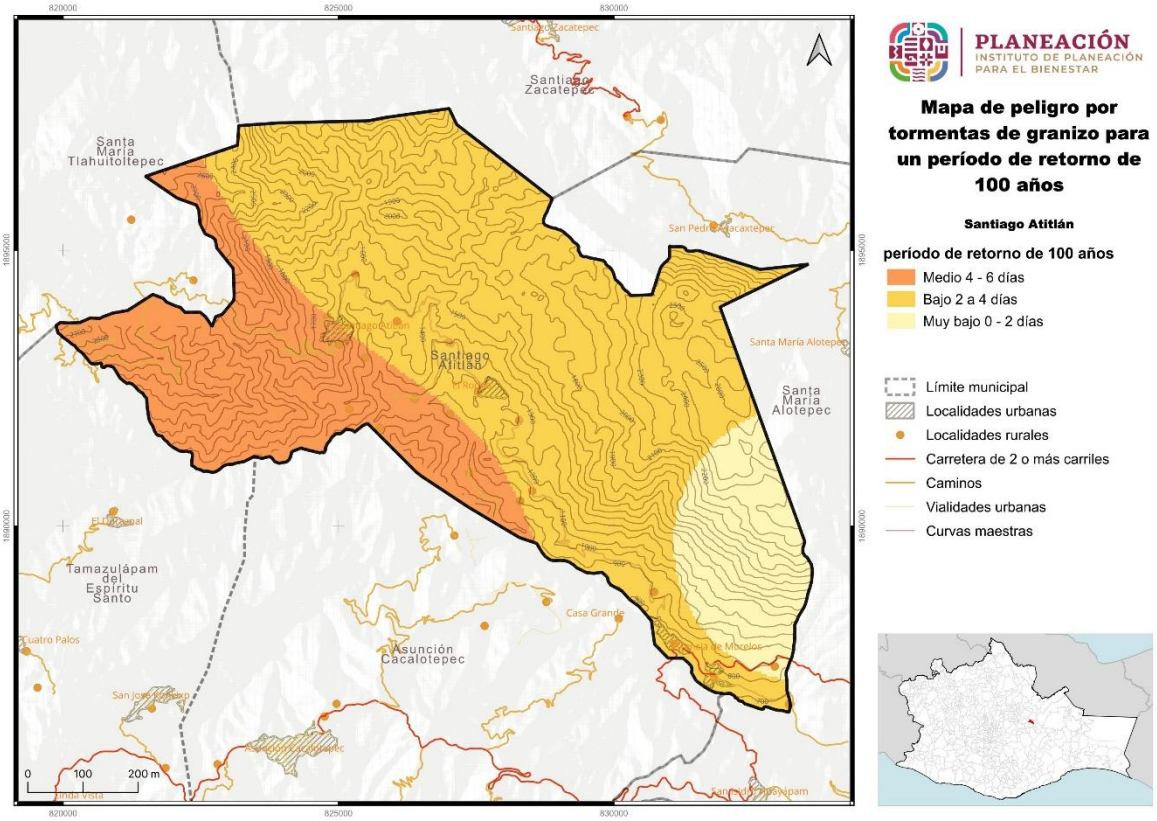
V.2.5.7. Peligro por tormentas de granizo un periodo de retorno de 100 años

Tabla 109. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 100 años

Tormenta de granizo (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio 4 - 6 días	1786.14	25.23
Bajo 2 a 4 días	4491.02	63.43
Muy bajo 0 - 2 días	803.57	11.35

En el municipio de Santiago Atitlán, el peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 100 años se estima que el 25.23% del territorio municipal es medio que va de 4 a 6 días, el 63.43% del territorio es bajo que va de 2 a 4 días y el 11.35% del territorio es muy bajo de 0 a 2 días.

Mapa 60. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 100 años



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.

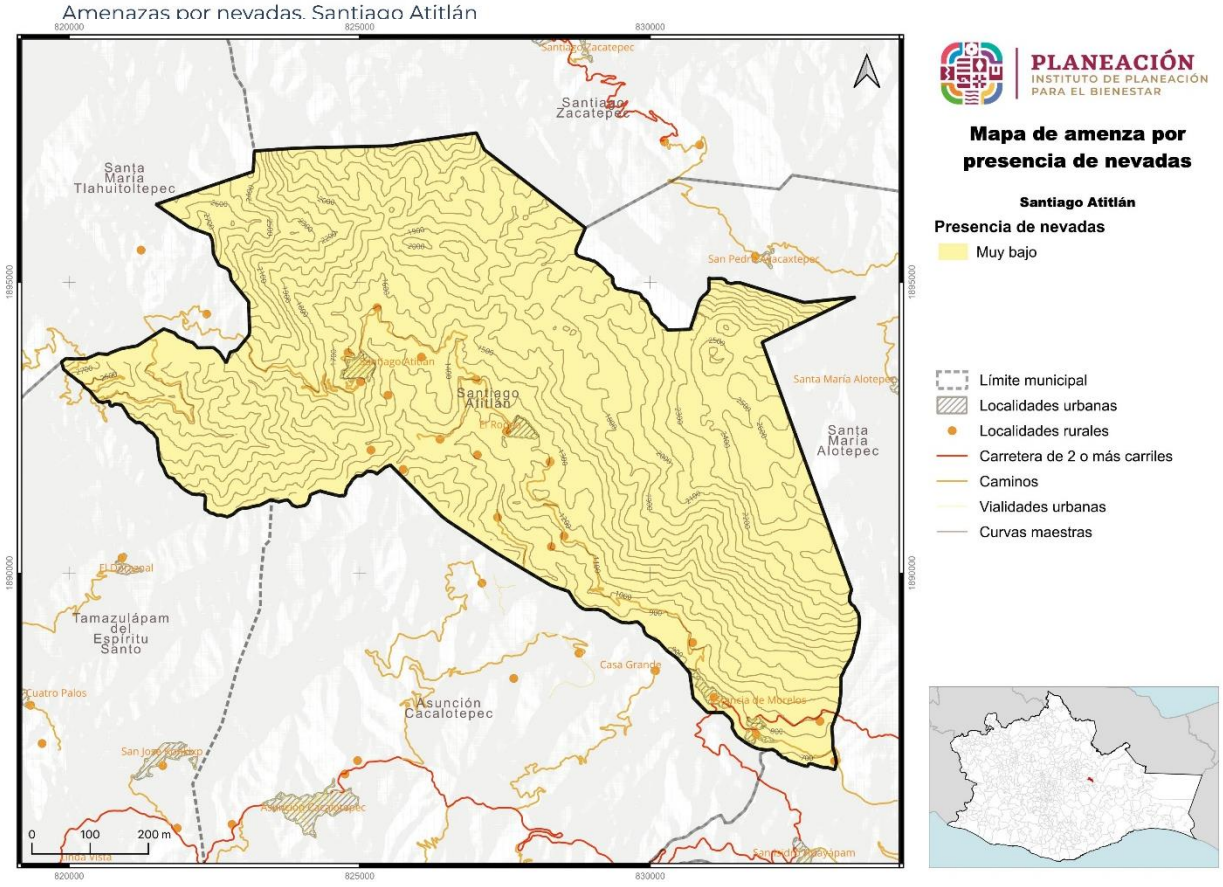
V.2.6.1. Amenaza por nevadas en el municipio

Tabla 110. Amenaza por nevadas en el municipio

Amenazas por nevadas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy baja	7080.74	100

Las amenazas por nevadas en el municipio de Santiago Atitlán en todo su territorio son Muy Baja ya que no se tienen antecedentes que se hayan tenido y que corresponde al 100% con una extensión de 7,080.74 hectáreas.

Mapa 61. Amenaza por nevadas en el municipio



Gráfica 16. Amenaza por nevadas en el municipio

V.2.7 Tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas 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.

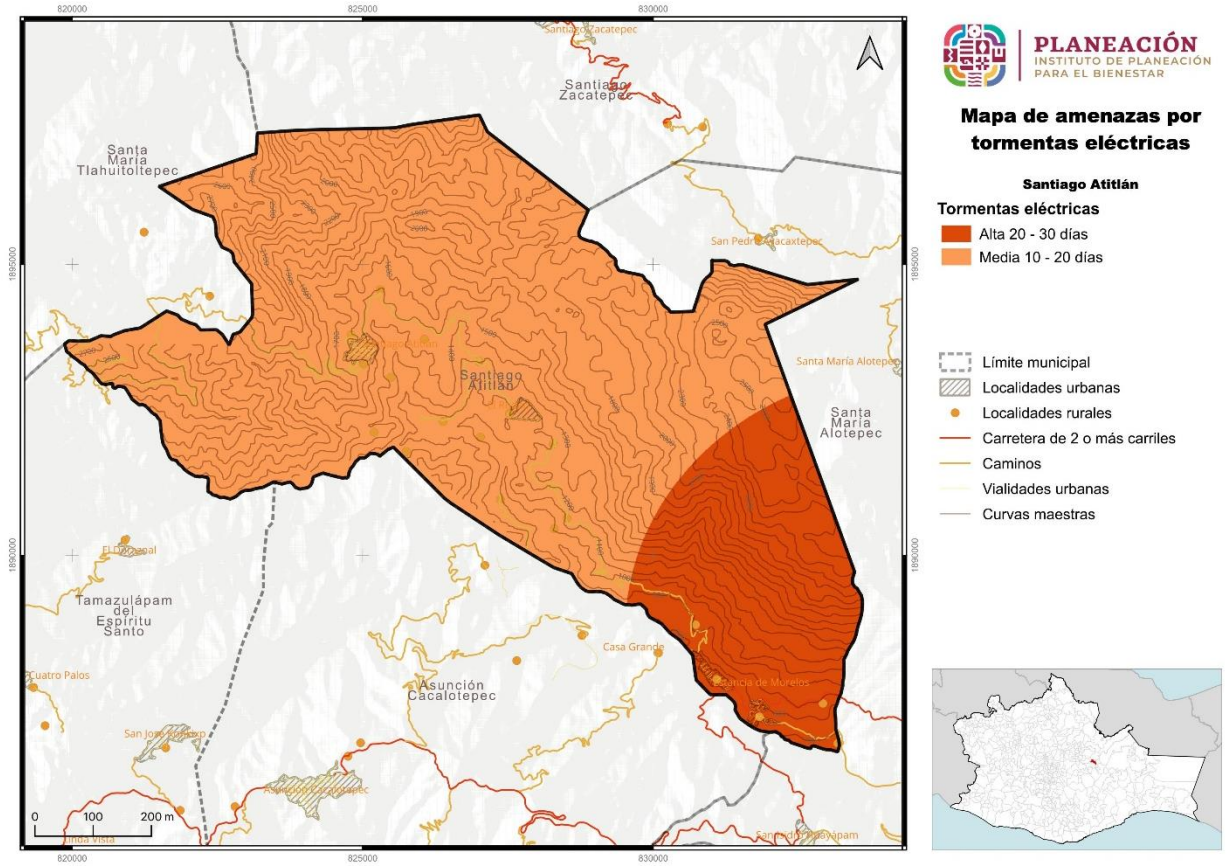
V.2.7.1. Amenaza por tormentas eléctricas

Tabla 111. Amenaza por tormentas eléctricas en el municipio

Amenazas por tormetas eléctricas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alta 20 - 30 días	1512.58	21.36
Media 10 - 20 días	5568.15	78.64

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por tormentas eléctricas en el municipio se tiene que el 21.36% del territorio es alta de 20 a 30 días, y el 78.64% es media que va de 10 a 20 días.

Mapa 62. Amenaza por tormentas eléctricas en el municipio



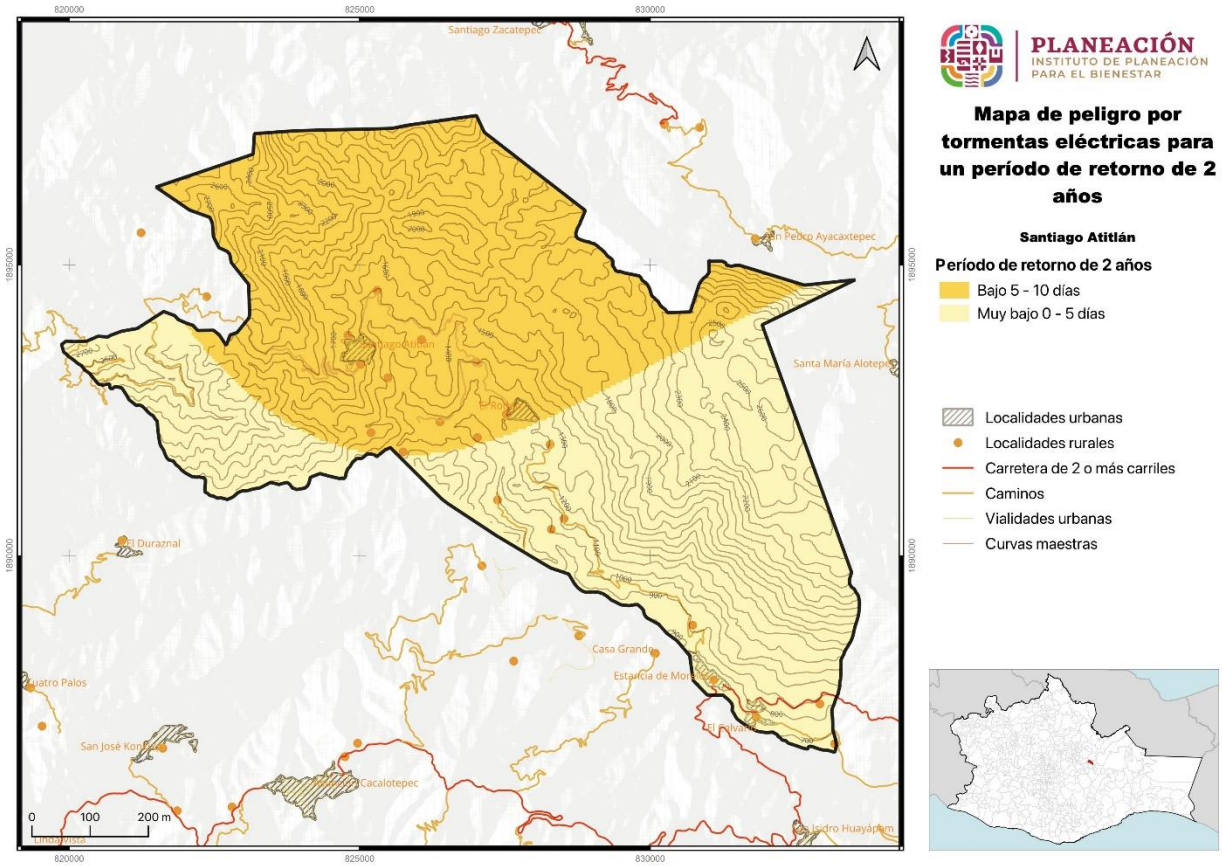
V.2.7.2. Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 2 años

Tabla 112. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años

Tormentas eléctricas (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo 5 - 10 días	3557.38	50.24
Muy bajo 0 - 5 días	3523.36	49.76

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años se tiene que el 50.24% del territorio es bajo de 5 a 10 días, y el 49.76% es muy bajo que va de 0 a 5 días.

Mapa 63. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



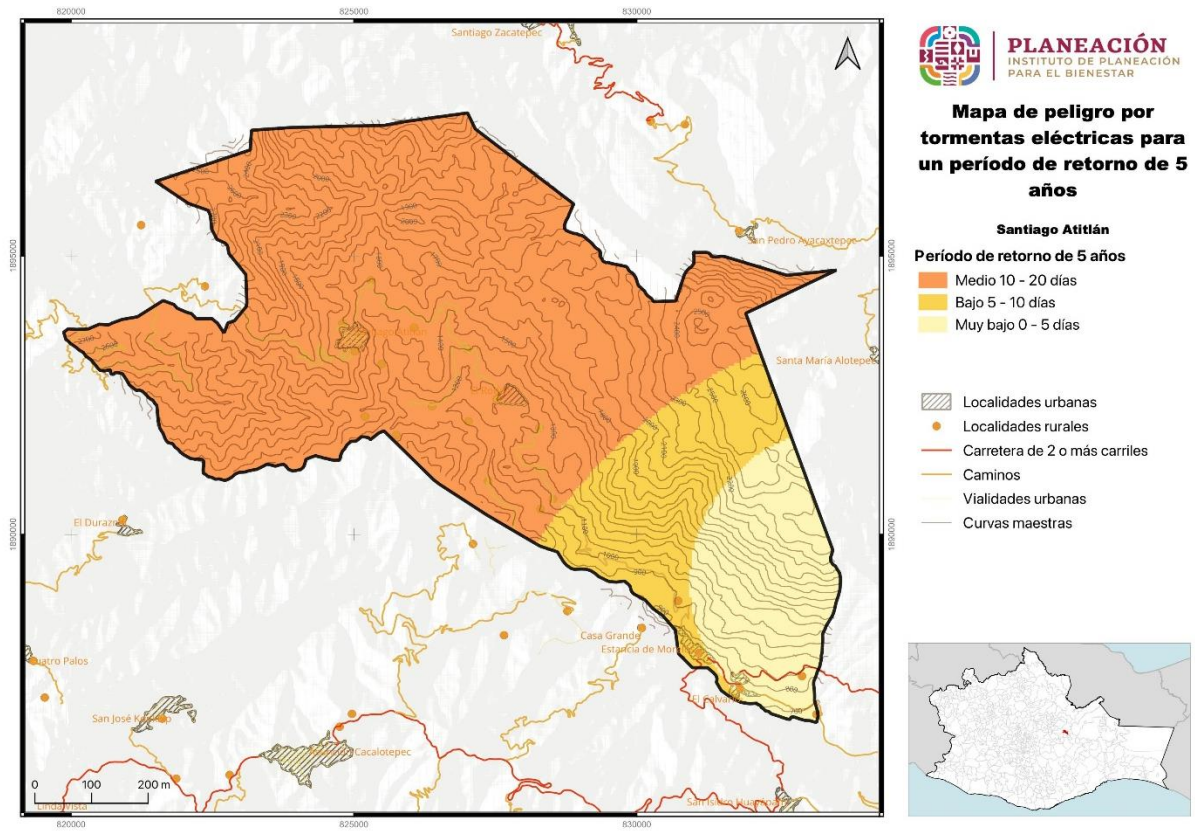
V.2.7.3. Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 5 años

Tabla 113. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años

Tormentas eléctricas (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio 10 - 20 días	5153.45	72.78
Bajo 5 - 10 días	997.04	14.08
Muy bajo 0 - 5 días	930.24	13.14

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años se tiene que el 72.78% del territorio es medio que va de 10 a 20 días, el 14.08% del territorio del municipio es bajo que va de 5 a 10 días, y el 13.14% es muy bajo que va de 0 a 5 días.

Mapa 64. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



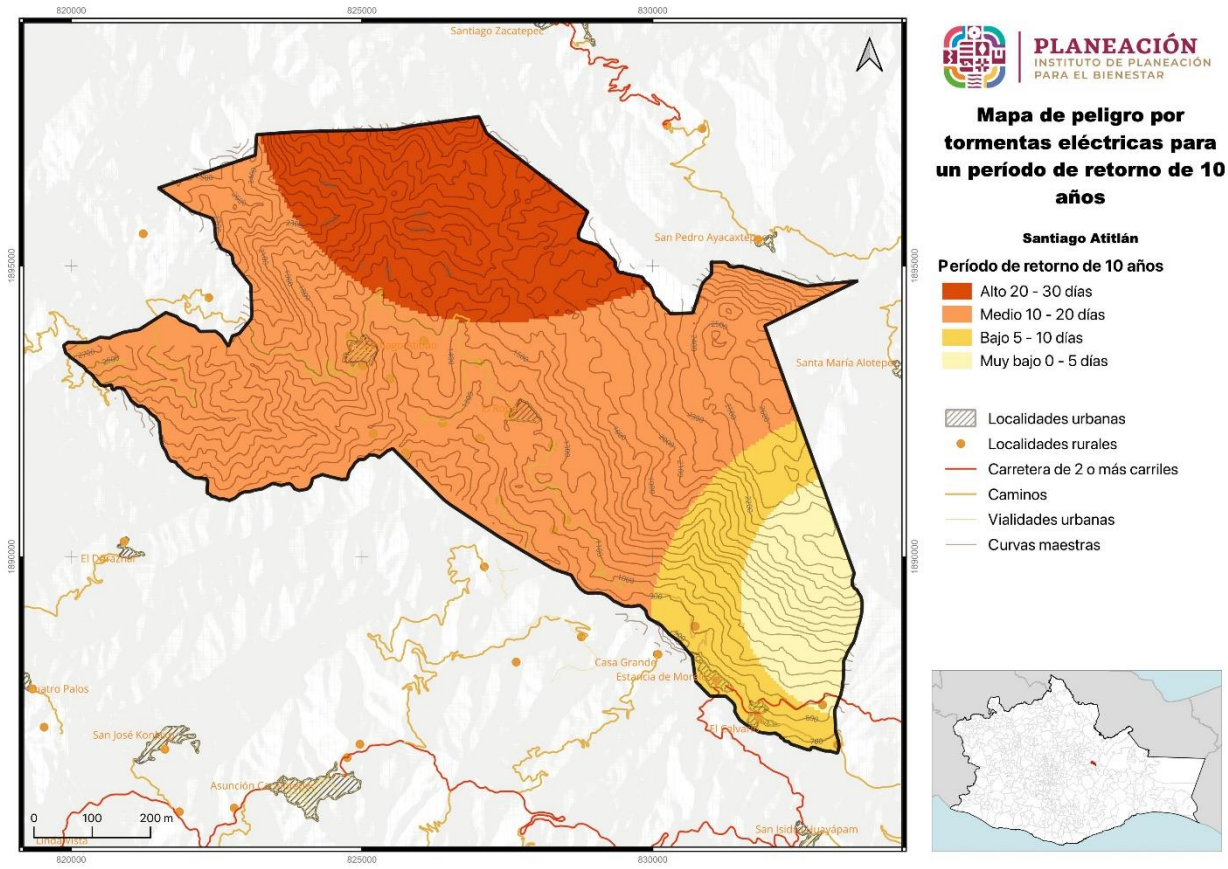
V.2.7.4. Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 10 años

Tabla 114. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años

Tormentas eléctricas (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto 20 - 30 días	1475.75	20.84
Medio 10 - 20 días	4289.03	60.57
Bajo 5 - 10 días	746.36	10.54
Muy bajo 0 - 5 días	569.58	8.04

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años se tiene que el 20.84% del territorio municipal es alto que va de 20 a 30 días, el 60.57% del territorio del municipio es medio que va de 10 a 20 días, el 10.54% del territorio del municipio es bajo que va de 5 a 10 días, y el 8.04% es muy bajo que va de 0 a 5 días.

Mapa 65. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



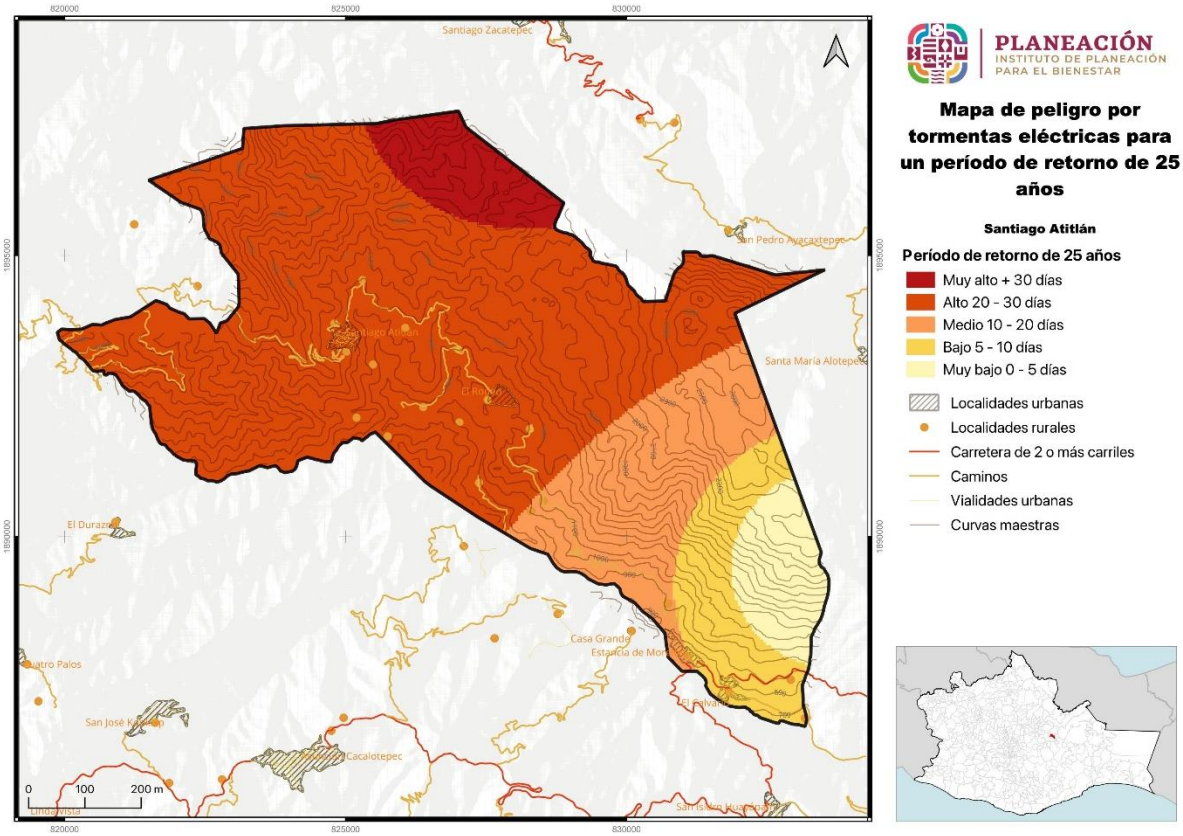
V.2.7.5. Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 25 años

Tabla 115. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años

Tormentas eléctricas (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 30 días	412	5.82
Alto 20 - 30 días	4590	64.82
Medio 10 - 20 días	1094	15.45
Bajo 5 - 10 días	598	8.45
Muy bajo 0 - 5 días	387	5.47

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años se tiene que el 5.82% del territorio municipal es muy alto que son más de 30 días, el 64.82% del territorio del municipio es alto que va de 20 a 30 días, el 15.41% del territorio del municipio es medio que va de 10 a 20 días, el 8.45% del territorio del municipio es bajo que va de 5 a 10 días, y el 5.47% es muy bajo que va de 0 a 5 días.

Mapa 66. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



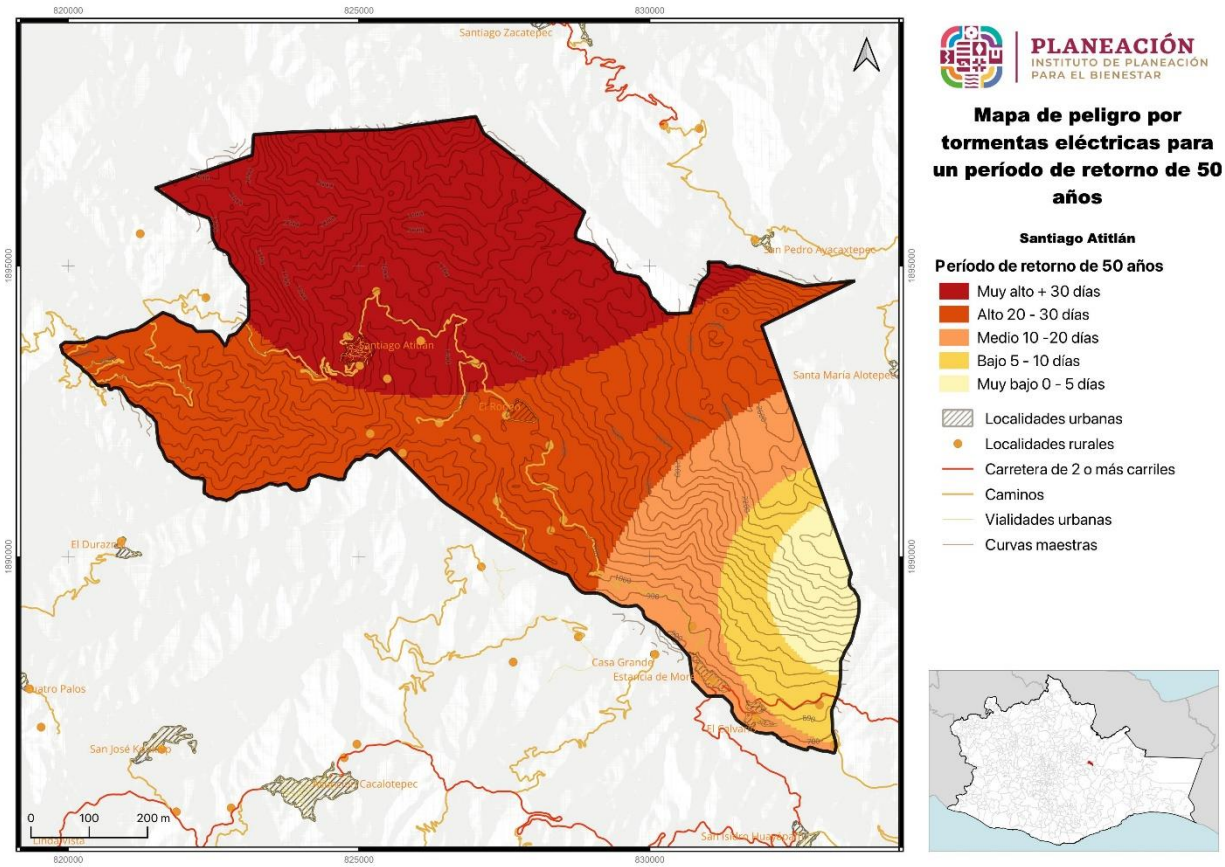
V.2.7.6. Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 50 años

Tabla 116. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años

Tormentas eléctricas (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 30 días	2700.62	38.14
Alto 20 - 30 días	2751.97	38.87
Medio 10 -20 días	862.99	12.19
Bajo 5 - 10 días	453.05	6.4
Muy bajo 0 - 5 días	312.1	4.41

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años se tiene que el 38.14% del territorio municipal es muy alto que son más de 30 días, el 38.87% del territorio del municipio es alto que va de 20 a 30 días, el 12.19% del territorio del municipio es medio que va de 10 a 20 días, el 6.40% del territorio del municipio es bajo que va de 5 a 10 días, y el 4.41% es muy bajo que va de 0 a 5 días.

Mapa 67. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



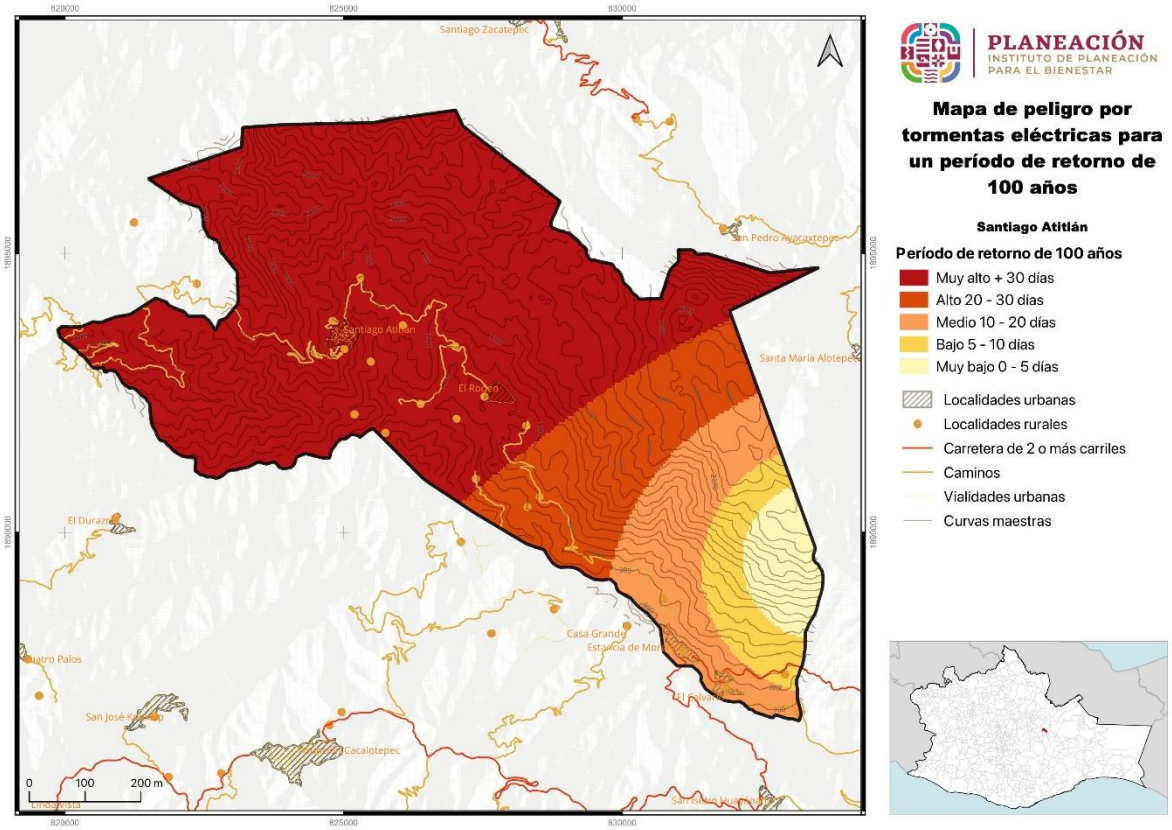
V.2.7.7. Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 100 años

Tabla 117. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años

Tormentas eléctricas (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 30 días	4714	66.58
Alto 20 - 30 días	979	13.83
Medio 10 - 20 días	771	10.89
Bajo 5 - 10 días	353	4.99
Muy bajo 0 - 5 días	263	3.71

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años se tiene que el 66.58% del territorio municipal es muy alto que son más de 30 días, el 13.83% del territorio del municipio es alto que va de 20 a 30 días, el 10.89% del territorio del municipio es medio que va de 10 a 20 días, el 4.99% del territorio del municipio es bajo que va de 5 a 10 días, y el 3.71% es muy bajo que va de 0 a 5 días.

Mapa 68. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años



V.2.7.8. Peligro por marea de tormentas *

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.

La Comisión Nacional del Agua señala que, si siguen los actuales patrones de sobreexplotación de acuíferos y contaminación de los cuerpos superficiales, en 25 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.

Mapa 69. Amenaza por sequias en el municipio

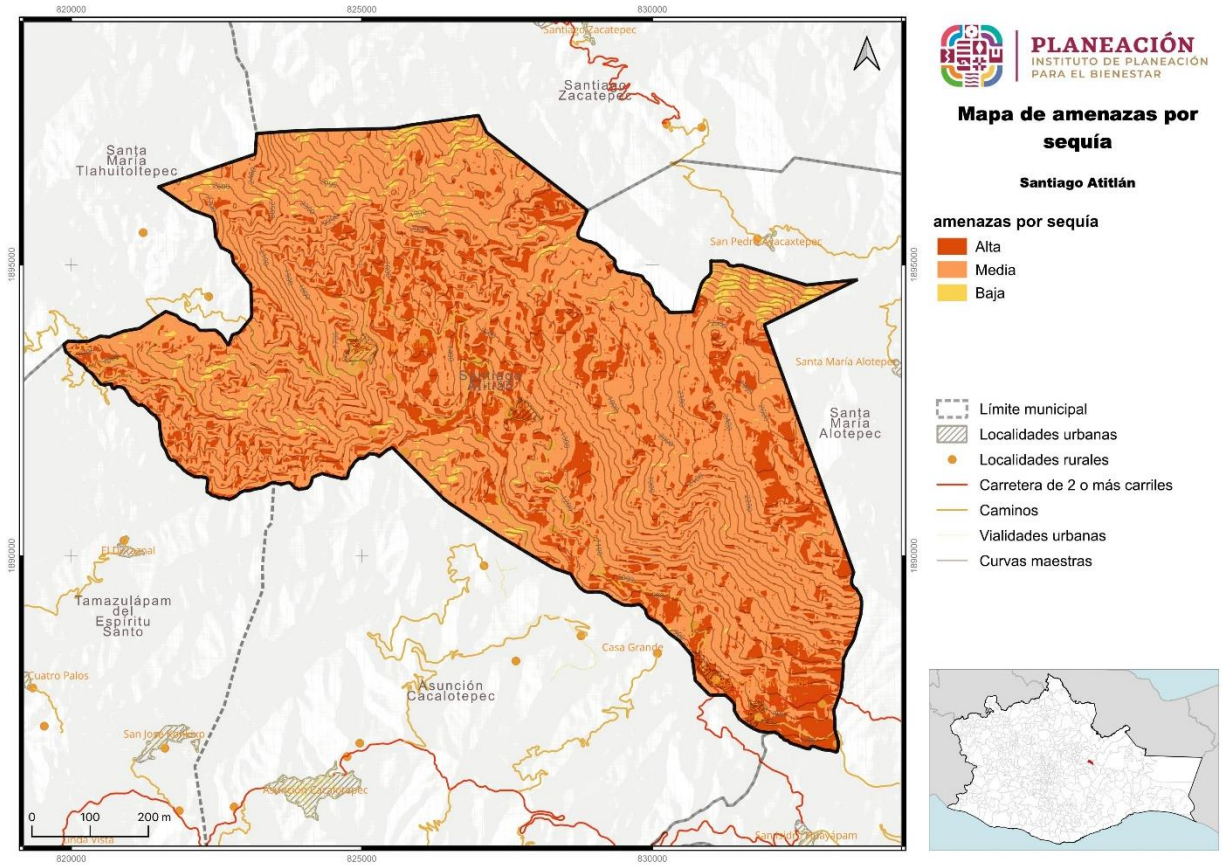


Tabla 118. Amenaza por sequias en el municipio

Amenaza por sequias	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alta	1464.5	20.66
Media	5396.62	76.13
Baja	227.83	3.21

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por sequias en el municipio se estima que el 20.66% del territorio Municipal es Alta, el 76.13% del territorio la amenaza por sequias es Media y el 3.21% la amenaza es baja en su territorio.

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.

V.2.9.1. Amenaza por temperaturas máximas extremas

Mapa 70. Peligro por temperaturas máximas (Isotermas) en un periodo de retorno de 2, 10 y 25 años

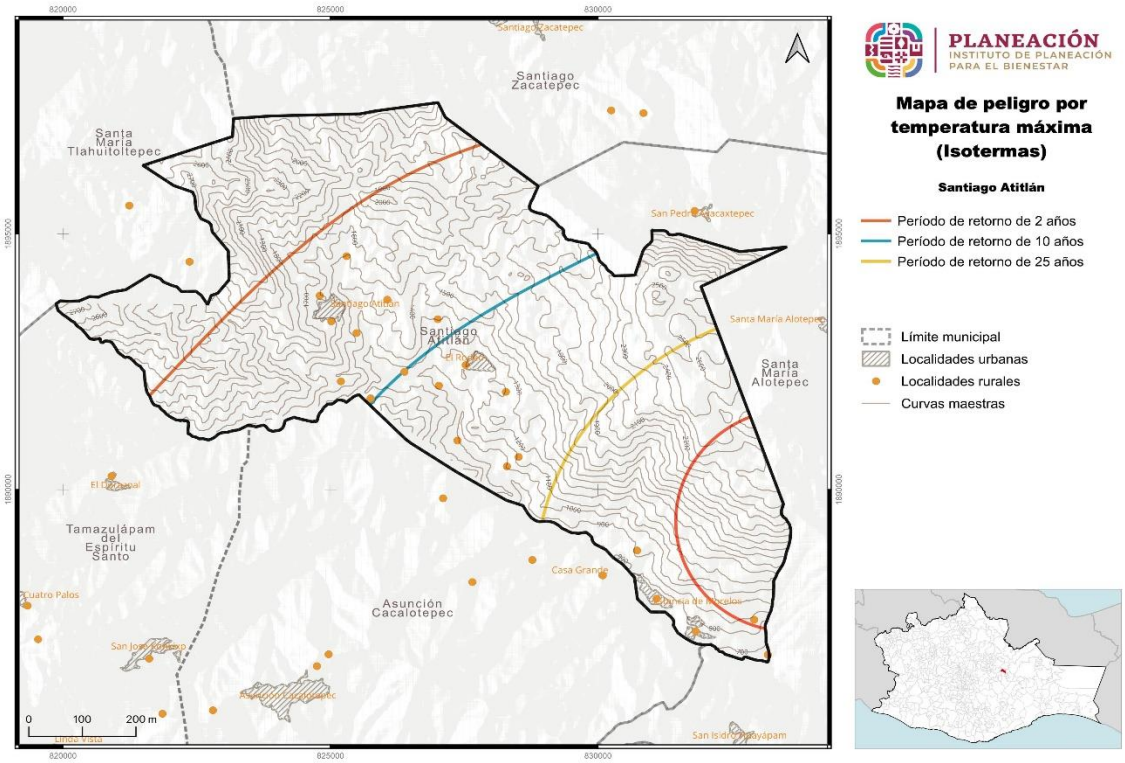
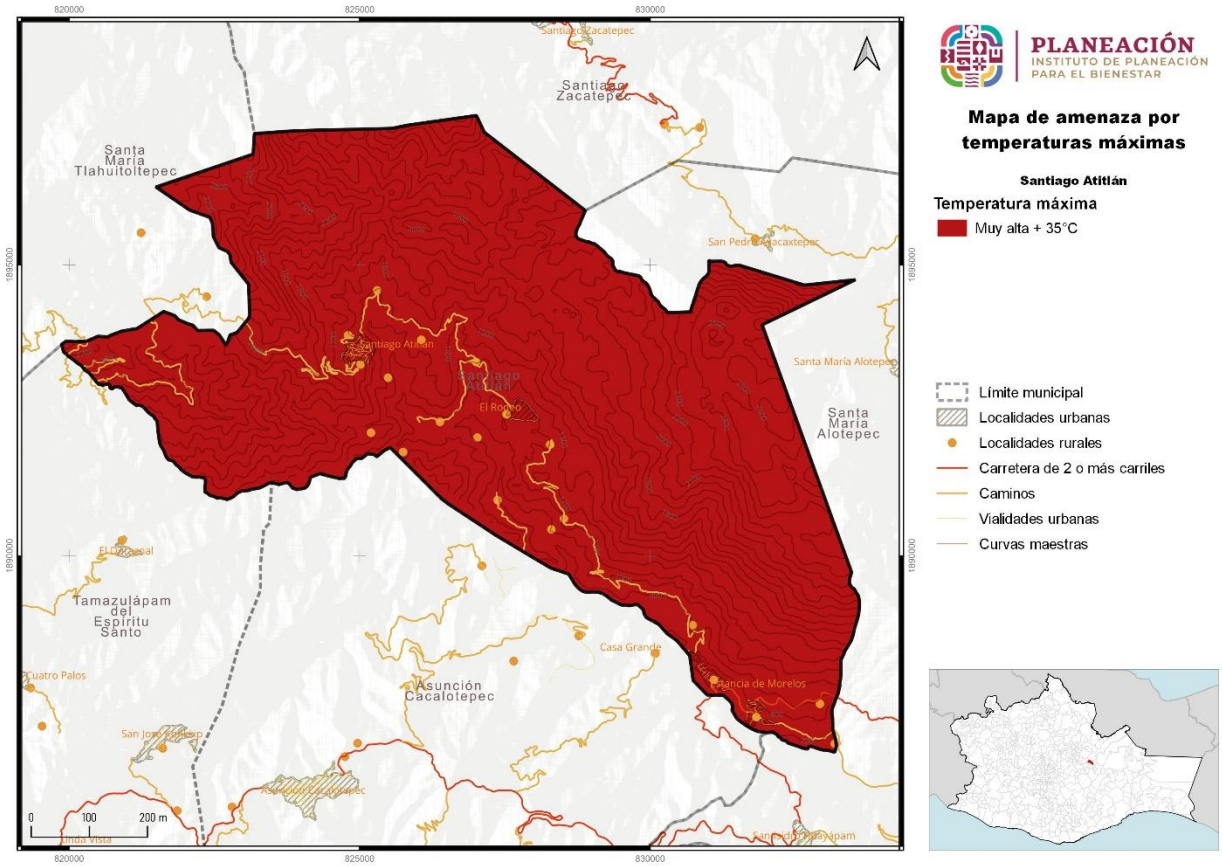


Tabla 119. Amenaza por temperaturas máximas en el municipio

Amenaza por temperaturas máximas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta + 35°C	7093.88	100

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por temperaturas máximas en el municipio se estima que el 100.00% de su territorio Municipal es muy Alta con más de 35°c.

Mapa 71. Amenaza por temperaturas máximas en el municipio



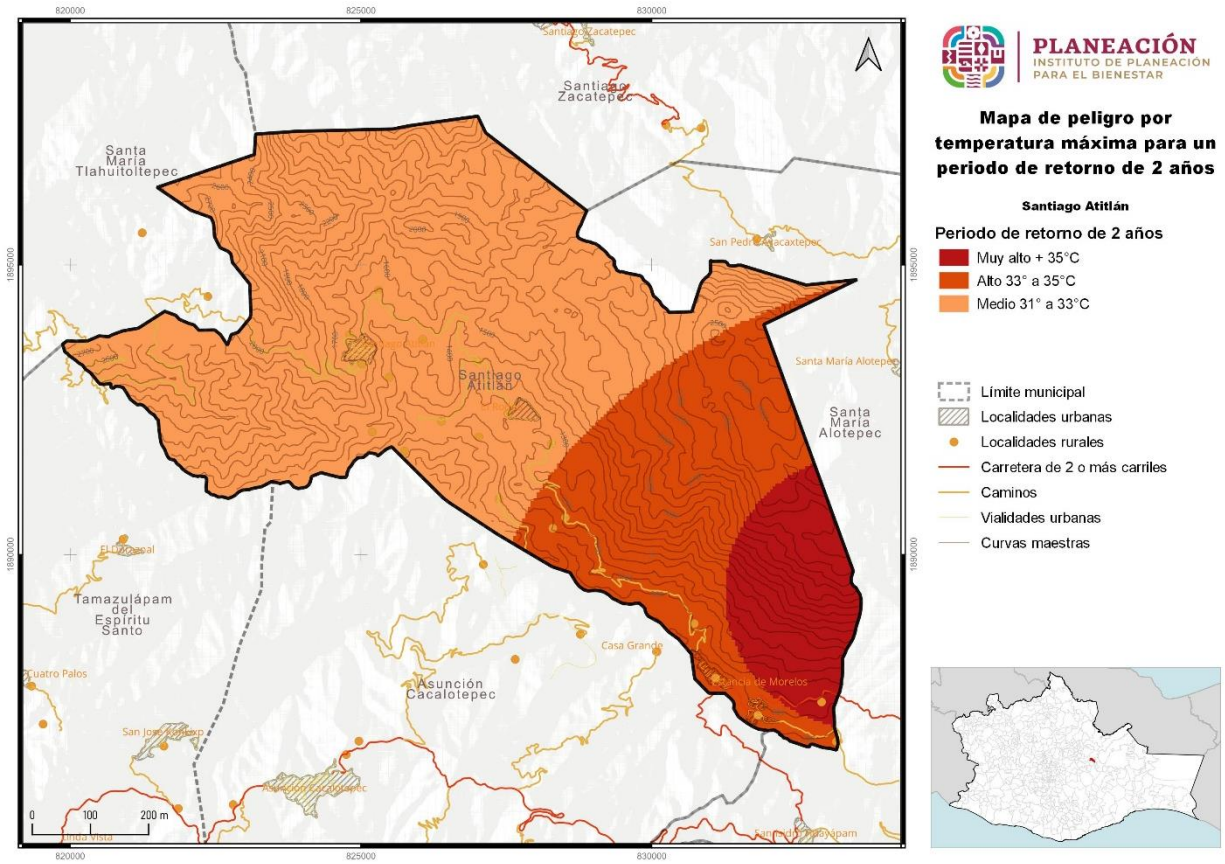
5.2.9.2. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 2 años

Tabla 120. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años

Temperaturas máximas (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 35°C	710.75	10.02
Alto 33° a 35°C	1749.9	24.67
Medio 31° a 33°C	4633.23	65.31

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años se estima que el 10.02% de su territorio Municipal es muy Alto que va más de 35°, el 24.67% de su territorio municipal es Alto que va de 33° a 35°C. y el 65.31% de su territorio es Medio que va de 31° a 33°c.

Mapa 72. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



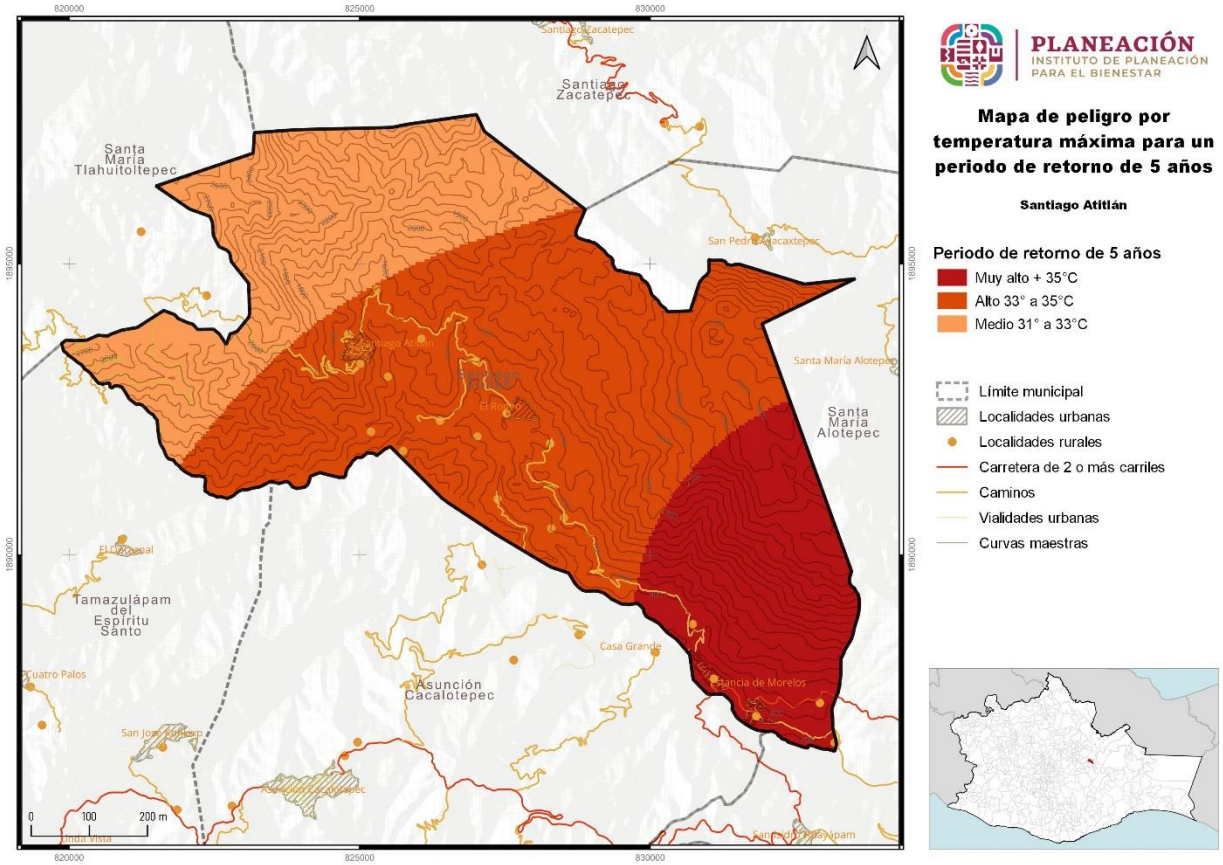
5.2.9.3. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 5 años

Tabla 121. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años

Temperaturas máximas (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 35°C	1459.86	20.58
Alto 33° a 35°C	3716.94	52.4
Medio 31° a 33°C	1917.08	27.02

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años se estima que el 20.58% de su territorio Municipal es muy Alto que va más de 35°, el 52.40% de su territorio municipal es Alto que va de 33° a 35°C. y el 27.02% de su territorio es Medio que va de 31° a 33°c.

Mapa 73. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



5.2.9.4. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 10 años

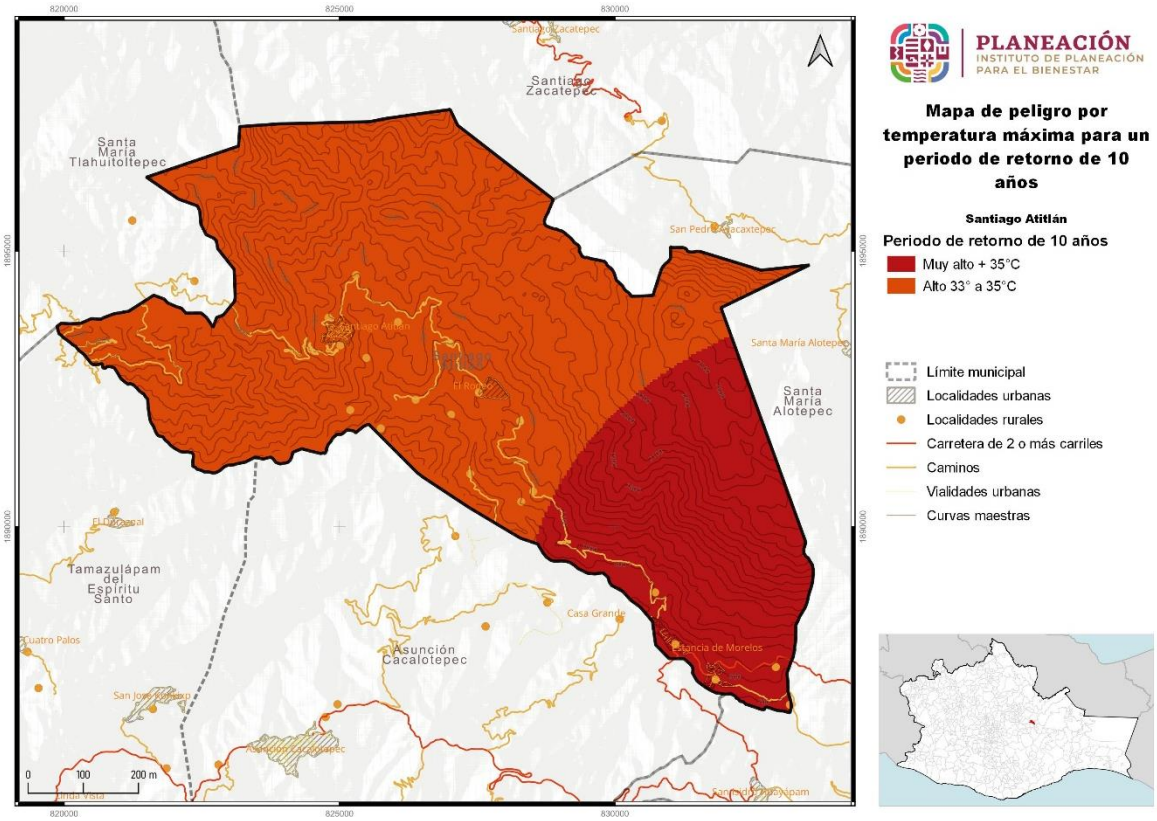
Tabla 122. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno

Temperaturas máximas (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 35°C	1960.39	27.63
Alto 33° a 35°C	5133.49	72.37

de 10 años

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años se estima que el 27.63% de su territorio Municipal es muy Alto que va más de 35°, y el 72.37% de su territorio municipal es Alto que va de 33° a 35°C.

Mapa 74. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



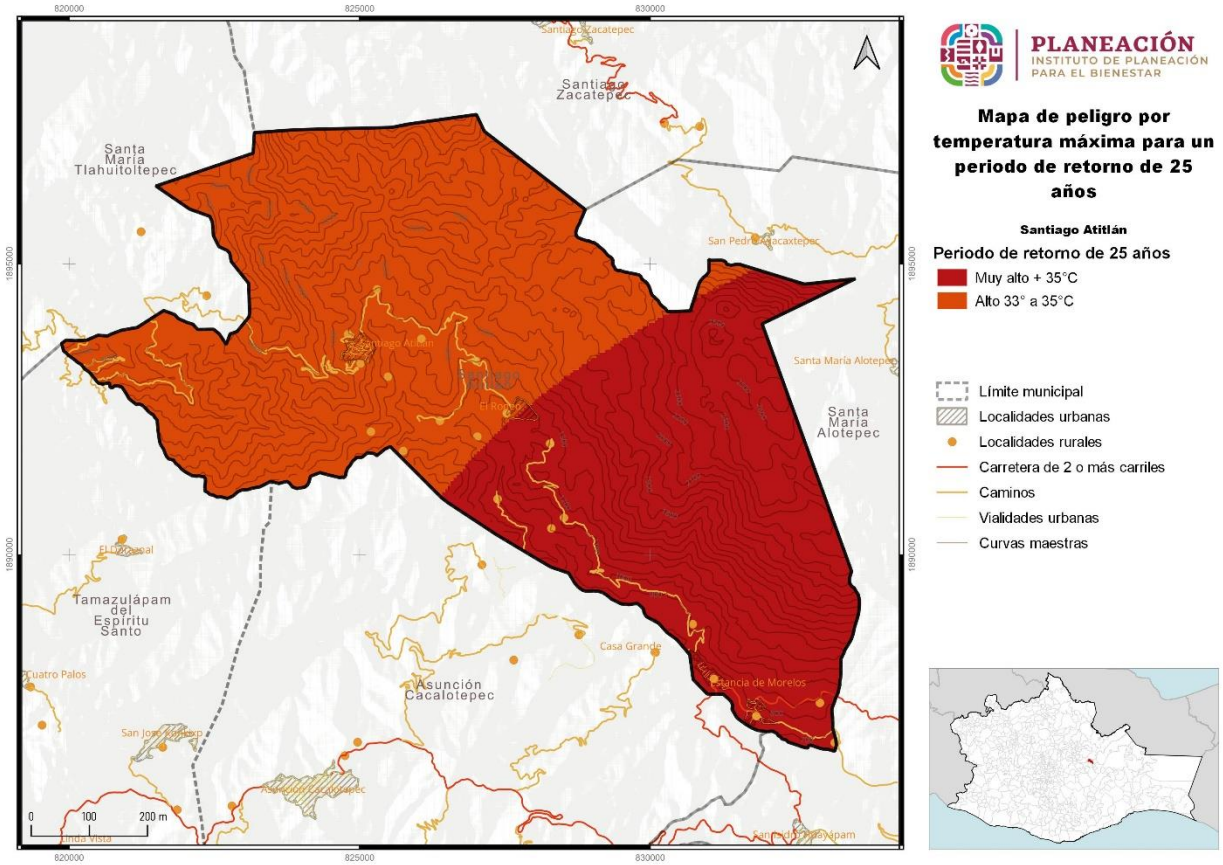
5.2.9.5. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 25 años

Tabla 123. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años

Temperaturas máximas (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto + 35°C	3095.88	43.64
Alto 33° a 35°C	3997.99	56.36

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años se estima que el 43.64% de su territorio Municipal es muy Alto que va más de 35°, y el 56.36% de su territorio municipal es Alto que va de 33° a 35°C.

Mapa 75. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



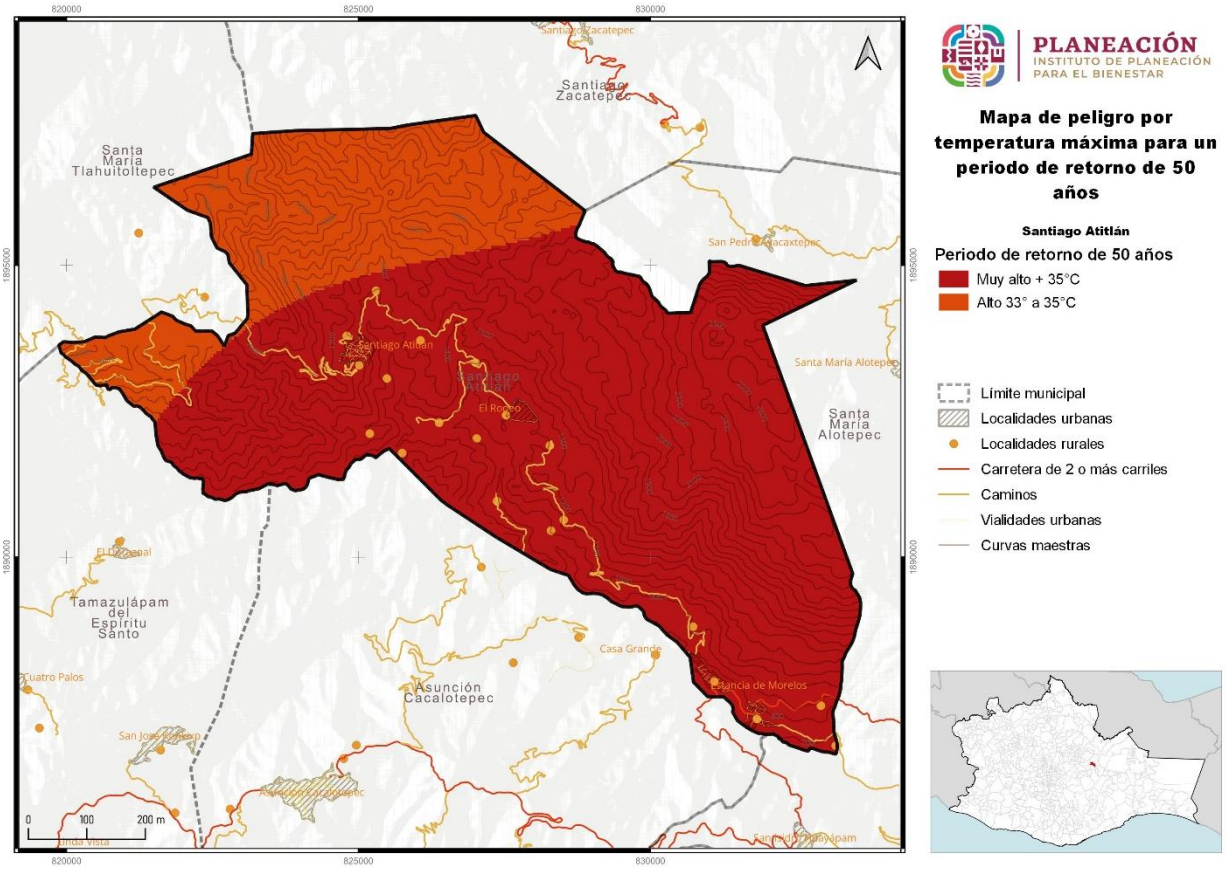
5.2.9.6. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 50 años

Tabla 124. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años

Temperaturas máximas (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alta + 35°C	5429.83	76.54
Alta 33° a 35°C	1664.05	23.46

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años se estima que el 76.54% de su territorio Municipal es muy Alta que va más de 35°, y el 23.46% de su territorio municipal es Alta que va de 33° a 35°C.

Mapa 76. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



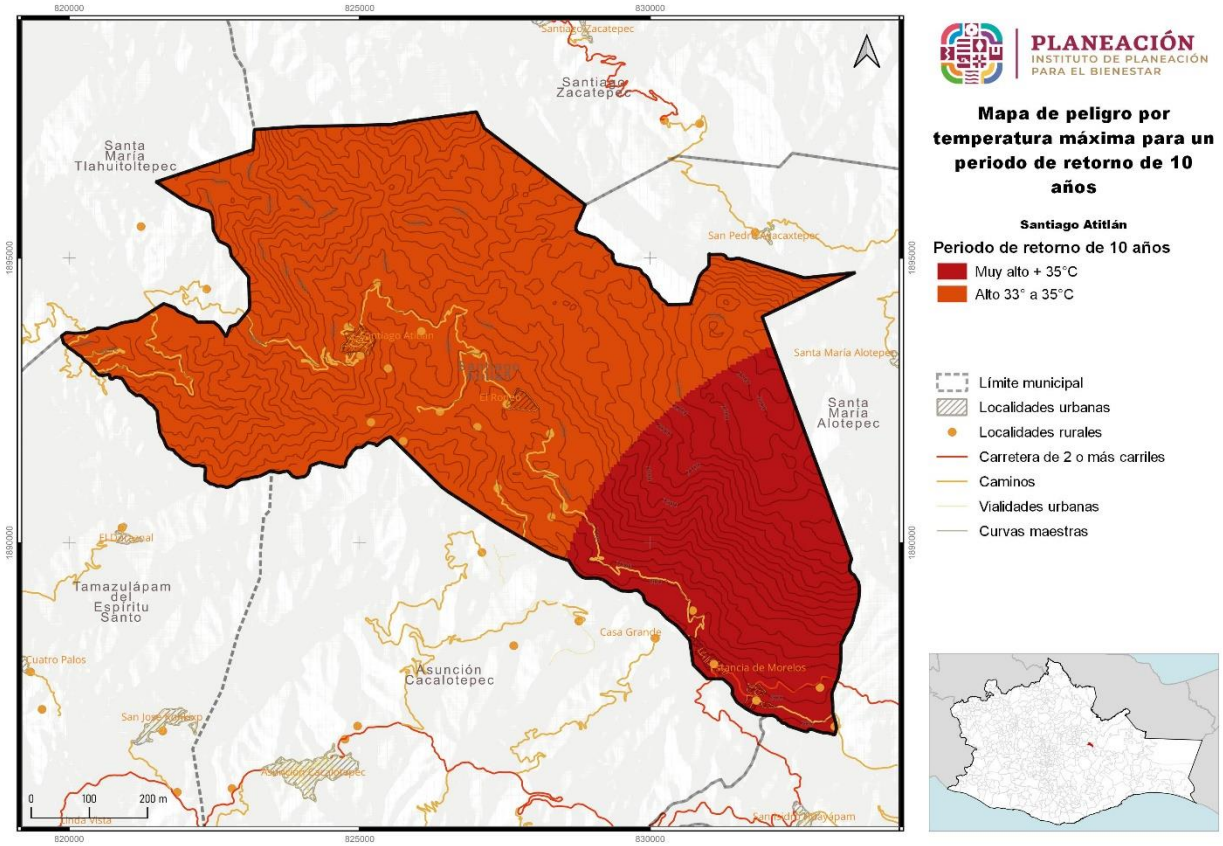
5.2.9.7. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 100 años

Tabla 125. 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
Muy alto + 35°C	7093.88	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años se estima que el 100.00% de su territorio Municipal es muy Alta que va más de 35°C.

Mapa 77. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años



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.

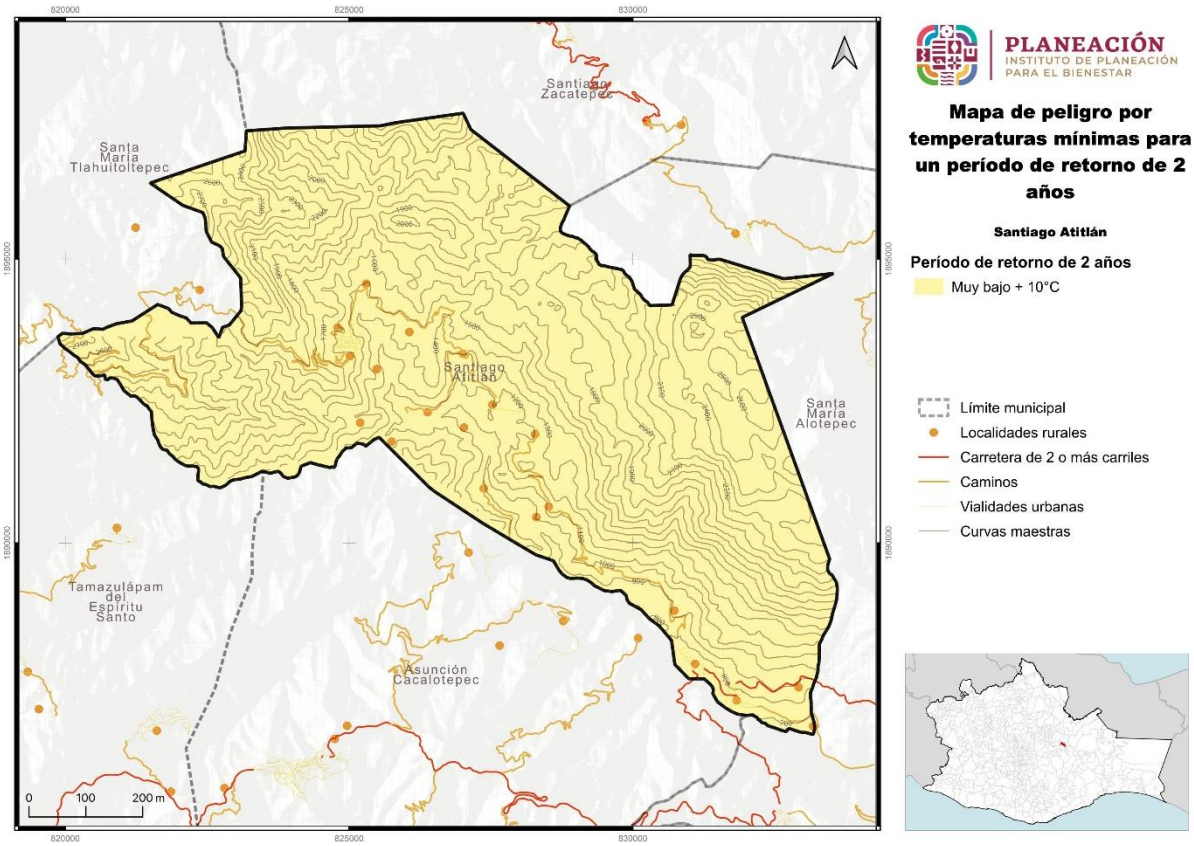
V.2.10.1. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 2 años

Tabla 126. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años

Temperatura mínima (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo + 10°C	7081	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años se estima que el 100.00% de su territorio Municipal es Muy Bajo que va de más de 10°C.

Mapa 78. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



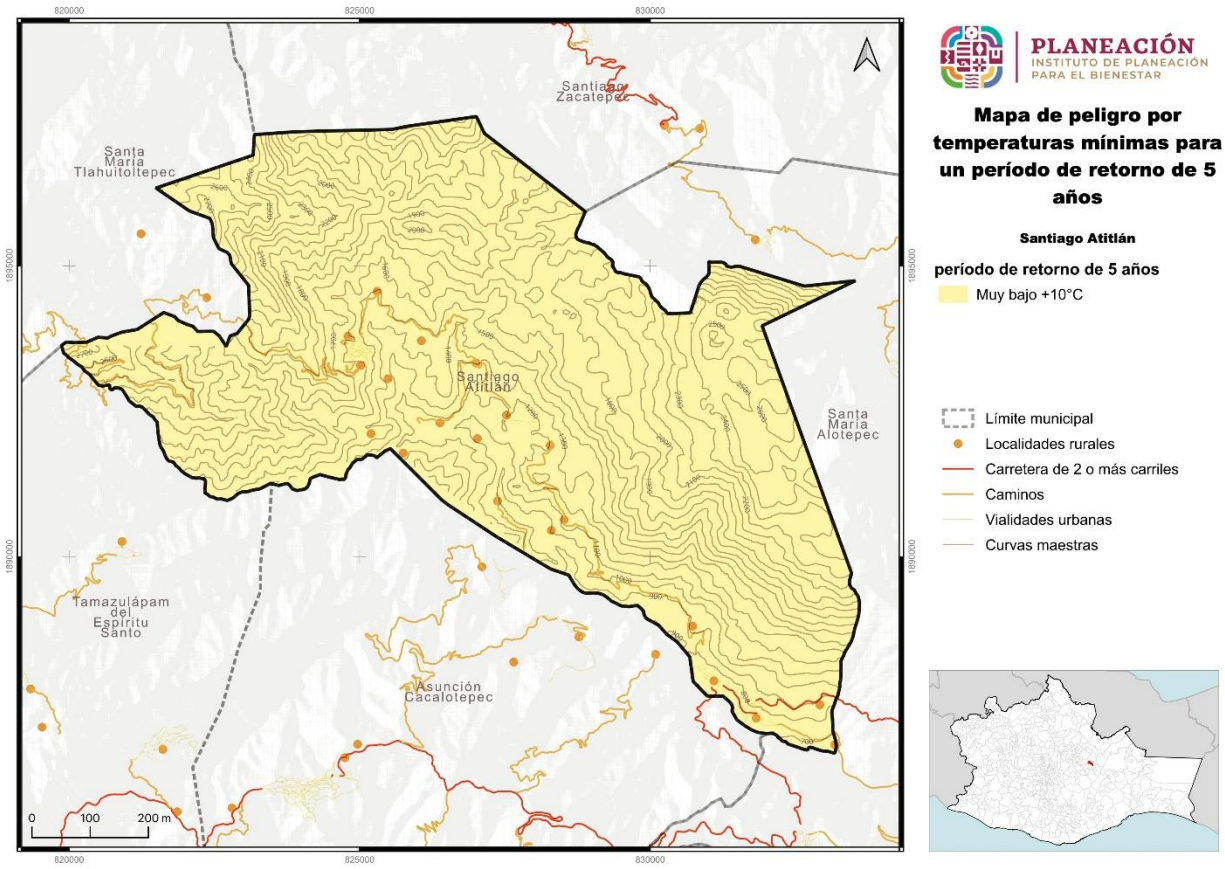
V.2.10.2. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 5 años

Tabla 127. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años

Temperatura mínima (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo +10°C	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años se estima que el 100.00% de su territorio Municipal es Muy Bajo que va de más de 10°C.

Mapa 79. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



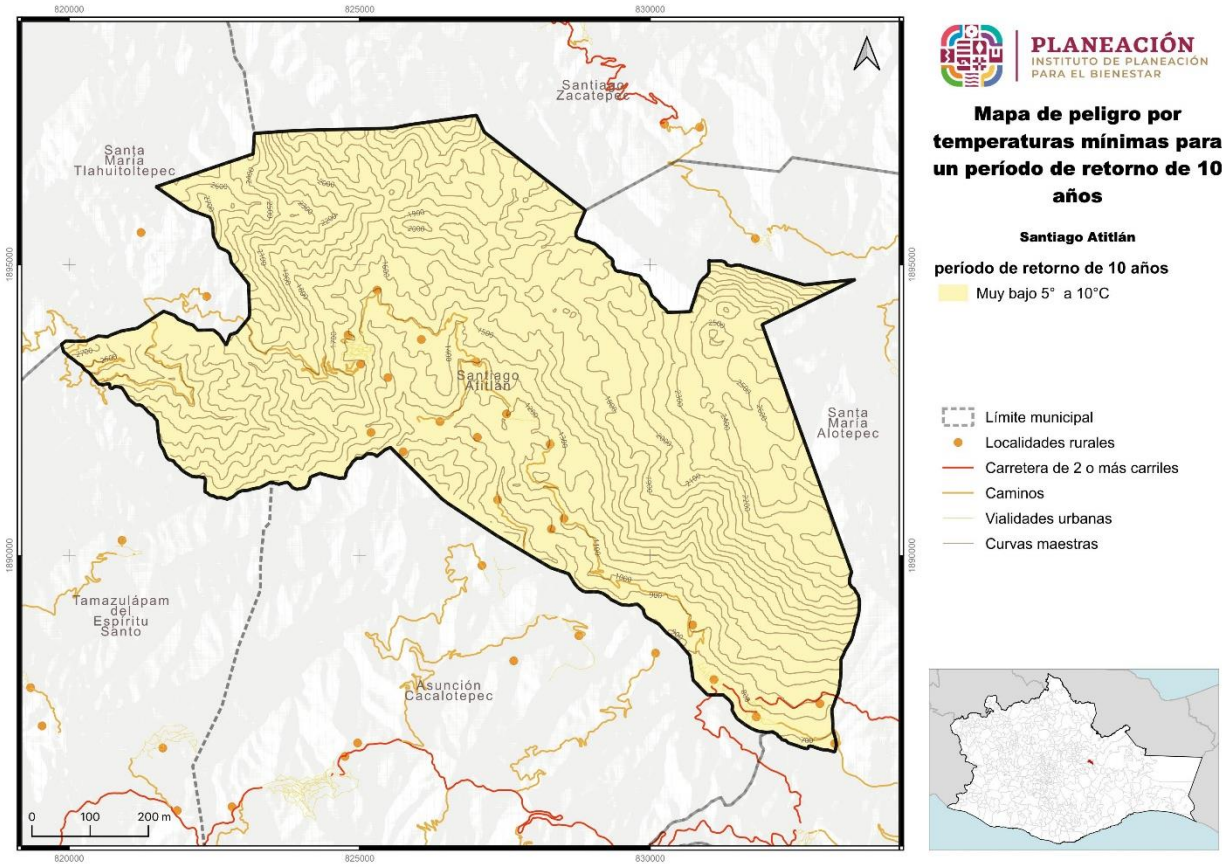
V.2.10.3. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 10 años

Tabla 128. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años

Temperatura mínima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo 5° a 10°C	7081	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años se estima que el 100.00% de su territorio Municipal es Muy Bajo que va de 5°C. a 10°C.

Mapa 80. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



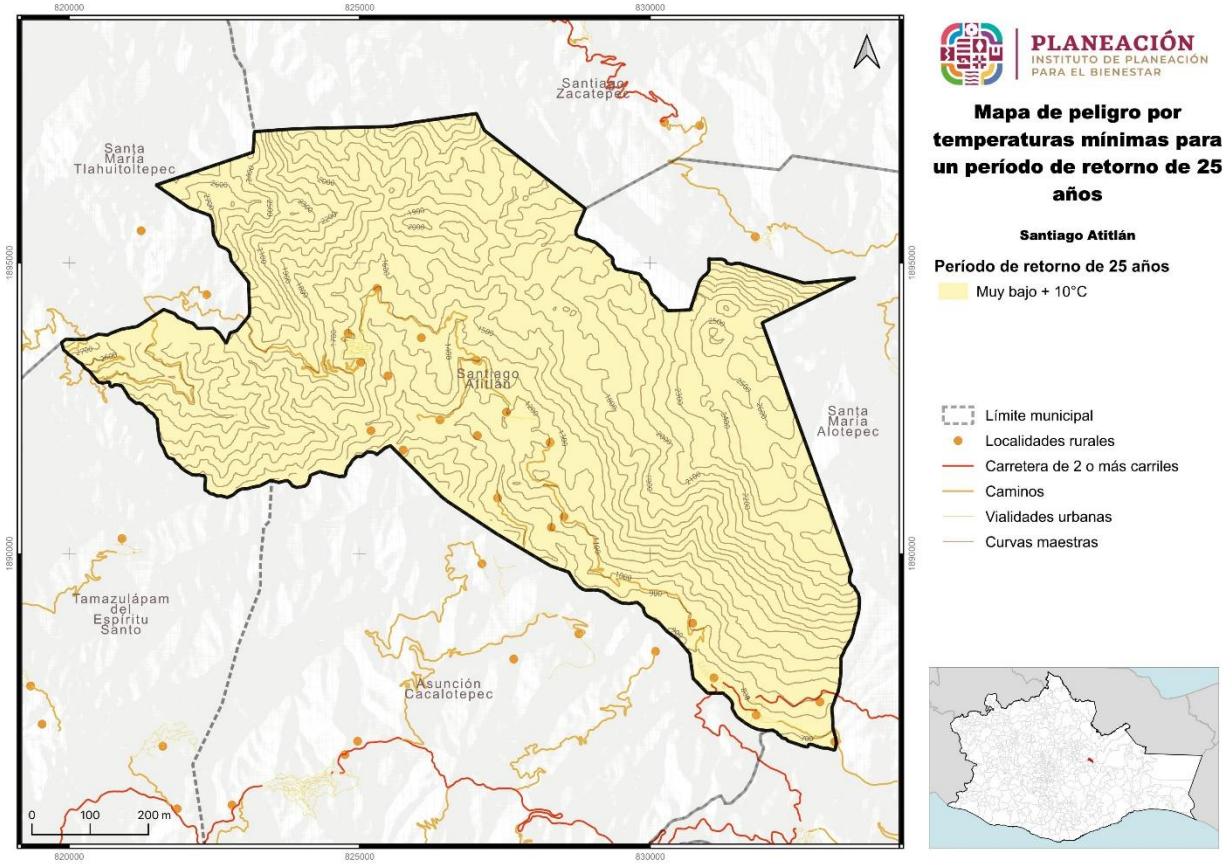
V.2.10.4. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 25 años

Tabla 129. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años

Temperatura mínima (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo + 10°C	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años se estima que el 100.00% de su territorio Municipal es Muy Bajo que va más de 10°C.

Mapa 81. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



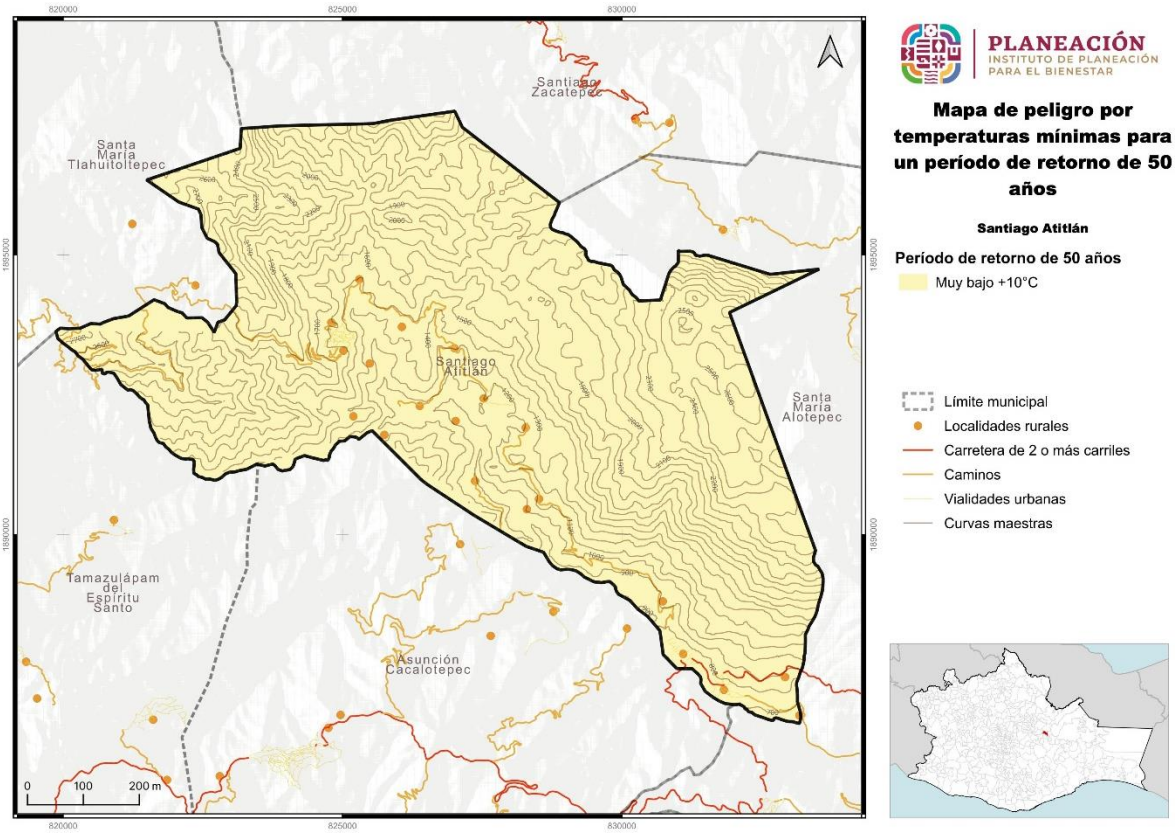
V.2.10.5. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 50 años

Tabla 130. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años

Temperatura mínima (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo +10°C	7081	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años se estima que el 100.00% de su territorio Municipal es Muy Bajo que va más de 10°C.

Mapa 82. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



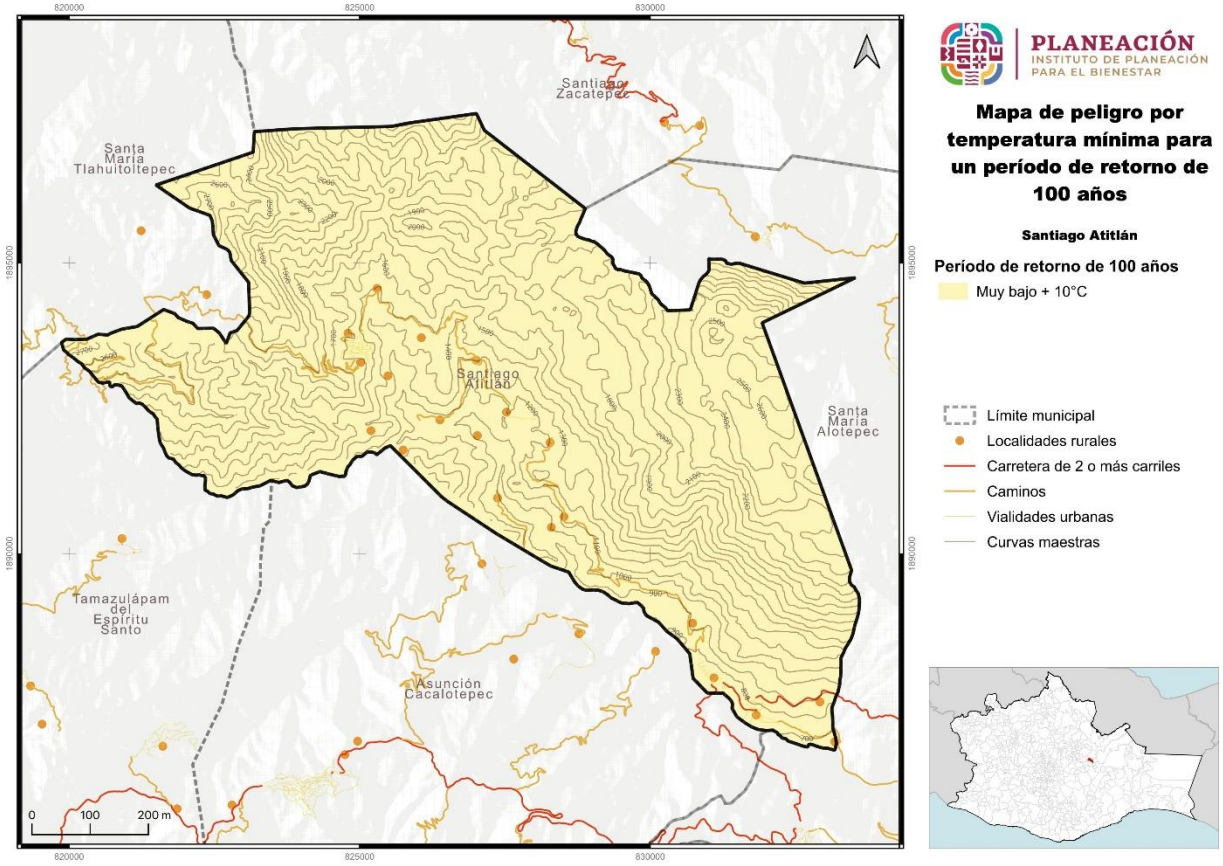
V.2.10.6. Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 100 años

Tabla 131. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años

Temperatura mínima (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy bajo + 10°C	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán el peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años se estima que el 100.00% de su territorio Municipal es Muy Bajo que va más de 10°C.

Gráfica 17. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años



V.2.11 Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire húmedo cercano a la superficie de la tierra desciende a 0° C, en un lapso de 12 horas; se presentan particularmente en las noches de invierno y suelen acompañarse de una inversión térmica junto al suelo. En ocasiones las bajas temperaturas que se presentan provocan que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. Existen dos fenómenos que dan origen a las heladas;

- El primero consiste en la radiación durante la noche, desde la Tierra hacia la atmósfera que causa la pérdida de calor del suelo. Las heladas por radiación se forman en los valles, cuencas y hondonadas próximas a las montañas, ya que son zonas de acumulación de aire frío.
- El otro es la advección, debido al ingreso de una gran masa de aire frío, proveniente de América del Norte, estas suelen tener vientos mayores de 15 km/h y sin inversión térmica. Estas heladas son muy dañinas ya que es muy

difícil proteger los cultivos de la continua transferencia de aire frio que está en movimiento.

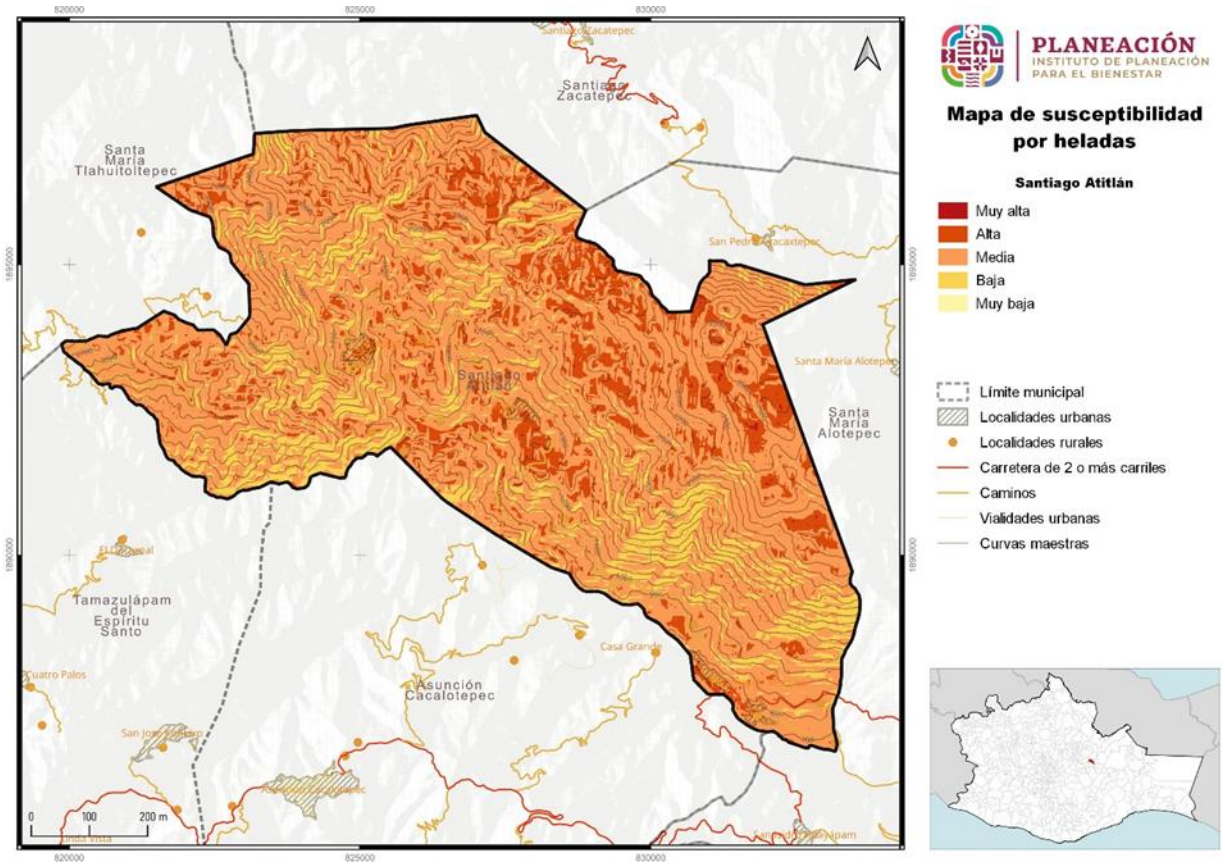
V.2.11.1. Susceptibilidad por heladas en el municipio

Tabla 132. Susceptibilidad por heladas en el municipio

Amenazas por heladas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy Alta	13.76	0.19
Alta	1099.25	15.5
Media	4881.05	68.81
Baja	1097.7	15.47
Muy Baja	2.11	0.03

En el municipio de Santiago Atitlán la susceptibilidad por heladas en el municipio se estima que el 0.19% de su territorio Municipal es Muy Alta, el 15.50% del territorio es Alta, el 68.81% del territorio municipal es Media, el 15.47% del territorio es Baja y el 0.03% del territorio municipal es muy baja a la susceptibilidad por heladas.

Mapa 83. Susceptibilidad por heladas en el municipio



V.2.12 Tornados

V.2.12.1. Amenaza por vientos fuertes y tornados en el municipio

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).

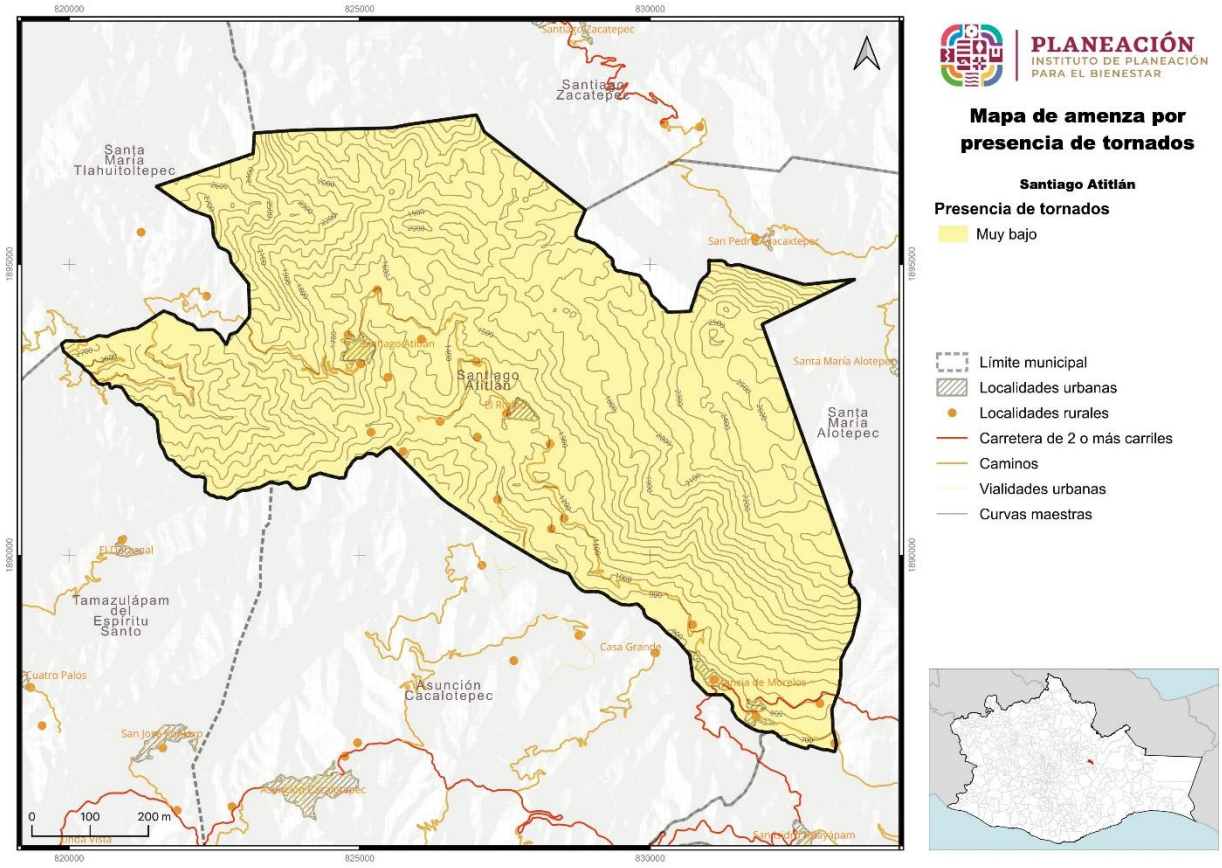
La probabilidad de ocurrencia de un tornado en México se extiende a todo el territorio, sin embargo, los más fuertes han tenido presencia en el norte del país, generalmente los tornados se desarrollan entre marzo y junio en el norte y el noreste de la República Mexicana, es decir, en Chihuahua, Coahuila, 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.

Tabla 133. Amenaza por vientos fuertes y tornados en el municipio

Amenazas por tornados	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy baja	7080.74	100

En el municipio de Santiago Atitlán la amenaza por vientos fuertes y tornados en el municipio se estima que el 100.00% de su territorio Municipal es Muy baja.

Mapa 84. Amenaza por vientos fuertes y tornados en el municipio



V.3 Peligros, susceptibilidad y amenazas por fenómenos químico-tecnológicos

De acuerdo con la Norma NTP 293 (INSHT, 1991) una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición".

La BLEVE es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados. Para que se produzca una explosión BLEVE no es necesaria la existencia de reacciones químicas ni fenómenos de combustión. Podría producirse incluso en calentadores de agua y calderas de vapor. Las BLEVES son exclusivas de los líquidos o gases licuados en determinadas condiciones (INSHT, 1991). La característica fundamental de una BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen más de 200 veces.

La metodología utilizada para establecer las distancias consistió en métodos analíticos, con cálculos recuperados de las Notas Técnicas de Prevención (INSHT, 1991), emitidos por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales del Gobierno de España:

Para BLEVE:

En primer lugar, se determina el diámetro de la bola de fuego provocada por el BLEVE con la siguiente fórmula:

$$D = 6.48 * W^{0.325}$$

Donde:

D: Diámetro (m)
W: masa total de combustible (kg)

Teniendo el tamaño de la bola de fuego se procede a calcular la duración de esta con la siguiente fórmula

$$t = 0.852 * W^{0.26}$$

Donde:

t: tiempo de duración (s)
W: Masa total de combustible (kg)

Las fórmulas presentadas adelante se utilizan para conocer la radiación recibida, para el caso del BLEVE se utilizan los tiempos obtenidos por la fórmula anterior, para el caso

de la alberca de fuego se utiliza un estándar de 60s de exposición a la fuente de radiación térmica.

La radiación térmica recibida se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = dFE$$

Donde:

I: Irradiación recibida (kW/m^2)
d: coeficiente de transmisión atmosférica
F: factor geométrico de visión
E: intensidad media de la radiación

El coeficiente de transmisión atmosférica es determinado con las condiciones atmosféricas promedio de la región, para esto se utilizan datos del simulador Aloha desarrollado por CAMEO software suit.

Para F se utiliza la siguiente fórmula:

$$F = \frac{D^2}{4} * X^2$$

Donde:

D: diámetro de la bola de fuego (para el caso de alberca de fuego se considera el diámetro del espacio que se encuentra en fuego) (m)
X: distancia desde el centro hasta el cuerpo irradiado

Y finalmente E que se obtiene con la siguiente fórmula

$$E = fr * W * \frac{Hc}{\pi} * D^2 * t$$

Donde:

Fr: coeficiente de radiación que se encuentra normalmente entre 0.25-0.40
W: masa total de combustible quemado (kg)
Hc: Calor de combustión (kJ/kg)
D: Diámetro de bola de fuego o alberca de fuego (m)
t: tiempo de duración de BLEVE o 60 s de exposición para alberca de fuego (s)

Finalmente, la dosis se calcula con:

$$DS = t * I^{\frac{3}{4}}$$

Donde:

DS: dosis
t: tiempo (s)

I: Irradiación recibida (W/m^2)

Finalmente, la radiación recibida se compara con la tabla anexada en el documento que nos indica la cantidad de dosis necesaria para determinar la vulnerabilidad alta, media o baja, a partir de estas cantidades se obtienen las distancias presentadas en el documento.

Todas las fórmulas anteriores son de categoría pública pero los cálculos se realizaron con un software de desarrollo propio, por lo que la programación utilizada para la determinación de las distancias en el documento no puede ser compartida por cuestiones de confidencialidad del software desarrollado, por los fines para los que se está preparando, las fórmulas presentadas anteriormente fueron utilizadas como base para el desarrollo de esta programación, utilizando además otros métodos para determinación de factores como calor de combustión.

Para definir los radios de afectación para incendios y explosiones, es necesario correr simulaciones tomando en cuenta datos exactos de las instalaciones y operaciones, pero tomando resultados realizados en estudios anteriores con instalaciones de este tipo podemos recomendar los siguientes diámetros desde el punto de origen:

Gasolinera:

- Alberca de fuego
    - Alto: hasta 25 m
    - Medio: de 25 a 38 m
    - Bajo: de 38 a 62 m
- BLEVE
    - Alto: hasta 200 m
    - Medio: hasta 320 m
    - Bajo: hasta 500 m
- Vulnerabilidad estación de gasolina por alberca de fuego:
    - ○ Alto: hasta 24 metros
    - ○ Medio: hasta 37 metros
    - ○ Bajo: hasta 60 metros
    - ○ Bajo: Hasta 1000 metros

V.3.1 Sustancias peligrosas

No se tiene ninguna información sobre sustancias peligrosas en el municipio de Santiago Atitlán.

V.3.1.1 Amenaza por flujo sustancias peligrosas

(No aplica en el municipio)

V.3.1.2 Amenaza por derrame de sustancias peligrosa

(No aplica en el municipio)

V.3.1.3 Amenaza por explosión de sustancias peligrosas

(No aplica en el municipio)

V.3.1 4 Amenaza por transporte de sustancias peligrosas

(No aplica en el municipio)

V.3.2 Incendios forestales

El fuego puede tener una influencia positiva en la Naturaleza, pues ayuda a mantener la biodiversidad y sus procesos ecológicos. Pero cuando se utiliza de forma irresponsable o se produce por alguna negligencia, puede convertirse en un incendio forestal de consecuencias devastadoras para el medio ambiente, incluso para la salud y seguridad de las personas.

Los incendios forestales son incendios grandes, incontrolados y potencialmente destructivos que pueden afectar tanto a las áreas rurales como a las urbanas. Pueden extenderse rápidamente, cambiar de dirección e incluso 'saltar' a grandes distancias cuando el viento lleva las brasas y las chispas. Son causadas por una variedad de causas naturales (como un rayo) o por descuido humano (como un cigarrillo). La propagación de un incendio forestal depende de la disposición del terreno, el combustible disponible (vegetación o madera muerta) y las condiciones climáticas (viento y calor). Pueden comenzar en solo segundos y convertirse en infiernos en cuestión de minutos.

Los incendios afectan a los ecosistemas forestales de diversas maneras, en los bosques de clima templado dañan la regeneración, debilitan al arbolado adulto, lo hacen susceptible a ataques de plagas y enfermedades, y reducen el valor económico de los productos forestales. En las selvas provocan daños similares. Otro de los daños que ocasionan es la degradación del suelo (erosionándolo, sobre todo en las selvas sucede este fenómeno), y matando la microfauna. También pueden ocasionar daño a la fauna y cambios en el clima. La sucesión de vegetación (uso de suelo), valores ambientales (captura de carbono, oxígeno, agua, paisajismo, etc.).

Para el cálculo del peligro/amenaza por incendios forestales se empleó multicriterio mediante el Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty.

Tabla 134. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza por incendios forestales

Variable	Temperatura máxima	Distancia a calles	Distancia a localidades	Distancia a zonas urbanas	Orientación	Pendiente	Uso de suelo y vegetación	Peso
Temperatura máxima	1	0.33	5	5	1	0.2	0.14	0.144095
Distancia a calles	3	1	0.33	0.33	0.2	0.2	0.33	0.034853
Distancia a localidades	0.2	3	1	0.33	0.2	0.14	0.33	0.066692
Distancia a zonas urbanas	0.2	3	3	1	0.33	0.2	0.33	0.055737
Orientación	1	5	5	3	1	1	3	0.248228
Pendiente	5	5	7	5	1	1	3	0.28614
Uso de suelo y vegetación	7	3	3	3	0.33	0.33	1	0.164256

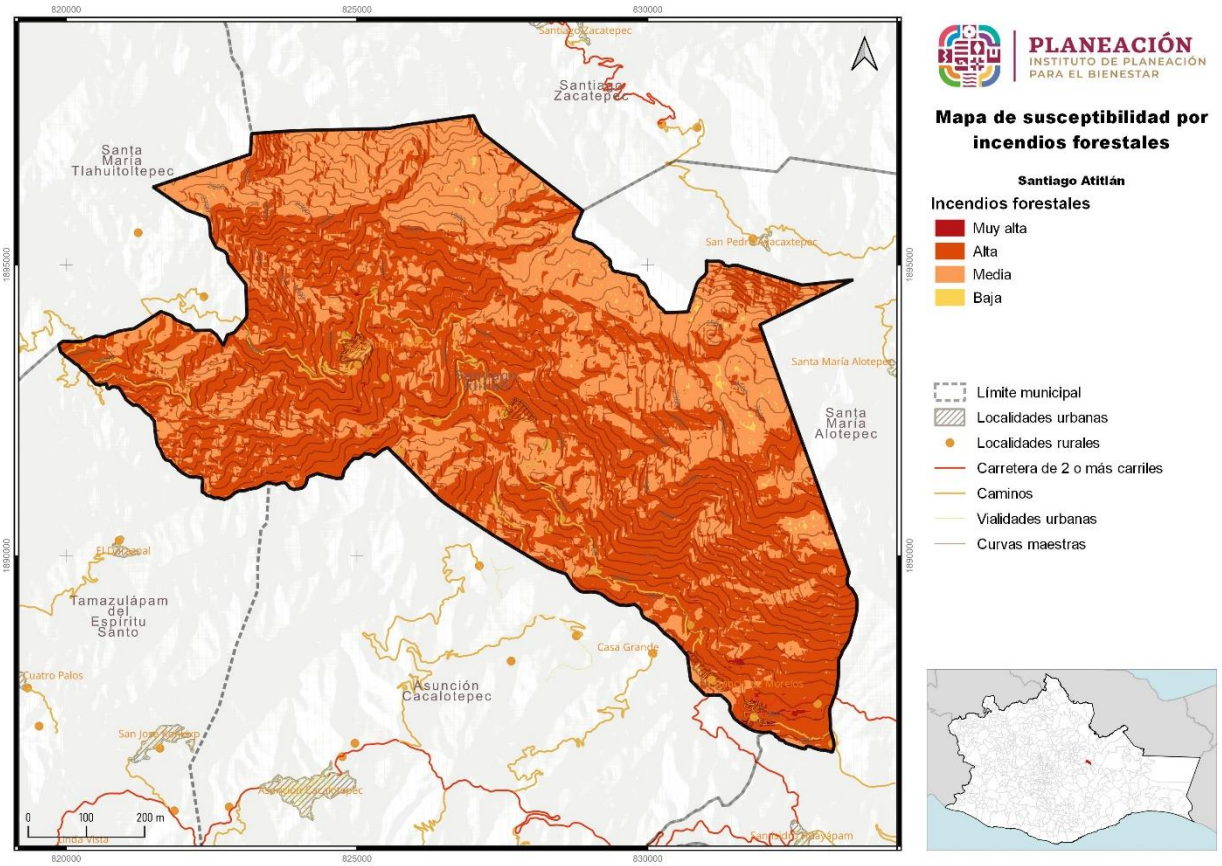
V.3.2.1 Susceptibilidad por incendios forestales

Tabla 135. Susceptibilidad por incendios forestales

Incendios forestales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy Alta	23.18	0.33
Alta	4412.19	62.25
Media	2621.05	36.98
Baja	30.99	0.44

En el municipio de Santiago Atitlán la susceptibilidad por incendios forestales se estima que el 0.33% de su territorio Municipal es Muy Alta, el 62.25% de su territorio es Alta, el 36.98% de su territorio es Media y el 0.44% de su territorio su susceptibilidad por incendios forestales es baja.

Mapa 85. Susceptibilidad por incendios forestales



V.4 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos sanitario-ecológicos

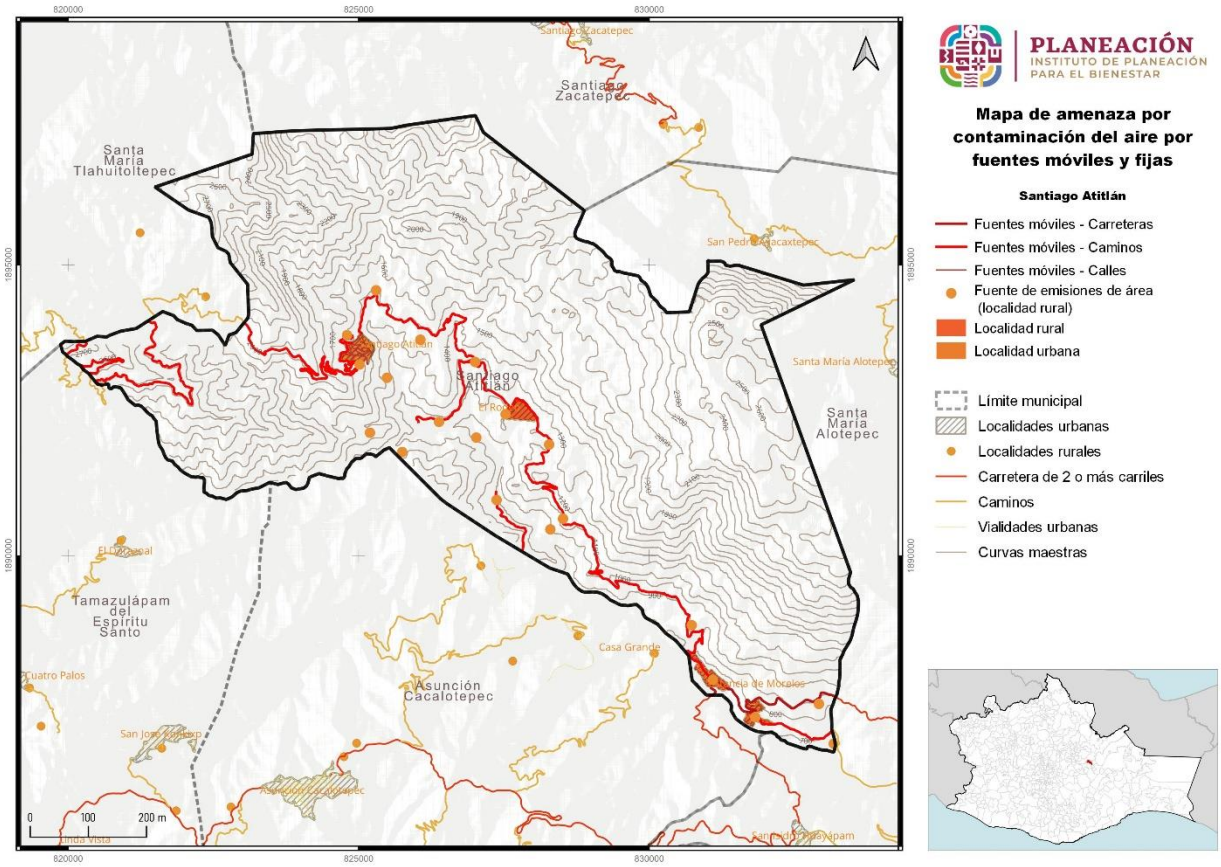
De acuerdo con la Ley General de Protección Civil, el fenómeno Sanitario-Ecológico se define como el agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. En este sentido, dentro de este tipo de fenómenos se considera a las epidemias y plagas, así como la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

V.4.1 Contaminación del suelo, aire y agua

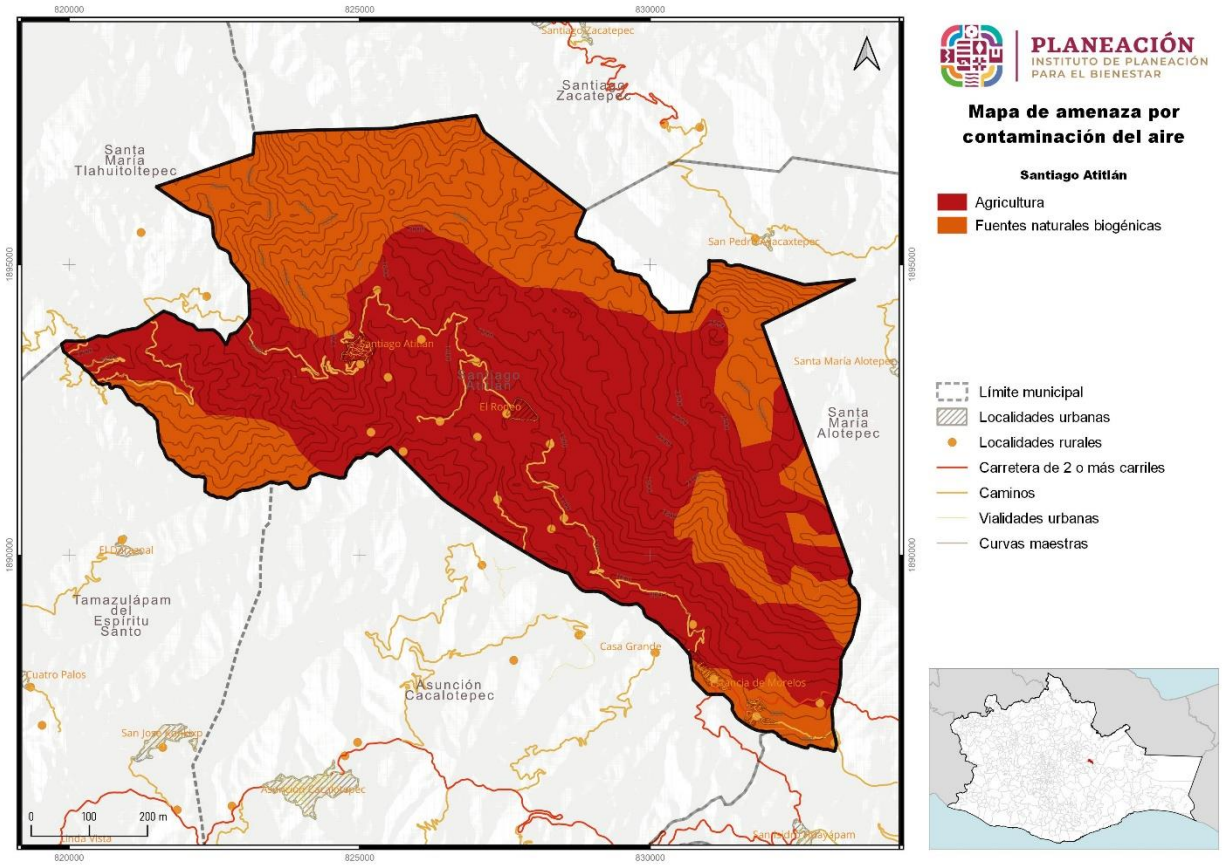
V.4.1.1 Amenaza por contaminación del agua

V.4.1.2 Amenaza por contaminación del aire

Mapa 86. Amenaza por contaminación del aire por fuentes móviles y fijas



Mapa 87. Amenaza por contaminación de aire



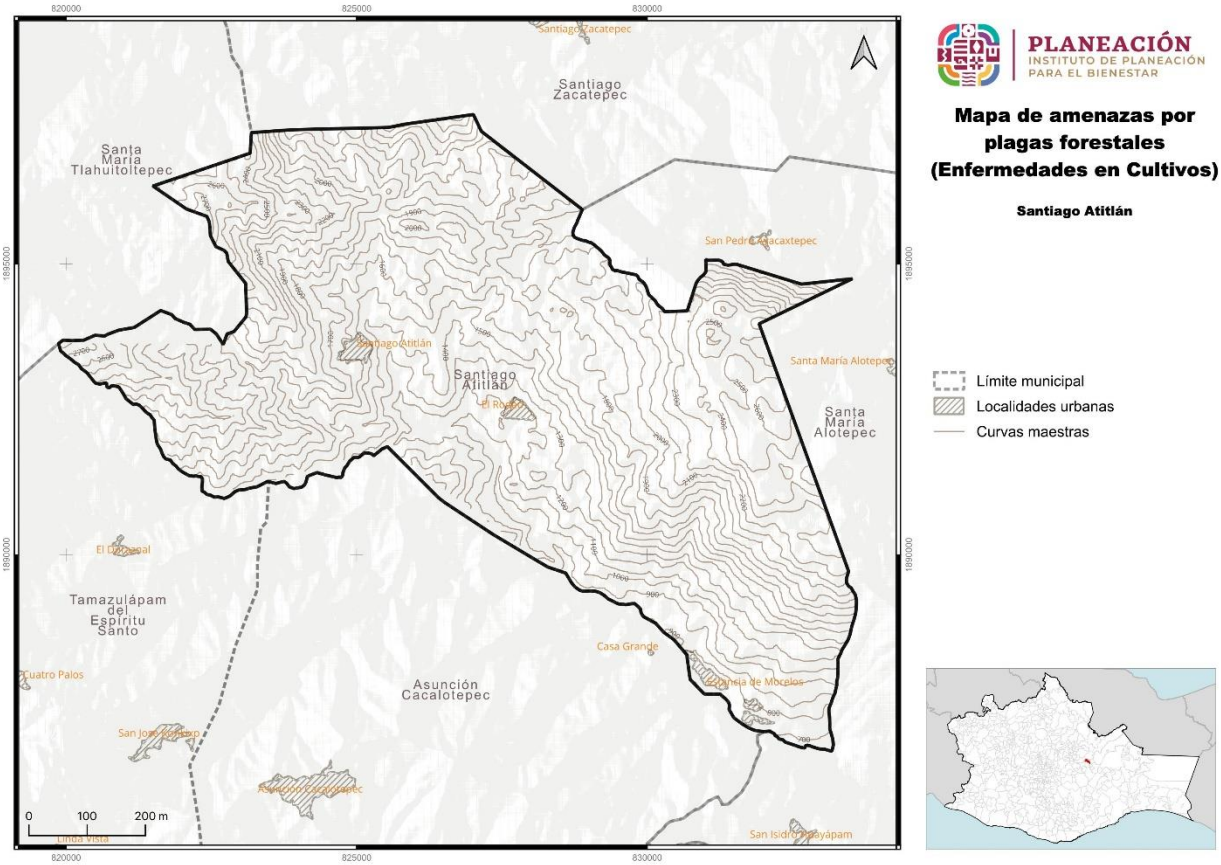
V.4.1.3 Amenaza por contaminación del suelo

(No aplica en el municipio)

V.4.2 Epidemias y plagas

V.4.2.1 Amenaza por plagas en cultivos (diferenciado por plaga)

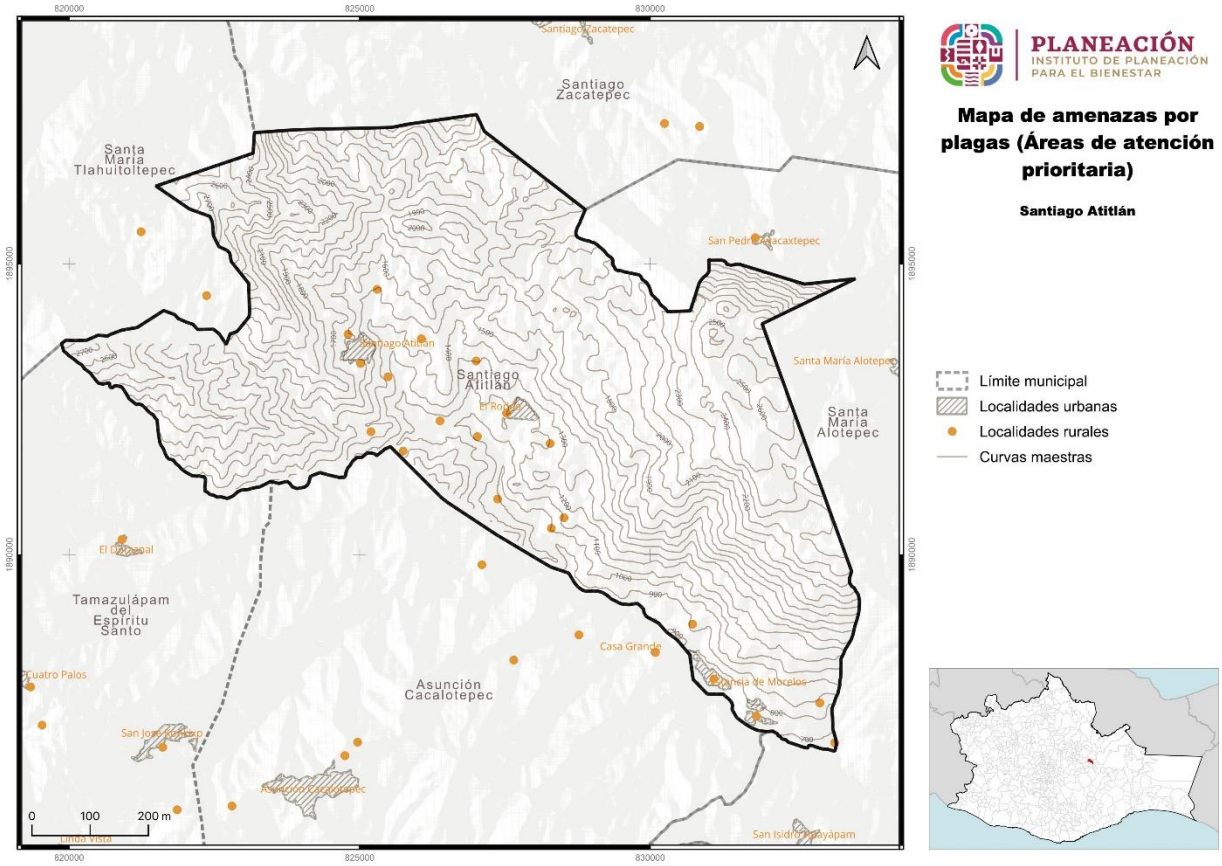
Mapa 88. Amenaza por plagas en cultivos



V.4.2.2 Amenaza por plagas forestales

Sin información

Mapa 89. Amenaza por plagas



Mapa 90. Amenaza por plagas sphaeropsis

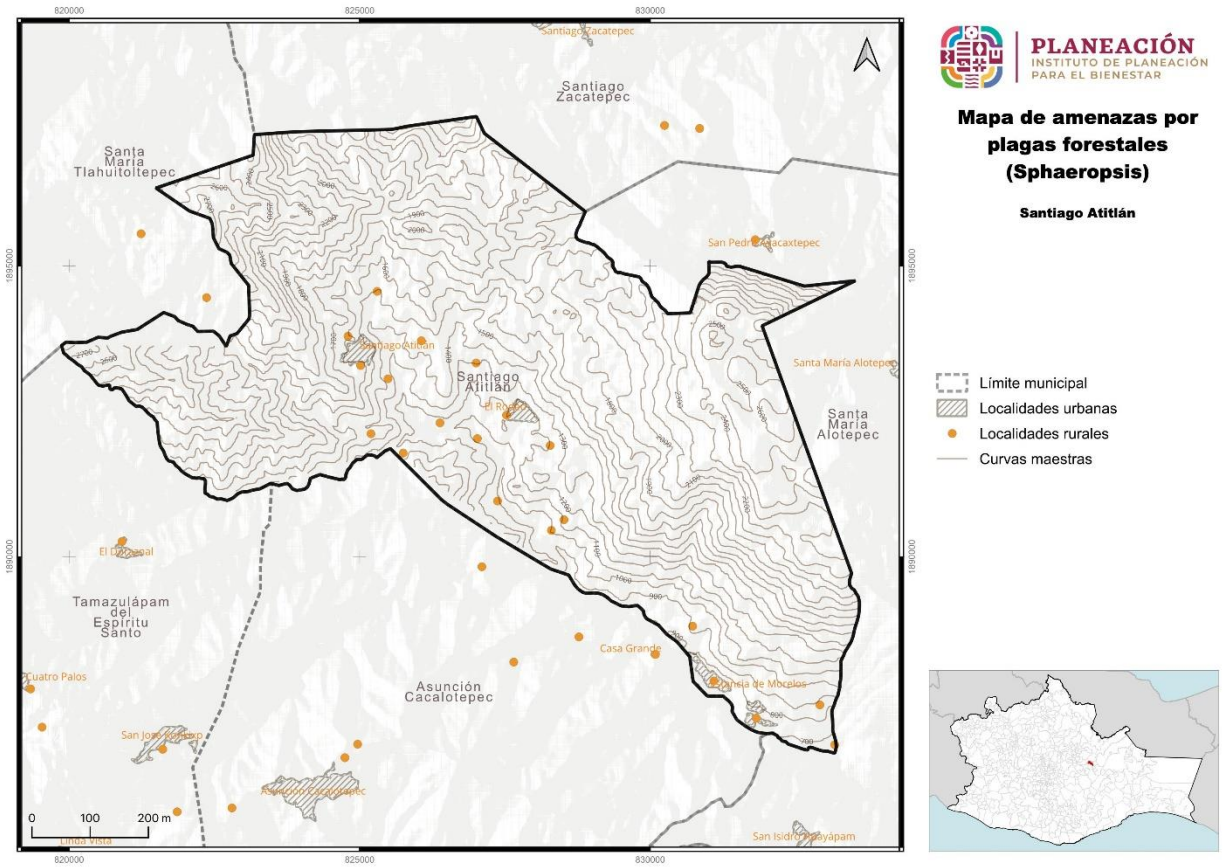


Tabla 136. Amenaza por plagas xyleborus

Amenazas por plagas Xyleborus	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alta	380.06	14.09
Media	1112.77	41.26
Baja	1204.39	44.65

Mapa 91. Amenaza por plagas xyleborus

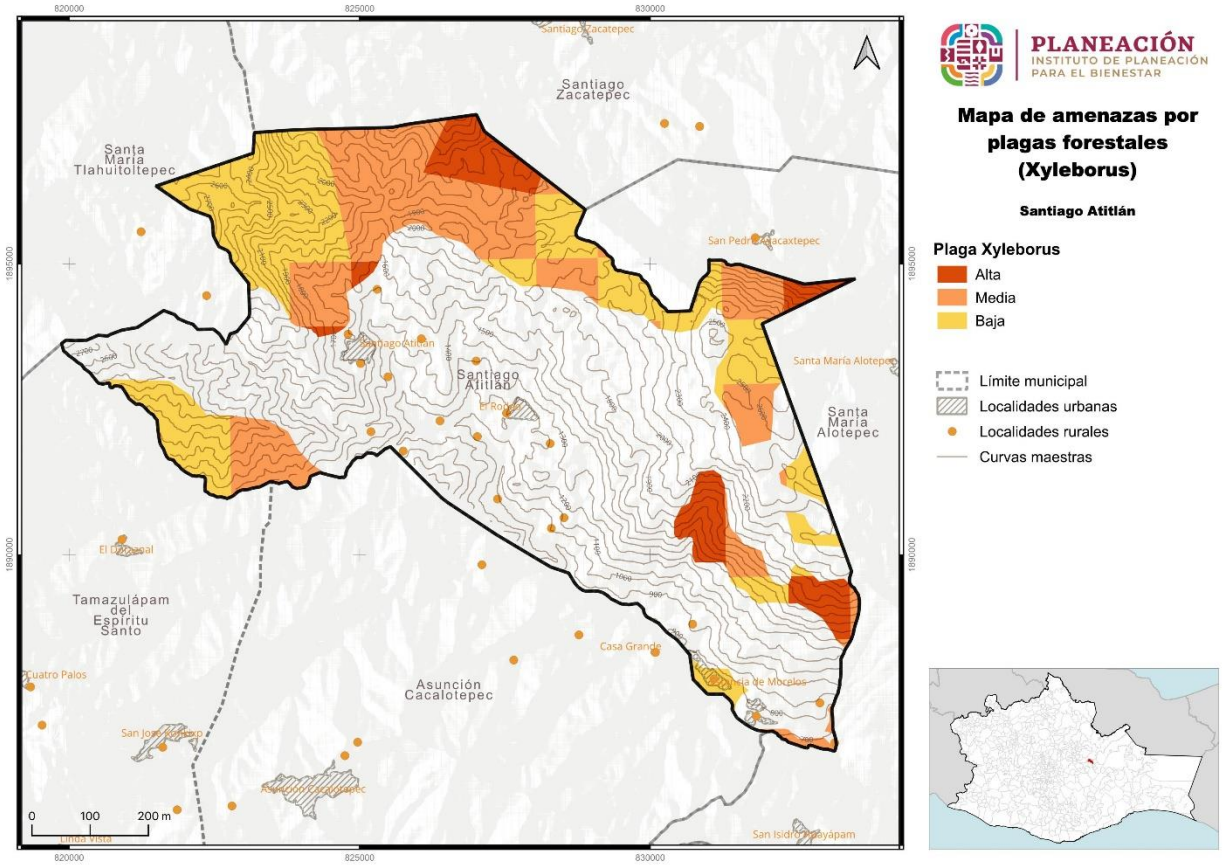


Tabla 137. Amenaza por plagas coptotermes gestrol

Amenazas por plagas coptotermes gestroi	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Baja	581.02	100

Mapa 92. Amenaza por plagas coptotermes gestrol

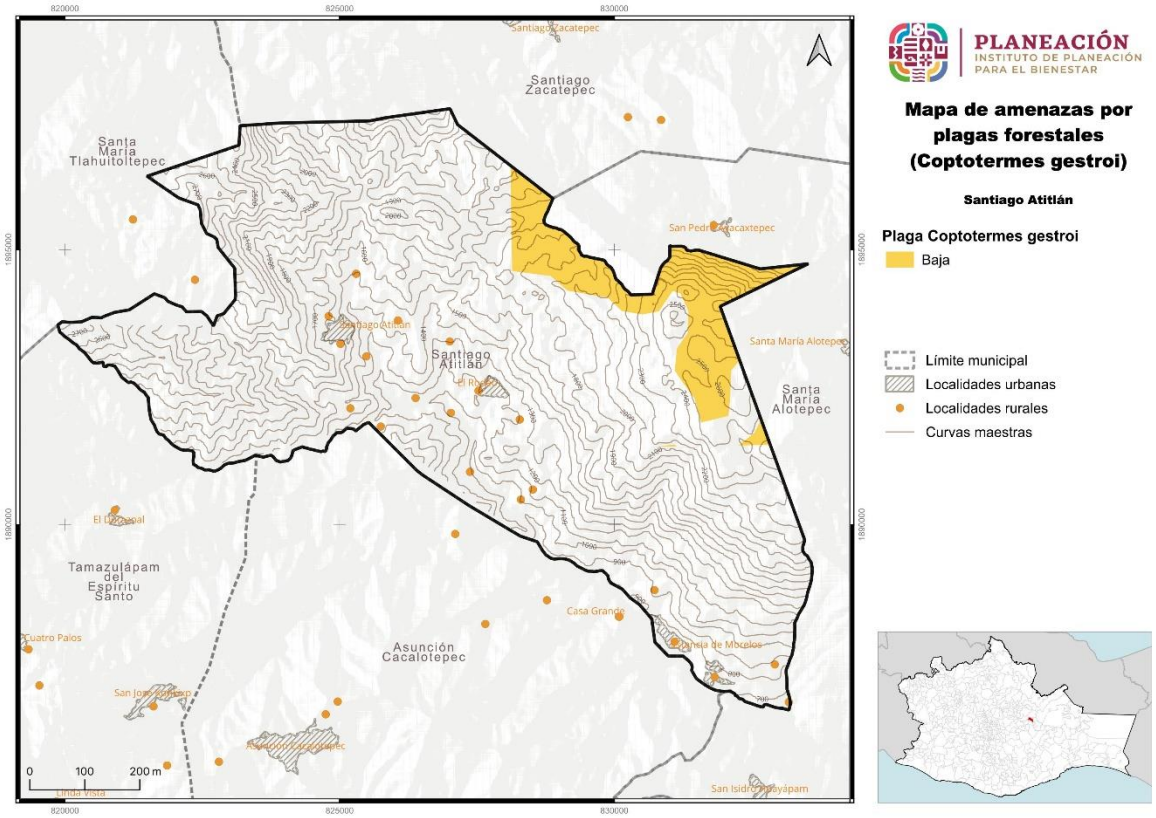


Tabla 138. Amenaza por plagas defoliador

Amenazas por plagas defoliador	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Media	2697.22	100

Mapa 93. Amenaza por plagas defoliador

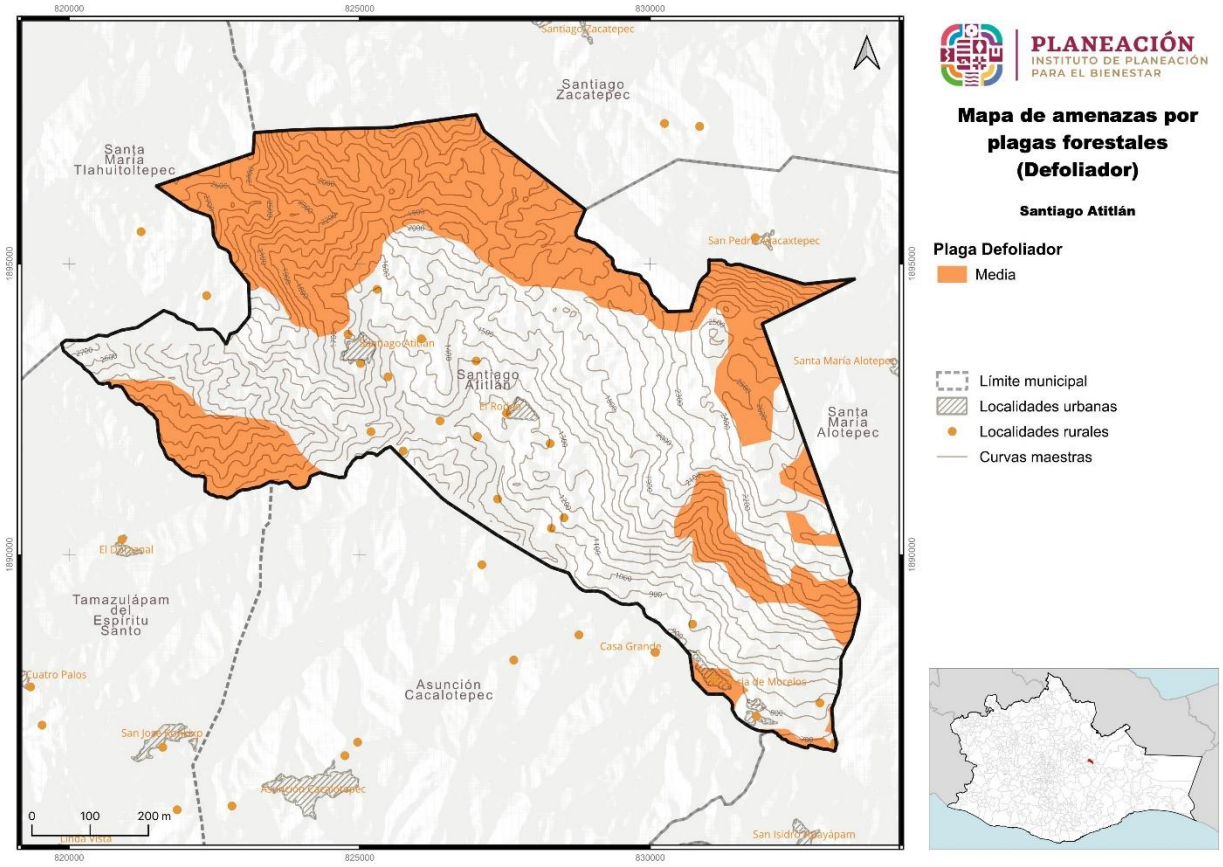
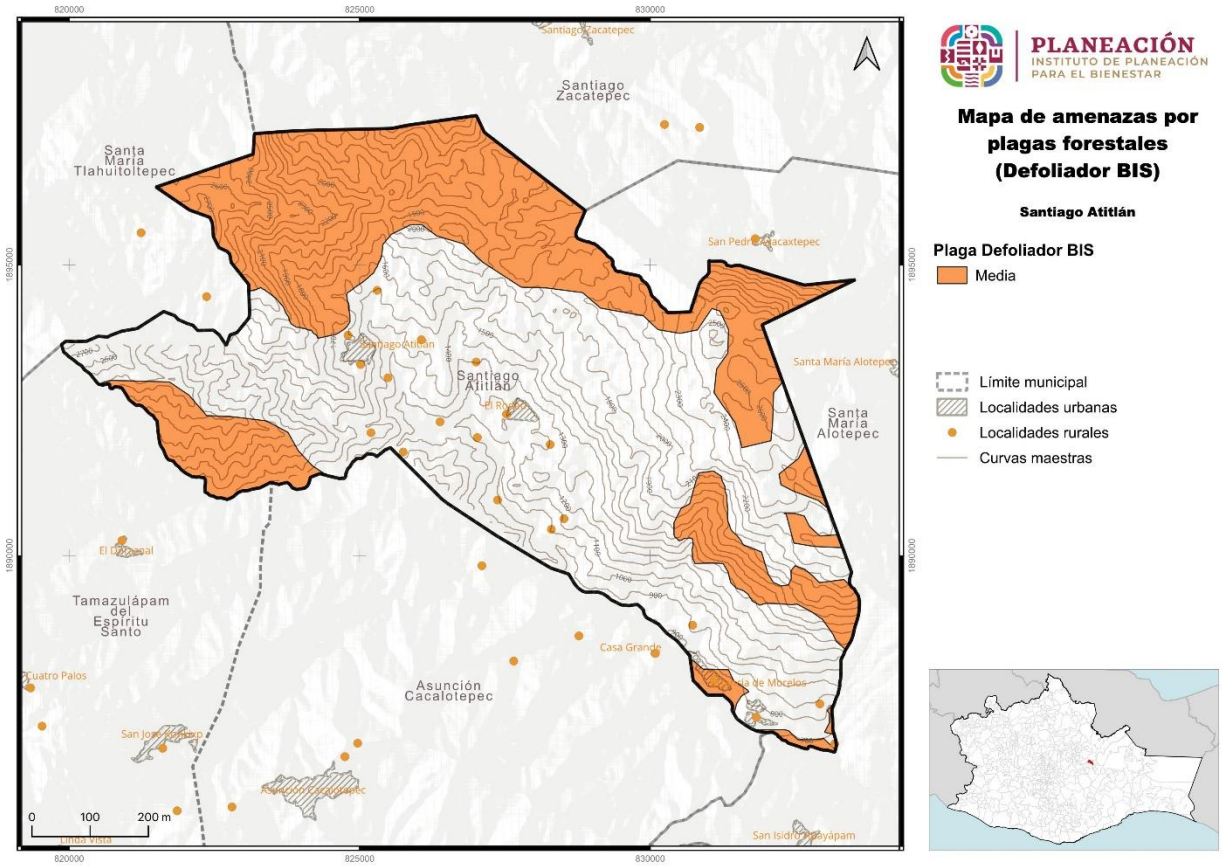


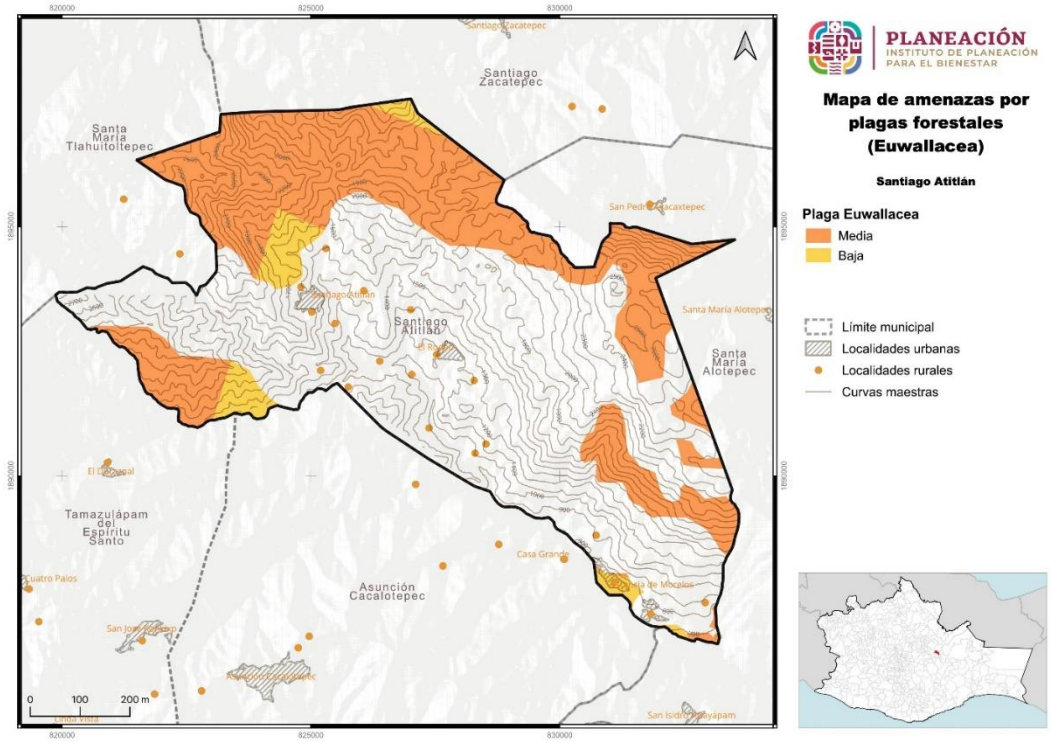
Tabla 139. amenaza por plagas defoliador bis

Amenazas por plagas defoliador BIS	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Media	2697.22	100

Mapa 94. amenaza por plagas defoliador bis



Mapa 95. amenaza por plaga euwallacea



Mapa 96. amenaza por plaga ocoaxo

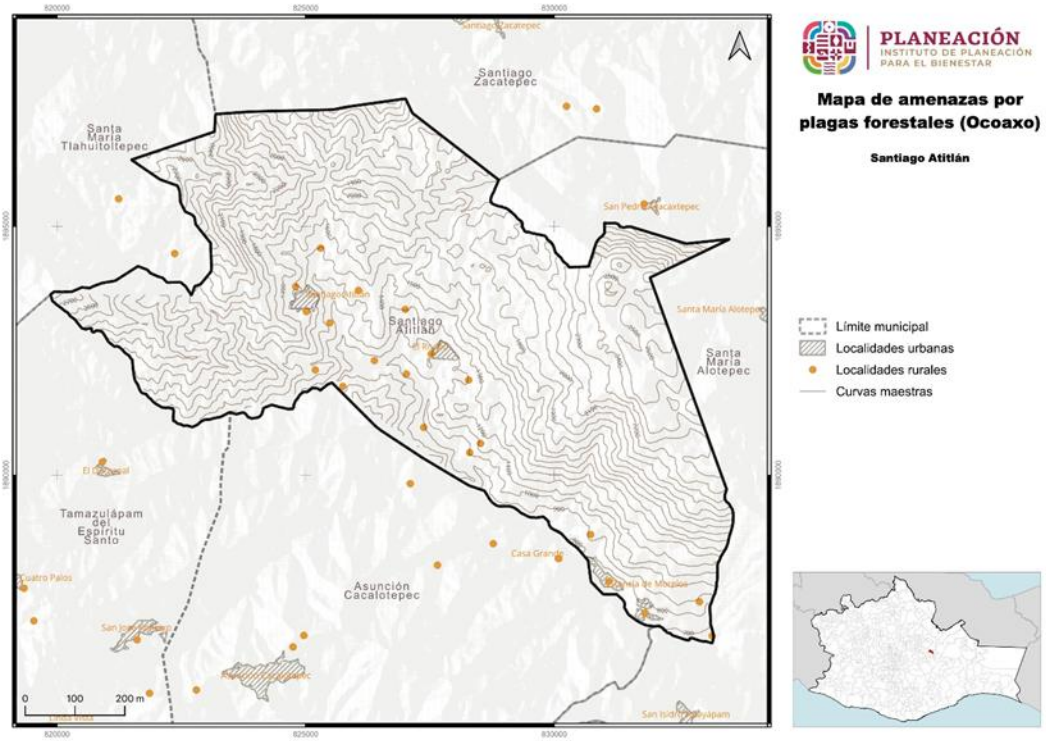
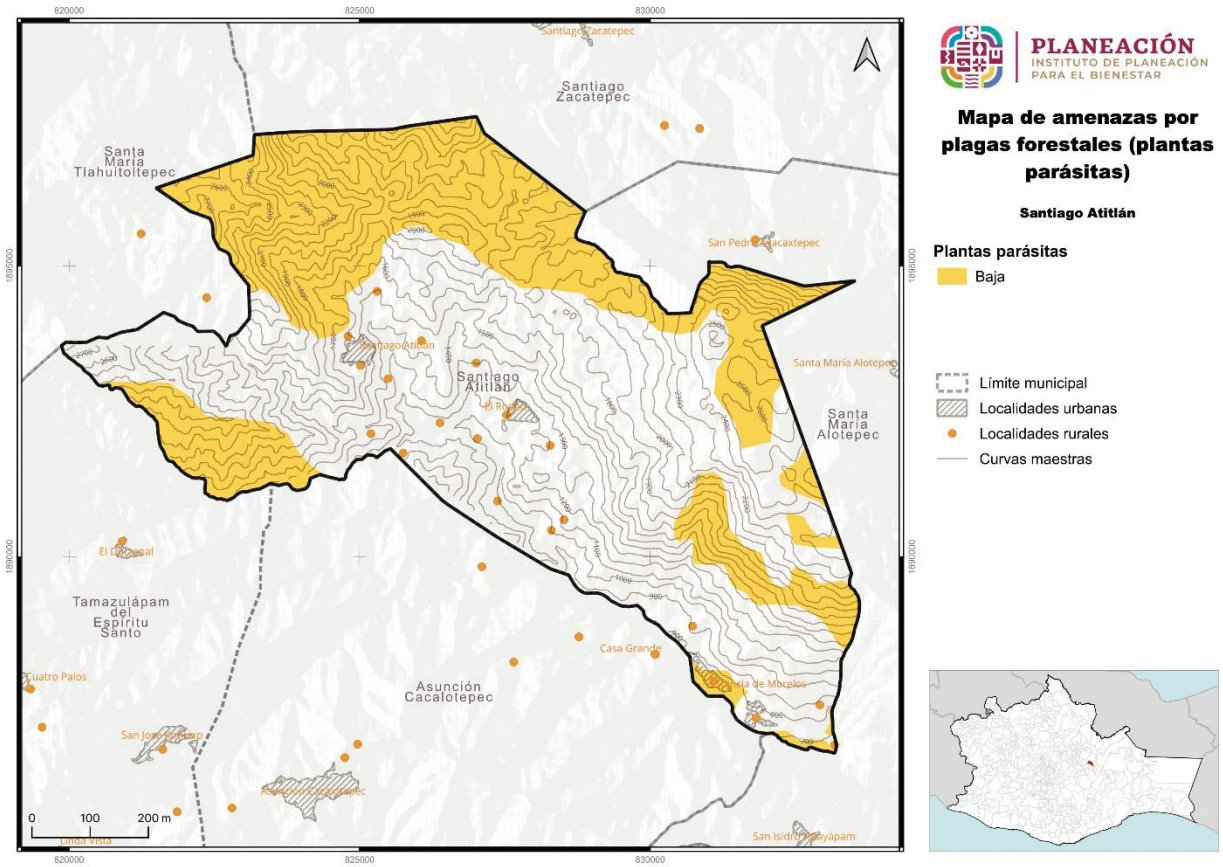


Tabla 140. amenaza por plantas parasitarias

Amenazas por plantas parásitas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Baja	2697.22	100

Mapa 97. amenaza por plantas parasitarias



V.5 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos socio-organizativos

De acuerdo con la Ley General de Protección Civil, un fenómeno socio-organizativo se define como “un agente perturbador, que se genera con motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población”, lo que conlleva a impactar a un sistema afectable tal como la población o su entorno.

Los fenómenos socio-organizativos, generan un marco de responsabilidad civil, por lo que encuentran responsabilidad en su atención, regulación y supervisión en el marco de las competencias establecidas por las Leyes locales a las entidades federativas, municipios, demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, y en el ámbito federal, a través de las instancias públicas federales, según correspondan.

Los factores de riesgo antropogénico o antrópicos han sido causados por el hombre debido a los procesos de industrialización y modernización, o provocados deliberadamente por causas delincuenciales. Entre los primeros, sobresalen el envejecimiento de la infraestructura urbano-industrial; el incremento del manejo de materiales y transportación de sustancias y residuos peligrosos en ciudades y carreteras; la fuga de sustancias tóxicas y explosivas; el crecimiento urbano desordenado y los asentamientos irregulares en reservas ecológicas, en orillas de lagunas, riveras y barrancas; y la contaminación del agua y la deforestación. Entre los segundos, se encuentran típicamente el terrorismo, la delincuencia, los accidentes tecnológicos, y el comercio ilegal de estupefacientes y armas, entre otros (Programa Nacional de Protección Civil 2008-2012)

Se atribuyen a fenómenos socio-organizativos las siguientes manifestaciones:

- Concentración masiva de población y demostraciones de inconformidad social
- Terrorismo y sabotaje
- Vandalismo
- Accidentes aéreos, marítimos o terrestres
- Interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica

Concentraciones masivas de población

Como su nombre lo indica, refiere a eventos que promueven la concentración de un gran número de personas, las cuales se reúnen en algún lugar en específico para realizar la actividad de interés en común.

Dentro de las actividades que promueven la concentración masiva se encuentran:

- Religiosas
- Deportivas
- Culturales
- Tradicionales
- Oficiales
- Turísticas
- Entretenimiento

La concentración masiva de población no es por sí misma un accidente o un desastre de facto, sino que para que esto suceda deben interactuar otros elementos que lo pueden provocar, como es el desconocimiento o incumplimiento de las medidas de seguridad y autoprotección, la imprudencia, el desorden y la falta de preparación. Es por lo anterior que cada evento requiere ser analizado previamente para evaluar el riesgo y las medidas preventivas

La desorganización en una manifestación de concentración masiva representa un peligro para las personas que asisten. Los espacios en los que se realizan tienen una infraestructura y cupo determinado, que cuando se omite, aumenta la probabilidad de riesgo de accidentes.

Las concentraciones masivas de población requieren:

- Participación tanto de las autoridades como de las personas involucradas,
- Condiciones adecuadas del lugar en donde se realice la actividad
- Debe contar con los mínimos requisitos de acuerdo con el aforo aprobado para el inmueble.

Con la finalidad de generar un índice de amenaza por concentración masiva en recintos, se eligieron tres variables para construirlo: la capacidad promedio de personas con base en los rangos existentes para el municipio, la frecuencia con la que se realizan eventos y la ocurrencia de amenazas que se tiene registrado por recinto. Se asignaron pesos cualitativos a dichas variables con base en el grado que representa cada característica.

Con base en los valores asignados respecto a las variables de rango de capacidad, frecuencia de eventos y ocurrencia de amenaza, se generó el índice de intensidad, el cual representa el nivel de amenaza por concentraciones masivas con el que cuenta cada recinto analizado. El índice sintético se llevó a cabo tomando como base teórica la suma ponderada a través del Método de Jerarquías Analíticas de Saaty.

La aplicación del método de Jerarquías analíticas de Satty, permitió con base en la jerarquización previa, determinar el peso correspondiente a cada variable para aplicarlo en la suma ponderada necesaria para realizar el procedimiento analítico jerárquico.

V.5.1 Concentración masiva de población

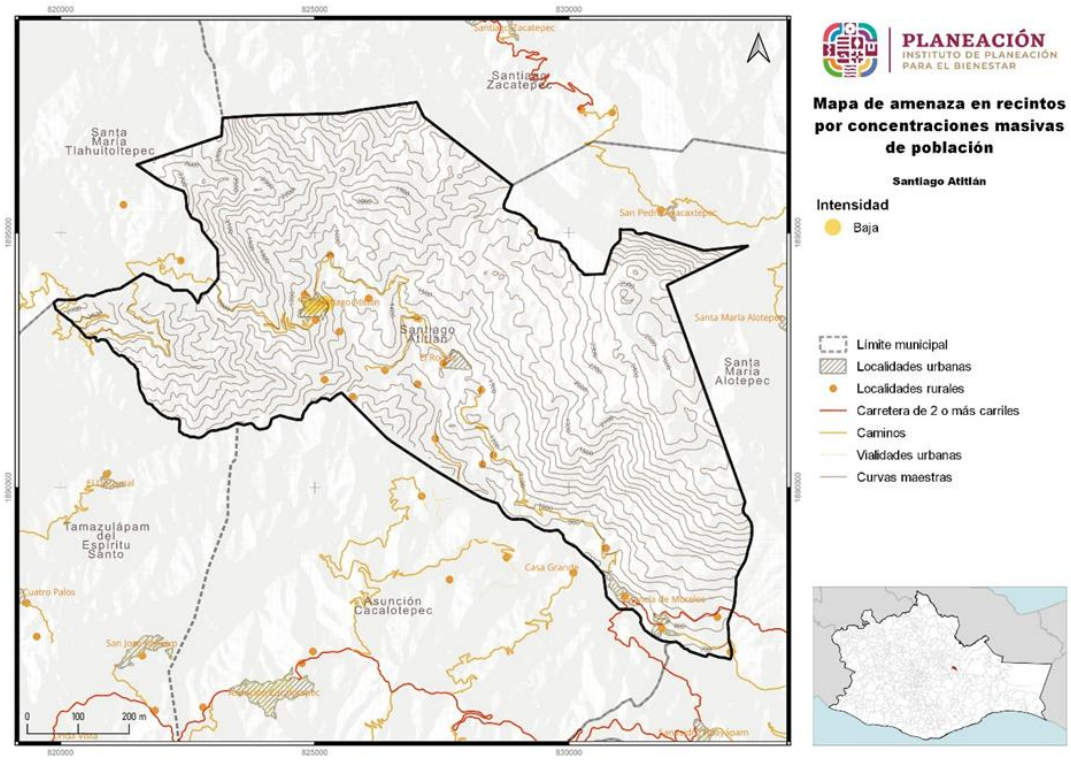
De acuerdo a la Coordinación Nacional de Protección Civil de México Las concentraciones masivas de población no son más que actividades específicas de diversa índole, como eventos deportivos, musicales, políticos, manifestaciones, festividades regionales y religiosas, entre otros, los cuales derivado 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.

Tabla 141. Intensidad de afectación en concentraciones masivas

Intensidad de afectación en concentraciones masivas	Localidades rurales por categoría
Baja	2

Mapa 98. Amenazas en recintos por concentraciones masivas de población



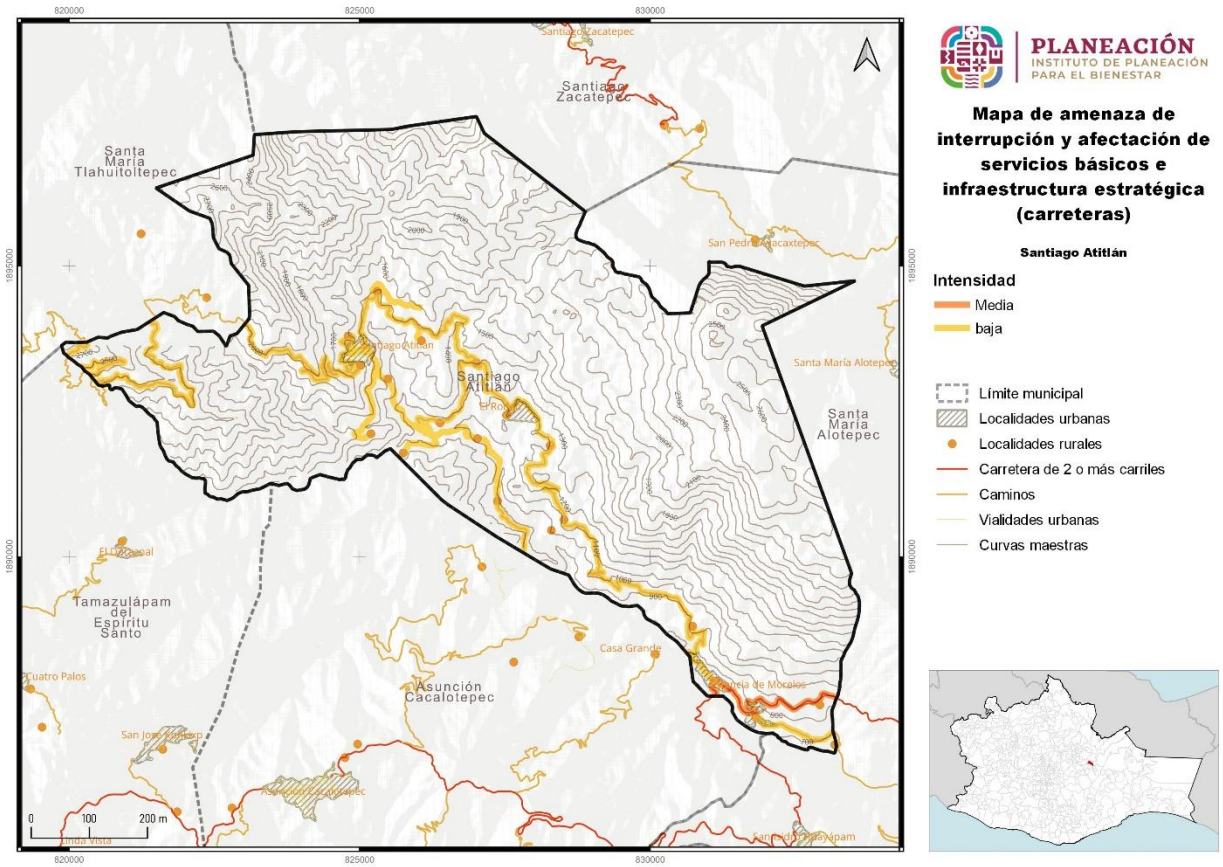
V.5.2 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica

V.5.2.1 Amenaza afectación a carreteras

Tabla 142. Intensidad de afectación en carreteras

Intensidad de afectación en carreteras	Extensión en kilómetros
Media	3.59
Baja	45.33

Mapa 99. Intensidad de afectación en carreteras



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 143. 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 144. 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	

Rubro	Indicador		Valor asignado	Promedio
	11. Porcentaje de viviendas con piso de tierra	%VPT	0.25	
	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 145. 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	

Rubro	Indicador		Condición de vulnerabilidad	Valor asignado	Promedio
	9. Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica	%VNDE	Muy baja	0	
	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	
	17. Porcentaje de población indígena	%PI	Predominan-temente no indígena	0	0.13
	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.

Tabla 146. Vulnerabilidad social

Vulnerabilidad social	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alta	52	0.73
Media	3	0.04
Baja	7022	98.99
Muy Baja	17	0.24

Mapa 100. Mapa vulnerabilidad social.

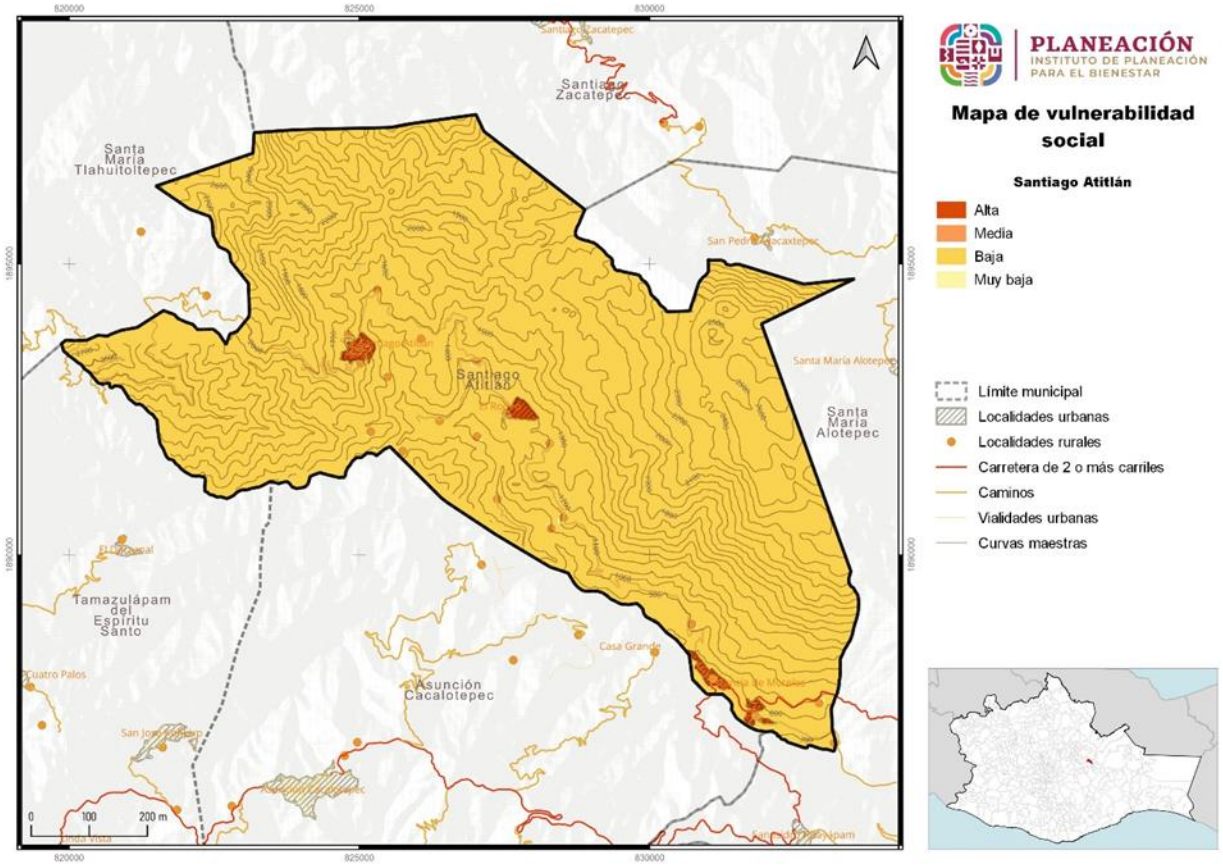


Tabla 147. Vulnerabilidad social localidades rurales

Vulnerabilidad social localidad rural	Localidades rurales por categoría	Porcentaje de localidades rurales del municipio
Media	18	90
Baja	2	10

Mapa 101. Mapa vulnerabilidad social localidades rurales

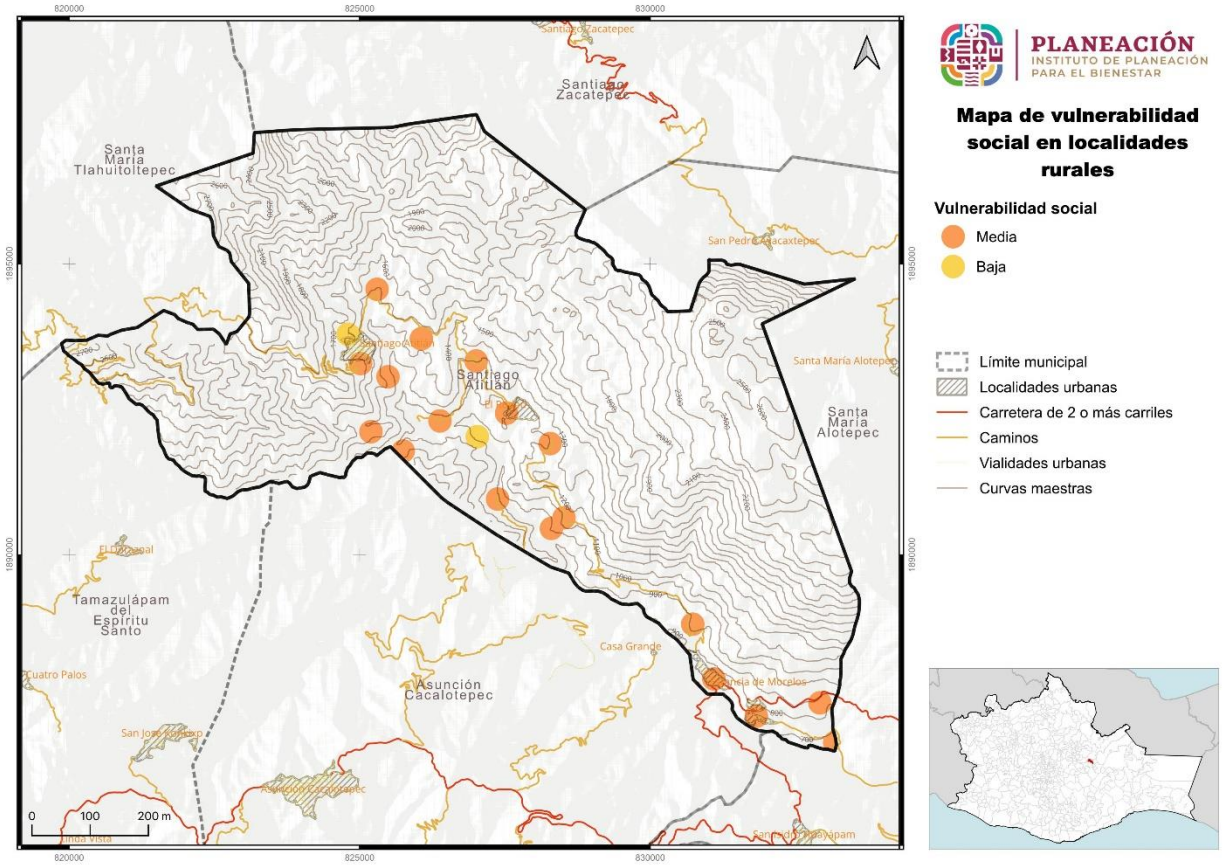
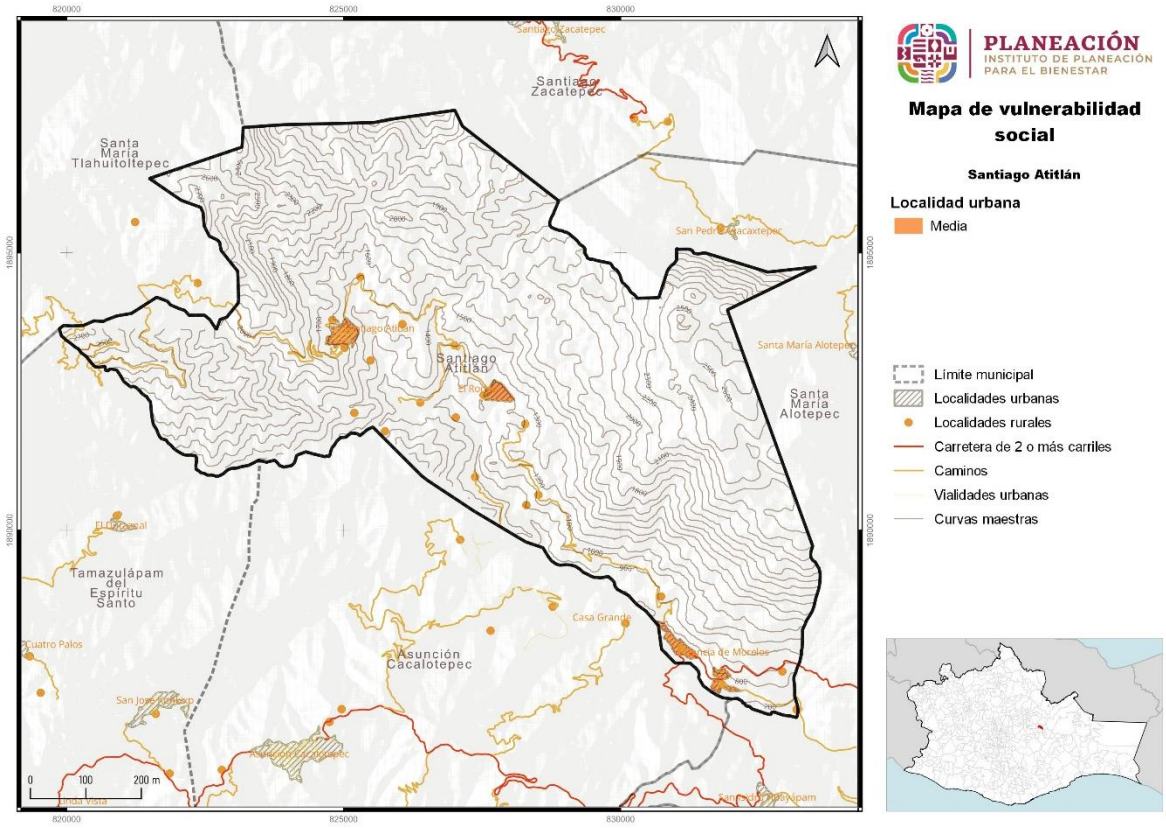


Tabla 148. Vulnerabilidad social localidades urbanas

Vulnerabilidad social localidad urbana	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Media	54.95	100

Mapa 102. Vulnerabilidad social en localidades urbanas



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 149. 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

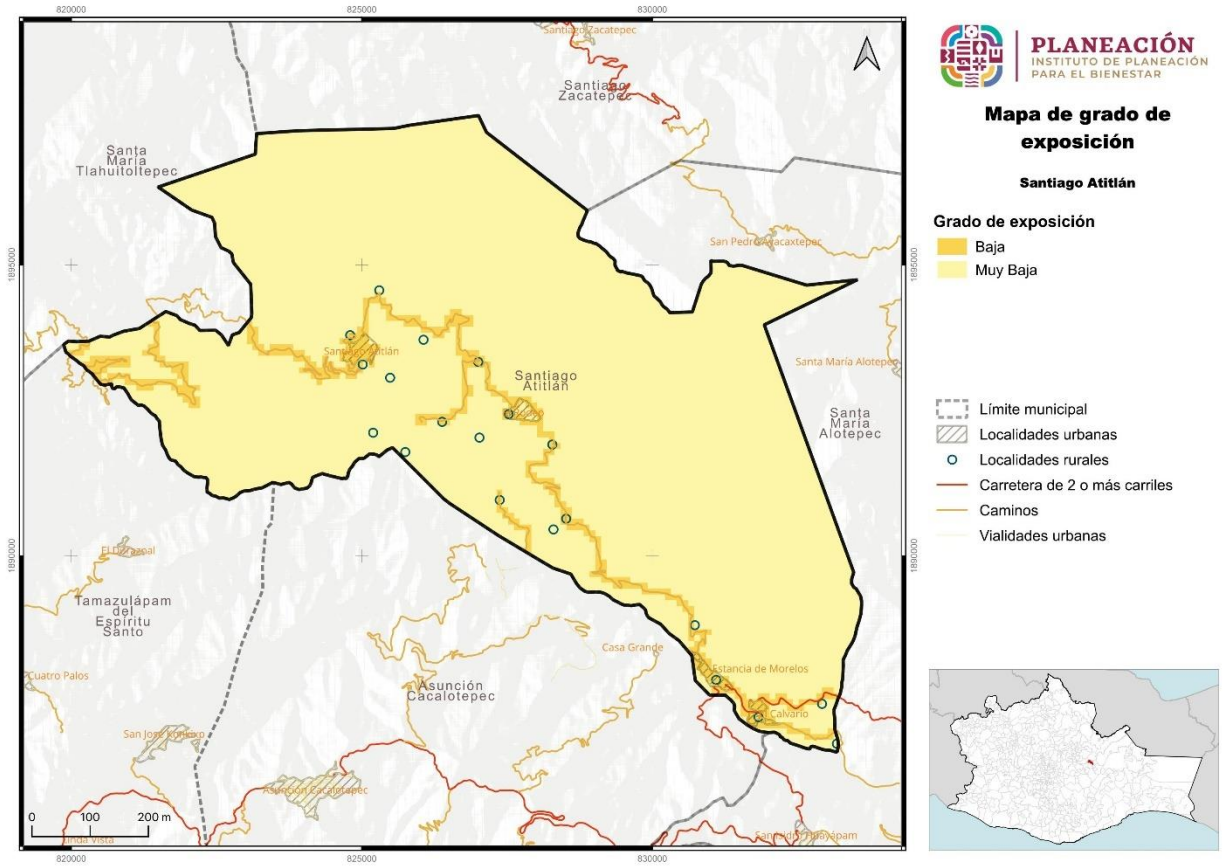
Asignada la clasificación, se procedió a unir las tres mallas y generar una sola cuadrícula, asignando la clasificación de Exposición con el promedio, finalmente se aplicó el geo proceso llamado "*Dissolve*" para fusionar las celdas con valores iguales.

La exposición categorizada Baja, afecta al 6.5% aproximadamente de la superficie del municipio lo que significa cerca de 465 hectáreas son las que se ven afectadas y para **Muy Bajaa** con 93% que corresponde a 6,629 hectáreas del territorio municipal, como se presenta en el mapa correspondiente.

Tabla 150. Grado de exposición del municipio

Grado de exposición	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Baja	464.88	6.55
Muy Baja	6629	93.45

Mapa 103. Grado de exposición del municipio



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 151. 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 152. 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

V.8.1.1. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años

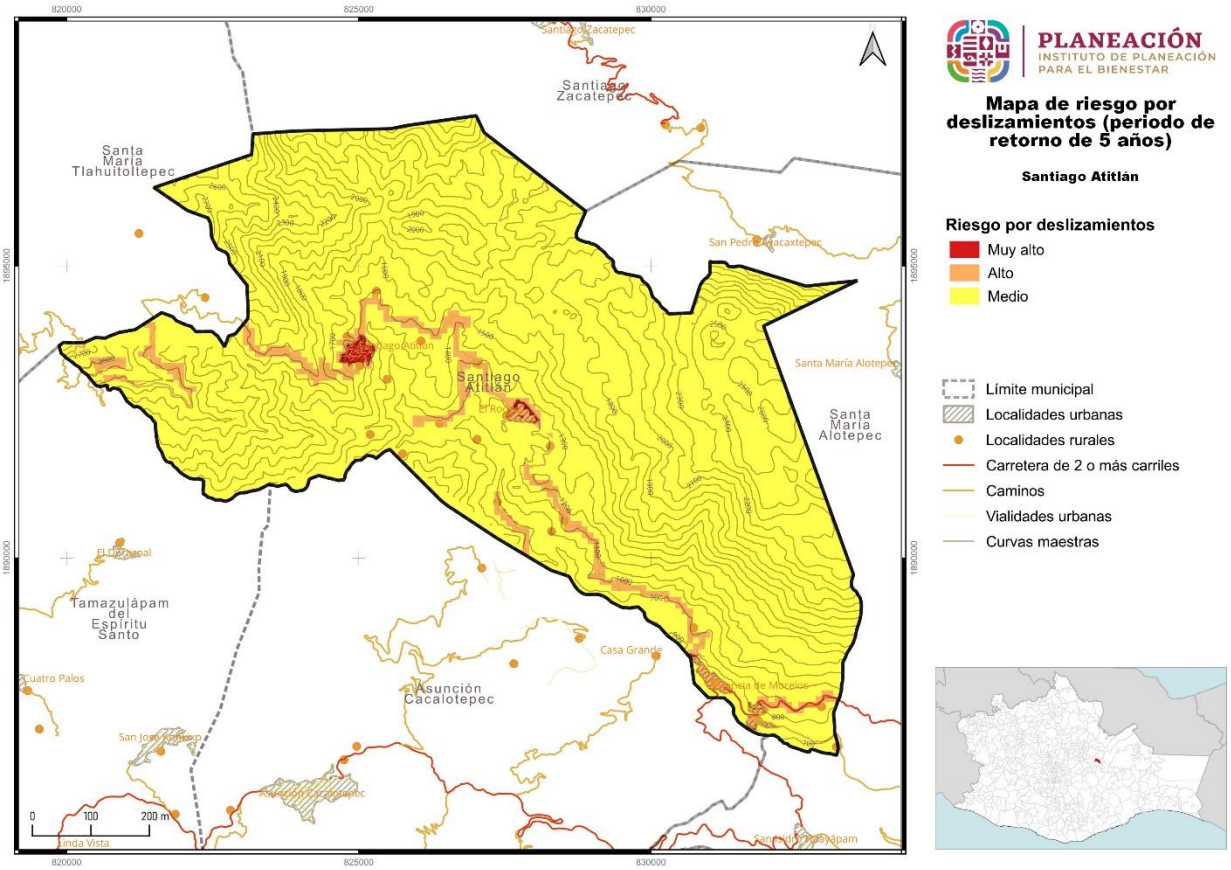
En la siguiente tabla se observa información detallada con relación al riesgo por deslizamiento en un periodo de retorno de cinco años, existen tres clasificaciones de riesgo existente en el municipio: Muy alto, Alto y Medio, siendo la clasificación media la predominante.

Tabla 153. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 5 años.

Riesgo por deslizamientos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	21.94	0.31
Alto	351.44	4.95
Medio	6720.49	94.74

Para el periodo de retorno de cinco años tenemos que el riesgo por deslizamiento, el mayor porcentaje lo tenemos en una superficie de 6,720.49 hectáreas, lo que equivale al 94.74% del total del territorio del municipio Y este porcentaje corresponde a la clasificación de Riesgo “Medio”. Como segunda clasificación se tiene Riesgo “Alto” en una superficie de 351.44 hectáreas las cuales representan el 4.95% del territorio, Por último, “Muy Alto” con una superficie de 21.94 hectáreas que representa el 0.31% del territorio.

Mapa 104. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 5 años.



Con la elaboración de los mapas de riesgos se está en posibilidad de conocer aquellas zonas que tengan algún nivel de riesgo, en este caso el Mapa de riesgo por Deslizamiento en un periodo de retorno de cinco años indica que la clasificación de

Riesgo “Medio”, es la que representa la mayor superficie del territorio. Como Riesgo “Muy Alto” se tiene en la cabecera municipal y la agencia de él Rodeo y como Riesgo “Alto” en las demás localidades del municipio, por lo que deberán de tomar acciones de mitigación ante este tipo de fenómenos.

Con base en este análisis se pudo determinar que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación de Riesgo “Alto” y Muy Alto”.

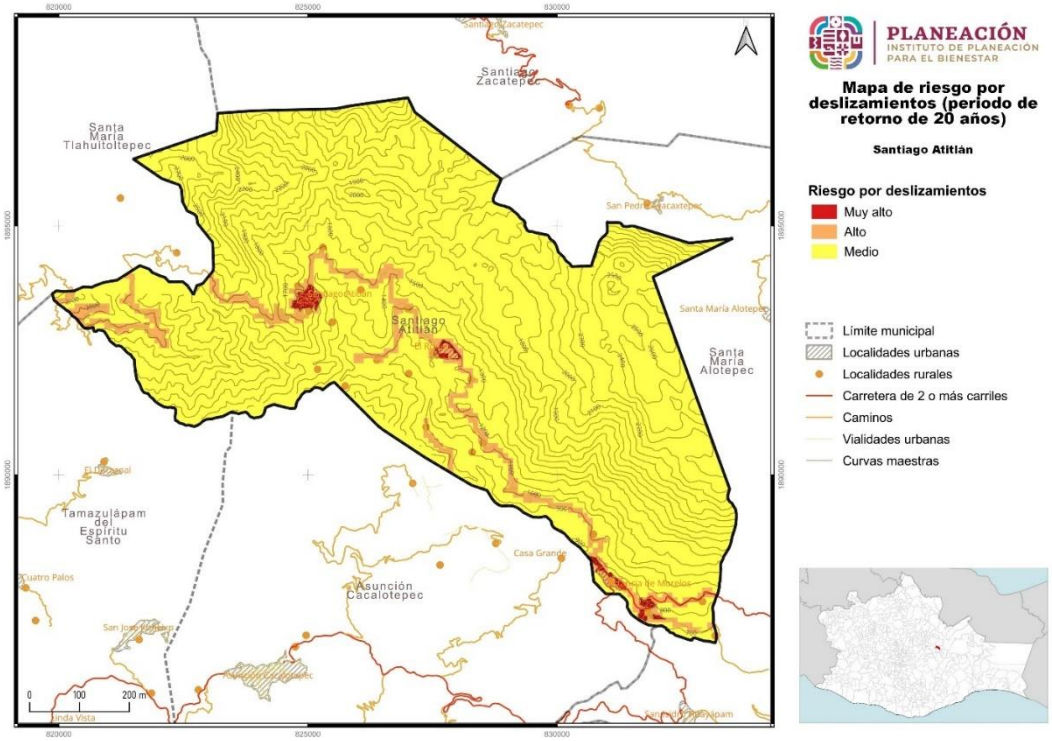
V.8.1.2. Riesgo por deslizamiento periodo de retorno de 20 años

En la siguiente tabla se muestra la información detallada con relación al riesgo por deslizamiento en un periodo de retorno de veinte años, existen tres clasificaciones de riesgo existente en el municipio: Muy Alto, Alto y Medio, siendo la de Medio la clasificación predominante.

Tabla 154. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 20 años.

Riesgo por deslizamientos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	40.1	0.57
Alto	417.41	5.88
Medio	6636.36	93.55

Mapa 105. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 20 años.



Para el periodo de retorno de veinte años tenemos que el riesgo por deslizamiento, el mayor porcentaje lo tenemos en una superficie de 6,636.36 hectáreas, lo que equivale al 93.55% del total del territorio del municipio, Y este porcentaje corresponde a la clasificación de Riesgo “Medio”. Como segunda clasificación se tiene el Riesgo “Alto” en una superficie de 417.41 hectáreas las cuales representan el 5.88% del territorio, y Por último le sigue la clasificación “Muy Alto” con una superficie de 40.10 hectáreas que representa el 0.57% del territorio.

Con la elaboración de este mapa de riesgos se está en posibilidad de conocer aquellas zonas que tengan algún nivel de riesgo, en este caso el Mapa de Riesgo por Deslizamiento en un periodo de retorno de veinte años indica que la clasificación de Riesgo “Medio”, se tienen a lo largo de la mayor superficie del territorio. Como Riesgo “Muy Alto” se tiene en la cabecera municipal y la agencia de él Rodeo y como Riesgo “Alto” en las demás localidades del municipio, por lo que deberán de tomar acciones de mitigación ante este tipo de fenómenos.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto” riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo “Alto” y “Muy Alto” que serían las áreas de asentamientos en este caso.

Con la implementación de estas medidas podremos minimizar los daños que se pudiesen generar con la presencia de este tipo de fenómenos como lo son los deslizamientos, tanto en cuestiones de infraestructura como pérdidas humanas.

V.8.1.3. Riesgo por Deslizamientos periodo de retorno de 50 años

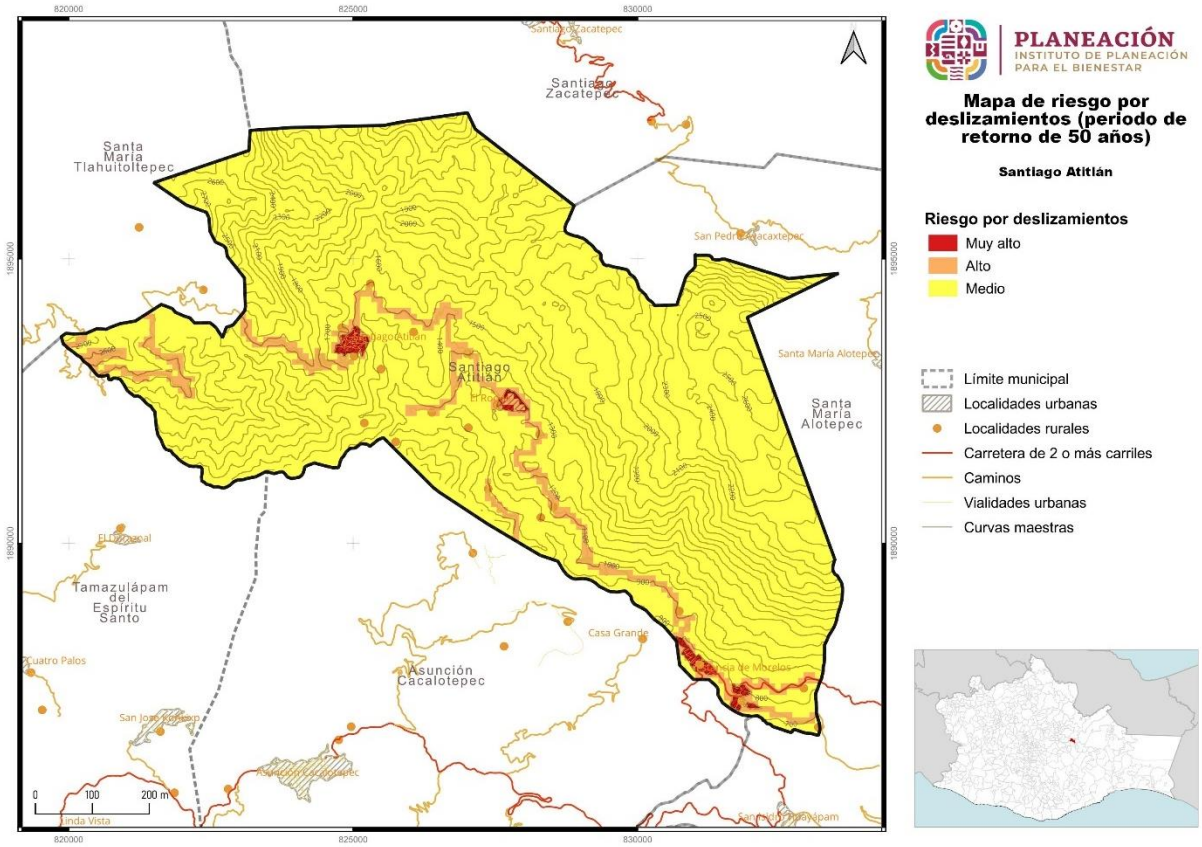
En la presente tabla se detalla la información relacionada con Riesgo por Deslizamiento en un periodo de retorno de cincuenta años, se mantiene la misma clasificación que en los periodos anteriores: “Muy Alto”, “Alto” y “Medio”, siendo la de Riesgo “Medio” la clasificación sobresaliente.

Tabla 155. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 50 años.

Riesgo por deslizamientos (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	44.82	0.63
Alto	420.18	5.92
Medio	6628.87	93.44

Para el periodo de retorno de cincuenta años el riesgo por deslizamiento se tiene en una superficie de 6,628.87 hectáreas, lo que equivale al 93.44% del total del territorio del municipio con un nivel de riesgo “Medio”, la segunda clasificación corresponde al Riesgo “Alto” en una superficie de 420.18 hectáreas las cuales representan el 5.92% del territorio y Por último, le sigue la clasificación “Muy Alto” con una superficie de 44.82 hectáreas que representa el 0.63% del territorio.

Gráfica 18. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 50 años.



El Mapa de Riesgo por deslizamiento en un periodo de retorno de cincuenta años tiene las mismas características que el mapa anterior, nos muestra que la clasificación de Riesgo “Medio”, es la que representa la mayor superficie del territorio.

Como Riesgo “Muy Alto” se tiene en la cabecera municipal y la agencia de él Rodeo y como Riesgo “Alto” en las demás localidades del municipio, por lo que deberán de tomar acciones de mitigación ante este tipo de fenómenos.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto” riesgo, regulación sobre las

construcciones en las zonas de riesgo “Alto” y “Muy Alto” que serían las áreas de asentamientos en este caso.

Con la implementación de estas medidas podremos minimizar los daños que se pudiesen generar con la presencia de este tipo de fenómenos como lo son los deslizamientos, tanto en cuestiones de infraestructura como pérdidas humanas.

V.8.1.5 Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 5 años

En la presente tabla se muestra la información detallada con relación al riesgo por derrumbes en un periodo de retorno de cinco años. Encontramos información de las superficies, así como los porcentajes que representan estas superficies en el territorio. Las clasificaciones que aquí tenemos son las siguientes: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”, siendo la de riesgo “Medio” la clasificación sobresaliente.

Tabla 156. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 5 años.

Riesgo por caída de derrumbes (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	25.77	0.36
Alto	401.08	5.65
Medio	6667.03	93.98

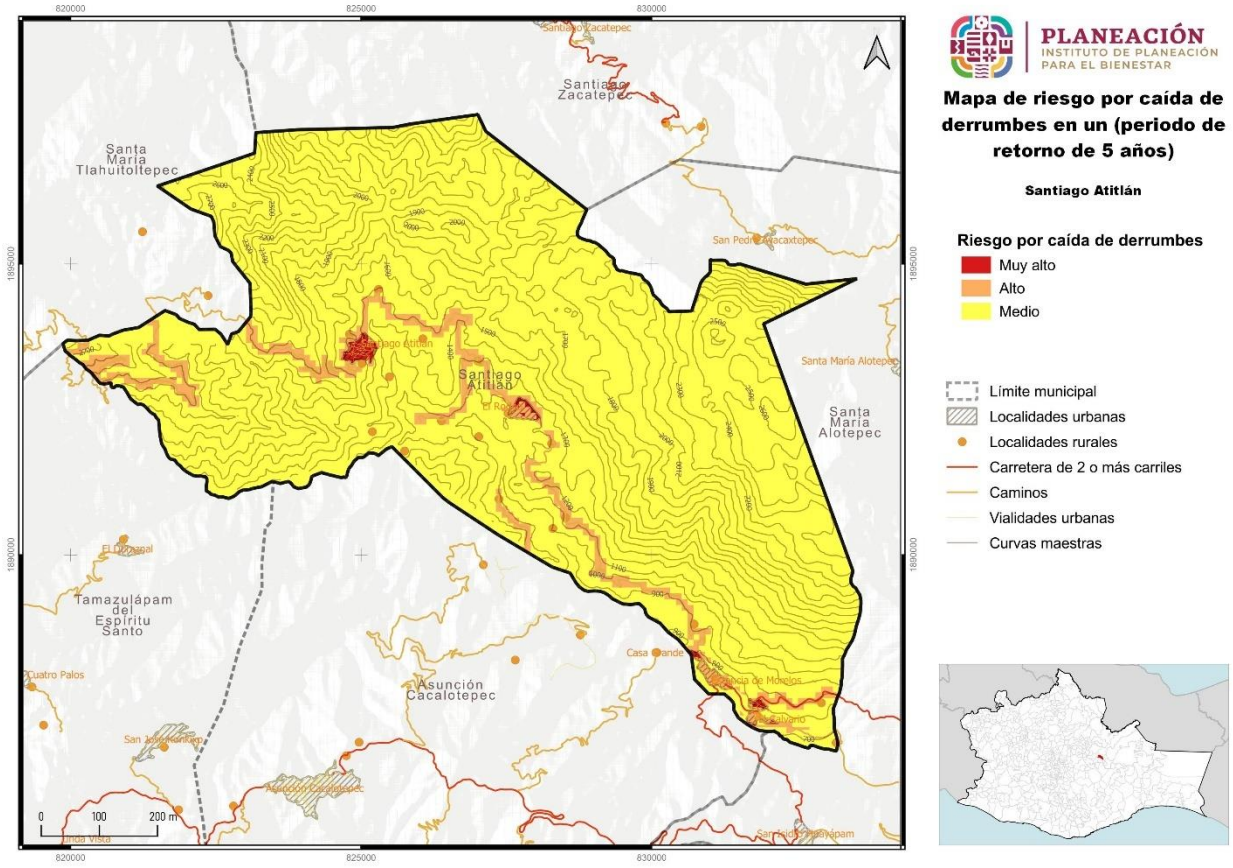
Para el periodo de retorno de cinco años se tiene que, en el riesgo por derrumbes, el mayor porcentaje lo encontramos en una superficie de 6,667.03 hectáreas, lo que equivale al 93.98% del total del territorio del municipio. Y este porcentaje corresponde a la clasificación de riesgo “Medio”.

Como siguiente clasificación se tiene el Riesgo por caída de derrumbes “Alto” en una superficie de 401.08 hectáreas las cuales representan el 5.65% del territorio y por último la categoría de Riesgo “Muy Alto”, con una superficie de 25.77 hectáreas, esta superficie alcanza el 0.36% del territorio.

Con la elaboración de este mapa de riesgos se identifican aquellas zonas que se encuentran en algún nivel de Riesgo por Derrumbes en un periodo de retorno de cinco años y muestra que la clasificación de Riesgo “Medio”, es la que representa la mayor superficie del territorio.

Como Riesgo “Muy Alto” se tiene en la cabecera municipal y la agencia de él Rodeo y como Riesgo “Alto” en las demás localidades del municipio, por lo que deberán de tomar acciones de mitigación ante este tipo de fenómenos.

Mapa 106. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 5 años.



Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto” riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo “Alto” y “Muy alto” que serían las áreas con asentamientos en este caso.

Con la implementación de estas medidas se minimizarán los daños que se pudiesen generar con la presencia de este tipo de fenómenos como lo son los derrumbes, tanto en cuestiones de infraestructura como pérdidas humanas.

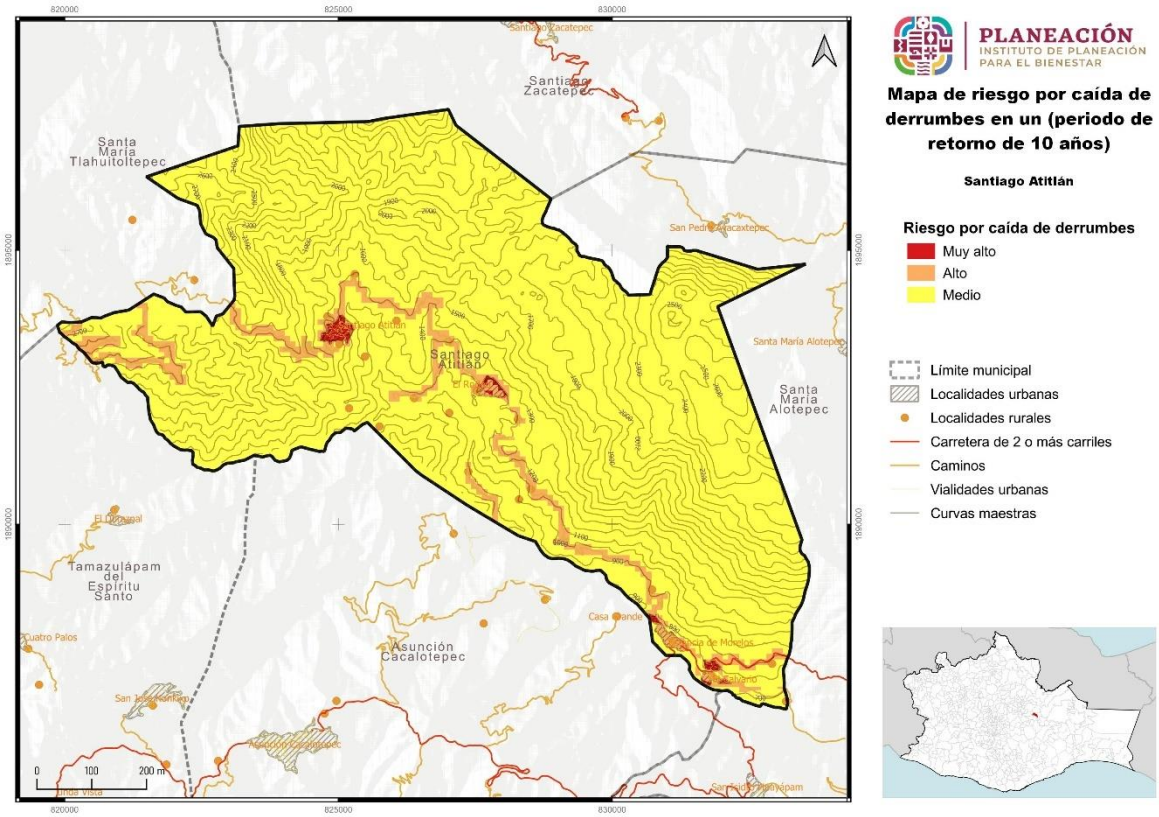
V.8.1.6 Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 10 años

En la presente tabla se muestra la información detallada con relación al riesgo por derrumbes en un periodo de retorno de diez años. Encontramos información de las superficies, así como los porcentajes que representan estas superficies en el territorio. Las clasificaciones que aquí tenemos son las siguientes: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”, siendo la de riesgo “Medio” la clasificación sobresaliente.

Tabla 157. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 10 años.

Riesgo por caída de derrumbes (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	29.3	0.41
Alto	406.34	5.73
Medio	6658.22	93.86

Mapa 107. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 10 años.



Para el periodo de retorno de diez años se tiene que el riesgo por derrumbes, el mayor porcentaje lo encontramos en una superficie de 6,658.22 hectáreas, lo que equivale al 93.86% del total del territorio del municipio. Y este porcentaje corresponde a la clasificación de riesgo “Medio”.

Como siguiente clasificación se tiene el Riesgo por caída de derrumbes “Alto” en una superficie de 406.34 hectáreas las cuales representan el 5.73% del territorio y Por último la categoría de Riesgo “Muy Alto” con una superficie de 29.3 hectáreas que representa el 0.41% del territorio.

En este mapa de riesgos se identifican aquellas zonas que se encuentran en algún nivel de Riesgo por Derrumbes en un periodo de retorno de diez años y muestra que la clasificación de Riesgo “Medio”, es la que representa la mayor superficie del territorio.

Como Riesgo “Muy Alto” se tiene en la cabecera municipal y la agencia de él Rodeo, y como Riesgo “Alto” en las demás localidades del municipio, por lo que deberán de tomar acciones de mitigación ante este tipo de fenómenos.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto” riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo “Alto” y “Muy alto” que serían las áreas con asentamientos en este caso.

Con la implementación de estas medidas se minimizarán los daños que se pudiesen generar con la presencia de este tipo de fenómenos como lo son los derrumbes, tanto en cuestiones de infraestructura como pérdidas humanas.

V.8.1.7 Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 20 años

Como se enlista a continuación con relación al riesgo por derrumbes en un periodo de retorno de veinte años. Encontramos información de las superficies, así como los porcentajes que representan estas superficies en el territorio. Las clasificaciones que aquí tenemos son las siguientes: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”, siendo la de riesgo “Medio” la clasificación sobresaliente.

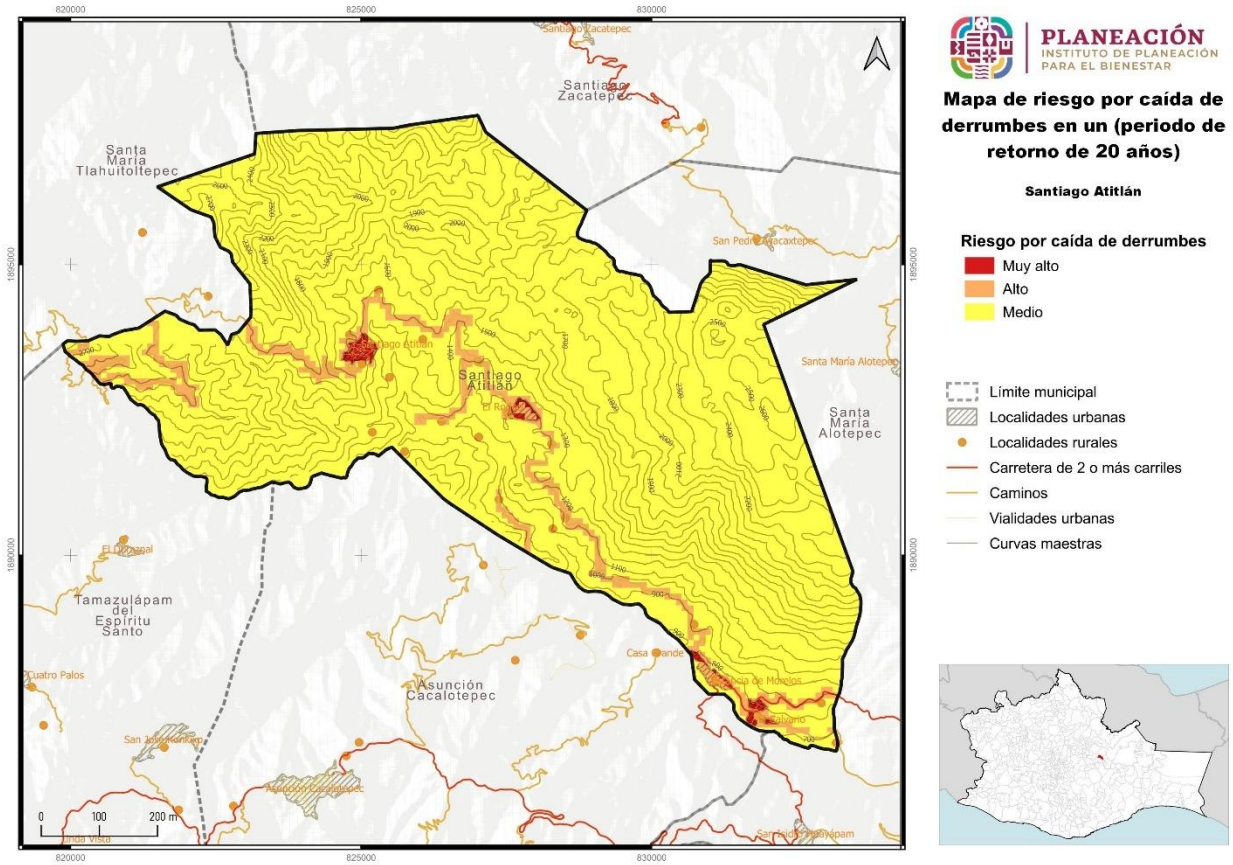
Tabla 158. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 20 años.

Riesgo por caída de derrumbes (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	35.98	0.51
Alto	413.13	5.82
Medio	6644.77	93.67

Para el periodo de retorno de veinte años se tiene que el riesgo por derrumbes, el mayor porcentaje lo encontramos en una superficie de 6,644.77 hectáreas, lo que equivale al 93.67% del total del territorio del municipio. Y este porcentaje corresponde a la clasificación de riesgo “Medio”.

Como siguiente clasificación se tiene el Riesgo por caída de derrumbes “Alto” en una superficie de 413.13 hectáreas las cuales representan el 5.82% del territorio. Por último, la categoría de Riesgo “Muy Alto” con una superficie de 35.98 hectáreas que representa el 0.51% del territorio.

Mapa 108. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 20 años.



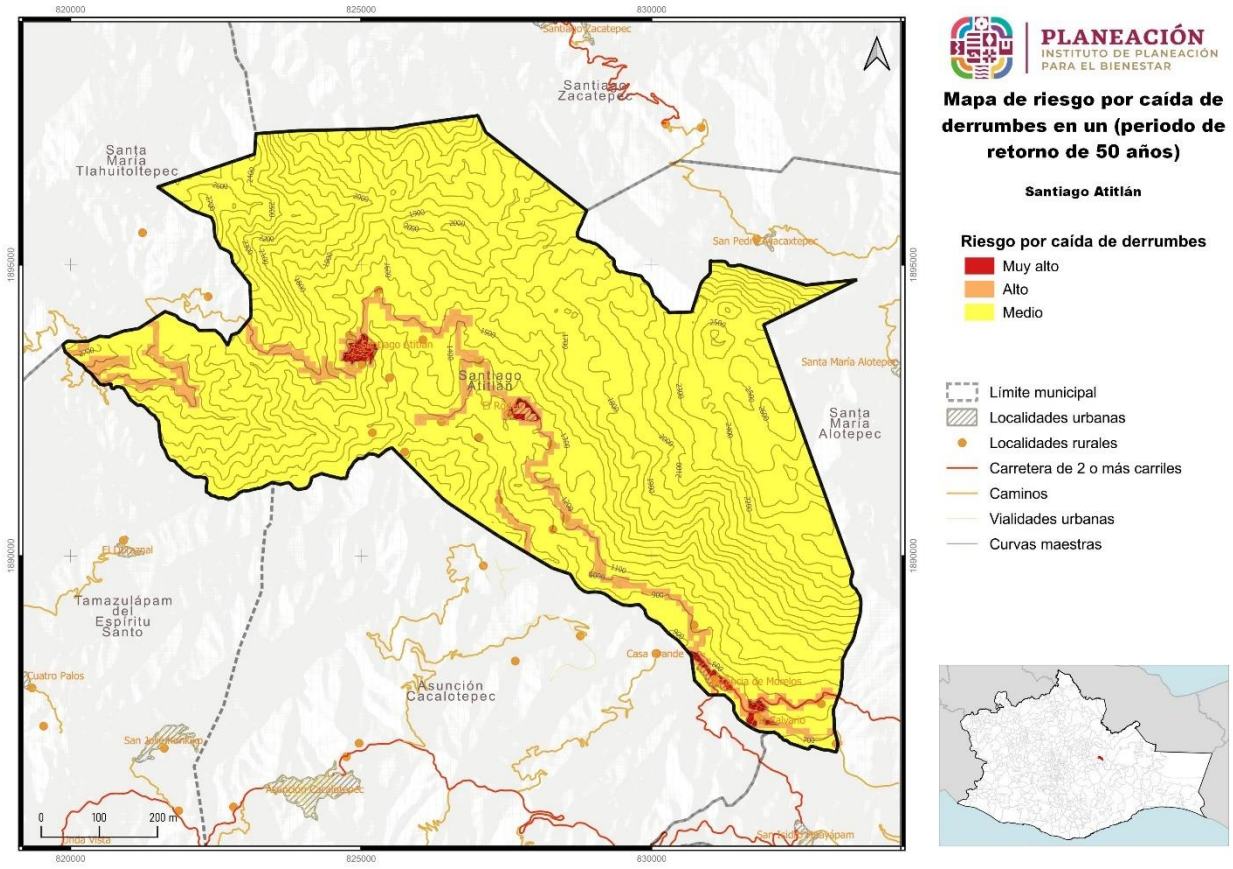
V.8.1.8 Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 50 años

Como se enlista a continuación con relación al riesgo por derrumbes en un periodo de retorno de veinte años. Encontramos información de las superficies, así como los porcentajes que representan estas superficies en el territorio. Las clasificaciones que aquí tenemos son las siguientes: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”, siendo la de riesgo “Medio” la clasificación sobresaliente.

Tabla 159. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 50 años.

Riesgo por caída de derrumbes (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	40.08	0.56
Alto	417.89	5.89
Medio	6635.9	93.54

Mapa 109. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 50 años



Para el periodo de retorno de veinte años se tiene que el riesgo por derrumbes, el mayor porcentaje lo encontramos en una superficie de 6,635.9 hectáreas, lo que equivale al 93.54% del total del territorio del municipio. Y este porcentaje corresponde a la clasificación de riesgo “Medio”.

Como siguiente clasificación se tiene el Riesgo por caída de derrumbes “Alto” en una superficie de 417.89 hectáreas las cuales representan el 5.89% del territorio y Por último la categoría de Riesgo “Muy Alto”, con una superficie de 40.08 hectáreas, esta superficie alcanza el 0.56% del territorio.

V.8.1.10 Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 5 años

En la siguiente tabla se detalla la información como: clasificación del riesgo, superficie en hectáreas y porcentaje del territorio, la presencia del riesgo por caída de detritos en el municipio de Santiago Atitlán tiene cuatro clasificaciones, siendo la clasificación "Media" la que cuenta con la extensión territorial más grande, seguida de la clasificación "Alto", le sigue la clasificación "Bajo", y por último la clasificación "Muy0 Alto"

Tabla 160. 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	7.39	0.1
Alto	212.48	3
Medio	6854.77	96.63
Bajo	19.33	0.27

La tabla de riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de cinco años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 6,854.77 hectáreas, lo que equivale al 96.63% del total del territorio y corresponde a la clasificación de Riesgo "Medio".

Como segunda clasificación identificada como Riesgo "Alto" se limita a una superficie de 212.48 hectáreas que corresponde el 3.00% del total del territorio, le sigue la clasificación identificada como Riesgo "Bajo" con una superficie de 19.33 hectáreas que corresponde el 0.27% del total del territorio, y por último la categoría de Riesgo "Muy alto" con una superficie de 7.39 hectáreas que equivale al 0.1% del total del territorio.

Por lo que las acciones a realizar para mitigar estas afectaciones son de suma importancia y se tiene que poner énfasis en el tipo de obras que se ejecutarán.

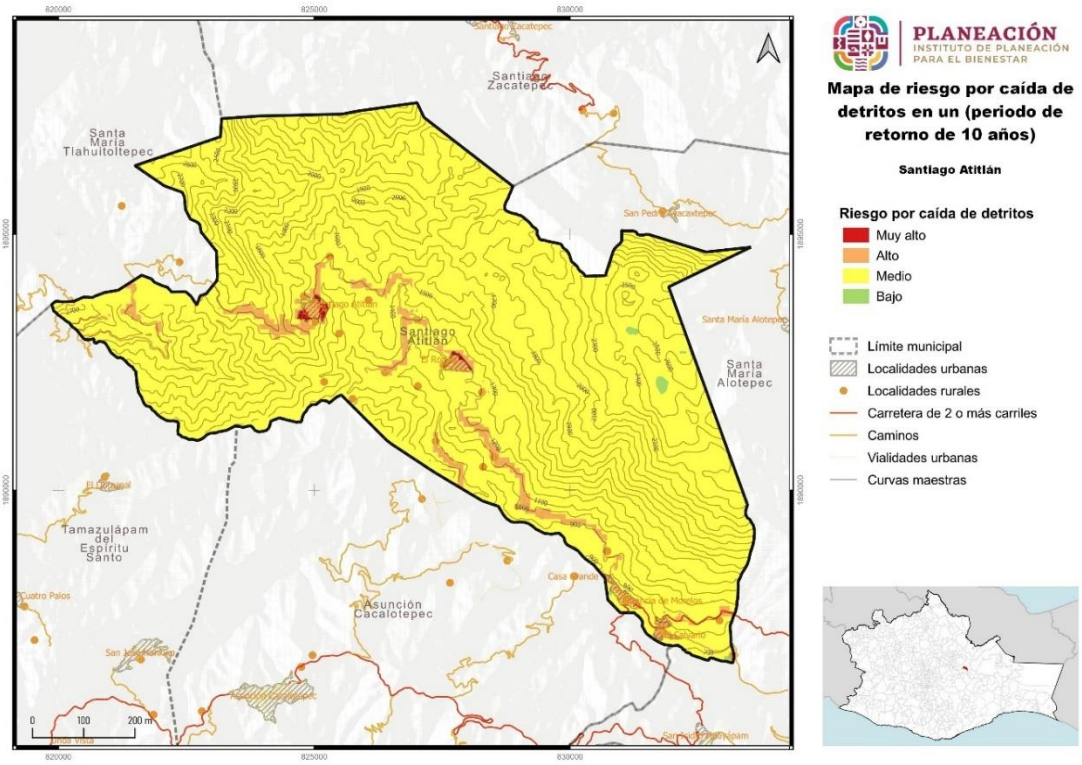
V.8.1.11 Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 10 años

En la tabla siguiente se detalla la información como: clasificación del riesgo, superficie en hectáreas y porcentaje del territorio, la presencia del riesgo por caída de detritos en el municipio de Santiago Atitlán tiene cuatro clasificaciones, siendo la clasificación "Media" la que cuenta con la extensión territorial más grande, seguida de la clasificación "Alto", le sigue la clasificación "Bajo" y por último la clasificación "Muy Alto"

Tabla 161. 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	10.56	0.15
Alto	242.2	3.41
Medio	6826.98	96.24
Bajo	14.12	0.2

Mapa 110. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 10 años.



La tabla de riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de diez años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 6,826.98 hectáreas, lo que equivale al 96.24% del total del territorio y corresponde a la clasificación de Riesgo “Medio”.

Como segunda clasificación identificada como Riesgo “Alto” se limita a una superficie de 242.2 hectáreas que corresponde el 3.41% del total del territorio, le sigue la clasificación identificada como Riesgo “Bajo” con una superficie de 14.12 hectáreas que corresponde el 0.2% del total del territorio y por último la categoría de Riesgo “Muy alto” con una superficie de 10.56 hectáreas que equivale al 0.15 % del total del territorio.

Por lo que las acciones a realizar para mitigar estas afectaciones son de suma importancia y se tiene que poner énfasis en el tipo de obras que se ejecutarán.

Este análisis indica que el Municipio de Santiago Atitlán, tiene una inclinación hacia las zonas con clasificación “Media”. Para el caso del fenómeno de caída de detritos, el plan de gestión deberá incluir actividades de monitoreo constante sobre todo en las áreas con clasificación “Alta” y “Muy Alta”. Las obras para realizar deberán estar con estricto apego a las normas de diseño.

V.8.1.12 Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 20 años

En la tabla siguiente se detalla la información como: clasificación del riesgo, superficie en hectáreas y porcentaje del territorio, la presencia del riesgo por caída de detritos en el municipio de Santiago Atitlán tiene cuatro clasificaciones, siendo la clasificación “Media” la que cuenta con la extensión territorial más grande, seguida de la clasificación “Alto”, le sigue la clasificación “Muy alto” y por último la clasificación “Bajo”.

Tabla 162. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 20 años.

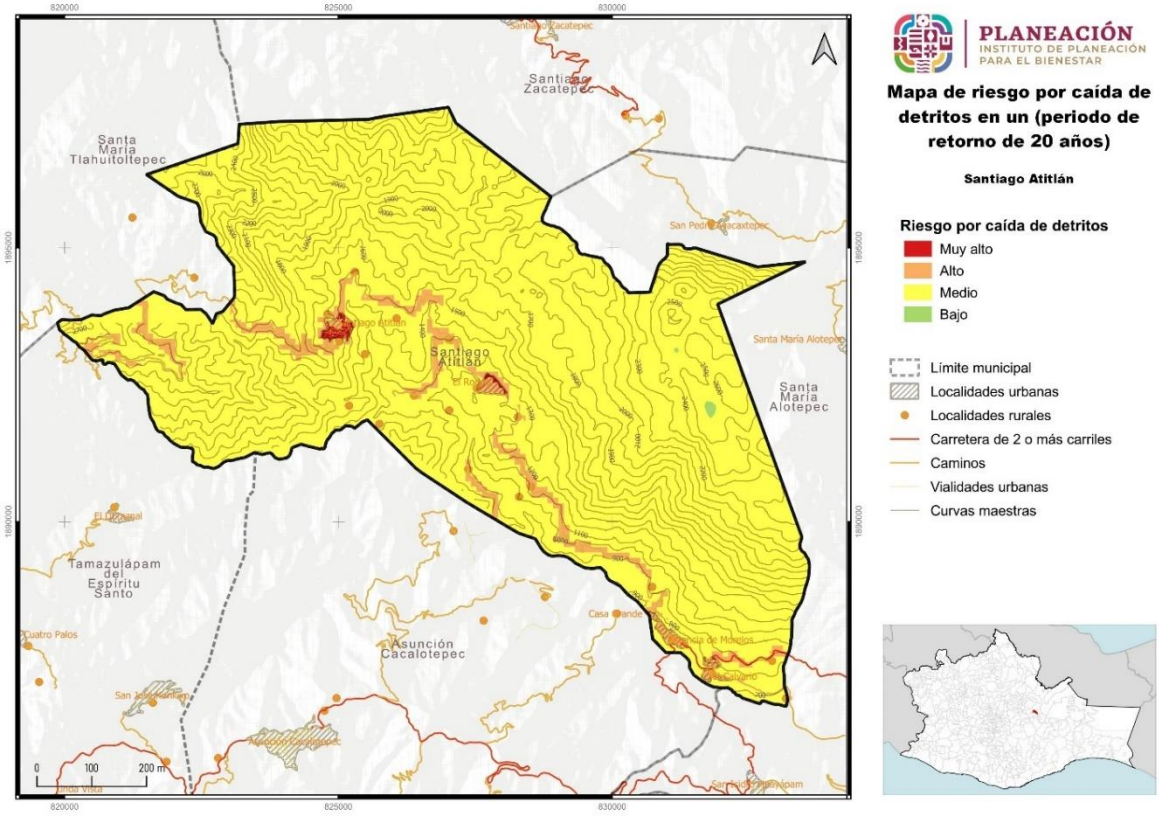
Riesgo por caída de detritos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	17.12	0.24
Alto	312.43	4.4
Medio	6757.66	95.26
Bajo	6.6	0.09

La tabla de riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de veinte años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 6,757.66 hectáreas, lo que equivale al 95.26% del total del territorio y corresponde a la clasificación de Riesgo “Medio”.

Como segunda clasificación identificada como Riesgo “Alto” se limita a una superficie de 312.43 hectáreas que corresponde el 4.4% del total del territorio, le sigue la clasificación identificada como Riesgo “Muy alto” con una superficie de 17.12 hectáreas que corresponde el 0.24% del total del territorio y por último la categoría de Riesgo “Bajo” con una superficie de 6.6 hectáreas que equivale al 0.09% del total del territorio.

Por lo que las acciones a realizar para mitigar estas afectaciones son de suma importancia y se tiene que poner énfasis en el tipo de obras que se ejecutarán.

Mapa 111. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 20 años.



Este análisis indica que el Municipio de Santiago Atitlán, tiene una inclinación hacia las zonas con clasificación “Media”. Para el caso del fenómeno de caída de detritos, el plan de gestión deberá incluir actividades de monitoreo constante sobre todo en las áreas con clasificación “Alta” y “Muy Alta”. Las obras para realizar deberán estar con estricto apego a las normas de diseño.

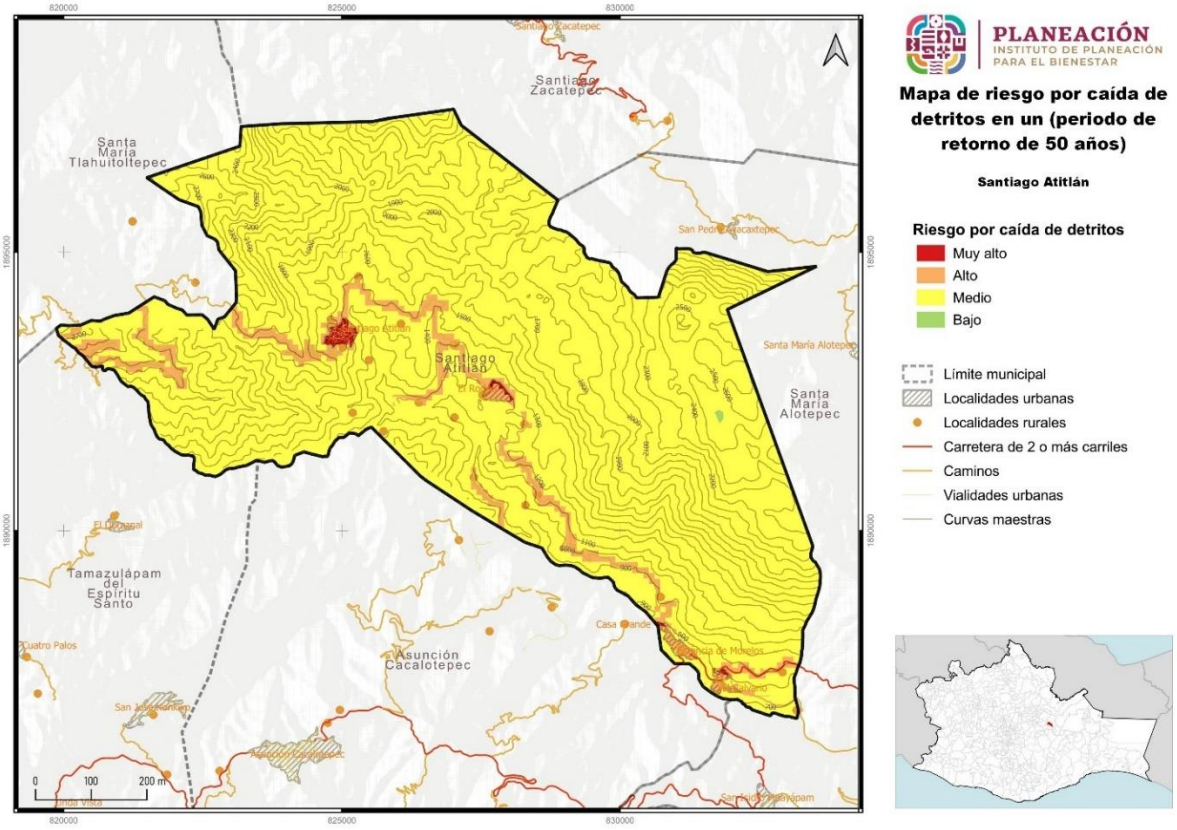
V.8.1.13 Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 50 años

En la tabla siguiente se detalla la información como: clasificación del riesgo, superficie en hectáreas y porcentaje del territorio, la presencia del riesgo por caída de detritos en el municipio de Santiago Atitlán tiene cuatro clasificaciones, siendo la clasificación “Media” la que cuenta con la extensión territorial más grande, seguida de la clasificación “Alto”, le sigue la clasificación “Muy alto” y por último la clasificación “Bajo”.

Tabla 163. 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	23	0.32
Alto	383.71	5.41
Medio	6684.01	94.22
Bajo	3.16	0.04

Mapa 112. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 50 años.



La tabla de riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de cincuenta años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 6,684.01 hectáreas, lo que equivale al 94.22% del total del territorio y corresponde a la clasificación de Riesgo “Medio”.

Como segunda clasificación identificada como Riesgo “Alto” se limita a una superficie de 383.71 hectáreas que corresponde el 5.41 % del total del territorio, le sigue la clasificación identificada como Riesgo “Muy alto” con una superficie de 23 hectáreas que corresponde el 0.32% del total del territorio, y por último la categoría de Riesgo “Bajo” con una superficie de 3.16 hectáreas que equivale al 0.04% del total del territorio.

Por lo que las acciones a realizar para mitigar estas afectaciones son de suma importancia y se tiene que poner énfasis en el tipo de obras que se ejecutarán.

Este análisis indica que el Municipio de Santiago Atitlán, tiene una inclinación hacia las zonas con clasificación “Media”. Para el caso del fenómeno de caída de detritos, el plan de gestión deberá incluir actividades de monitoreo constante sobre todo en las áreas con clasificación “Alta” y “Muy Alta”. Las obras para realizar deberán estar con estricto apego a las normas de diseño.

V.1.1.14 Riesgos por Flujos periodo de retorno de 5 años

Los Riesgos por Flujos de Detritos son uno de los procesos de remoción en masa más destructivos en todo el mundo, dado que se generan en las zonas montañosas y se depositan en abanicos aluviales o llanuras aluviales ocupadas por asentamientos humanos.

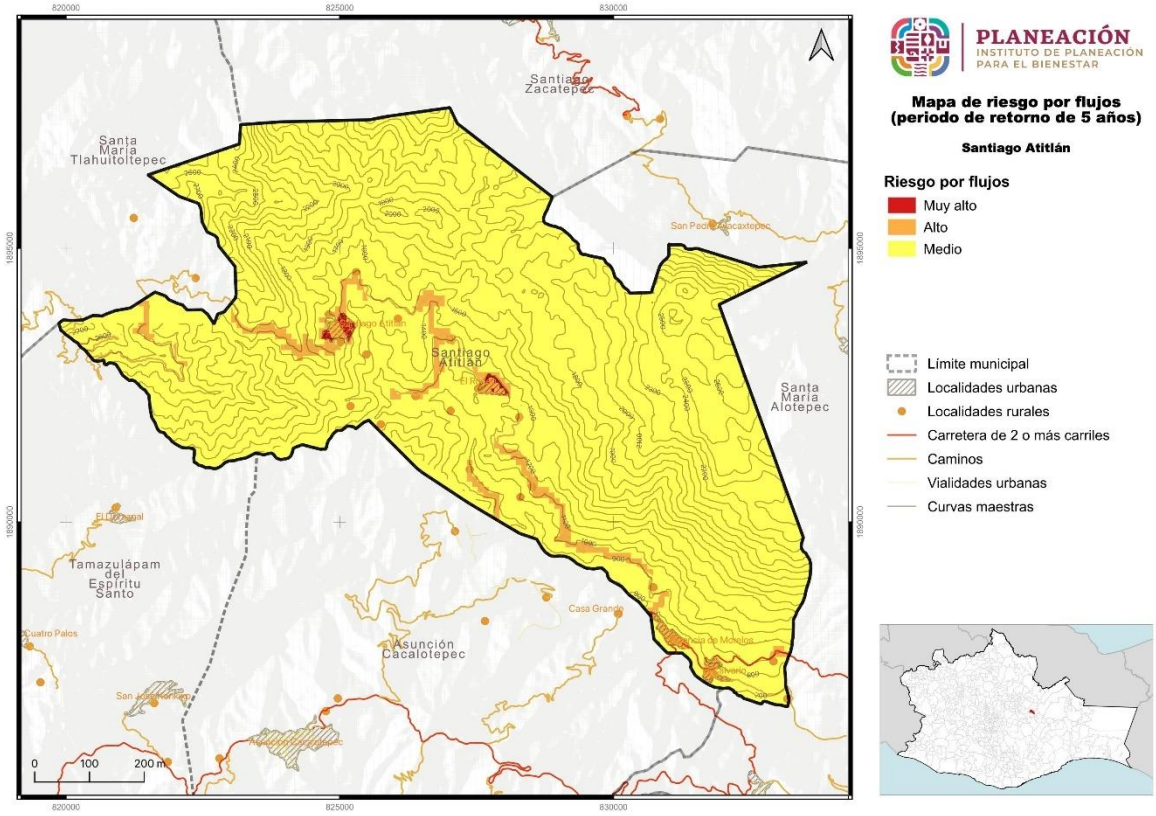
Para el caso del Flujo de Detritos en el municipio de Santiago Atitlán se tienen tres categorías de riesgos: “Muy alto”, “Alto” y “Medio” tal y como se muestra en la tabla siguiente, teniendo como el riesgo Medio con el porcentaje más alto o con más extensión en el territorio del municipio en un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 164. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 5 años.

Riesgo por flujos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	13.81	0.19
Alto	264.95	3.73
Medio	6815.11	96.07

El grado de Riesgo por Flujo de Detritos en el territorio de Santiago Atitlán en un período de retorno de cinco años se distribuye de la siguiente manera: Con el 0.19% se tiene una superficie de 13.81 hectáreas, y la clasificación para esta extensión territorial es la de Riesgo “Muy Alto”. La categoría de riesgo “Alto”, ocupa una superficie de 264.95 hectáreas, esta extensión territorial representa el 3.73%. y por último se tiene la siguiente categoría que corresponde al Riesgo “Medio” con una extensión de 6,815.11 hectáreas, esta superficie equivale al 96.07% del total del territorio y que es la clasificación que predomina.

Mapa 113. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 5 años.



El Mapa de Riesgo por Flujo de Detritos en un periodo de retorno de cinco años nos indica que la clasificación de riesgo “Medio”, es la que abarca la mayor superficie del territorio. Como Riesgo “Alto” las zonas con asentamientos de las localidades del municipio, y la categoría de Riesgo “Muy Alto” se limita a la cabecera municipal que es Santiago Atitlán y la agencia de él Rodeo. Que serán las zonas afectadas.

Con base en este análisis podemos determinar que el municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto”.

V.1.1.15 Peligro por Flujos periodo de retorno de 10 años

Los Riesgos por Flujos de Detritos son uno de los procesos de remoción en masa más destructivos en todo el mundo, dado que se generan en las zonas montañosas y se depositan en abanicos aluviales o llanuras aluviales ocupadas por asentamientos humanos.

Para el caso del Flujo de Detritos en el municipio de Santiago Atitlán se tienen tres categorías de riesgos: “Muy alto”, “Alto” y “Medio” tal y como se muestra en la tabla siguiente, teniendo como el riesgo Medio con el porcentaje más alto o con más extensión en el territorio del municipio en un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 165. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años.

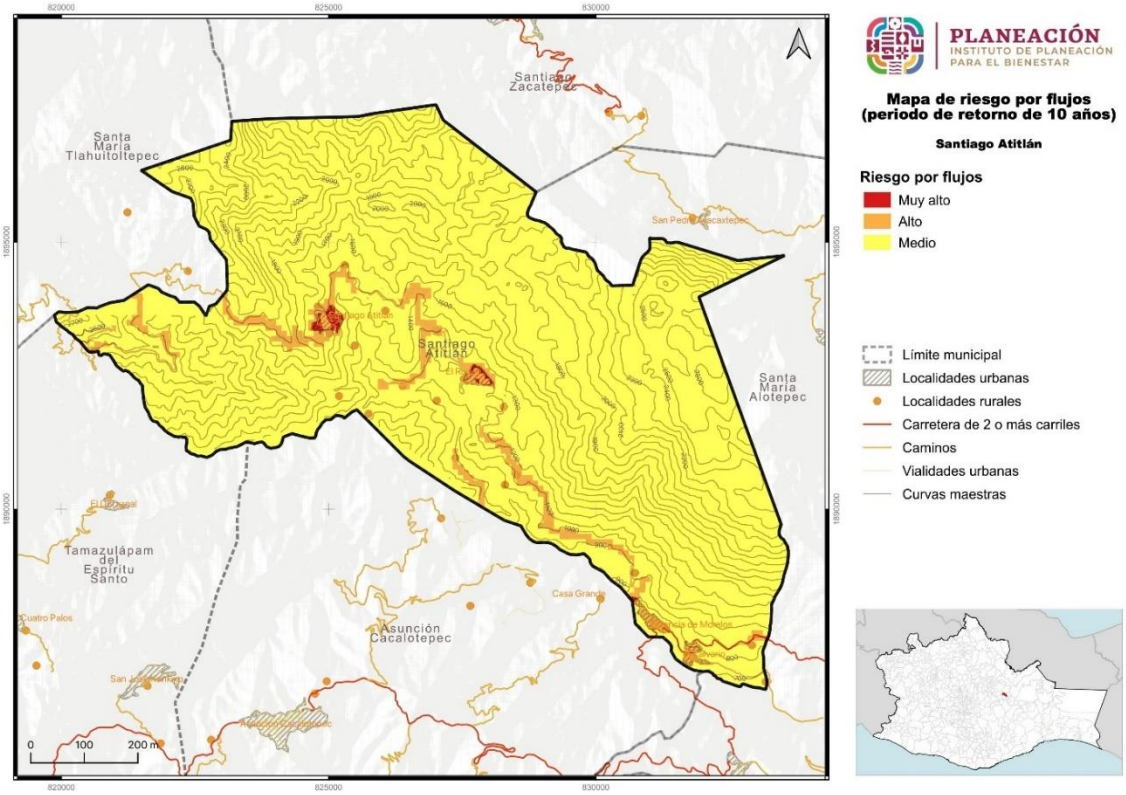
Riesgo por flujos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	17.83	0.25
Alto	286.18	4.03
Medio	6789.86	95.71

El grado de Riesgo por Flujo de Detritos en el territorio de Santiago Atitlán en un período de retorno de diez años se distribuye de la siguiente manera: Con el 0.25% se tiene una superficie de 17.83 hectáreas, y la clasificación para esta extensión territorial es la de Riesgo “Muy Alto”. La categoría de riesgo “Alto”, ocupa una superficie de 286.18 hectáreas, esta extensión territorial representa el 4.03%, y por último se tiene la categoría de “Medio” con una superficie de 6,789.86 hectáreas que equivale el 95.71% del total del territorio.

El Mapa de Riesgo por Flujo de Detritos en un periodo de retorno de diez años nos indica que la clasificación de riesgo “Medio”, es la que abarca la mayor superficie del territorio. Como Riesgo “Alto” las zonas con asentamientos de las localidades del municipio, y la categoría de Riesgo “Muy Alto” se limita a la cabecera municipal que es Santiago Atitlán y la agencia de él Rodeo. Que serán las zonas afectadas.

Con base en este análisis podemos determinar que el municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto”.

Mapa 114. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 10 años



V.1.1.16 Peligro por Flujos periodo de retorno de 20 años

Para el caso del Flujo de Detritos en el municipio de Santiago Atitlán se tienen tres categorías de riesgos: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”, tal y como se muestra en la tabla siguiente, teniendo como el riesgo Medio con el porcentaje más alto o con más extensión en el territorio del municipio en un periodo de retorno de 20 años.

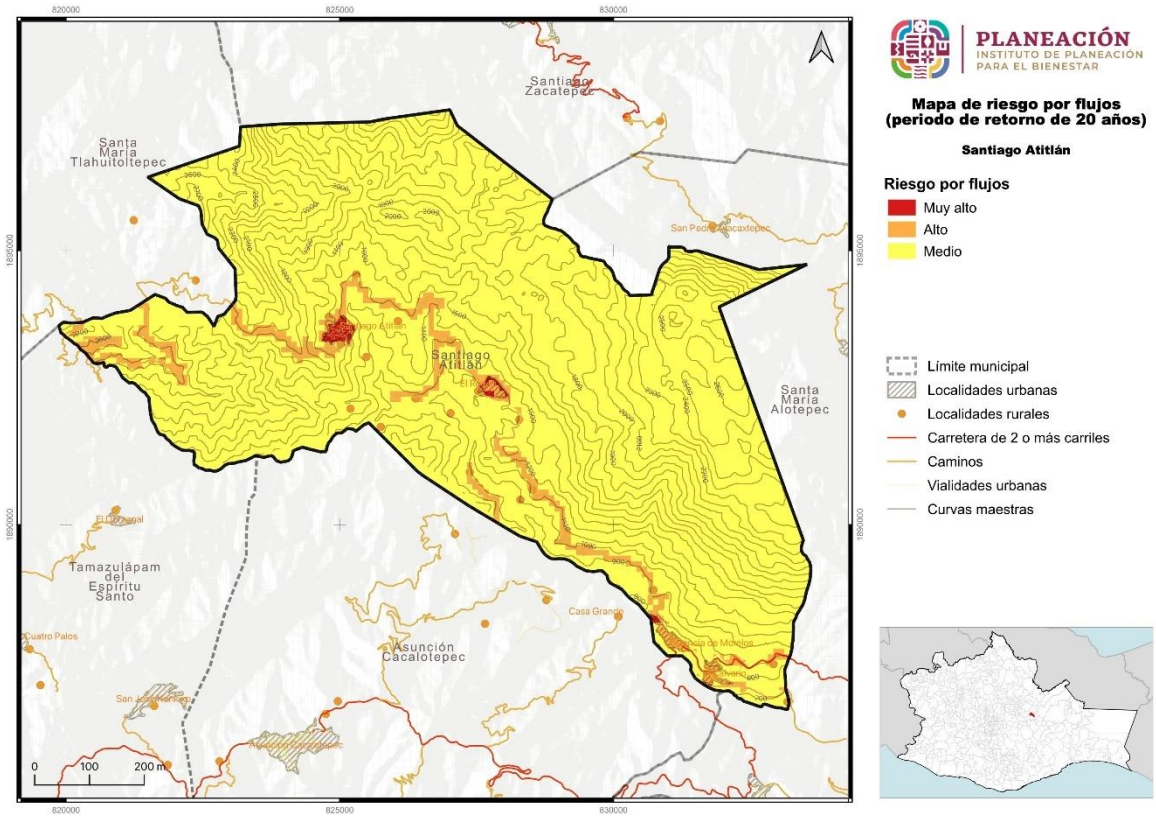
Tabla 166. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 20 años.

Riesgo por flujos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	24.85	0.35
Alto	372.4	5.25
Medio	6696.62	94.4

El grado de Riesgo por Flujo de Detritos en el territorio de Santiago Atitlán en un período de retorno de veinte años se distribuye de la siguiente manera: Con el 0.35% se tiene una superficie de 24.85 hectáreas, y la clasificación para esta extensión territorial es la de Riesgo “Muy Alto”. La categoría de riesgo “Alto”, ocupa una superficie

de 372.4 hectáreas, esta extensión territorial representa el 5.25% y por último se tiene la categoría de “Medio” con una superficie de 6,696.62 hectáreas que equivale el 94.4% del total del territorio y es la clasificación que predomina.

Mapa 115. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 20 años



El Mapa de Riesgo por Flujo de Detritos en un periodo de retorno de veinte años nos indica que la clasificación de riesgo “Medio”, es la que abarca la mayor superficie del territorio. Como Riesgo “Alto” las zonas con asentamientos de las localidades del municipio, y la categoría de Riesgo “Muy Alto” se limita a la cabecera municipal que es Santiago Atitlán y la agencia de él Rodeo. Que serán las zonas afectadas.

Con base en este análisis podemos determinar que el municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto”.

V.1.1.17 Peligro por flujos periodo de retorno de 50 años

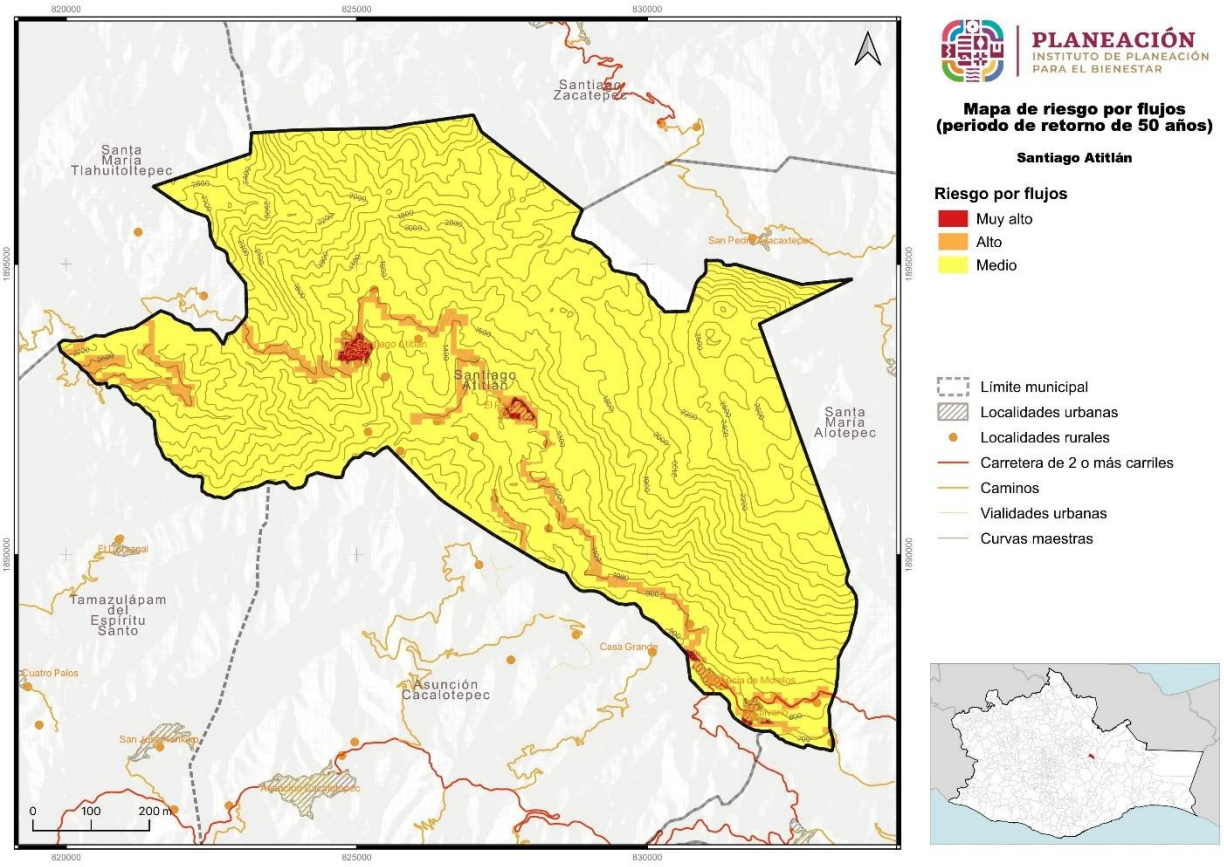
Para el caso del Flujo de Detritos en el municipio de Santiago Atitlán se tienen tres categorías de riesgos: “Muy alto”, “Alto” y “Medio” tal y como se muestra en la tabla siguiente, teniendo como el riesgo Medio con el porcentaje más alto o con más extensión en el territorio del municipio en un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 167. 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	27.43	0.39
Alto	402.91	5.68
Medio	6663.52	93.93

El grado de Riesgo por Flujo de Detritos en el territorio de Santiago Atitlán en un período de retorno de cincuenta años se distribuye de la siguiente manera: Con el 0.39% se tiene una superficie de 27.43 hectáreas, y la clasificación para esta extensión territorial es la de Riesgo “Muy Alto”. La categoría de riesgo “Alto”, ocupa una superficie de 402.91 hectáreas, esta extensión territorial representa el 5.68%, y por último se tiene la categoría de “Medio” con una superficie de 6,663.52 hectáreas que equivale el 93.93% del total del territorio la cual es la clasificación que predomina.

Mapa 116. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 50 años



El Mapa de Riesgo por Flujo de Detritos en un periodo de retorno de cincuenta años nos indica que la clasificación de riesgo “Medio”, es la que abarca la mayor superficie del territorio. Como Riesgo “Alto” las zonas con asentamientos de las localidades del municipio, y la categoría de Riesgo “Muy Alto” se limita a la cabecera municipal que es Santiago Atitlán y la agencia de él Rodeo. Que serán las zonas afectadas.

Con base en este análisis podemos determinar que el municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto”.

V.8.2 Peligro por Sismicidad

V.8.2.1. Riesgo por Sismo en un periodo de retorno de 10 años

El Riesgo Sísmico a la probabilidad de ocurrencia, dentro de un periodo y lugar determinados, de un sismo que cause ciertas pérdidas o daños. En el caso de la Sismicidad en el Municipio de Santiago Atitlán se obtuvieron datos con relación a dos tipos de clasificación por Riesgo: “Bajo” y “Muy bajo”.

Tabla 168. Riesgo por Aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 10 años.

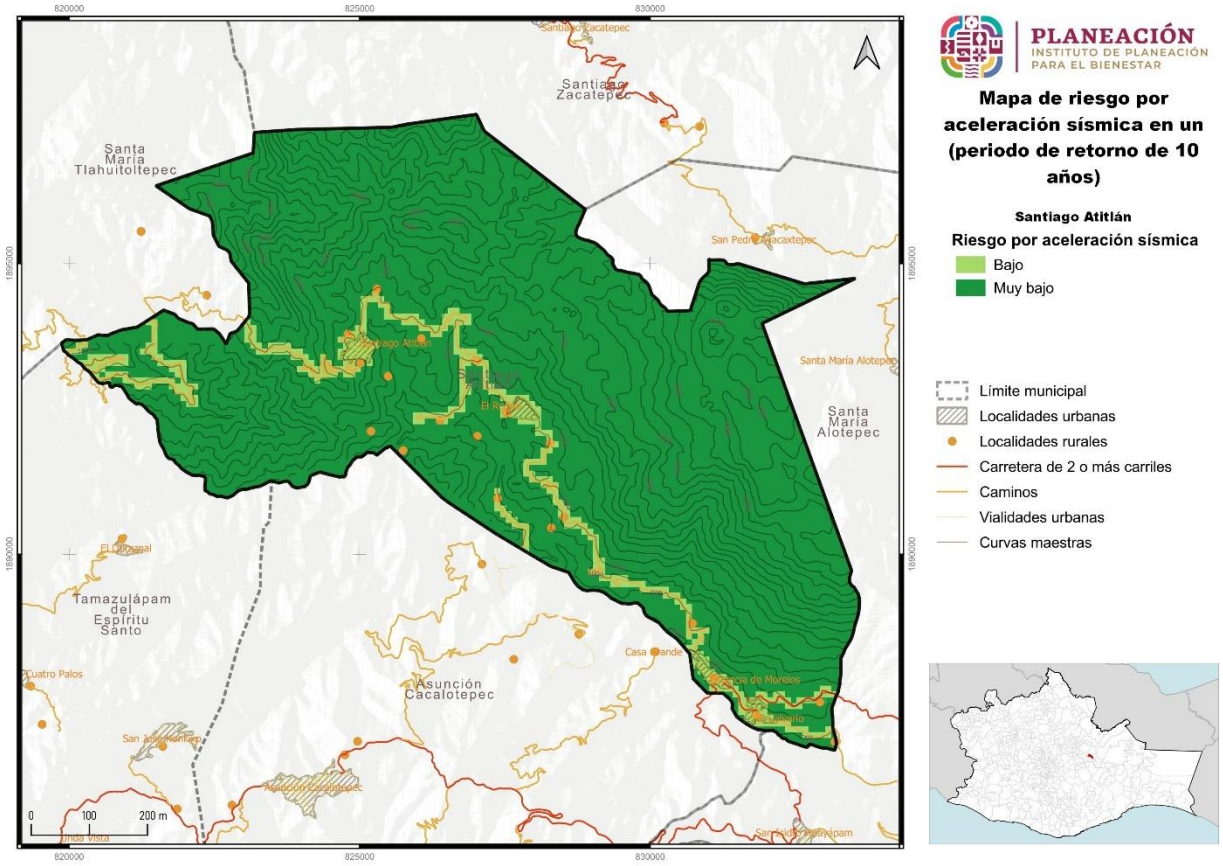
Riesgo por aceleración sísmica (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

Los registros que se tienen con respecto a los sismos en el municipio indican que los rangos de magnitud oscilan entre los 3.4 y los 4 grados, y de acuerdo con información de los pobladores, estos fenómenos rara vez son perceptivos.

Del análisis de la tabla anterior indica que el grado de Riesgo por aceleración sísmica en el territorio para un período de retorno de diez años se distribuye de la siguiente manera:

Con el 6.55% de la superficie que corresponde a 465 hectáreas el Riesgo por aceleración sísmica es “Bajo”, Como segunda categoría se tiene que para el Riesgo “Muy bajo”, ocupa una superficie de 6,628.87 hectáreas lo que corresponde al 93.44 % de la superficie municipal.

Mapa 117. Riesgo por Aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 10 años.



El mapa de riesgo por aceleración sísmica en un periodo de retorno de diez años nos muestra que la clasificación de Riesgo “Muy bajo”, es la que abarca la extensión territorial más grande. Como Riesgo “Bajo” se tienen los asentamientos humanos como la cabecera municipal de Santiago Atitlán y las agencias del municipio.

Con base en este análisis podemos determinar que el municipio de Santiago Atitlán puede implementar acciones como; Capacitación y realizar simulacros de sismos, definir rutas de evacuación, establecer señalética en áreas estratégicas.

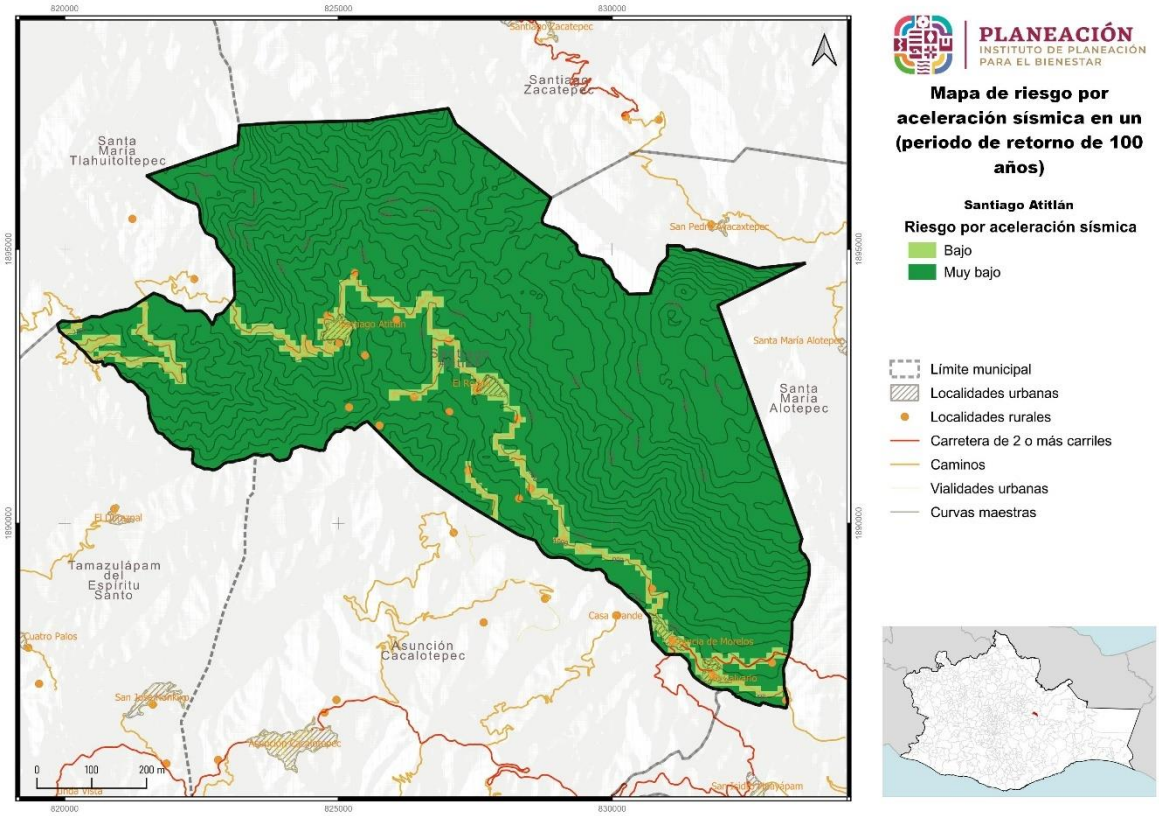
V.8.2.2 Riesgo por sismo en un periodo de retorno de 100 años

En el caso del Riesgo por aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 100 años, en el Municipio de Santiago Atitlán se tienen datos con relación a dos tipos de clasificación por Riesgo: “Bajo” y “Muy bajo”. Como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 169. 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	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

Gráfica 19. Riesgo por Aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 100 años.



Los registros que se tienen con respecto a los sismos en el municipio indican que los rangos de magnitud oscilan entre los 3.4 y los 4 grados, y de acuerdo con información de los pobladores, estos fenómenos rara vez son perceptivos.

Del análisis de la tabla anterior indica que el grado de Riesgo por aceleración sísmica en el territorio para un período de retorno de cien años se distribuye de la siguiente manera:

Con el 6.55 % de la superficie que corresponde a 465 hectáreas el Riesgo por aceleración sísmica es “Bajo”, Como segunda categoría se tiene que para el Riesgo “Muy bajo”, ocupa una superficie de 6,628.87 hectáreas lo que corresponde al 93.44 % de la superficie municipal.

El mapa de riesgo por aceleración sísmica en un periodo de retorno de cien años nos muestra que la clasificación de Riesgo “Muy bajo”, es la que abarca la extensión territorial más grande. Como Riesgo “Bajo” se tienen los asentamientos humanos como la cabecera municipal de Santiago Atitlán y las agencias del municipio.

Con base en este análisis podemos determinar que el municipio de Santiago Atitlán puede implementar acciones como; Capacitación y realizar simulacros de sismos, definir rutas de evacuación, establecer señalética en áreas estratégicas.

V.8.2.1. Riesgo por sismo en un periodo de retorno de 1000 años

El Riesgo Sísmico a la probabilidad de ocurrencia, dentro de un periodo y lugar determinados, de un sismo que cauce ciertas pérdidas o daños. Para el caso de la sismicidad en el municipio de Santiago Atitlán se muestran datos con relación a dos tipos de clasificación del riesgo: “Bajo” y “Muy bajo”.

Tabla 170. 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	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

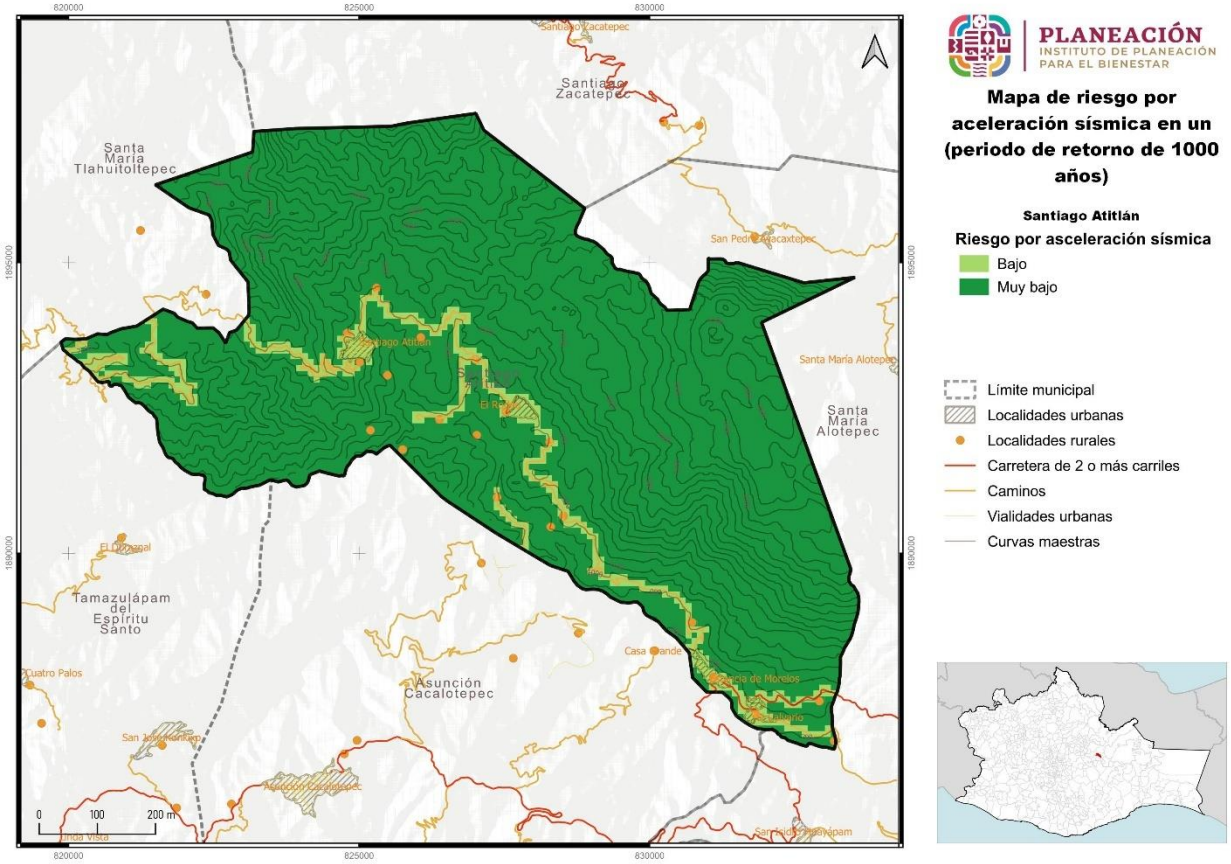
Los registros que se tienen con respecto a los sismos en el municipio indican que los rangos de magnitud oscilan entre los 3.4 y los 6 grados, y de acuerdo con información de los pobladores, estos fenómenos rara vez son perceptivos.

Del análisis de la tabla anterior indica que el grado de Riesgo por aceleración sísmica en el territorio para un período de retorno de mil años se distribuye de la siguiente manera:

Con el 6.55% de la superficie que corresponde a 465 hectáreas el Riesgo por aceleración sísmica es “Bajo” y como la segunda categoría se tiene que para el Riesgo

"Muy bajo", ocupa una superficie de 6,628.87 hectáreas lo que corresponde al 93.44% de la superficie municipal.

Mapa 118. Riesgo por Aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 1000 años.



El mapa de riesgo por aceleración sísmica en un periodo de retorno de mil años nos muestra que la clasificación de Riesgo "Muy bajo", es la que abarca la extensión territorial más grande. Como Riesgo "Bajo" se tienen los asentamientos humanos como la cabecera municipal de Santiago Atitlán y las agencias del municipio.

Con base en este análisis podemos determinar que el municipio de Santiago Atitlán puede implementar acciones como; Capacitación y realizar simulacros de sismos, definir rutas de evacuación, establecer señalética en áreas estratégicas.

V.8.3 Tsunami *

V.8.3.1 Riesgo por Tsunami

No Aplica para Este Municipio

V.8.4 Hundimientos (Subsidencia) y agrietamiento del terreno

V.8.4.1 Riesgo por subsidencia de suelo en el municipio

La subsidencia del terreno es un fenómeno caracterizado por el hundimiento gradual o movimiento descendente de la superficie terrestre. Puede ser desencadenado por varios factores, como la disolución de materiales en el subsuelo, la excavación de túneles o galerías mineras, la erosión profunda, la compactación de materiales del suelo y la actividad tectónica.

Para el territorio que comprende el municipio de Santiago Atitlán el riesgo por subsidencia esta categorizada en cuatro grupos que van de peligro “Muy Alto”, “Alto”, “Medio” y “Bajo”.

Mapa 119. Riesgo por subsidencia

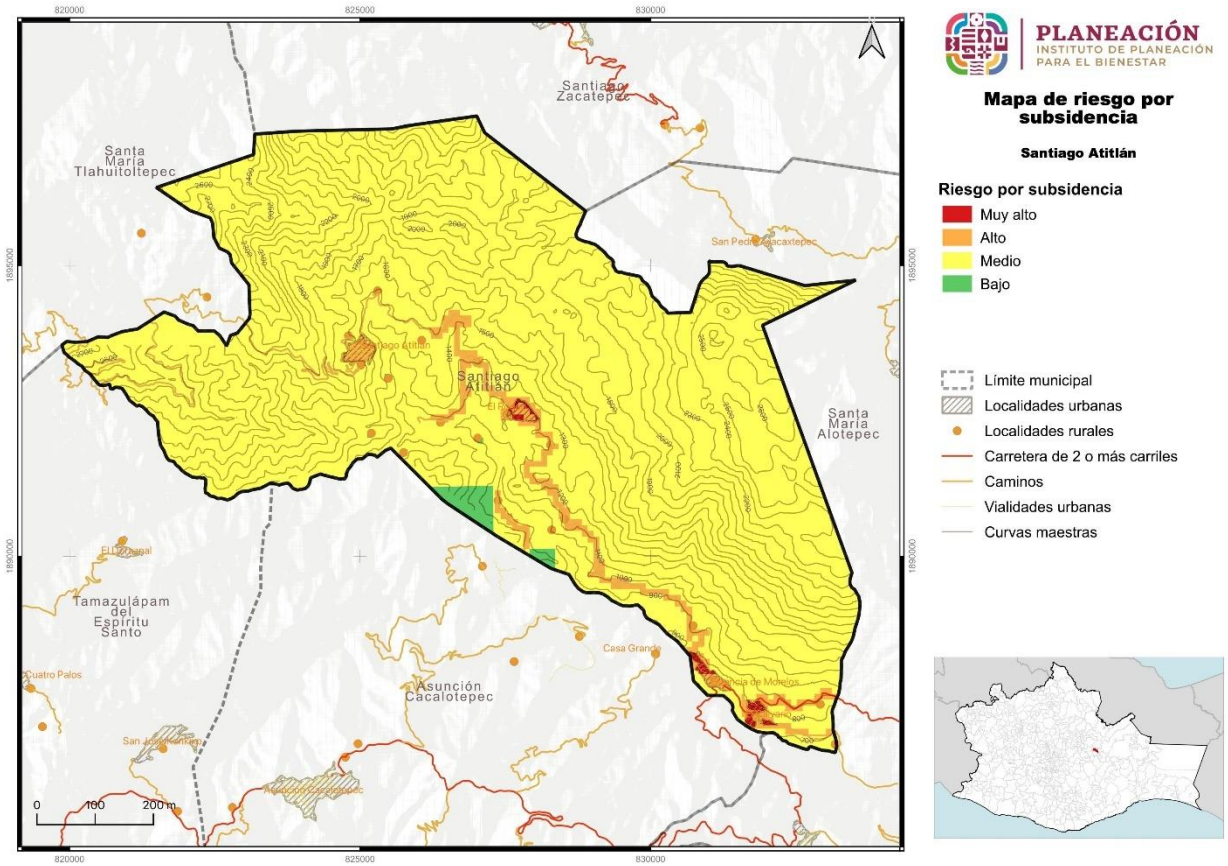


Tabla 171. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio

Riesgo por subsidencia	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	20.8	0.29
Alto	259.47	3.66
Medio	6749.78	95.15
Bajo	63.78	0.9

El análisis de la tabla proporciona el grado de riesgo por subsidencia en el territorio y se distribuye de la siguiente manera:

Con el 0.29% se tiene una superficie de 20.8 hectáreas, y la clasificación para esta extensión territorial es Riesgo “Muy Alto”, como siguiente categoría de riesgo se tiene Riesgo “Alto”, con una superficie de 259.47 hectáreas, la cual representa el 3.66%, la siguiente categoría de Riesgo es “Medio” con 6,749.78 hectáreas, que equivalen al 95.15% del territorio y, por último, 63.78 hectáreas son clasificadas con riesgo “Bajo” por subsidencia y equivale el 0.9% de la superficie total del territorio.

Los resultados de los análisis proveen elementos de decisión de vital importancia para la cuantificación del potencial de daño a la infraestructura urbana de servicios, debido al proceso de subsidencia que experimenta las áreas con asentamientos. Los resultados constituyen una herramienta de gran utilidad, al permitir incorporar el proceso de subsidencia y su fallamiento asociado como un elemento de consideración más en los planes de protección civil, de mantenimiento de infraestructura urbana y en los escenarios de desarrollo y uso de suelo.

V.8.4.2 Riesgo por agrietamiento del suelo en el municipio

El agrietamiento del suelo constituye un importante factor de riesgo que debe ser evaluado para definir las medidas protectoras y de coexistencia requeridas para evitar, o por lo menos disminuir el daño que puedan ocasionar las grietas a las vialidades, edificaciones y servicios públicos existentes, y para poder tomar en cuenta su presencia real o potencial en el diseño de nuevas construcciones.

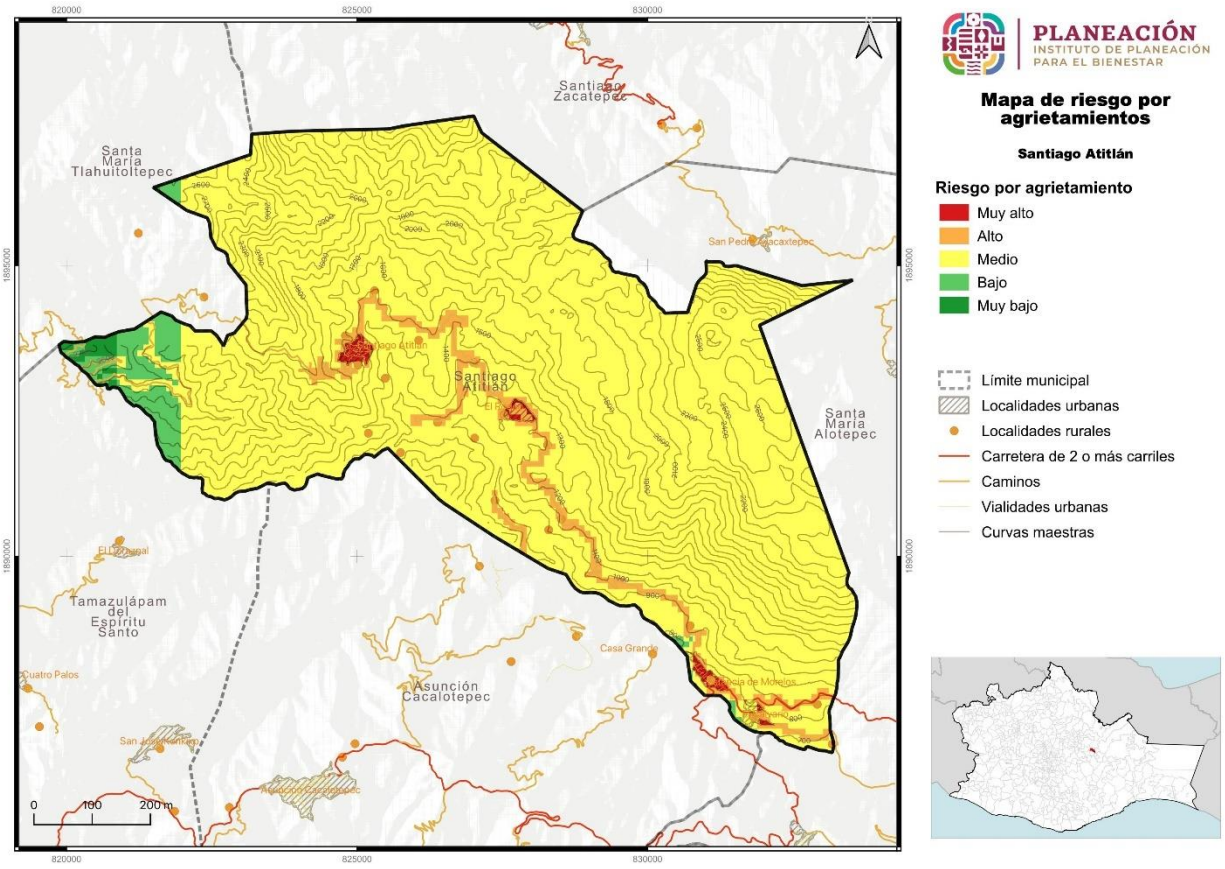
El territorio que comprende el riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio de Santiago Atitlán esta categorizada en cuatro grupos que van de Riesgos “Muy Alto”, “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

Tabla 172. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio.

Riesgo por agrietamientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	37.43	0.53
Alto	298.68	4.21
Medio	6520.07	91.91
Bajo	206.13	2.91
Muy bajo	31.55	0.44

Con el 0.53% se tiene una superficie de 37.43 hectáreas, y la clasificación para esta extensión territorial es Riesgo “Muy alto”, como siguiente categoría el Riesgo “Alto”, en una superficie de 298.68 hectáreas, que representa el 4.21%, la siguiente categoría de riesgo es “Medio” con 6,520.07 hectáreas, que equivalen al 91.91% del territorio, la siguiente categoría de riesgo es “Bajo” con 206.13 hectáreas, que equivalen al 2.91% del territorio y por último se tienen 31.55 hectáreas son clasificadas como riesgo “Muy bajo” y equivale al 0.44% de su territorio.

Mapa 120. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio.



El análisis provee elementos de decisión de vital importancia para la cuantificación del potencial de daño a la infraestructura urbana de servicios, debido al proceso de

agrietamiento que experimenta las áreas con asentamientos. Los resultados constituyen una herramienta de gran utilidad, al permitir incorporar el proceso de agrietamiento y su fallamiento asociado como un elemento de consideración más en los planes de protección civil, de mantenimiento de infraestructura urbana y en los escenarios de desarrollo y uso de suelo.

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.

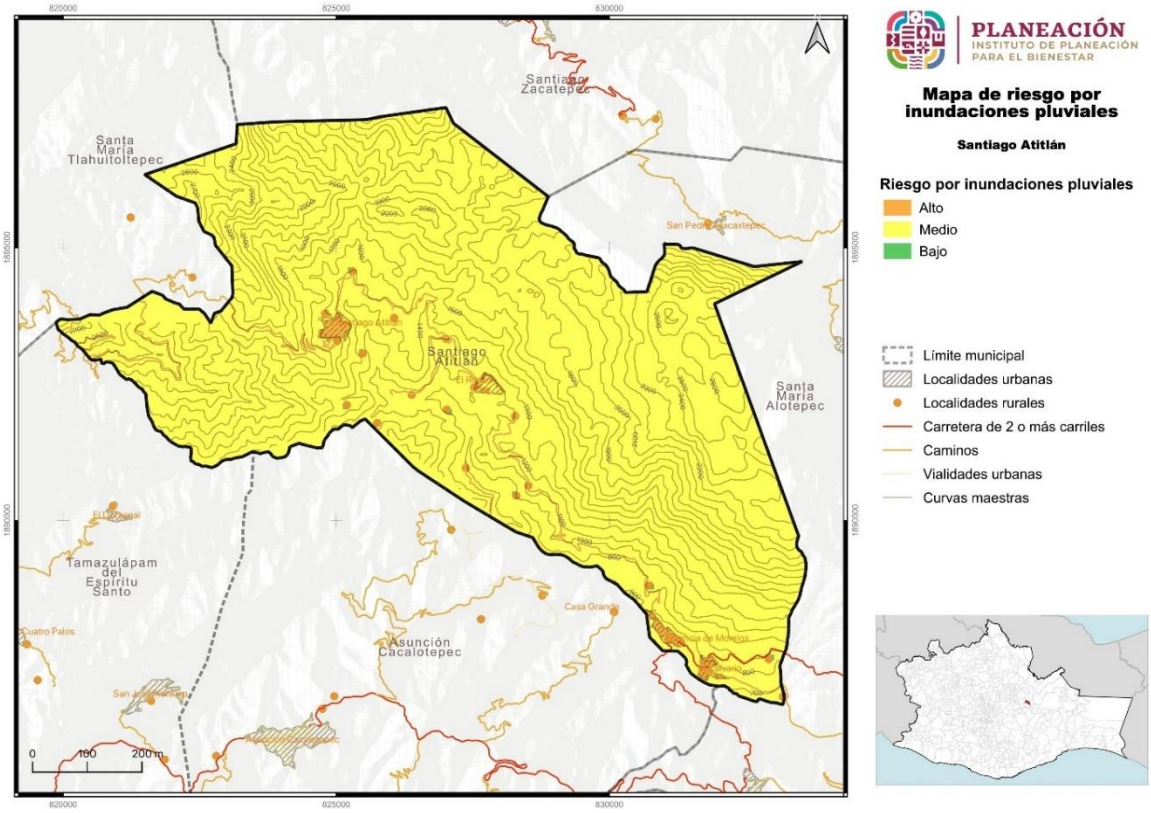
Para el municipio de San Melchor Betaza las afectaciones a la población por este tipo de riesgos se han presentado principalmente hacia la parte central, norte, noreste y noroeste del municipio, con mayores afectaciones en Agencias y caminos.

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.

V.9.1 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.

Mapa 121. Riesgo por Inundaciones Pluviales del suelo en el municipio.



Para el Municipio de Santiago Atitlán, las afectaciones por el fenómeno de lluvias pluviales y dadas las condiciones del territorio montañoso, estas pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística refleja que el nivel de riesgo por lluvias pluviales en el municipio está clasificado como: “Alto”, “Medio” y “Bajo”.

Tabla 173. Riesgo por Inundaciones Pluviales en el municipio

Riesgo por explosión inundaciones pluviales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	45.01	0.63
Medio	7039.06	99.23
Bajo	9.8	0.14

El análisis de la tabla indica que la clasificación de riesgo por inundaciones pluviales en el territorio se distribuye de la siguiente manera:

Se tiene que el 0.63% abarca una superficie de 45.01 hectáreas, la clasificación es riesgo “Alto”, con el 99.23% con una extensión de 7,039.06 hectáreas, y la clasificación es de Riesgo “Medio”, y por último se tiene que el 0.14% con una extensión de 9.8 hectáreas y su riesgo por inundaciones pluviales es “Bajo”.

Como Riesgo “Alto” se encuentra en la cabecera del municipio de Santiago Atitlán y en tres de las agencias como lo son: él Rodeo, él calvario y la agencia de Estancia de Morelos, donde el municipio deberá poner mayor atención y establecer las estrategias y las actividades de mitigación.

Los resultados de los análisis proveen elementos de decisión de vital importancia para la cuantificación del potencial de daño a la infraestructura urbana de servicios, debido al proceso de inundaciones pluviales que experimenta las áreas con asentamientos.

V.9.1.1. Riesgo por Precipitación Máxima en el municipio

V.9.1.2. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 24 horas

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.

La precipitación máxima se refiere al valor más alto de lluvia registrado en un período específico. Puede variar según la ubicación y las condiciones climáticas locales.

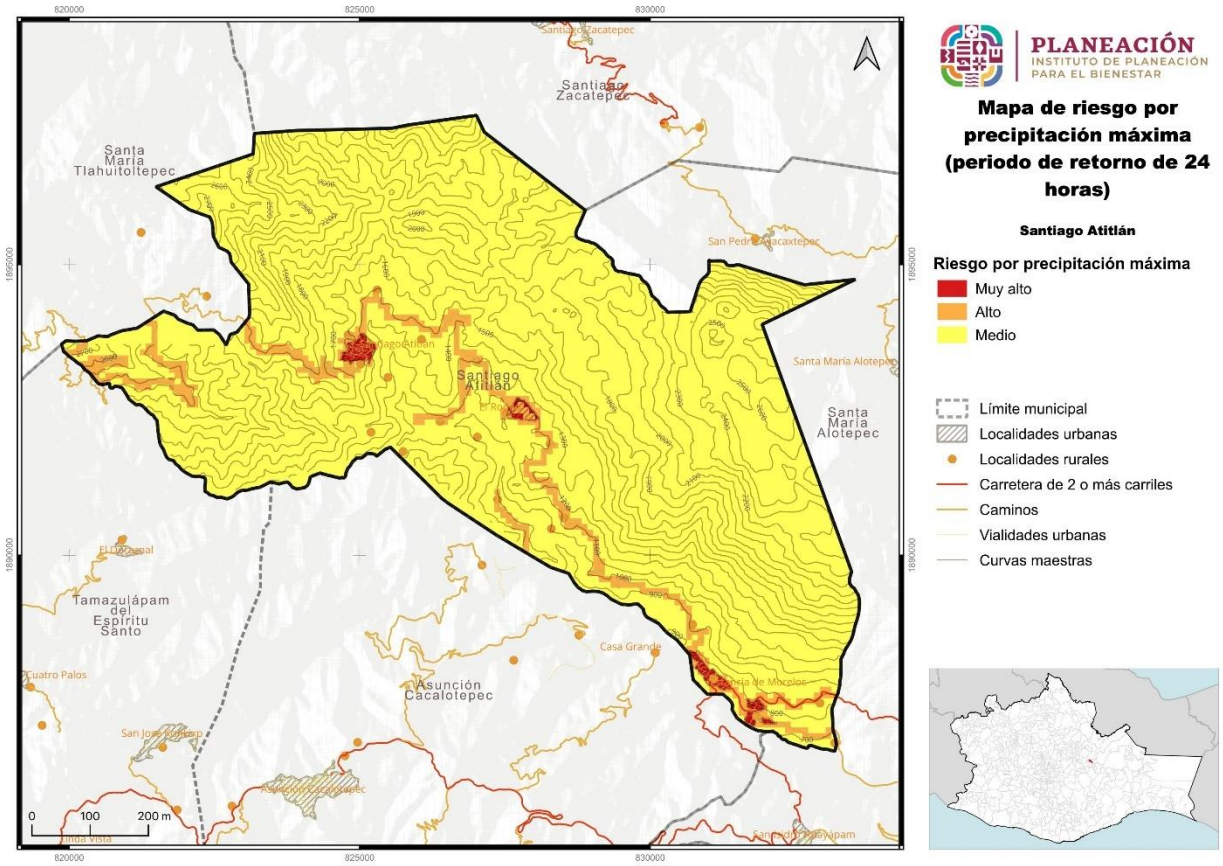
En el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno de 24 horas y dada las condiciones del territorio pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística arroja que los niveles de Riesgo se clasifican en: “Muy Alto” y “Alto”.

Tabla 174. Riesgo por Precipitación Máxima en 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	465	6.55
Alto	6628.87	93.44

Para el periodo de retorno por 24 horas el Riesgo por precipitación máxima, el mayor porcentaje se tiene en una superficie de 6,628.87 hectáreas. Esta superficie corresponde a la clasificación de Riesgo “Alto” y equivale al 93.44% del total del territorio del municipio. Como segunda clasificación de Riesgo “Muy alto” se tiene el 6.55% en una superficie de 465 hectáreas del territorio.

Mapa 122. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 24 horas en el municipio.



Los resultados de los análisis proveen elementos de decisión de vital importancia para la cuantificación del potencial de daño a la infraestructura urbana y de servicios, debido al proceso de precipitación máxima en un periodo de retorno de 24 horas que experimenta las áreas con asentamientos.

V.9.1.3. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 2 años

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno de 2 años, las afectaciones pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística arroja que los niveles de Riesgo se clasifican en: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”.

Mapa 123. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 2 años en el municipio.

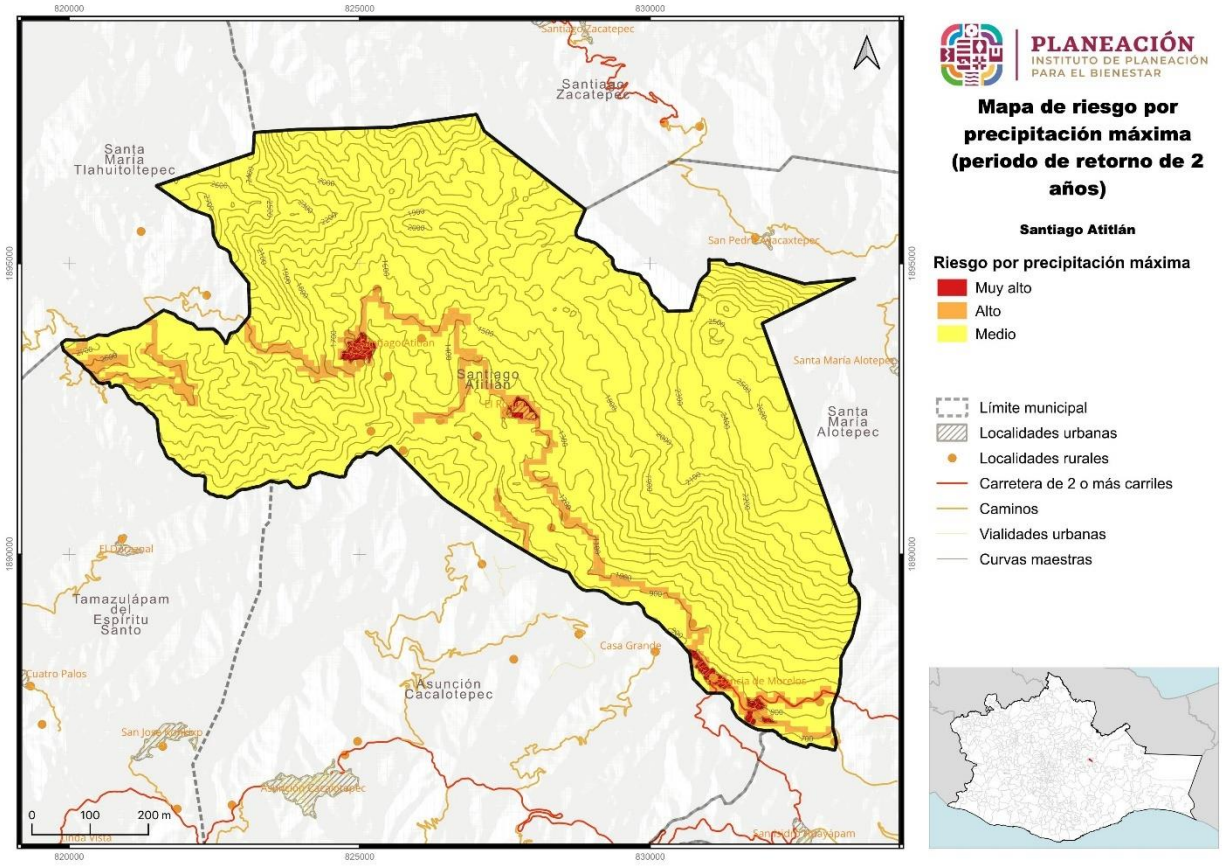


Tabla 175. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 2 años en el municipio.

Riesgo por precipitación máxima (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	44.82	0.63
Alto	420.18	5.92
Medio	6628.87	93.44

Para el periodo de retorno por 2 años por precipitación máxima, el mayor porcentaje se tiene en una superficie de 6,628.87 hectáreas. Esta superficie corresponde a la clasificación de Riesgo “Medio” y equivale al 93.44% del total del territorio del municipio. Como segunda clasificación Riesgo “Alto” en una superficie de 420.18 hectáreas y que equivale al 5.92%, y por último la categoría de riesgo “Muy alto” abarca 44.82 hectáreas que este equivale al 0.63% del territorio.

V.9.1.4. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 5 años

La precipitación máxima se refiere al valor más alto de lluvia registrado en un período específico. Puede variar según la ubicación y las condiciones climáticas locales.

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno de 5 años, las afectaciones pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística arroja que los niveles de riesgo se clasifican en: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”.

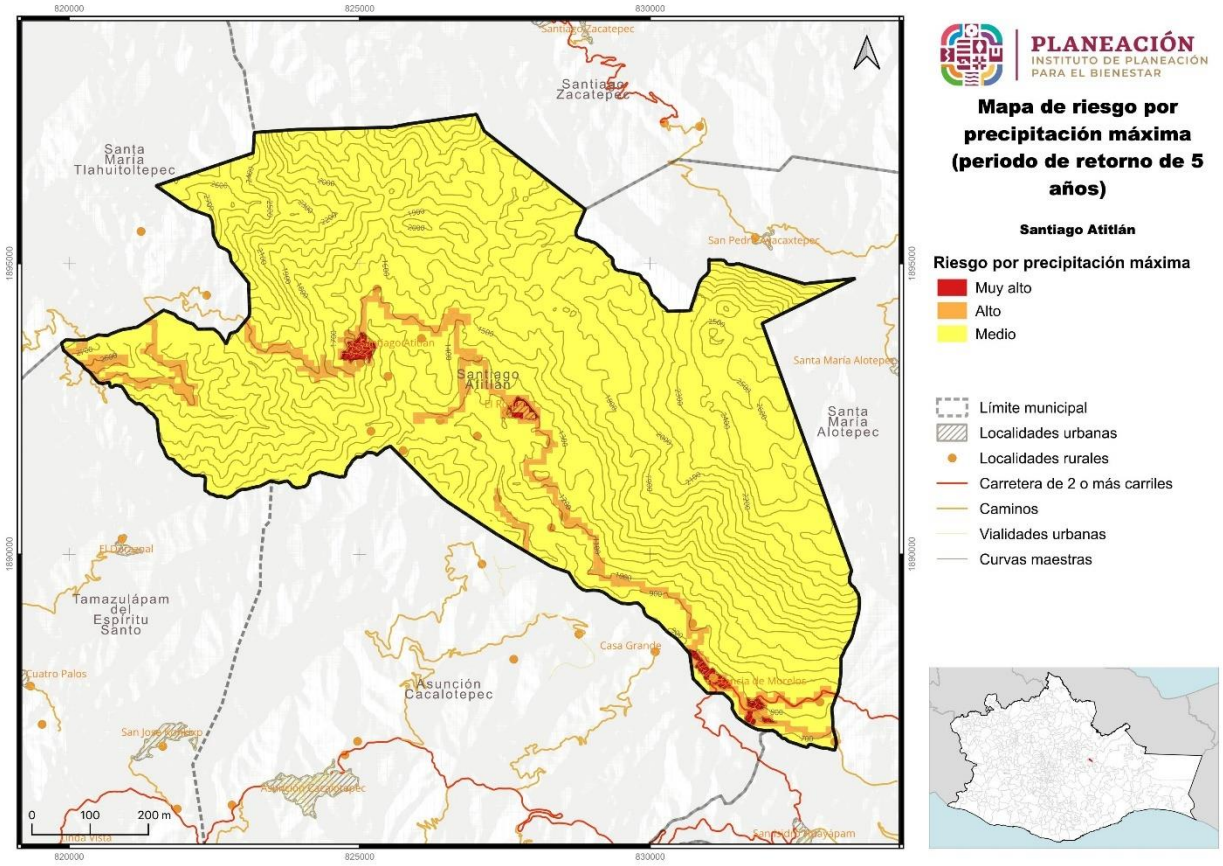
Tabla 176. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 5 años en el municipio.

Riesgo por precipitación máxima (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	44.82	0.63
Alto	420.18	5.92
Medio	6628.87	93.44

La tabla de riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno de 5 años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 6,628.87 hectáreas, lo que equivale al 93.44% del total del territorio y corresponde a la clasificación de riesgo “Medio”.

Como segunda clasificación identificada como Riesgo “Alto” se limita a una superficie de 420.18 hectáreas y la categoría de Riesgo “Muy alto”, una superficie de 44.82 hectáreas.

Mapa 124. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 5 años en el municipio.



V.9.1.5. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 10 años

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno de 10 años, las afectaciones pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística arroja que los niveles de riesgo se clasifican en: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”.

Tabla 177. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 10 años en el municipio.

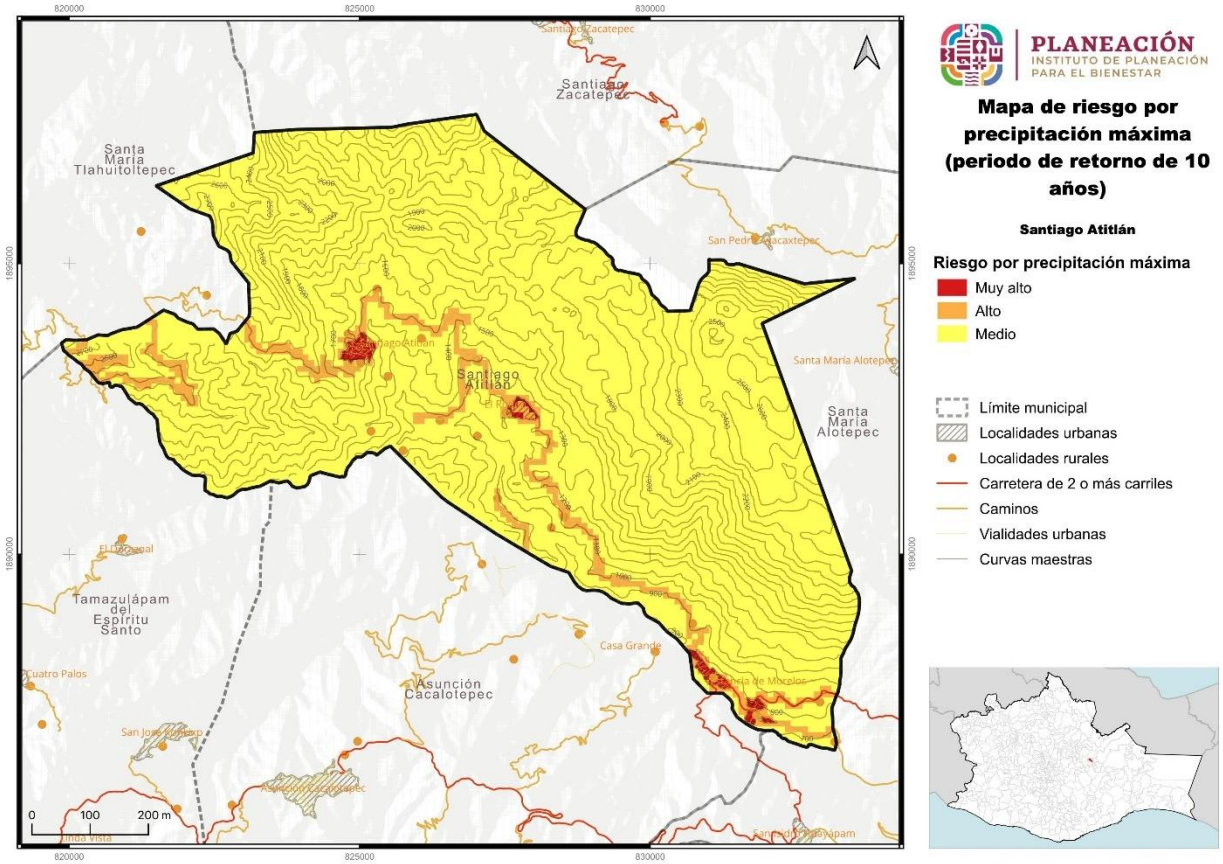
Riesgo por precipitación máxima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	44.82	0.63
Alto	420.18	5.92
Medio	6628.87	93.44

La tabla de riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno de 10 años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 6,628.87 hectáreas, lo que

equivale al 93.44% del total del territorio y corresponde a la clasificación de riesgo “Medio”

Como segunda clasificación identificada como Riesgo “Alto” se limita a una superficie de 420.18 hectáreas que equivale el 5.92% del territorio municipal y la categoría de Riesgo “Muy alto”, una superficie de 44.82 hectáreas que representa el 0.63% del territorio.

Mapa 125. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 10 años en el municipio



En este Mapa de Riesgo “Muy Alto” es el área del municipio y parte de las agencias, en donde se deberá poner mayor atención y establecer las estrategias y las actividades de mitigación.

Los resultados de los análisis proveen elementos de decisión de vital importancia para la cuantificación del potencial de daño a la infraestructura urbana y de servicios, debido al proceso de precipitación máxima en un periodo de retorno de diez años que experimenta las áreas con asentamientos.

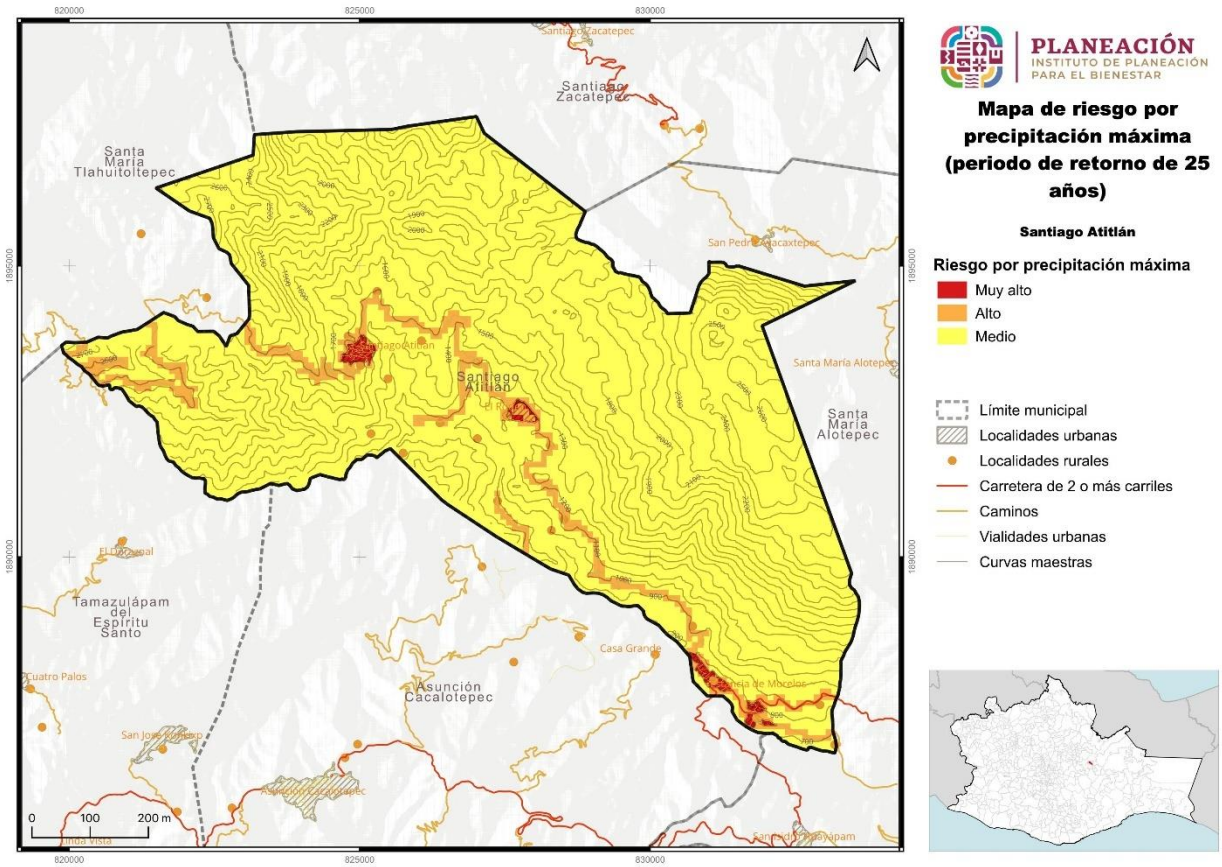
V.9.1.6. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años

Como se enlista a continuación el riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno de 25 años seguirá afectando al municipio, nuevamente el riesgo “Medio” es el que abarca la mayor superficie del territorio y las otras dos clasificaciones son “Muy Alto”, “Alto”.

Tabla 178. Riesgo por precipitación máxima en 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	44.82	0.63
Alto	420.18	5.92
Medio	6628.87	93.44

Mapa 126. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años en el municipio.



Para el riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno de 25 años en el municipio, el mayor porcentaje se tiene en una superficie de 6,628.87 hectáreas. Esta superficie corresponde a la clasificación de riesgo “Medio” y equivale al 93.44% del total del territorio del municipio. Como segunda clasificación identificada como Riesgo “Alto” se limita a una superficie de 420.18 hectáreas que equivale el 5.92% del territorio municipal y la categoría de Riesgo “Muy alto”, una superficie de 44.82 hectáreas que representa el 0.63% del territorio.

V.9.1.7. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 50 años

Como se enlista a continuación el riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno de 50 años seguirá afectando al municipio, una vez más el riesgo “Medio” es el que abarca la mayor superficie del territorio y las otras dos clasificaciones son “Muy alto”, “Alto”.

Mapa 127. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 50 años en el municipio.

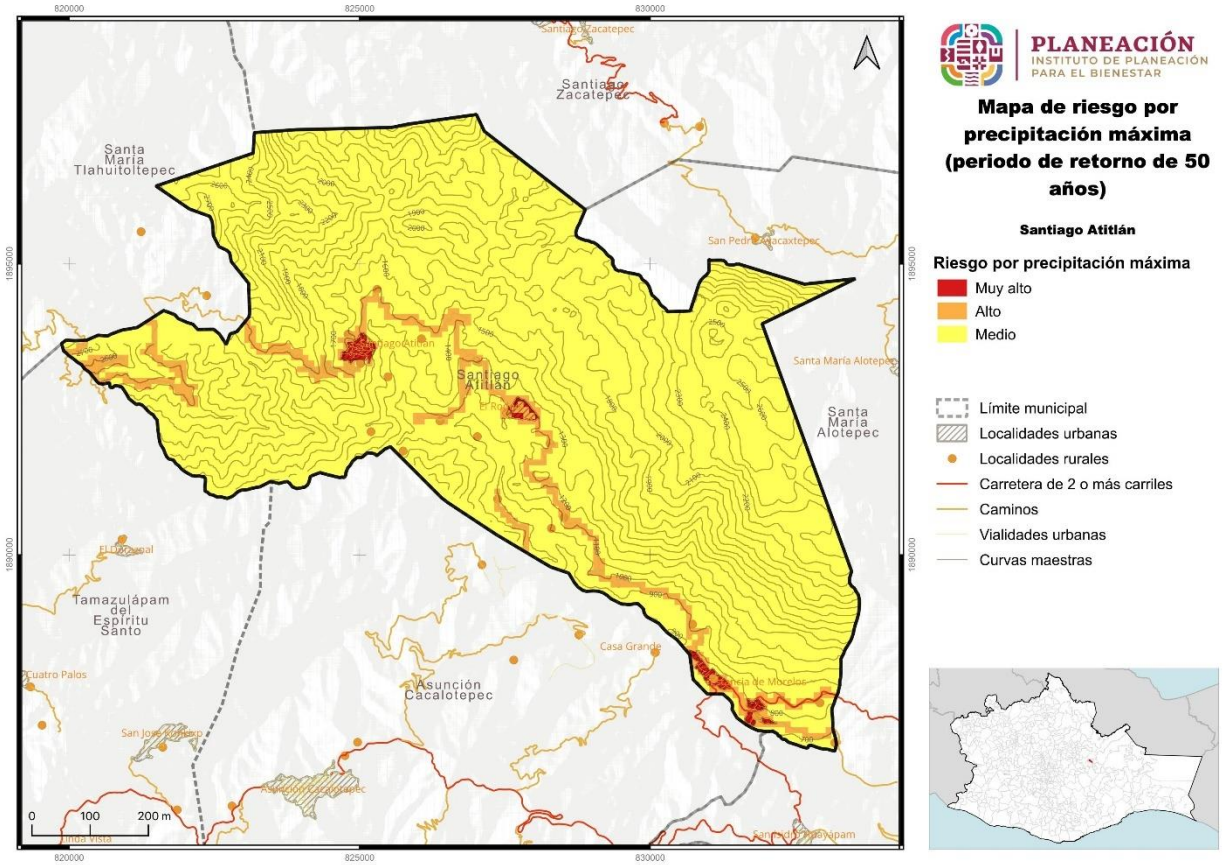


Tabla 179. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 50 años en el municipio.

Riesgo por precipitación máxima (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	44.82	0.63
Alto	420.18	5.92
Medio	6628.87	93.44

Para el riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno de 50 años en el municipio, el mayor porcentaje se tiene en una superficie de 6,628.87 hectáreas. Esta superficie corresponde a la clasificación de riesgo "Medio" y equivale al 93.44% del total del territorio del municipio. Como segunda clasificación identificada como Riesgo "Alto" se limita a una superficie de 420.18 hectáreas que equivale el 5.92% del territorio municipal y la categoría de Riesgo "Muy alto", una superficie de 44.82 hectáreas que representa el 0.63% del territorio.

V.9.2 Inundaciones fluviales *

No Aplica para este Municipio

V.9.3 Inundaciones lacustres *

No Aplica para este Municipio

V.9.4 Ciclones tropicales

México se encuentra ubicado entre las regiones ciclo genéticas del Atlántico Norte y el Pacífico Nororiental, lo que lo hace altamente vulnerable a la incidencia de ciclones tropicales.

V.9.4.1 Riesgo por ciclones tropicales en el municipio

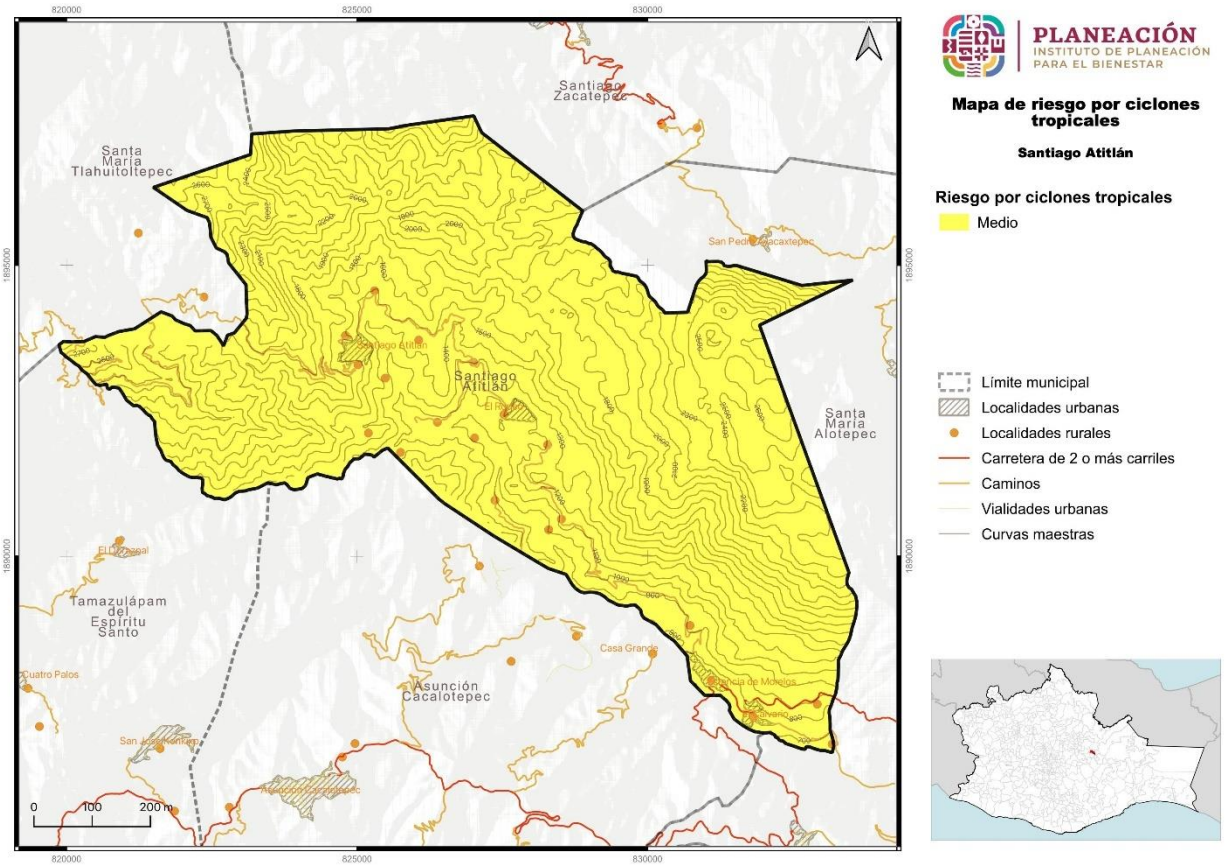
En la siguiente tabla se muestra la información detallada sobre: clasificación del riesgo, superficie en hectáreas y porcentaje del territorio, la presencia del Riesgo por Ciclones Tropicales en el municipio de Santiago Atitlán tiene una clasificación: "Medio".

Tabla 180. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio.

Riesgo por ciclones tropicales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	7093.86	100

El análisis de la tabla muestra las clasificaciones de riesgo por ciclones tropicales en el municipio y con el 100% del territorio tenemos las 7,093.86 hectáreas, y la clasificación es de riesgo “Medio”.

Mapa 128. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio.



El mapa de riesgo por ciclones tropicales dice que la clasificación de riesgo “Medio”, es la que ocupa toda la superficie del territorio del municipio de Santiago Atitlán.

V.9.4.2 Riesgo por inundaciones costeras por marea de tormenta en el municipio *

No Aplica para este Municipio

V.9.5 Tormentas eléctricas

V.9.5.1. Riesgos por tormentas eléctricas

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar a éste, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas vienen acompañadas de fenómenos eléctricos: rayos, relámpagos y truenos. La atmósfera contiene iones, pero durante una tormenta se favorecen la formación de estos que tienden a ordenarse.

V.9.5.2. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años

El territorio de Santiago Atitlán con relación al fenómeno de tormentas eléctricas para un periodo de retorno de dos años y como se observa en la tabla, presenta tres categorías de riesgo: “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”

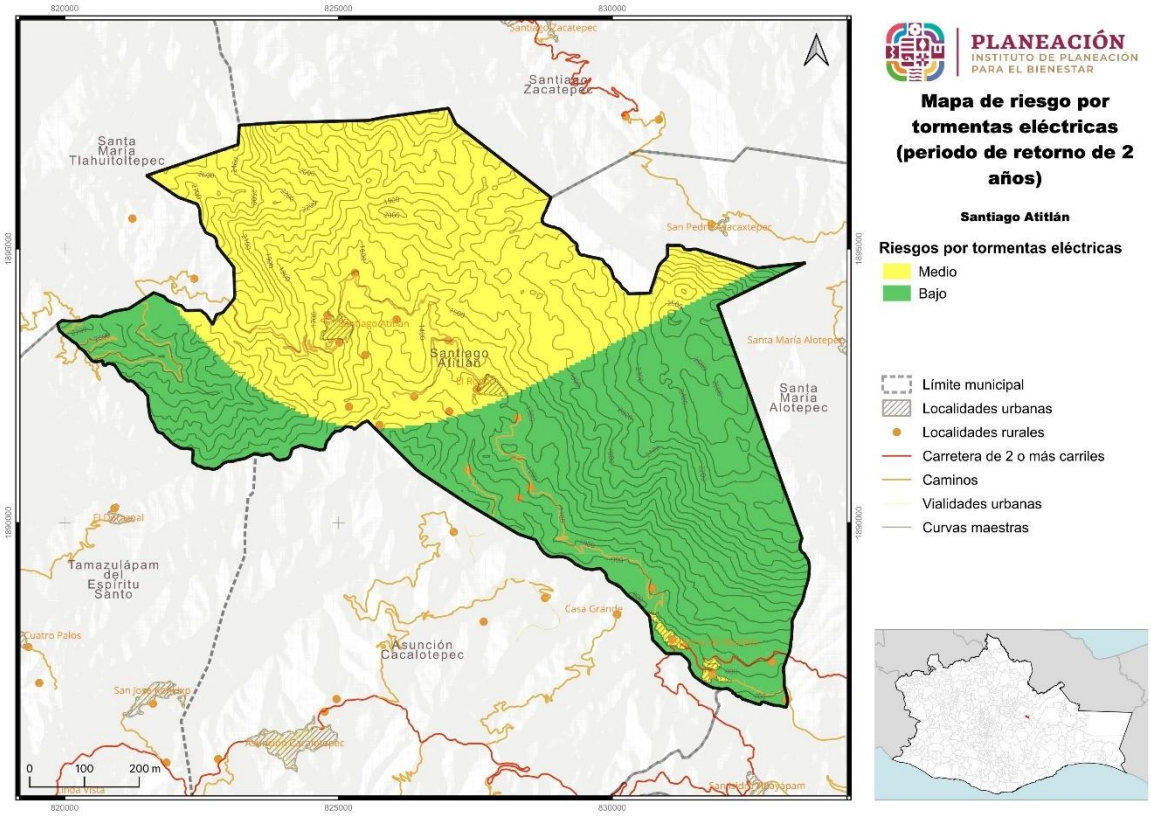
Tabla 181. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	193.96	2.73
Bajo	3640.99	51.33
Muy bajo	3258.92	45.94

El grado de riesgo por tormentas eléctricas en el territorio en un período de retorno de 2 años se distribuye de la siguiente manera:

Con el 2.73% y una superficie de 193.96 hectáreas corresponde a Riesgo “Medio”; la segunda categoría corresponde a Riesgo “Bajo” y ocupa una superficie de 3,640.99 hectáreas con extensión territorial del 51.33% y finalmente el Riesgo “Muy bajo” con una extensión de 3,258.92 hectáreas y una superficie que equivale al 45.94% del total del territorio.

Mapa 129. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



El mapa de riesgo por tormentas eléctricas en un periodo de retorno de dos años presenta el territorio dividido en dos grandes zonas.

V.9.5.3. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años

El territorio de Santiago Atitlán con relación al fenómeno de tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años y como se observa en la tabla, presenta cuatro categorías de riesgo: “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

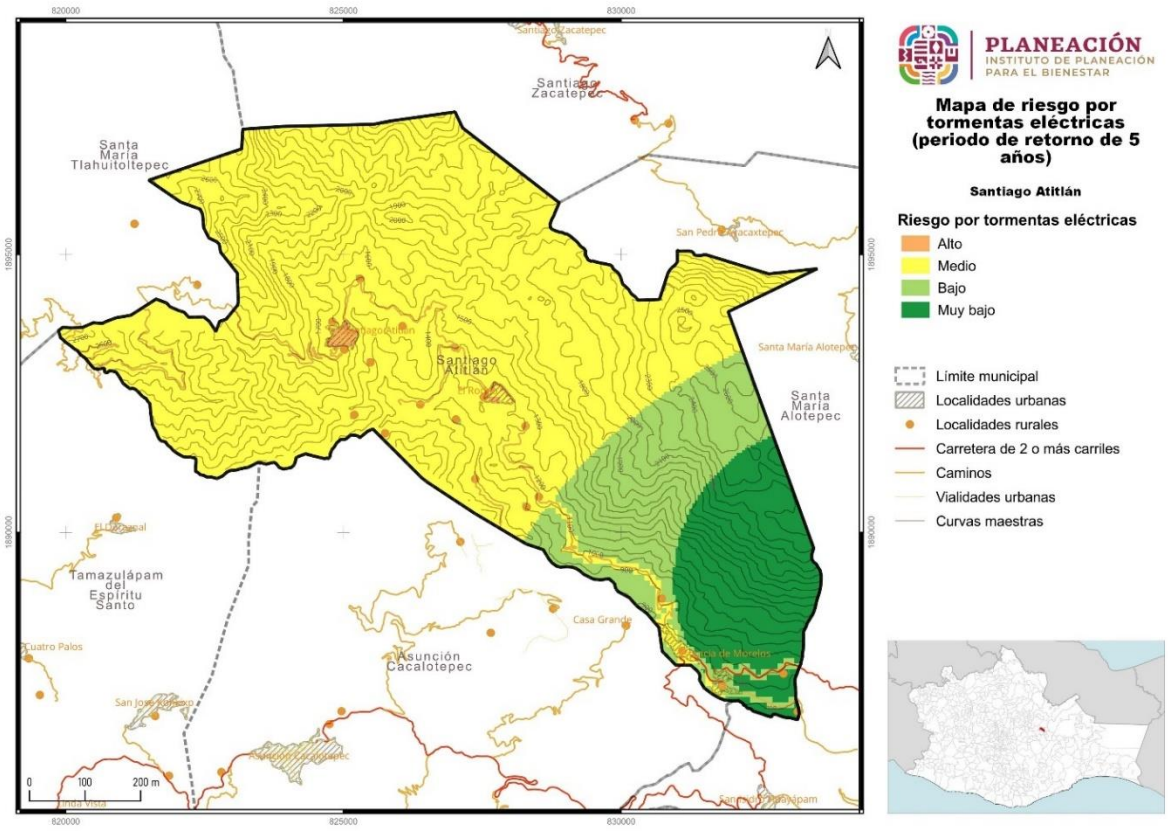
Tabla 182. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	23.86	0.34
Medio	5210.96	73.46
Bajo	987.31	13.92
Muy bajo	871.73	12.29

El grado de riesgo por tormentas eléctricas en el territorio en un período de retorno de 5 años se distribuye de la siguiente manera:

Con 23.86 hectáreas que equivalen a 0.34%, se tiene la clasificación de riesgo “Alto”, con el 73.46% y una superficie de 5,210.96 hectáreas corresponde a Riesgo “Medio” siendo esta la categoría la que abarca la mayor extensión territorial; la siguiente categoría corresponde a Riesgo “Bajo” y ocupa 987.31 hectáreas que equivale al 13.92% y finalmente el Riesgo “Muy bajo” existe con una extensión de 871.73 hectáreas que equivale al 12.29% del territorio.

Mapa 130. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio



El mapa de riesgo por tormentas eléctricas en un periodo de retorno de 5 años presenta al territorio dividido en 4 áreas, a continuación, se describe.

La clasificación de riesgo “Alto” se encuentra en zonas donde existen asentamientos, en este mapa se observa en el municipio con este nivel de riesgo y con la clasificación de riesgo “Medio” se tiene que esta abarca la mayor extensión territorial. La clasificación de riesgo “Bajo” se encuentra focalizada en la parte sur-sureste del territorio, y por último se cuenta con el riesgo “Muy bajo” y esta se encuentra en la zona Sur-sureste del territorio.

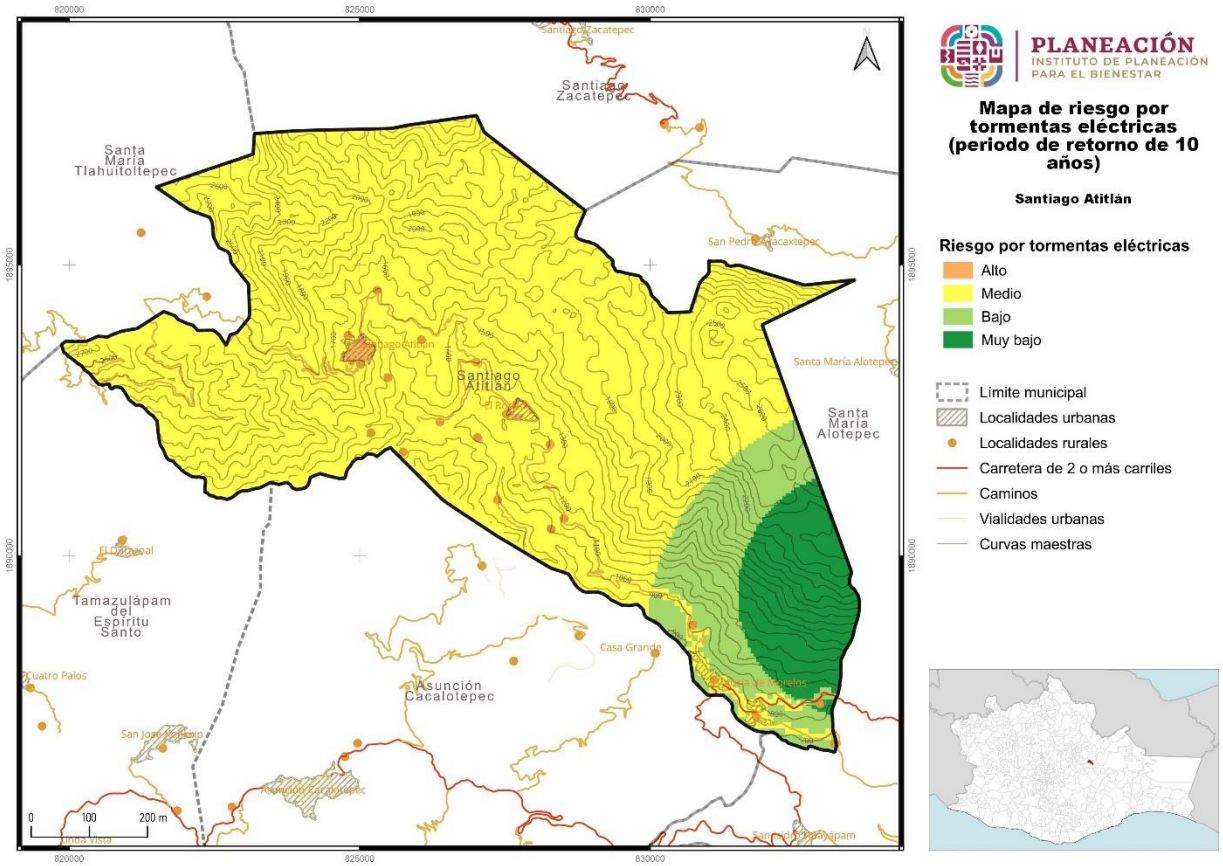
V.9.5.4 Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 10 años

El territorio de Santiago Atitlán con relación al fenómeno de tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años y como se observa en la tabla, presenta cuatro categorías de riesgo: “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

Tabla 183. 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	23.86	0.34
Medio	5845.57	82.4
Bajo	662.9	9.34
Muy bajo	561.53	7.92

Mapa 131. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



La clasificación de riesgo por tormentas eléctricas en el territorio en un período de retorno de 10 años se distribuye de la siguiente manera:

Con 23.86 hectáreas que equivalen a 0.34%, se tiene la clasificación de riesgo “Alto”, con el 82.4% y una superficie de 5,845.57 hectáreas corresponde a Riesgo “Medio” siendo esta la categoría la que abarca la mayor extensión territorial; la siguiente categoría corresponde a Riesgo “Bajo” y ocupa 662.9 hectáreas que equivale al 9.34% y finalmente el Riesgo “Muy bajo” existe con una extensión de 561.53 hectáreas que equivale al 7.92% del territorio.

V.9.5.5 Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 25 años

El territorio de Santiago Atitlán con relación al fenómeno de tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años y como se observa en la tabla, presenta cuatro categorías de riesgo: “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

Mapa 132. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

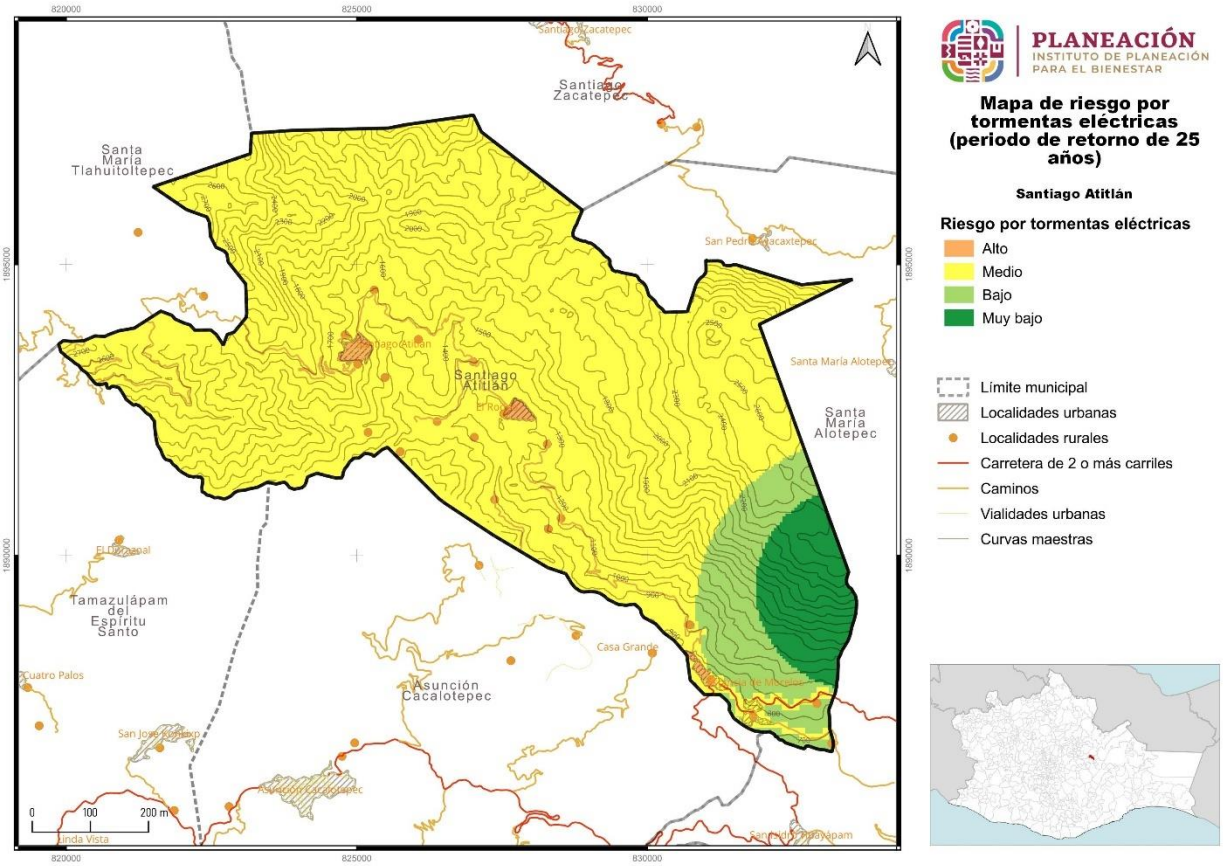


Tabla 184. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	39.71	0.56
Medio	6136.47	86.5
Bajo	530.36	7.48
Muy bajo	387.33	5.46

La clasificación de riesgo por tormentas eléctricas en el territorio en un período de retorno de 25 años cuenta con una nueva categoría y se distribuye de la siguiente manera:

Con una extensión de 39.71 hectáreas que equivalen a 0.56%, se tiene la clasificación de riesgo “Alto”, como segunda clasificación aparece el 86.5% del territorio y una superficie de 6,136.47 hectáreas que corresponde a Riesgo “Medio” siendo esta la categoría la que abarca la mayor extensión territorial; la siguiente categoría corresponde a Riesgo “Bajo” y ocupa 530.36 hectáreas que equivale al 7.48% y finalmente el Riesgo “Muy bajo” existe con una extensión de 387.33 hectáreas que equivale al 5.46% del territorio.

Se agrega la clasificación de “Alto” a este mapa de riesgo, aquí se localiza la cabecera municipal Santiago Atitlán con una pequeña superficie. La clasificación de riesgo “Medio” representa la mayor extensión territorial del municipio; la clasificación de riesgo “Bajo” se encuentra focalizada en la parte sur-sureste del territorio. Por último, se presenta con riesgo “Muy bajo” la zona sur-sureste del territorio.

V.9.5.6 Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 50 años

El territorio de Santiago Atitlán con relación al fenómeno de tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años y como se observa en la tabla, presenta cinco categorías de riesgo: “Muy alto”, “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

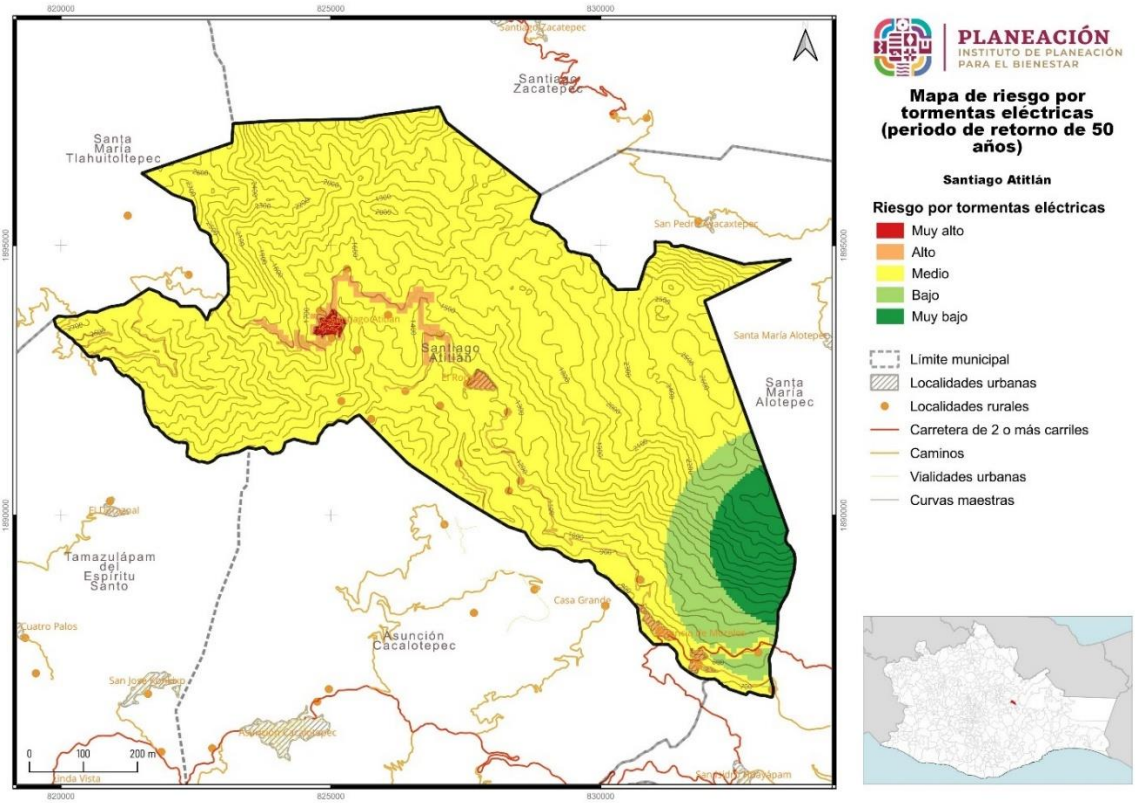
Tabla 185. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	17.24	0.24
Alto	141.1	1.99
Medio	6194.05	87.32
Bajo	428.8	6.04
Muy bajo	312.71	4.41

La clasificación de riesgo por tormentas eléctricas en el territorio en un período de retorno de 50 años se distribuye de la siguiente manera:

En una superficie de 17.24 hectáreas que equivalen a 0.24%, está la clasificación de riesgo “Muy alto”, Con una extensión de 141.1 hectáreas que equivalen a 1.99% del territorio municipal, se tiene la clasificación de riesgo “Alto”, como tercera clasificación aparece el 87.32% del territorio y una superficie de 6,194.05 hectáreas que corresponde a Riesgo “Medio” siendo esta la categoría la que abarca la mayor extensión territorial; la siguiente categoría corresponde a Riesgo “Bajo” y ocupa 428.8 hectáreas que equivalen al 6.04% y finalmente el Riesgo “Muy bajo” existe con una extensión de 312.71 hectáreas que equivale al 4.41% del territorio.

Mapa 133. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



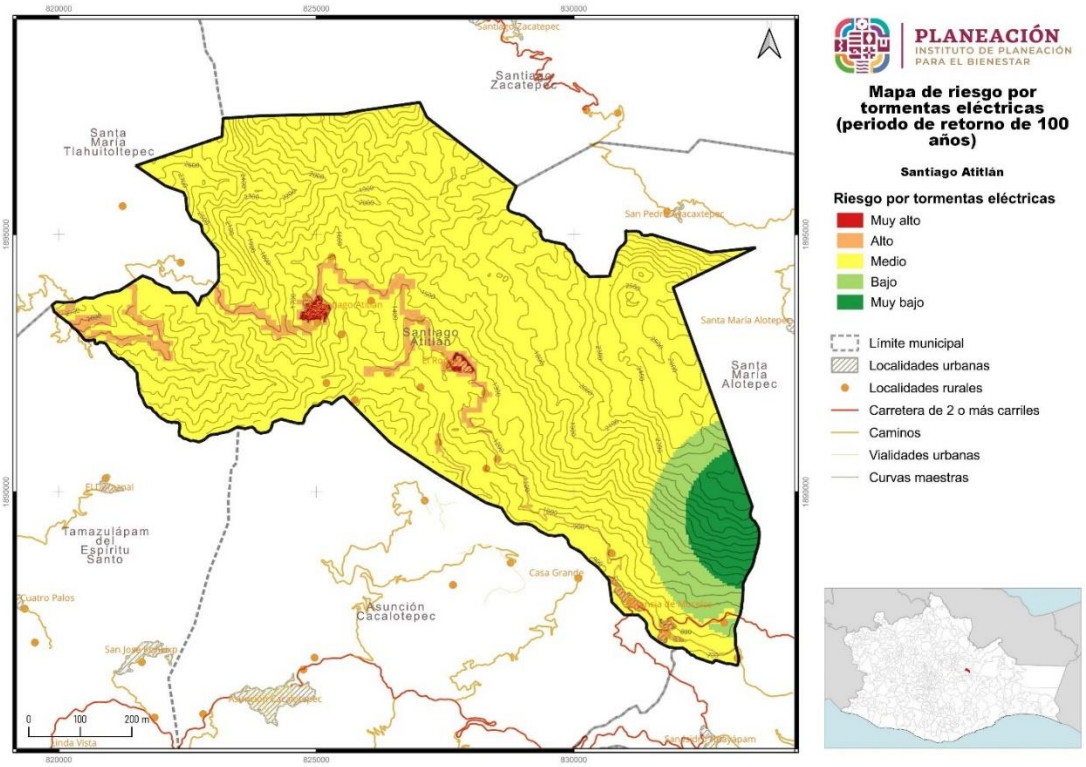
V.9.5.7 Peligro por tormentas eléctricas periodo de retorno de 100 años

El territorio de Santiago Atitlán con relación al fenómeno de tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años y como se observa en la tabla, presenta cinco categorías de riesgo: “Muy alto”, “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

Tabla 186. 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	23.86	0.34
Alto	291.74	4.11
Medio	6171.2	86.99
Bajo	344.07	4.85
Muy bajo	263.01	3.71

Mapa 134. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



La clasificación de riesgo por tormentas eléctricas en el territorio en un período de retorno de 100 años se distribuye de la siguiente manera:

En una superficie de 23.86 hectáreas que equivalen a 0.34%, está la clasificación de riesgo “Muy alto”, Con una extensión de 291.74 hectáreas que equivalen a 4.11% del territorio municipal, se tiene la clasificación de riesgo “Alto”, como tercer clasificación aparece el 86.99% del territorio y una superficie de 6,171.2 hectáreas que corresponde a Riesgo “Medio” siendo esta la categoría la que abarca la mayor extensión territorial; la siguiente categoría corresponde a Riesgo “Bajo” y ocupa 344.07 hectáreas que equivale al 4.85% y finalmente el Riesgo “Muy bajo” existe con una extensión de 263.01 hectáreas que equivale al 3.71% del territorio.

Con el mapa de riesgo por tormentas eléctricas en un periodo de retorno de 100 años se está en la posibilidad de conocer aquellas áreas del territorio que tiene algún nivel de riesgo.

El análisis del mapa indica el comportamiento de este fenómeno en el territorio, con el paso de los años la superficie clasificada como “Muy alta” está ganando terreno al igual que la clasificación de “Alta” y “Media”.

La clasificación de riesgo “Bajo” se encuentra focalizada en la parte sur-sureste del territorio y dicho territorio tiende a reducirse.

V.9.6 Ondas gélidas

Las ondas gélidas se presentan cuando la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. Pueden provocar hipotermia y aumento en las enfermedades respiratorias agudas. Ondas gélidas: Se desarrolla entre 3 o 4 días.

V.9.6.1 Riesgo por temperatura mínima en un periodo de retorno de 2 años

En la presente tabla se detalla la información relacionada con Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de dos años, la clasificación se describe a continuación: “Bajo” y “Muy bajo”, siendo la de Riesgo “Bajo” la clasificación sobresaliente.

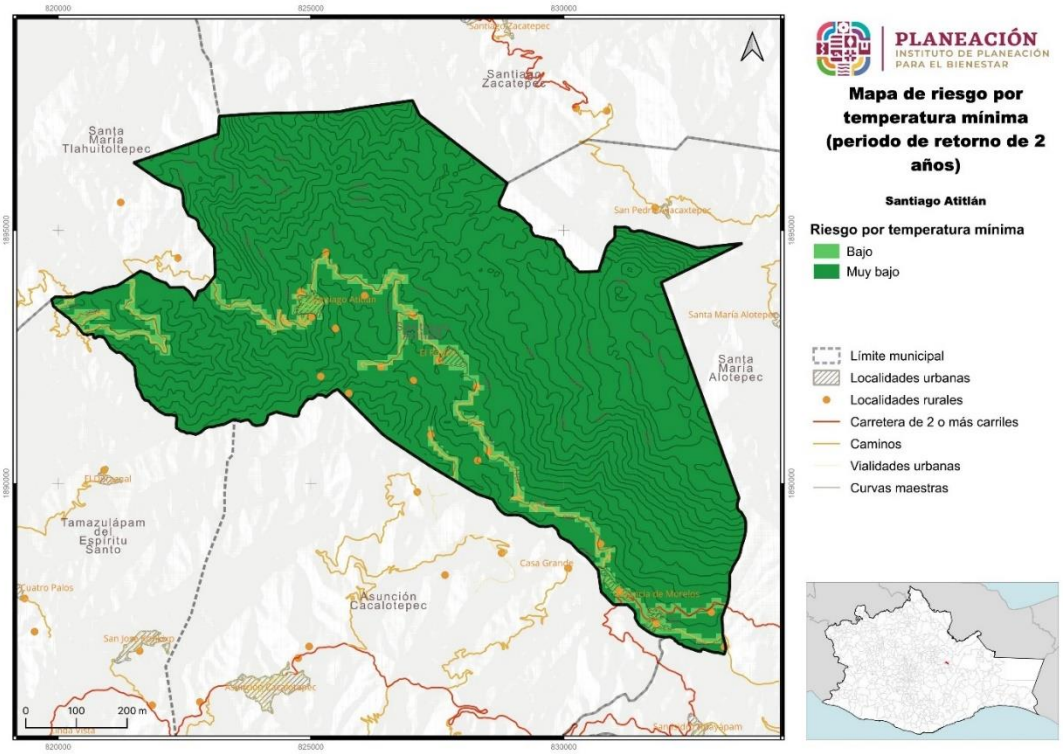
Tabla 187. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

El análisis de la tabla revela las clasificaciones de riesgo por temperaturas mínimas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio y se distribuye de la siguiente manera:

Con el 93.44% existe una superficie de 6,628.87 hectáreas, y la clasificación es riesgo “Muy bajo”, una siguiente categoría de riesgo “Bajo”, abarca una superficie de 465 hectáreas que equivale a 6.55% del territorio.

Mapa 135. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



El mapa de riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de dos años ilustra el territorio dividido en diferentes áreas, a continuación, se describe.

La mayoría del territorio es abarcado por la clasificación de “Muy Bajo” y con relación a la clasificación de riesgo “Bajo” el área en cuestión se presenta donde existen los asentamientos humanos.

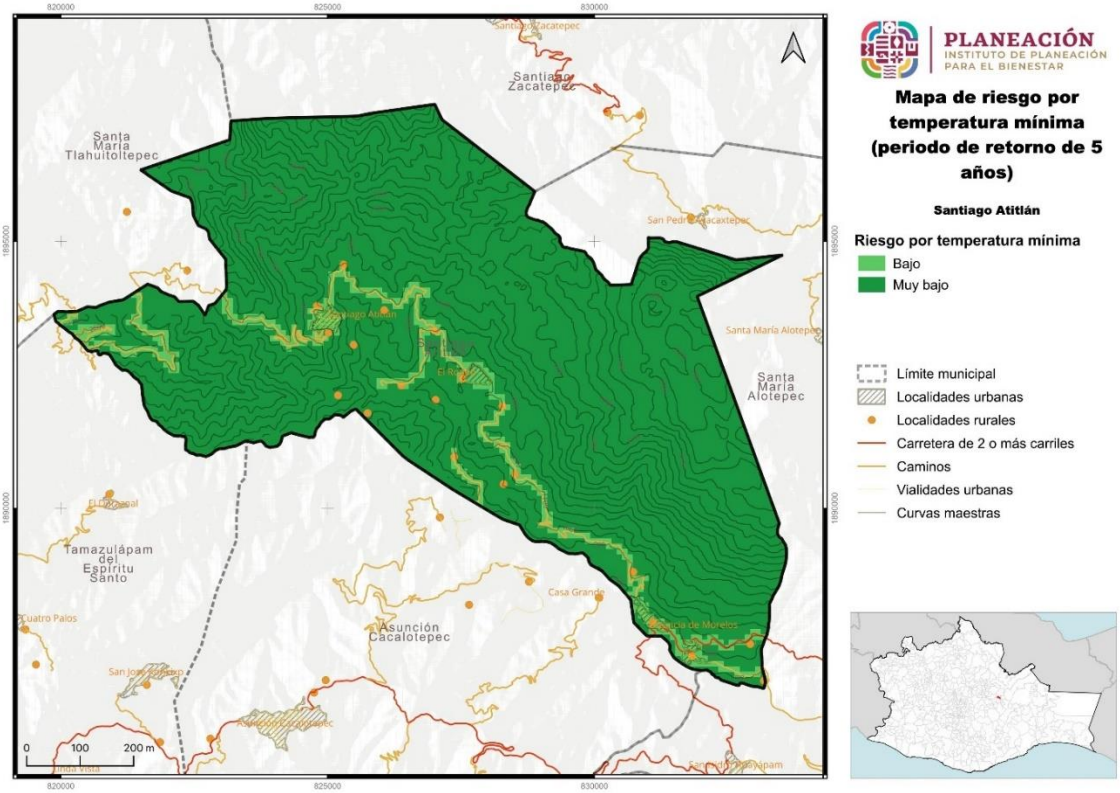
V.9.6.2 Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 5 años

En la presente tabla se detalla la información relacionada con Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años, la clasificación se describe a continuación: “Bajo” y “Muy bajo”, siendo la de Riesgo “Muy bajo” la clasificación sobresaliente.

Tabla 188. 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
Bajo	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

Mapa 136. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio



El análisis de la tabla revela las clasificaciones de riesgo por temperaturas mínimas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio y se distribuye de la siguiente manera:

Con el 6.55% existe una superficie de 465 hectáreas y la clasificación es riesgo “Bajo”, una segunda categoría de riesgo “Muy bajo”, abarca una superficie de 6,628.87 hectáreas que equivale al 93.44% del territorio municipal siendo esta la clasificación de riesgo con más extensión territorial presente.

El mapa de riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años ilustra el territorio dividido en diferentes áreas, y a continuación, se describe.

La porción del territorio clasificada con riesgo “Muy Bajo” representa la mayor extensión territorial, con relación a la clasificación de riesgo “Bajo” el área en cuestión se presenta donde existen los asentamientos.

V.9.6.3 Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 10 años

En la presente tabla se detalla la información relacionada con Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años, la clasificación se describe a continuación: “Bajo” y “Muy bajo”, siendo la de Riesgo “Muy bajo” la clasificación sobresaliente.

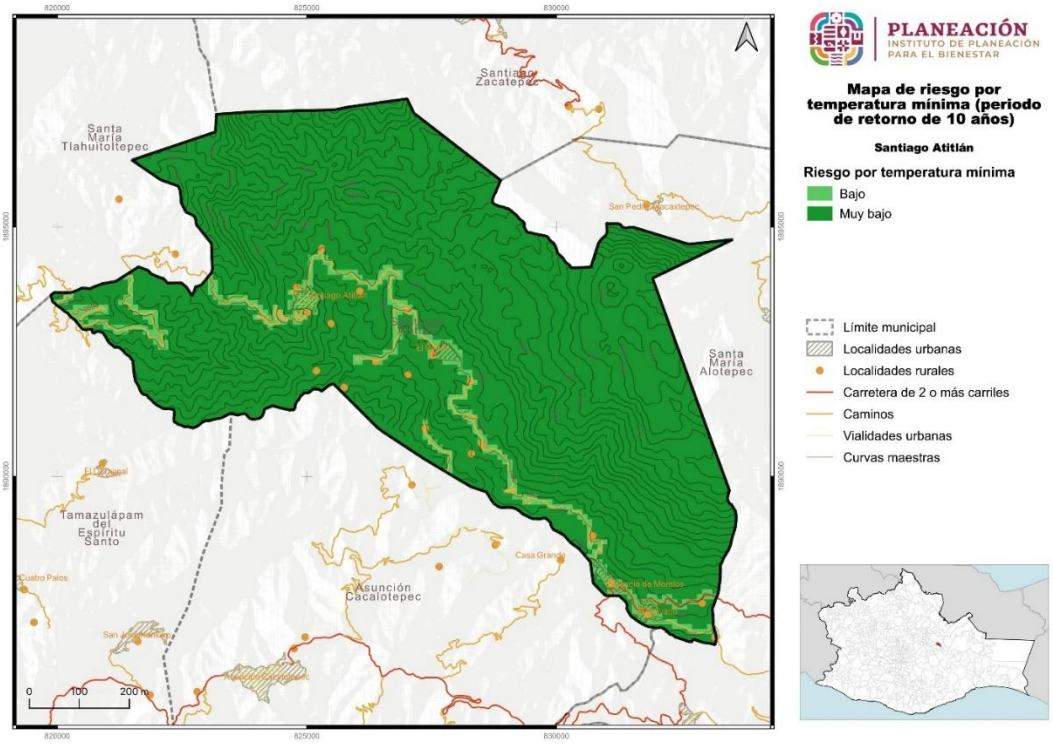
Tabla 189. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

El análisis de la tabla revela las clasificaciones de riesgo por temperaturas mínimas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio y se distribuye de la siguiente manera:

Con el 6.55% existe una superficie de 465 hectáreas y la clasificación es riesgo “Bajo”, una segunda categoría de riesgo “Muy bajo”, abarca una superficie de 6,628.87 hectáreas que representa el 93.44% del territorio municipal; siendo esta la clasificación de riesgo con más extensión territorial presente.

Mapa 137. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



El mapa de riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años ilustra el territorio dividido en diferentes áreas, y a continuación, se describe.

La porción del territorio clasificada con riesgo “Muy Bajo” representa la mayor extensión territorial, la segunda clasificación de riesgo es “Bajo” y corresponde al área en cuestión, se presenta donde existen los asentamientos.

V.9.6.4 Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 25 años

En la presente tabla se detalla la información relacionada con Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años, la clasificación se describe a continuación: “Bajo” y “Muy bajo”, siendo la de Riesgo “Muy bajo” la clasificación sobresaliente.

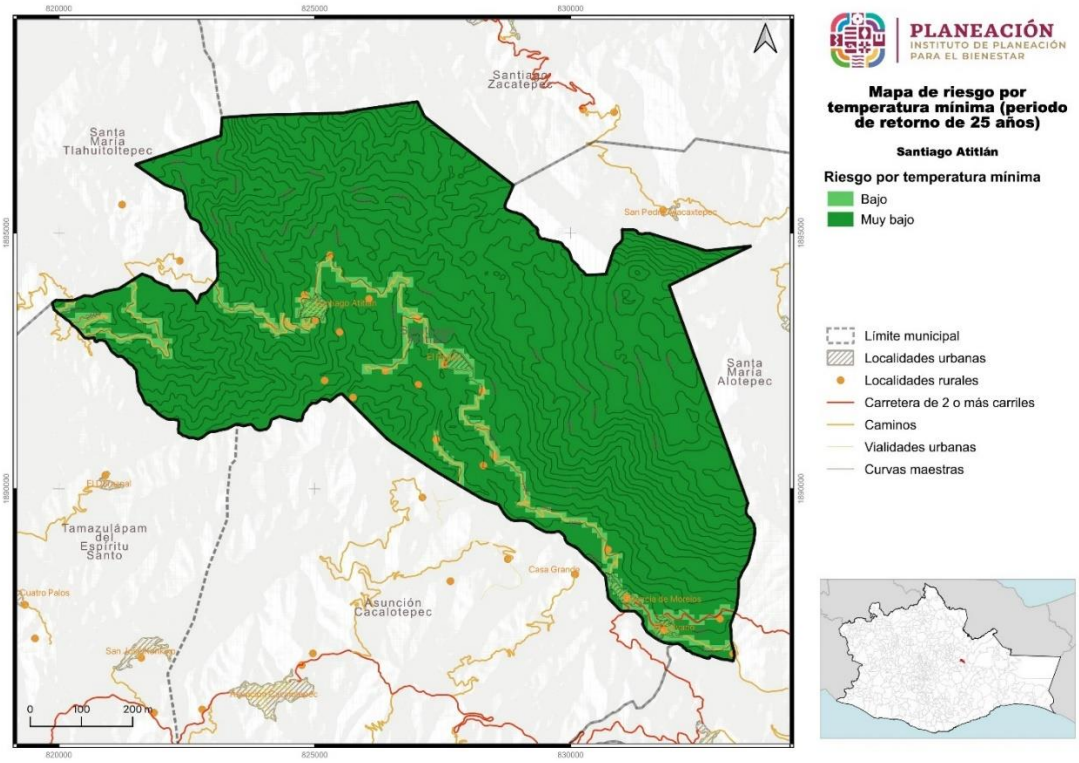
Tabla 190. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

El análisis de la tabla revela las clasificaciones de riesgo por temperaturas mínimas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio y se distribuye de la siguiente manera:

Con el 6.55% existe una superficie de 465 hectáreas, y la clasificación es riesgo “Bajo”, una segunda categoría de riesgo “Muy bajo”, abarca una superficie de 6,628.87 hectáreas que equivale al 93.44% siendo esta la clasificación de riesgo con más extensión territorial presente.

Mapa 138. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



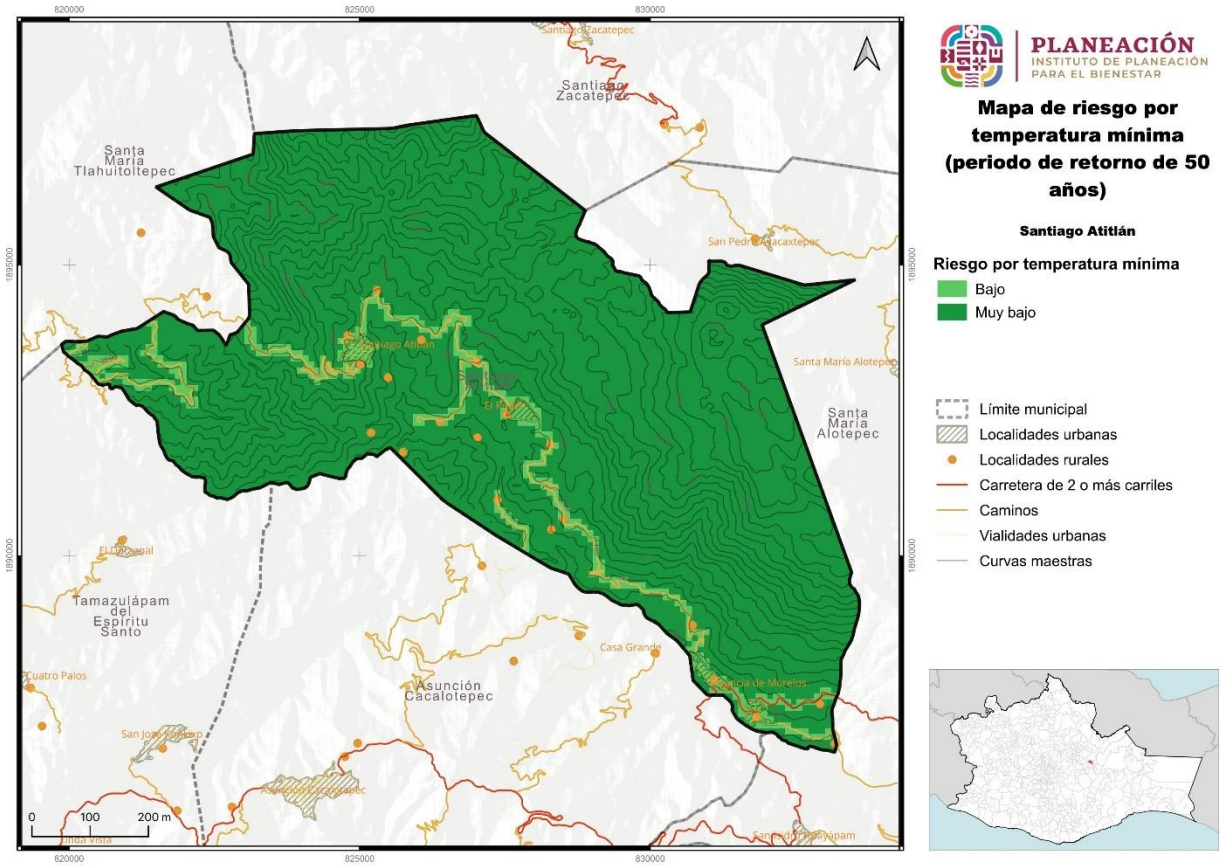
V.9.6.5 Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 50 años

En la presente tabla se detalla la información relacionada con Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años, la clasificación se describe a continuación: “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”, siendo la de Riesgo “Muy bajo” la clasificación sobresaliente.

Tabla 191. 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
Bajo	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

Mapa 139. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



El análisis de la tabla revela las clasificaciones de riesgo por temperaturas mínimas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio y se distribuye de la siguiente manera:

Con el 6.55% existe una superficie de 465 hectáreas y la clasificación es riesgo “Bajo”, una segunda categoría de riesgo “Muy bajo”, abarca una superficie de 6,628.87 hectáreas que equivale al93.44% siendo esta la clasificación de riesgo con más extensión territorial presente.

V.9.6.6 Peligro por temperatura mínima en un periodo de retorno de 100 años

En la presente tabla se detalla la información relacionada con Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años, en este ejercicio solo se tienen dos clasificaciones de riesgo: “Bajo” y “Muy bajo”.

Mapa 140. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

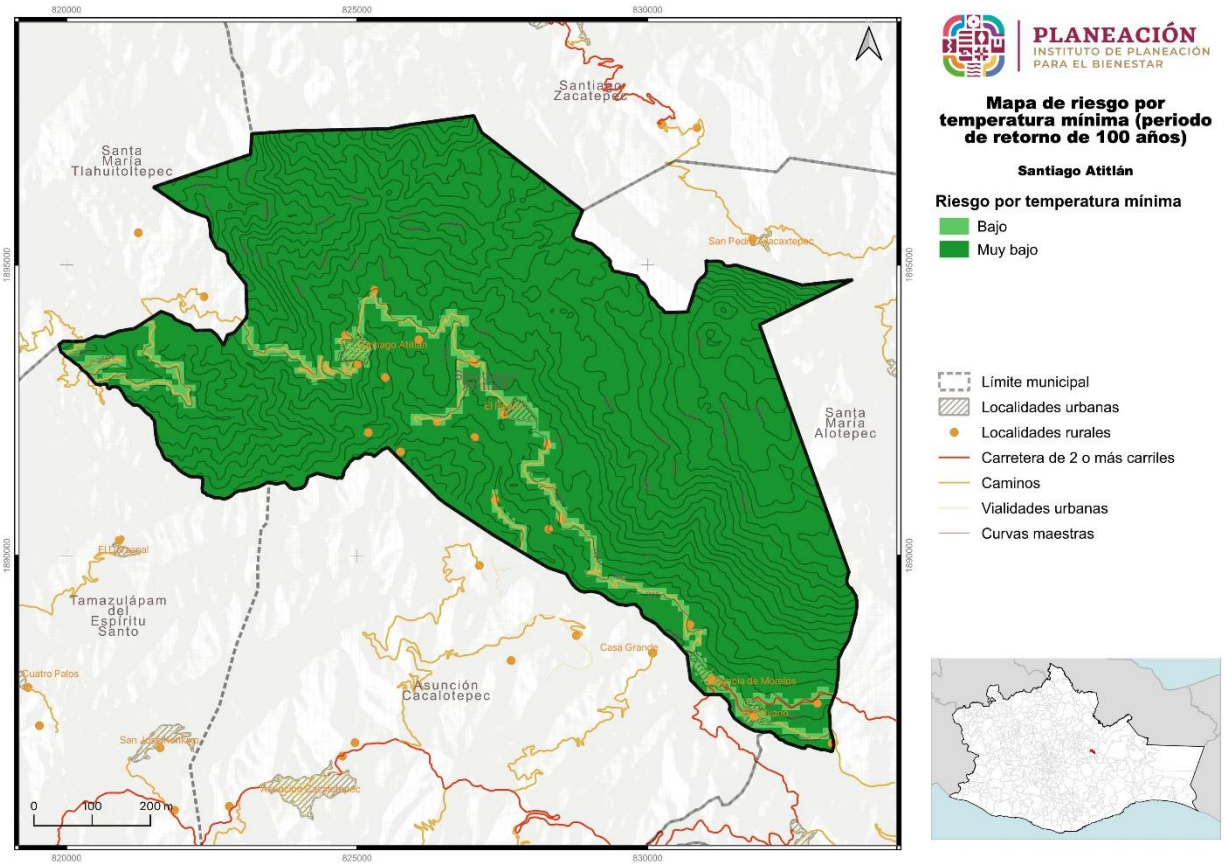


Tabla 192. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

El análisis de la tabla revela las clasificaciones de riesgo por temperaturas mínimas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio y se distribuye de la siguiente manera:

Con el 6.55% existe una superficie de 465 hectáreas y la clasificación es riesgo “Bajo”, una segunda categoría de riesgo “Muy bajo”, abarca una superficie de 6,628.87 hectáreas que equivale al93.44% siendo esta la clasificación de riesgo con más extensión territorial presente.

El mapa de riesgo por temperaturas mínimas para un periodo de retorno de 100 años representa el territorio clasificado en riesgo “Bajo” y “Muy bajo”.

La clasificación de riesgo “Muy bajo”, y como se ilustra en el mapa de riesgo, es la clasificación prácticamente ocupa todo el territorio del municipio. La clasificación “Bajo” abarca la cabecera del municipio y las agencias.

V.9.6.6 Riesgos por días con granizo en el municipio

Los daños que puede ocasionar la precipitación en forma de granizo dependen de la cantidad y tamaño de este, los granizos destruyen siembras y plantíos; inclusive puede causar la pérdida de animales de cría. Dependiendo de la zona en la que se presente puede afectar a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

V.9.6.7 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 5 años y dada las condiciones del territorio, estas afectaciones pueden presentarse en zonas e intensidades específicas. La estadística muestra que el nivel de riesgo se clasifica en: “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

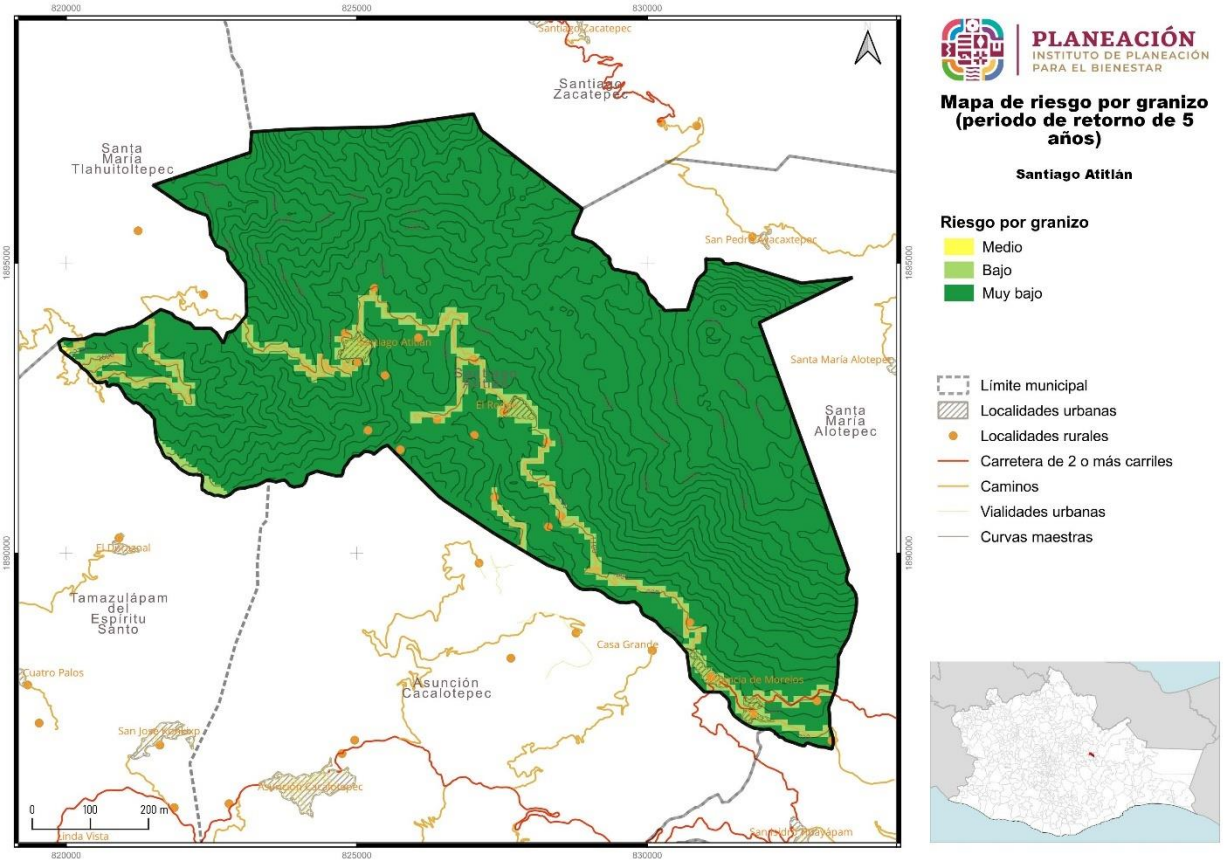
Tabla 193. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	1.88	0.03
Bajo	486.38	6.86
Muy bajo	6605.61	93.12

La tabla de riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 5 años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 6,605.61 hectáreas, lo que equivale al 93.12% del total del territorio y corresponde a la clasificación de riesgo “Muy bajo”.

Como segunda clasificación identificada como riesgo es la “Bajo”, se limita a una superficie de 486.36 hectáreas lo que equivale al 6.86%, y por último se encuentra la clasificación de “Medio” que tiene una superficie de 1.88 hectáreas lo que equivale al 0.03% del territorio.

Mapa 141. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio



Con la elaboración del presente mapa de riesgos se tiene aquellas zonas que presentan algún nivel de riesgo, en este caso el mapa de riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 5 años muestra que la clasificación de riesgo “Muy bajo”, es la que tiene mayor superficie del territorio.

La clasificación de riesgo “Bajo” se encuentra focalizada en la de asentamientos. La clasificación “Medio” se localiza en la parte oeste del municipio.

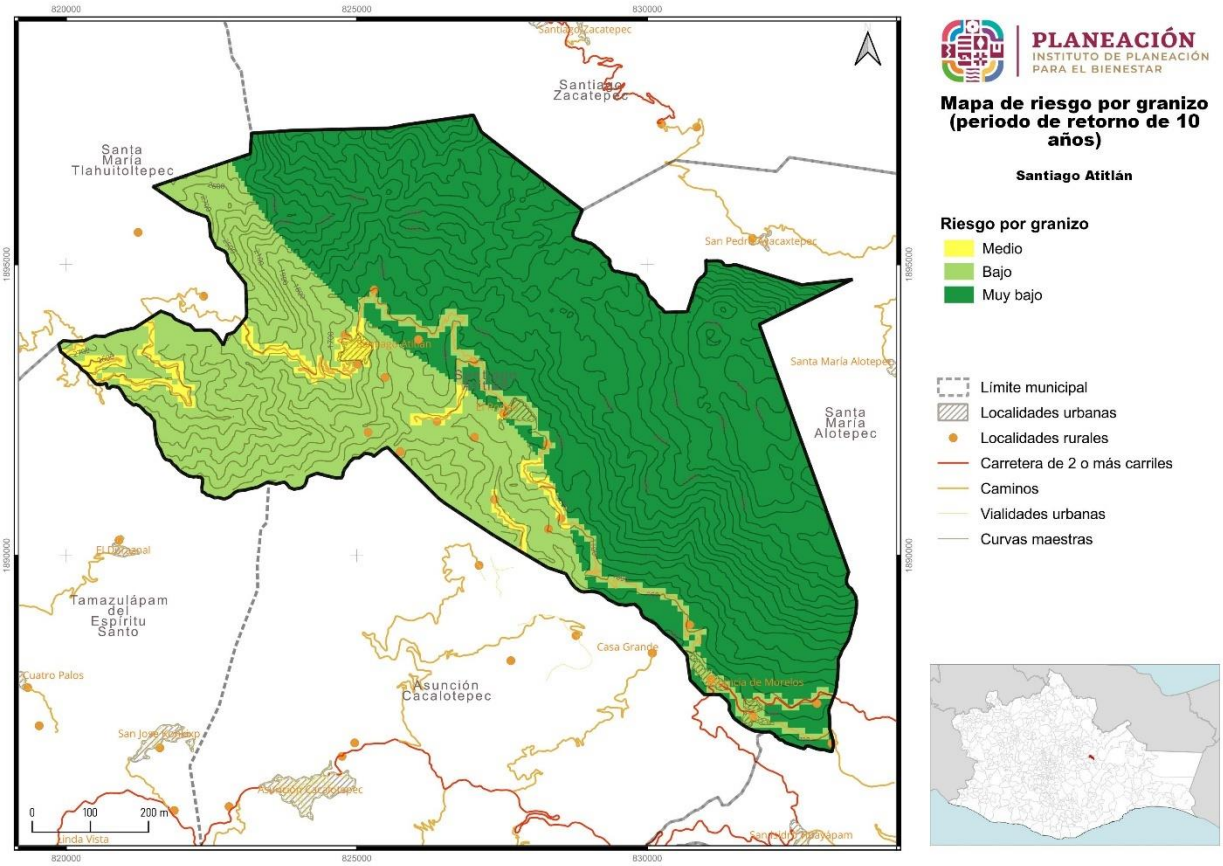
V.9.6.8 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 10 años y dada las condiciones del territorio, estas afectaciones pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística muestra que el nivel de riesgo en el municipio se clasifica en: “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

Tabla 194. 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
Medio	219.47	3.09
Bajo	2213.14	31.2
Muy bajo	4661.25	65.71

Mapa 142. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



La tabla de riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 10 años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 4,661.25 hectáreas, lo que equivale al 65.71% del total del territorio y corresponde a la clasificación de riesgo “Muy bajo”.

Como segunda clasificación identificada como riesgo “Bajo”, se encuentra una superficie de 2,213.14 hectáreas lo que equivale al 31.2%, y la última clasificación que es “Medio”, abarca 219.47 hectáreas lo que equivale al 3.09% del territorio.

Con la elaboración del presente mapa de riesgos se tiene aquellas zonas que presentan algún nivel de riesgo, en este caso el mapa de riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 10 años muestra que la clasificación de riesgo “Muy bajo”, es la que tiene mayor superficie del territorio.

La clasificación de riesgo “Bajo” se encuentra focalizada en la zona al oeste y al suroeste del municipio. Como riesgo nivel “Medio” hay una pequeña superficie en la en la cabecera municipal de Santiago Atitlán.

V.9.6.9 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 25 años y dada las condiciones del territorio, estas afectaciones pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística muestra que el nivel de riesgo en el municipio se clasifica en: “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

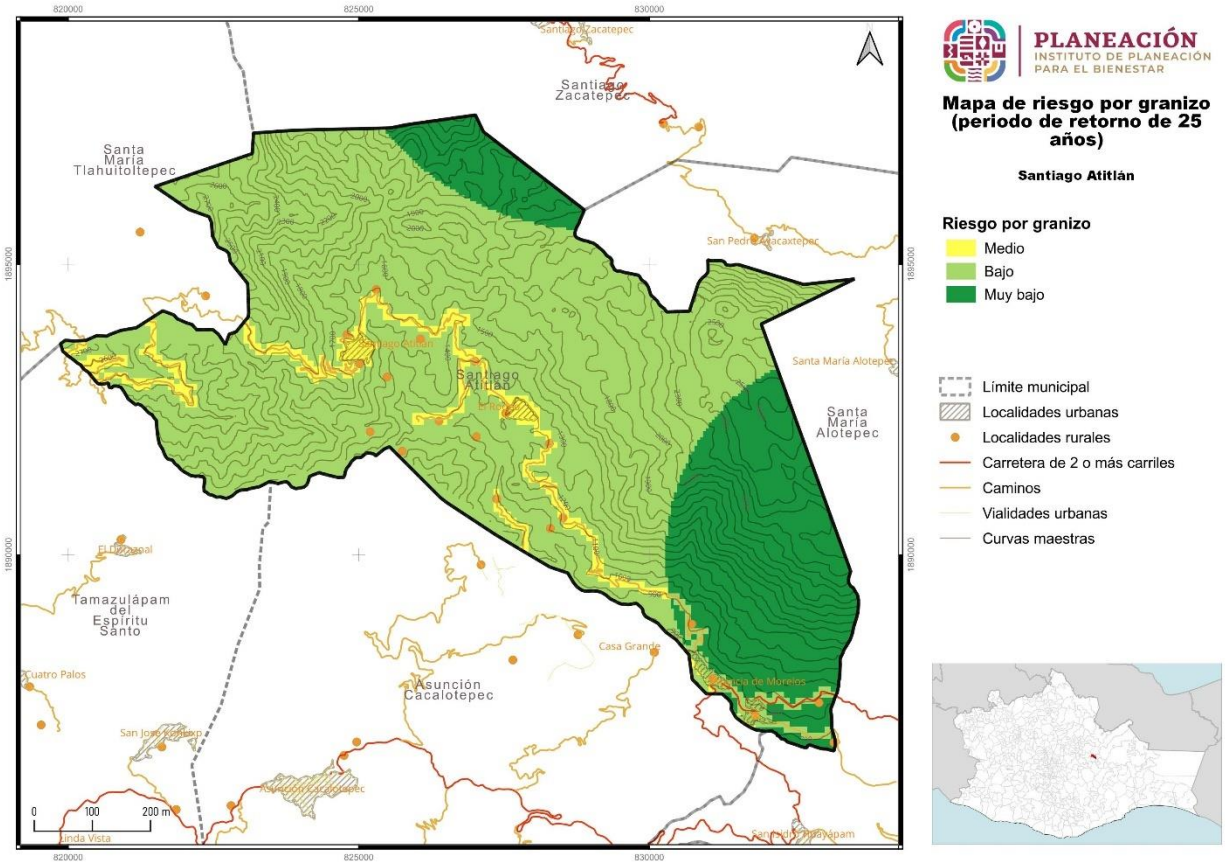
Tabla 195. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	365.58	5.15
Bajo	5081.35	71.63
Muy bajo	1646.95	23.22

La tabla de riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 25 años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 5,081.35 hectáreas, lo que equivale al 71.63% del total del territorio y corresponde a la clasificación de riesgo “Bajo”.

Como segunda clasificación identificada como riesgo “Muy bajo”, se encuentra una superficie de 1,646.95 hectáreas lo que equivale al 23.22% y la última clasificación que es “Medio”, abarca 365.58 hectáreas lo que equivale al 5.15% del territorio.

Mapa 143. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



V.9.6.10 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio

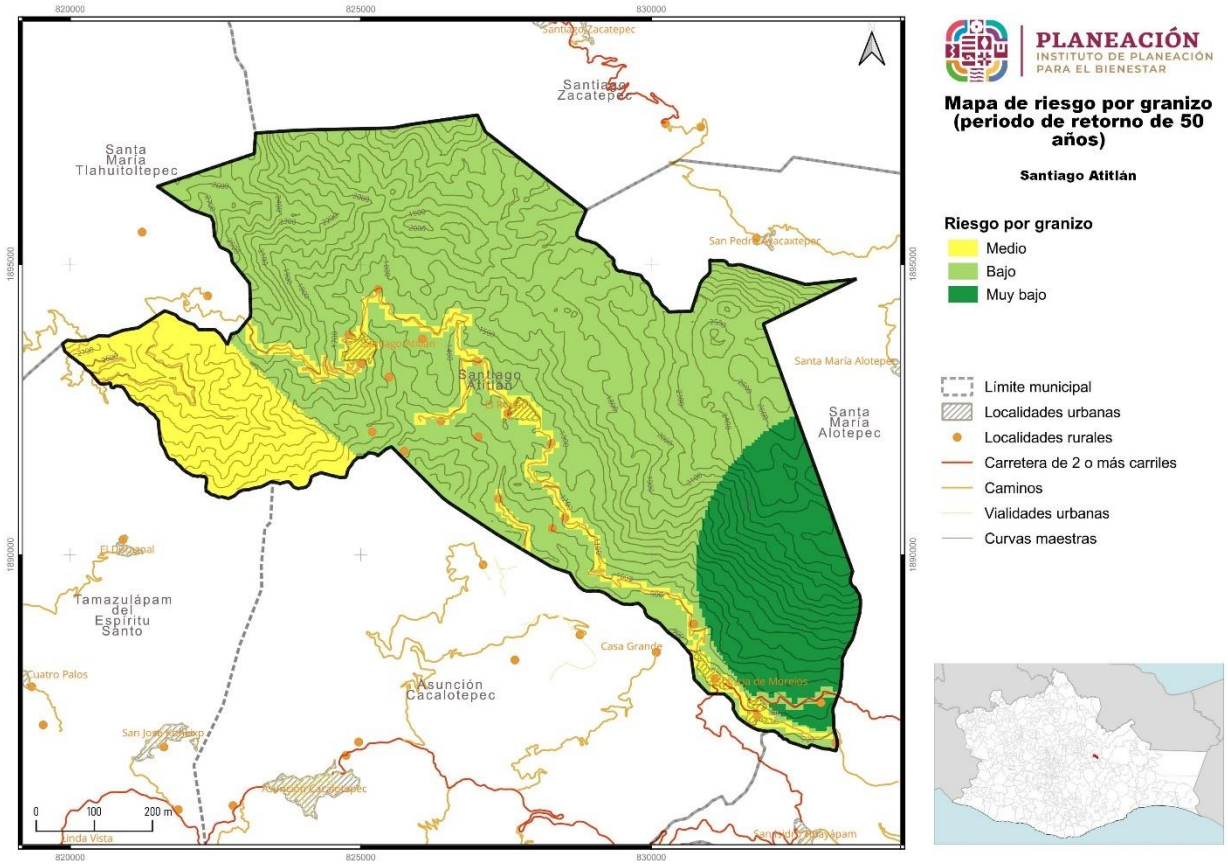
Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 50 años y dada las condiciones del territorio, estas afectaciones pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística muestra que el nivel de riesgo en el municipio se clasifica en: “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

Tabla 196. 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
Medio	1127.26	15.89
Bajo	4964.64	69.98
Muy bajo	1001.97	14.12

La tabla de riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 50 años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 4,964.64 hectáreas, lo que equivale al 69.98% del total del territorio y corresponde a la clasificación de riesgo “Bajo”. Como segunda clasificación identificada como riesgo “Medio”, se encuentra una superficie de 1,127.26 hectáreas lo que equivale al 15.89% y la última clasificación que es “Muy bajo”, abarca 1,001.97 hectáreas lo que equivale al 14.12%.

Mapa 144. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



El mapa de riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 50 años ilustra al territorio dividido en tres zonas, y conforme va aumentado el periodo de retorno algunas áreas comienzan a ampliarse, y otras a ceder territorio.

Como riesgo “Medio” existe un aumento en la superficie en comparación con el periodo de retorno anterior, esta superficie se localiza al oeste de la cabecera municipal.

La clasificación de riesgo “Bajo” también muestra una disminución en su territorio, aunque sigue abarcando la mayor parte del territorio disminuyo su área con respecto

al retorno anterior. La tercera clasificación que es la de riesgo “Muy bajo”, presenta una disminución en su territorio, abarcando la parte sur-sureste del territorio

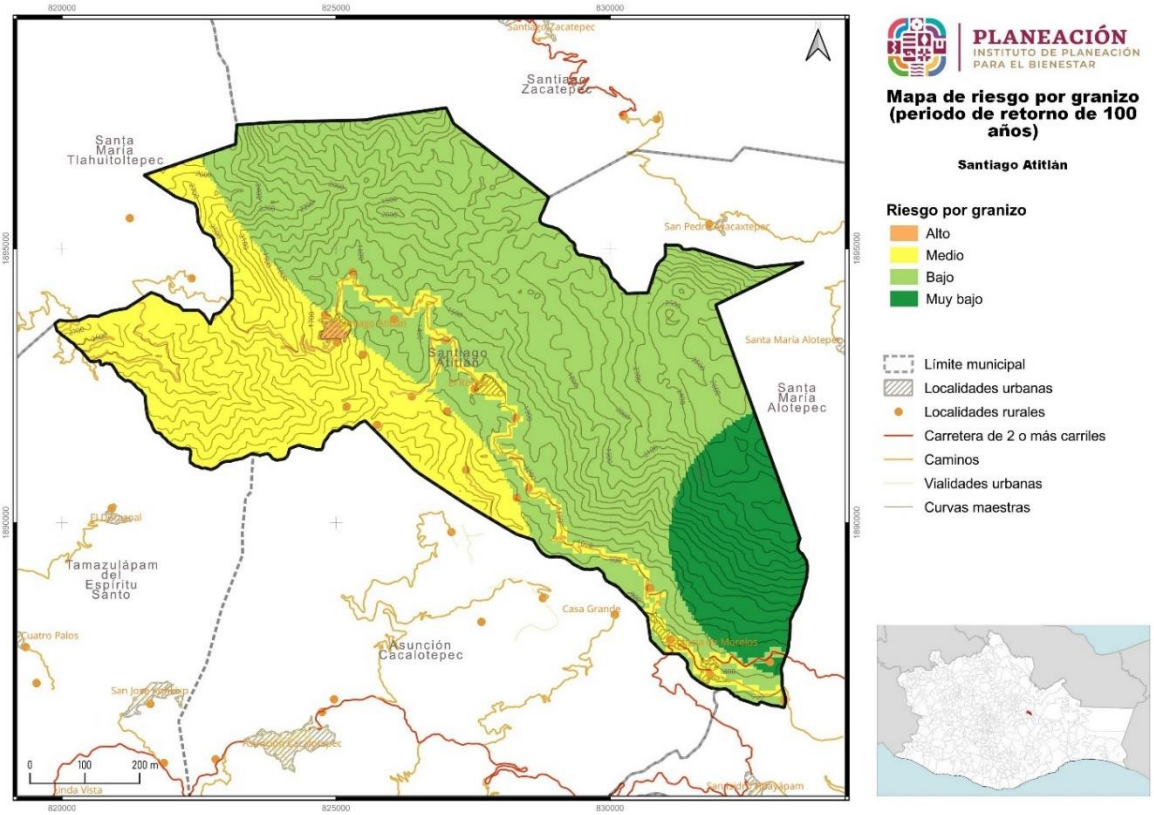
V.9.6.10 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 100 años y dada las condiciones del territorio, estas afectaciones pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística muestra que el nivel de riesgo en el municipio se clasifica en: “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

Tabla 197. 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
Alto	12.95	0.18
Medio	2049.15	28.89
Bajo	4239.1	59.76
Muy bajo	792.67	11.17

Mapa 145. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



La tabla de riesgo por tormentas de granizo en un periodo de retorno de 100 años indica que, el mayor porcentaje ocupa una superficie de 4,239.1 hectáreas, lo que equivale al 59.76% del total del territorio y corresponde a la clasificación de riesgo “Bajo”.

Como segunda clasificación identificada como riesgo “Medio”, se encuentra una superficie de 2,049.15 hectáreas lo que equivale al 28.89%, la tercera clasificación identificada como riesgo “Muy baja” con una superficie de 792.67 hectáreas lo que equivale al 11.17% del territorio, y la última clasificación que es “Alto”, abarca 12.95 hectáreas lo que equivale al 0.18% del territorio.

V.9.6.11 Riesgo por nevadas en el municipio

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

Mapa 146. Riesgo por nevadas en el municipio

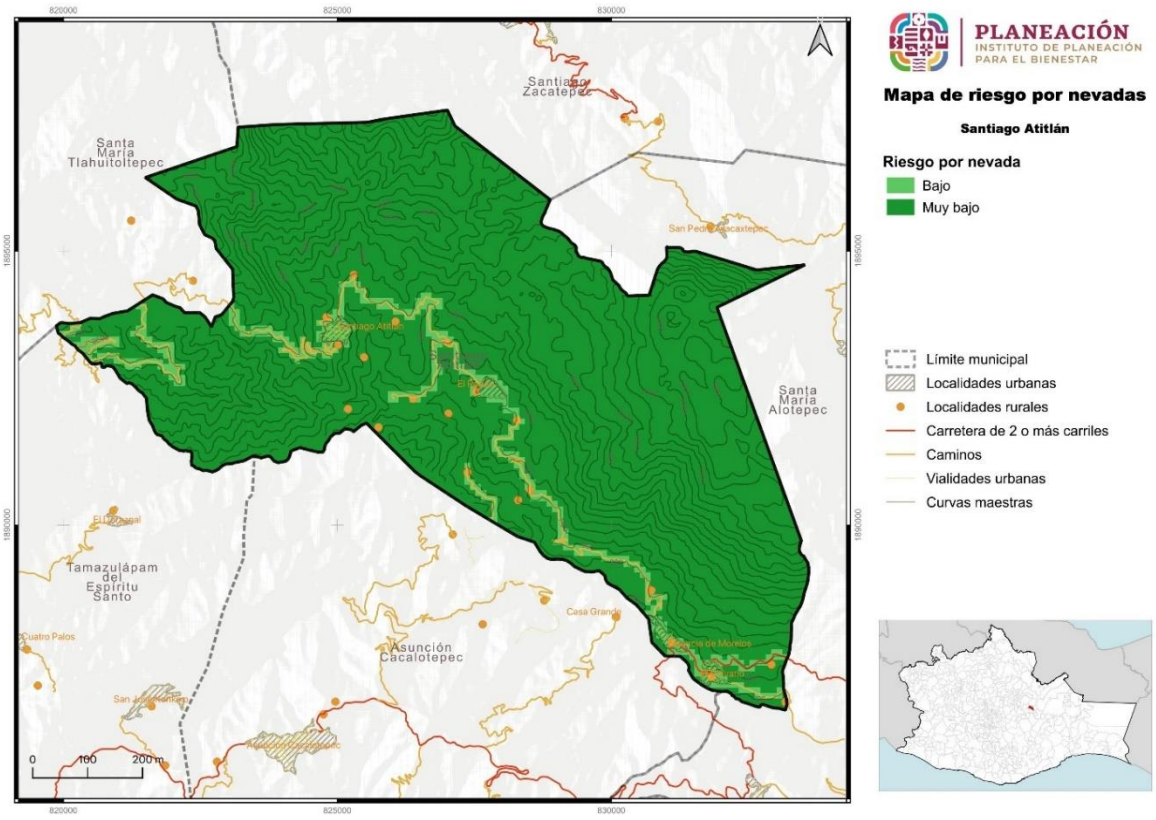


Tabla 198. Riesgo por nevadas en el municipio

Riesgo por nevadas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

El análisis de la tabla indica que la clasificación de riesgo por nevadas en el municipio se distribuye de la siguiente manera:

Con el 6.55% se ostenta una superficie de 465 hectáreas, y la clasificación para esta extensión territorial es de riesgo “Bajo”, una segunda categoría de riesgo es la de “Muy bajo”, que ocupa una superficie de 6,628.87 hectáreas, esta extensión territorial representa el 93.44%.

El mapa de riesgo por nevadas presenta el territorio clasificado en dos categorías de riesgo; una es la clasificación de riesgo “Bajo” y se localiza en aquellas áreas donde existen asentamientos como lo son las localidades de Santiago Atitlán y las agencias que conforman al municipio. La segunda clasificación que es el riesgo “Muy bajo”, y esta clasificación ocupan toda la superficie del territorio del municipio.

El análisis demuestra que el riesgo por este tipo de fenómeno en el municipio es mínimo.

V.9.7 Ondas cálidas

Por lo general las temperaturas máximas 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.

V.9.7.1 Riesgo por temperaturas máximas extremas

El municipio presenta diversos tipos de temperaturas, las temperaturas altas se presentan durante la estación de primavera que va de mediados de marzo a mediados de junio.

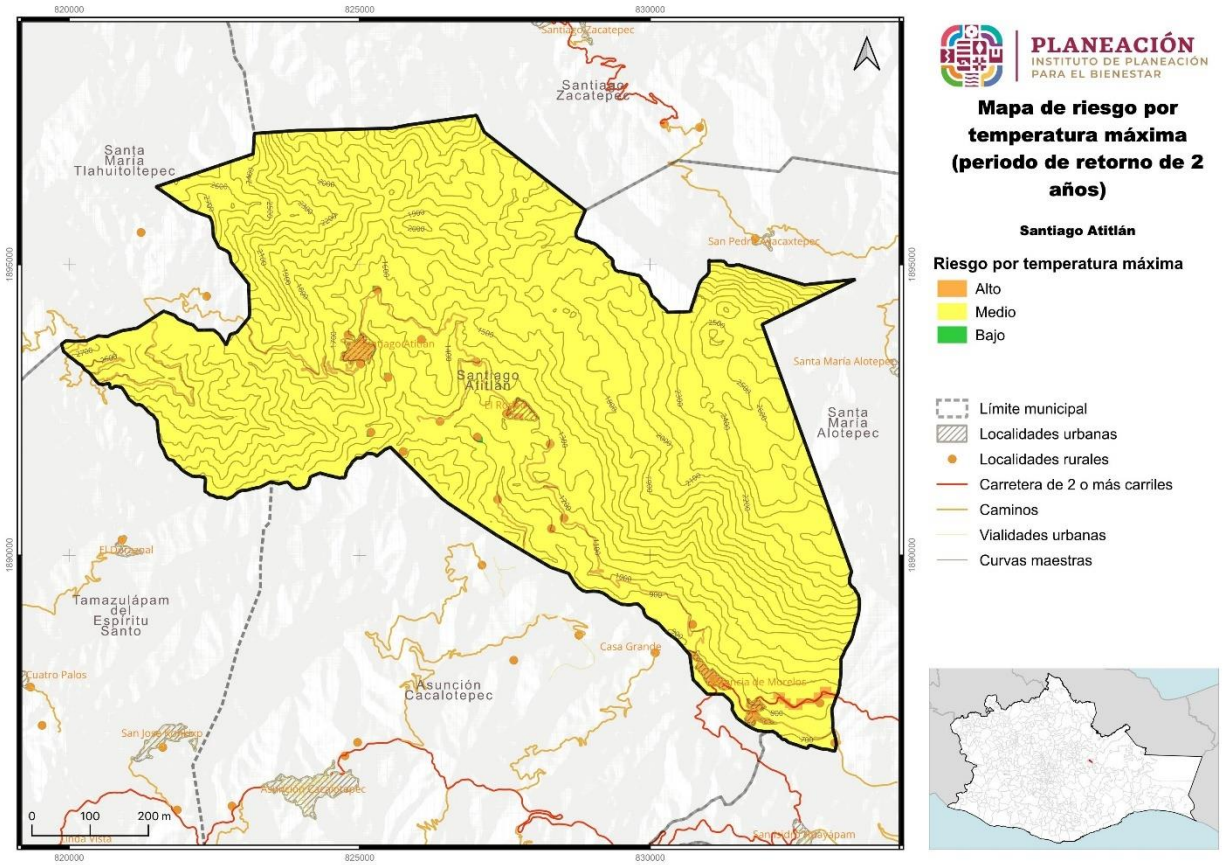
V.9.7.2 Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de dos años y dada las condiciones del territorio, estas afectaciones pueden darse en zonas e intensidades específicas. Los niveles de riesgo en el municipio se clasifican en: “Alto”, “Medio” y “Bajo”.

Tabla 199. 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
Alto	64.51	0.91
Medio	7023.36	99.01
Bajo	6	0.08

Mapa 147. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



El grado de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de dos años en el territorio se distribuye de la siguiente manera:

Con el 0.91% del territorio y una superficie de 64.51 hectáreas, y la clasificación para esta extensión territorial es la de riesgo “Alto”, la siguiente categoría de riesgo es de “Medio”, que ocupa una superficie de 7,023.36 hectáreas, la cual es la que abraca más extensión territorial representa el 99.01%. por último, se encuentra la clasificación de “Bajo” que tiene una superficie de 6 hectáreas lo que equivale al 0.08% del territorio.

El mapa de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de dos años presenta tres categorías; “Alto”, “Medio” y “Baja”.

Como riesgo “Alto” se observan tres sectores en el territorio, la primera ubicada en la cabecera municipal de Santiago Atitlán, el resto en la agencia de él Rodeo y la agencia de Morelos. Como riesgo “Medio” se observa que es la mayor parte del territorio.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo “Alto” que serían las áreas de asentamientos en este caso.

V.9.7.3 Riesgo por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 5 años

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 5 años y dada las condiciones del territorio. Los niveles de riesgo en el municipio se clasifican en: “Muy alto”, “Alto”, “Medio” y “Bajo”.

Tabla 200. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

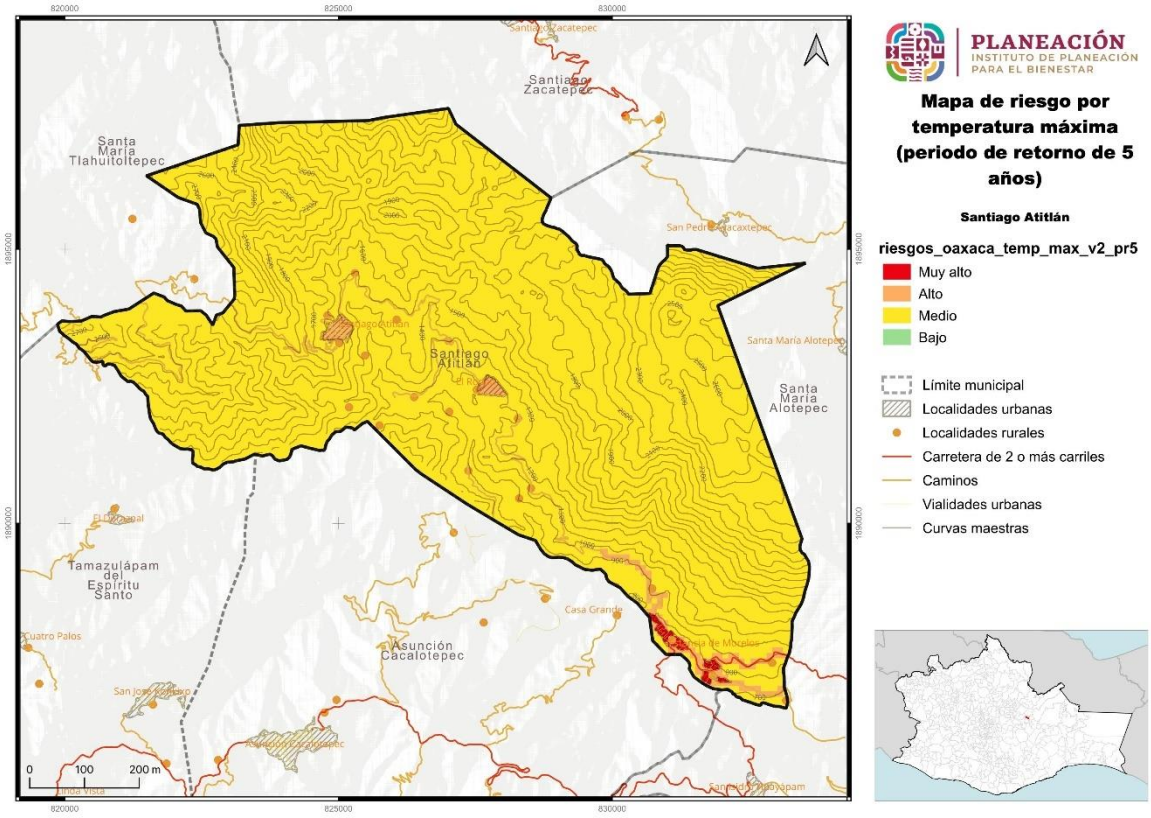
Riesgo por temperatura máxima (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	20.97	0.3
Alto	123.44	1.74
Medio	6949.44	97.96
Bajo	0.03	0

El grado de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 5 años en el territorio se distribuye de la siguiente manera:

El análisis de la tabla muestra que las 6,949.44 hectáreas se encuentran en la categoría de riesgo “Medio” lo que equivale al 97.96% que es la mayor parte del territorio, para 123.44 hectáreas, la clasificación es la de riesgo “Alto” lo que equivale al 1.74% del

territorio, la siguiente categoría de riesgo es “Muy alto” que abarca 20.97 hectáreas que equivale a 0.3%, y por último la clasificación de “Bajo” que ocupa una superficie de 0.03 hectáreas, esta extensión territorial representa el 0% del territorio.

Mapa 148. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio



El mapa de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de cinco años presenta estas categorías; “Muy alto”, “Alto” y “Media”, “Bajo”.

La categoría de riesgo “Medio” es la mayor parte que el territorio abarca. La clasificación de riesgo “Alto” abarca las zonas de los asentamientos de la comunidad. La clasificación de riesgo “Muy alta” localizado en la parte sur de la comunidad cerca de la agencia de él Rodeo y la agencia de Estancia de Morelos.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto” riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo “Alto” y “Muy Alto” que serían las áreas de asentamientos en este caso.

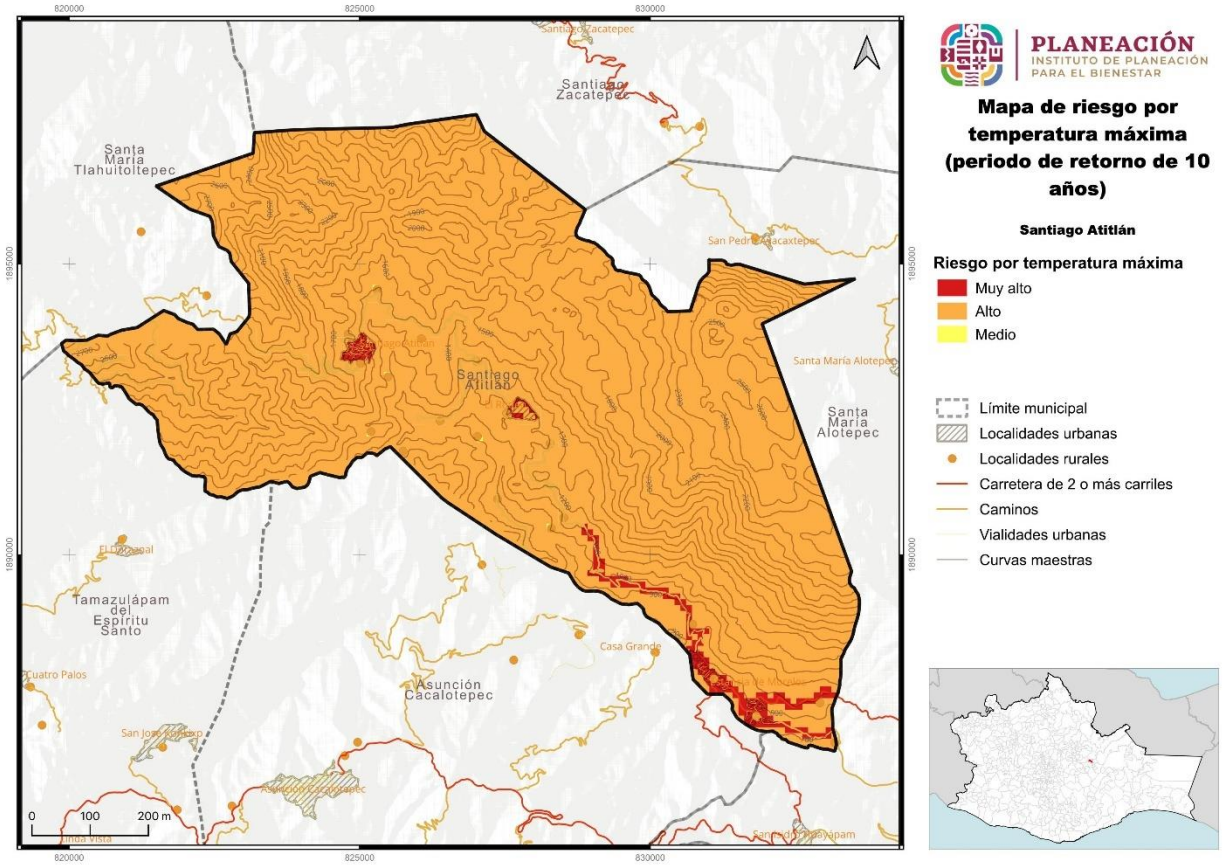
V.9.7.4 Riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno por 10 años

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 10 años y dada las condiciones del territorio. Los niveles de riesgo en el municipio se clasifican en: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”.

Tabla 201. 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
Muy alto	20.97	0.3
Alto	147.62	2.08
Medio	6925.29	97.62

Mapa 149. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



El grado de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 10 años en el territorio se distribuye de la siguiente manera:

El análisis de la tabla muestra que 6,925.29 hectáreas se encuentran en la categoría de riesgo "Medio" que equivale al 97.62%. se tiene que, para 147.62 hectáreas, la clasificación es la de riesgo "Alto" el cual representa el 2.08% del territorio, la siguiente categoría de riesgo es "Muy alto", y ocupa una superficie de 20.97 hectáreas, esta extensión territorial representa el 0.3%.

El mapa de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de diez años presenta tres categorías; "Muy alto", "Alto" y "Medio".

La categoría de riesgo "Muy alto", está presente sobre todo en aquellas áreas donde se encuentran los asentamientos humanos, abarcando al municipio y a sus agencias. Como riesgo "Alto" se encuentra abarcando la mayor cantidad del territorio.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación "Alto" y Muy Alto" riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo "Alto" y "Muy Alto" que serían las áreas de asentamientos en este caso.

V.9.7.5 Riesgos por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 25 años

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 25 años y dada las condiciones del territorio, estas afectaciones pueden darse en zonas e intensidades específicas. La estadística muestra que el nivel de riesgo en el municipio está clasificado en: "Muy alto", "Alto" y "Medio".

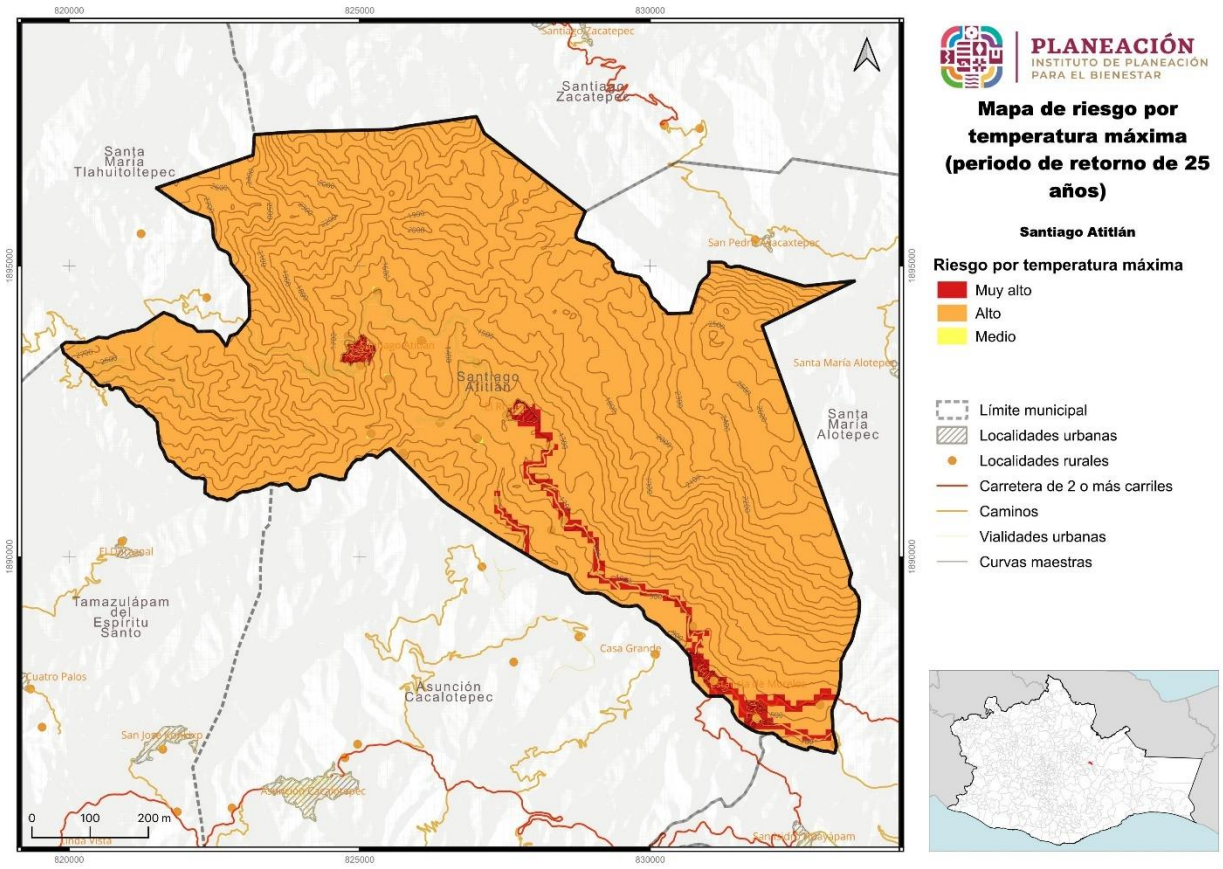
Tabla 202. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por temperatura máxima (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	23.72	0.33
Alto	204.78	2.89
Medio	6865.38	96.78

El grado de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 25 años en el territorio se distribuye de la siguiente manera:

Con la clasificación de “Muy alto” abarcando una superficie de 23.72 hectáreas, lo que equivale a 0.33%, Se tiene que la clasificación de riesgo “Alto” aparece en una superficie de 204.78 hectáreas, esta superficie equivale al 2.89%. Con una superficie de 6,865.38 hectáreas se exhibe la categoría de riesgo “Medio” que equivale al 96.78% del territorio.

Mapa 150. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



El mapa de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 25 años presenta estas categorías; “Muy alto”, “Alto” y “Medio”.

La categoría de riesgo “Muy alto” tiene presencia en los asentamientos de la cabecera municipal y sus agencias. La categoría de riesgo “Alto”, ocupa la mayor superficie del territorio, la categoría “Medio” no se observa en el mapa.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto” riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo “Alto” y “Muy alto” que serían las áreas con asentamientos en este caso.

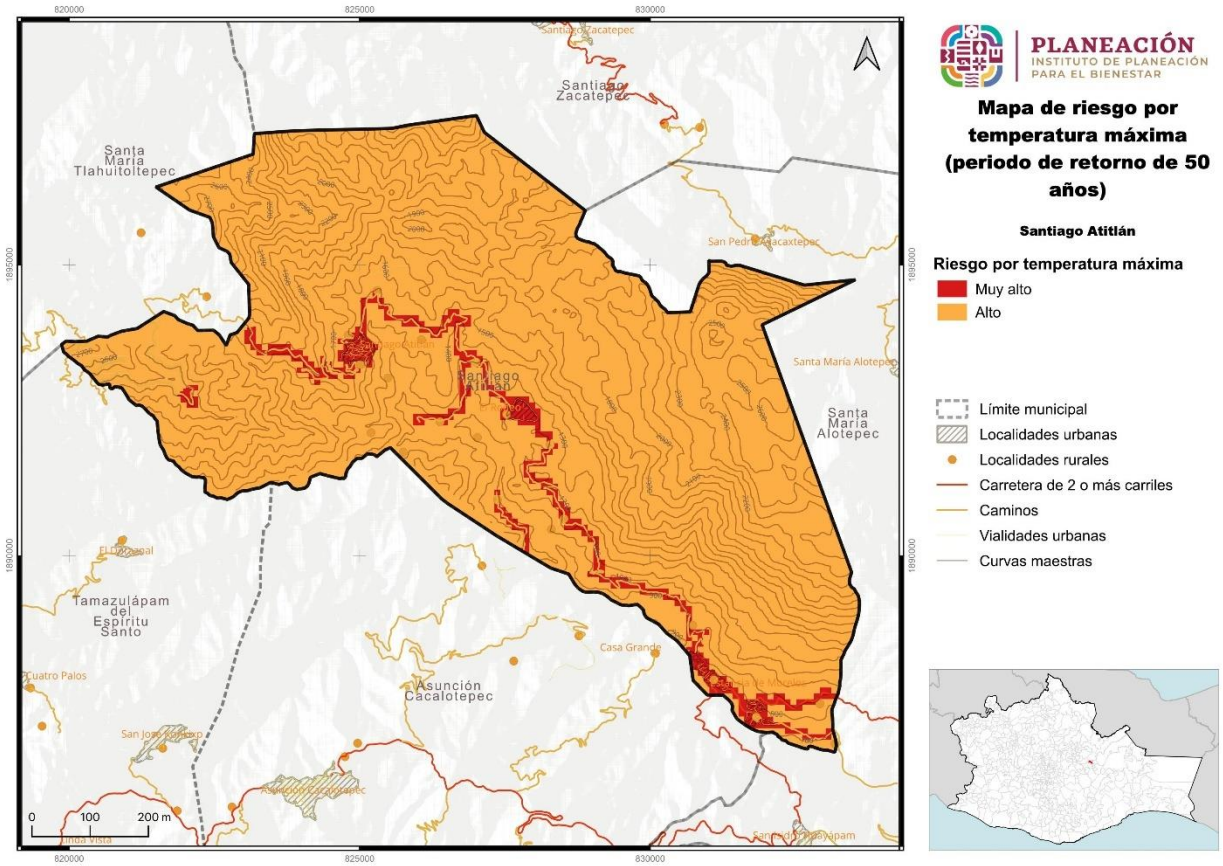
V.9.7.6 Riesgos por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 50 años

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 50 años y dada las condiciones del territorio, la estadística muestra que los niveles de riesgo en el municipio se clasifican en: “Muy alto”, “alto” y “Medio”.

Tabla 203. 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
Muy alto	44.82	0.63
Alto	348.79	4.92
Medio	6700.25	94.45

Mapa 151. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



El grado de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 50 años en el territorio se distribuye de la siguiente manera:

En la tabla la clasificación de riesgo “Muy alto”, abarca una superficie territorial de 44.82 hectáreas, lo que equivale a 0.63% del territorio, se tiene que la clasificación de riesgo “Alto” abarca una extensión de 348.79 hectáreas, esta superficie equivale al 4.92%. Con una superficie de 6,700.25 hectáreas se exhibe la categoría de riesgo “Medio” que equivale al 94.45% del territorio.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto” riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo “Alto” y “Muy alto” que serían las áreas con asentamientos en este caso.

V.9.7.7 Riesgo por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 100 años

Para el Municipio de Santiago Atitlán, el riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 100 años y dada las condiciones del territorio, la estadística muestra que los niveles de riesgo en el municipio se clasifican en: “Muy alto”, “Alto” y “Medio”.

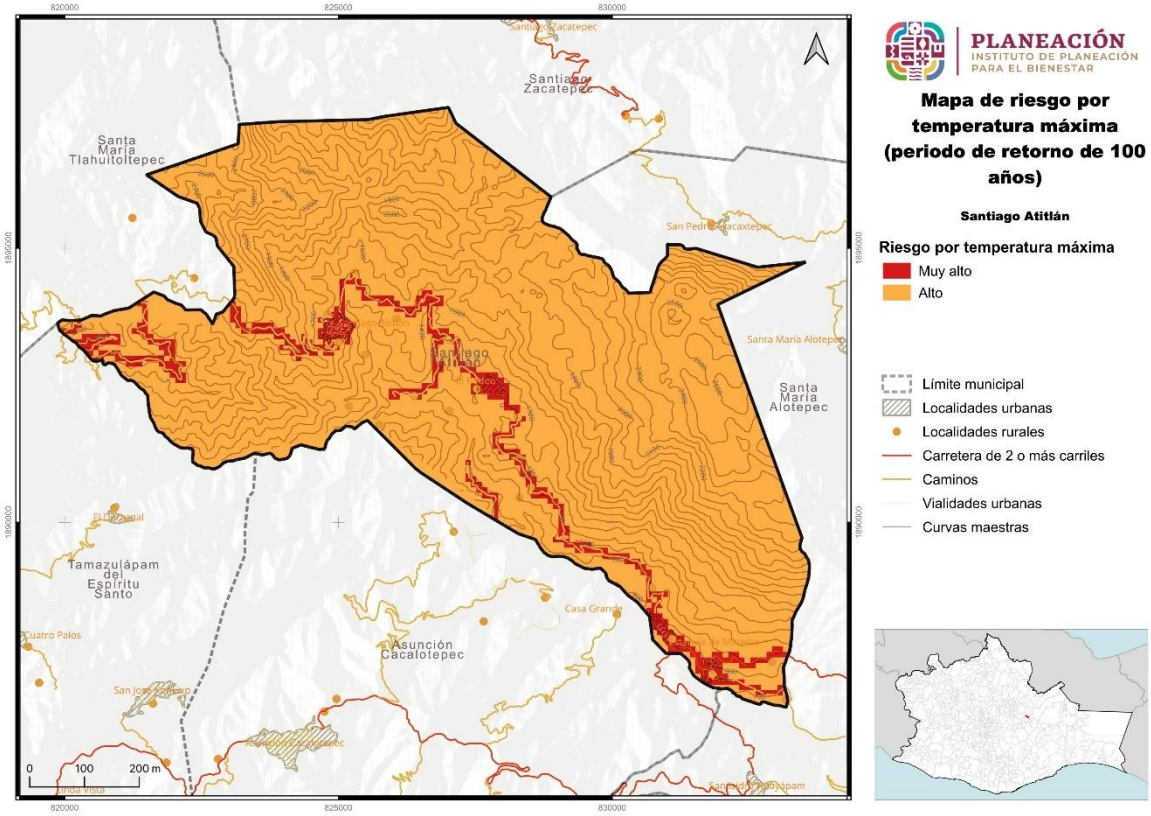
Tabla 204. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

Riesgo por temperatura máxima (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	44.82	0.63
Alto	420.18	5.92
Medio	6628.87	93.44

El grado de riesgo por temperaturas máximas extremas en un periodo de retorno de 100 años en el territorio se distribuye de la siguiente manera:

En la tabla la clasificación de riesgo “Muy alto”, abarca una superficie territorial de 44.82 hectáreas, lo que equivale a 0.63% del territorio, se tiene que la clasificación de riesgo “Alto” abarca una extensión de 420.18 hectáreas, esta superficie equivale al 5.92%. Con una superficie de 6,628.87 hectáreas se exhibe la categoría de riesgo “Medio” lo que equivale al 93.44% del territorio.

Mapa 152. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto” riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo “Alto” y “Muy alto” que serían las áreas con asentamientos en este caso.

V.9.8 Sequías

Probablemente no se tienen registros o algún antecedente pero actualmente en los últimos 3 años se tiene información de los propios habitantes del municipio que si han sufrido sequias en su territorio y las cosechas no han sido buenas.

V.9.9 Tornados *

Para el municipio de Santiago Atitlán, no se cuenta con algún registro de la presencia de dicho meteoro en el territorio.

V.9.9.1 Riesgos por vientos fuertes y tornados en el municipio

No Aplica para Este Municipio

V.10 Riesgos por fenómenos químico-tecnológicos

V.10.1 Sustancias peligrosas

Las sustancias peligrosas son materiales que pueden causar daños a las personas, los animales o el medio ambiente. Estas sustancias pueden encontrarse en muchas formas, como productos químicos, gases, líquidos y sólidos, y pueden utilizarse en diversas industrias, como la fabricación, la construcción y la agricultura.

V.10.1.1 Riesgo por explosión de combustible en calles

La amenaza por la explosión de combustible en las calles y en base a la información estadística, se cuenta con las siguientes clasificaciones de riesgo: “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”

Tabla 205. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio

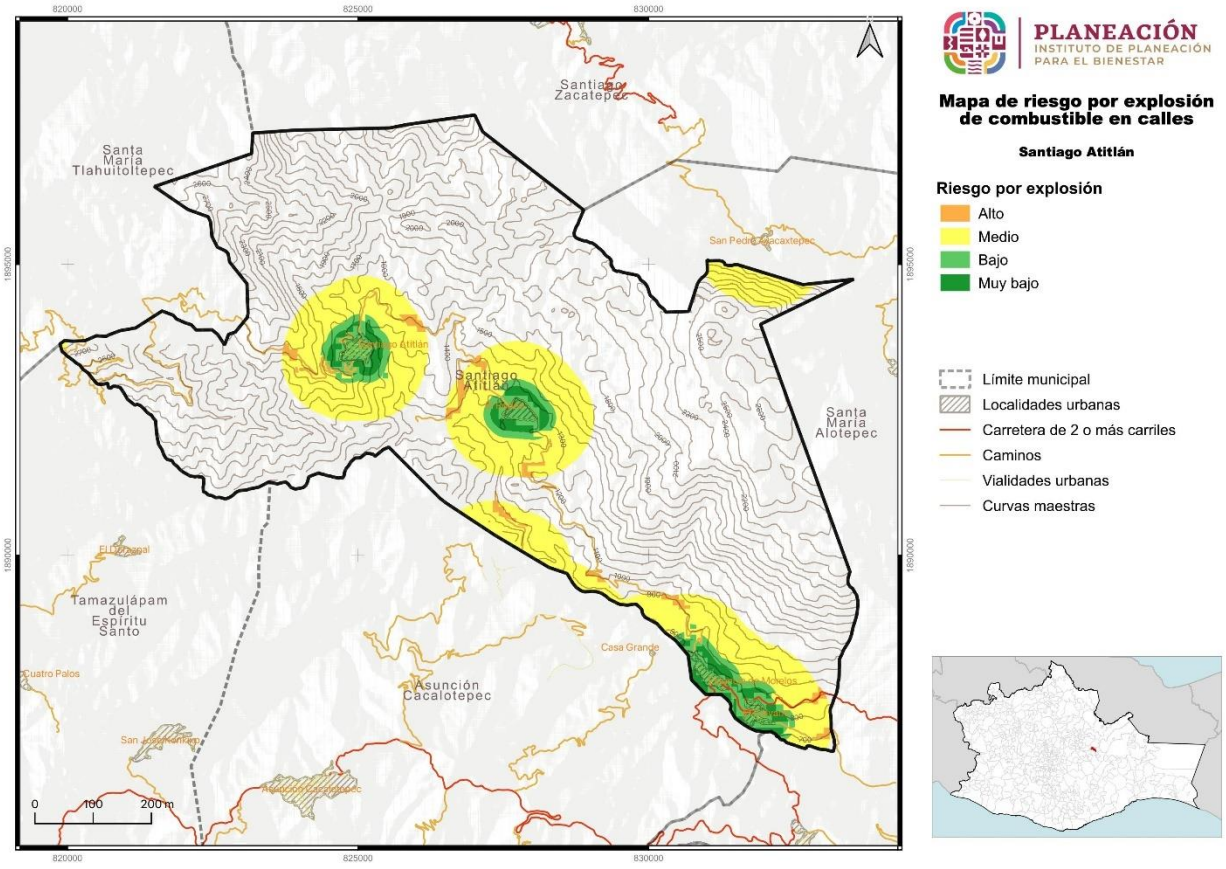
Riesgo por explosión de combustible en calles	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	54.67	0.77
Medio	1218.17	17.17
Bajo	233.1	3.29
Muy bajo	106.39	1.5

La clasificación de riesgo por explosión de combustible en las calles se distribuye de la siguiente manera:

En la tabla se presenta la clasificación de riesgo “Alto”, esta clasificación abarca una superficie pequeña con tan solo 54.67 hectáreas lo que equivale al 0.77%, en la categoría de riesgo “Medio” existen 1,218.17 hectáreas que tendrán estas afectaciones en algún año en particular, esta superficie equivale a 17.17% del total del territorio.

Se tiene la presencia de la clasificación de riesgo “Bajo” en una superficie de 233.1 hectáreas, esta superficie equivale al 3.29% y por último con el 1.5% se tiene una superficie de 106.39 hectáreas, y la clasificación para esta extensión territorial es la de riesgo “Muy bajo”.

Mapa 153. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio



El mapa de riesgo por explosión de combustible en las calles presenta estas categorías; “Alta”, “Media”, “Baja” y “Muy baja”

Con la interpretación de los datos estadísticos se sabe que las zonas con riesgo “Alto” para este tipo de fenómenos se encontrara en las áreas con asentamientos; ya que en estos lugares es en donde se lleva a cabo el manejo de esta sustancia. Las otras series de clasificaciones las encontremos en la periferia de las áreas de asentamientos, básicamente la cabecera municipal en conjunto con las agencias que en el municipio tiene son las susceptibles de riesgo.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” riesgo, regulación sobre las construcciones en las zonas de riesgo “Alto” que serían las áreas con asentamientos en este caso.

V.10.1.2 Riesgo por explosión de pequeños comercios

La amenaza por la explosión de combustible en las calles y en base a la información estadística que presenta la tabla, se cuenta con las siguientes clasificaciones de riesgo: “Muy alto”, “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”.

Tabla 206. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio

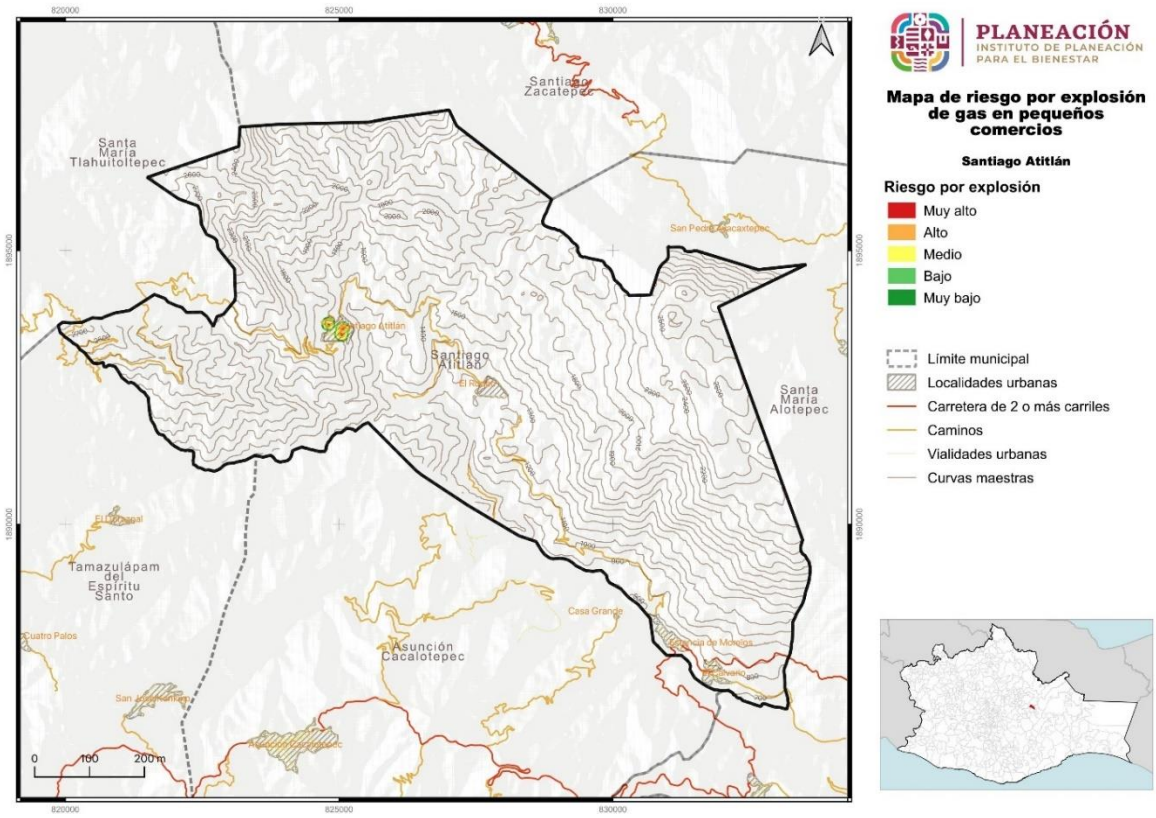
Riesgo por explosión en pequeños comercios	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.48	0.01
Alto	2.55	0.04
Medio	4.85	0.07
Bajo	5.34	0.08
Muy bajo	0.59	0.01

La clasificación de riesgo por explosión en pequeños comercios se distribuye de la siguiente manera:

La clasificación de riesgo “Muy alto” se da en una extensión territorial de apenas 0.48 hectáreas lo que equivale al 0.01%, de igual forma en la tabla se observa la clasificación de riesgo “Alto”, esta clasificación abarca una superficie pequeña de tan solo 2.55 hectáreas, lo que equivale a 0.04%.

En la categoría de riesgo “Medio”, 4.85 hectáreas tendrán afectaciones en algún año en particular, esta superficie equivale a 0.07% del total del territorio, se tiene la presencia de la clasificación de riesgo “Bajo” en una superficie de 5.34 hectáreas equivalente a 0.08% del territorio y por último la clasificación de riesgo “Muy bajo” con una superficie de 0.59 hectáreas.

Mapa 154. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio



El mapa de riesgo por explosión de gas en pequeños comercios presenta estas categorías; “Muy alta”, “Alta”, “Media”, “Baja” y “Muy baja”.

Con la interpretación de los datos estadísticos indica que las zonas con riesgo “Muy alto” para este tipo de fenómenos se encontrara en las áreas donde se ubican los asentamientos. La cabecera municipal Santiago Atitlán es la localidad que pudiese presentar alguna afectación por explosión, toda vez que es en esta zona donde se cuenta con pequeños comercios y manejan este tipo de sustancia.

V.10.1.3 Riesgo por explosión de combustible en calles *

No Aplica para Este Municipio

V.10.1.4 Riesgo por nube tóxica en ductos *

No Aplica para Este Municipio

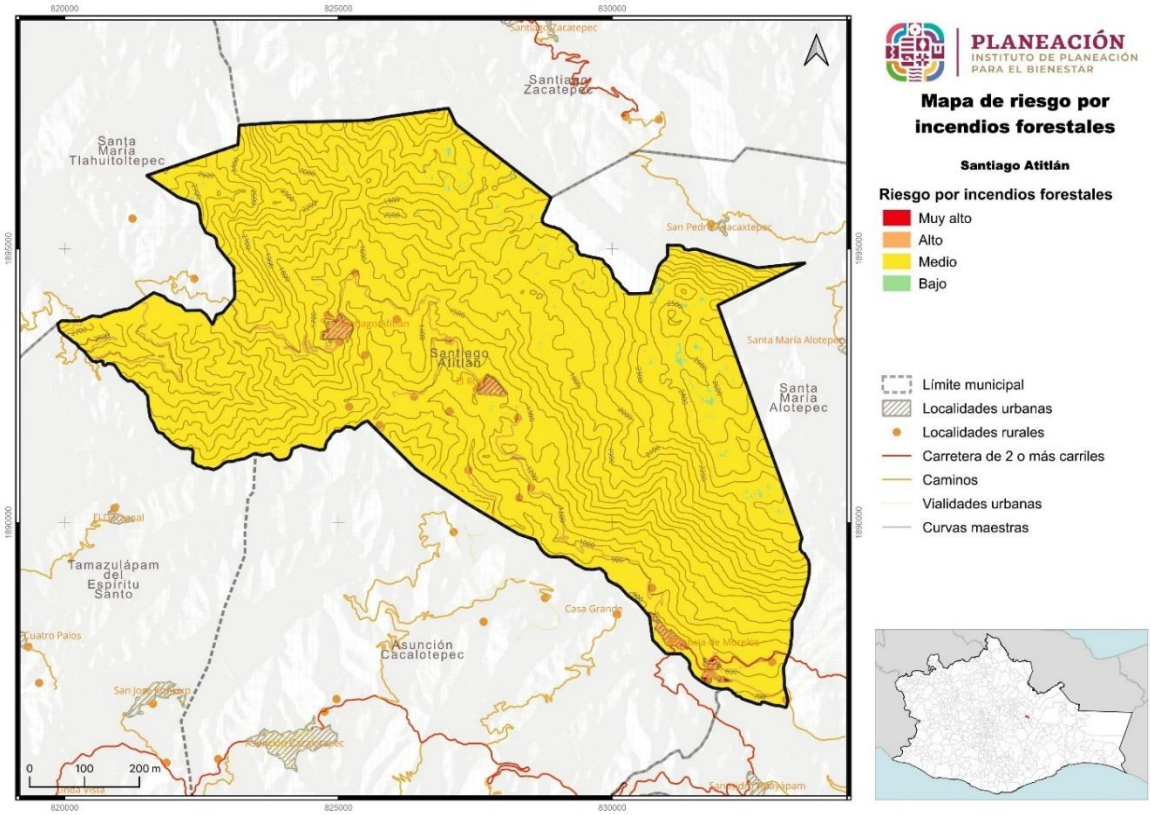
V.10.2 Incendios forestales

El fuego es uno de los factores de perturbación ecológica y de transformación del paisaje más ampliamente extendidos en los ecosistemas terrestres. Los incendios forman parte de la dinámica de los ecosistemas, pueden ser una herramienta de manejo, y también un factor de deterioro ambiental, según las condiciones en las que se presente.

Tabla 207. Riesgo por incendios forestales en el municipio

Riesgo por incendios forestales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	2.33	0.03
Alto	59.47	0.84
Medio	6992.45	98.57
Bajo	33.16	0.47

Mapa 155. Riesgo por incendios forestales en el municipio



El territorio se ha clasificado en cuatro diferentes rangos de riesgo, el análisis de la tabla indica que el 0.03% de la superficie que contempla el municipio considera la clasificación “Alta”, para la presencia de incendios forestales, alcanzando una extensión de 2.33 hectáreas. Como una segunda categoría y en una superficie de 59.47 hectáreas que equivalen al 0.84% del territorio, se establece la clasificación de riesgo “Alto”.

Una clasificación más es la de riesgo “Medio”, esta se presenta en 6,992.45 hectáreas, que corresponden a 98.57%. por último, la clasificación “Bajo”, alcanza una superficie de 33.16 hectáreas y representando el 0.47% del total del territorio.

El siguiente mapa detalla información de aquellas áreas que presentan algún nivel de riesgo por fenómenos de incendios forestales, por lo que es de suma importancia poner mucha atención y cuidado en este fenómeno.

El mapa de riesgo por incendios forestales presenta las siguientes categorías; “Muy alto”, “Alto”, “Medio” y “Baja”.

La zona amarilla clasificada como de riesgo “Medio” es la superficie que abarca prácticamente todo el territorio, por lo que es muy importante mantener el monitoreo constante, capacitar a comuneros para combate de incendios, establecimiento de una brigada comunitaria.

Con base en este análisis se determinó que el Municipio de Santiago Atitlán necesita implementar acciones o planes para la gestión de riesgos como: monitoreo de aquellas áreas con una clasificación “Alto” y Muy Alto” riesgo.

V.11 Riesgos por fenómenos sanitario-ecológicos

V.11.1 Contaminación del suelo, aire y agua

Se entiende por contaminación ambiental cuando existe la presencia de sustancias nocivas en el agua, aire o suelo. Las sustancias nocivas son lo que llamamos contaminantes ambientales, pudiendo tener diferente origen. Además, se encuentran en diferentes concentraciones y en diferentes lugares.

Con base a los recorridos y compilación de información por medio de entrevistas, se encontró que la contaminación ambiental es uno de los problemas que afectan al municipio no a gran escala, pero si existe tal contaminación a su biodiversidad e incluso podría afectar a la salud humana. El principal foco de contaminación se encuentra en el basurero municipal, ubicado en la entrada de la cabecera. En el cual la basura es desechada a cielo abierto y sin ningún tipo de manejo, solo queman la basura acumulada desprendiendo tóxicos y siendo un riesgo latente para incendios. Además de exponer a los ríos con los restos de basura que son acarreados por arrastre del viento, al suelo por medio de la concentración directa sobre este (lixiviados) y al aire por la quema. Además, es un riesgo para originar plagas, como roedores y enfermedades para todo el territorio municipal.

Otro contaminante son sus descargas sanitarias ya que no cuenta con planta de tratamiento ni el servicio de drenaje sanitario el cual es un riesgo en la contaminación del suelo, del agua y aire por no tratar sus aguas residuales y que lo eliminan directamente en los barrancos que se conducen a los arroyos y ríos.

V.11.1.1 Riesgo por contaminación del agua

En el municipio de Santiago Atitlán si hay riesgo por contaminación del agua debido al tiradero de basura que no tiene un tratamiento adecuado solamente la queman y la basura que no se queman o algunos otros residuos son trasladados por arrastre del viento o lluvias a ríos cercanos y al final se acumulan donde desembocan. Estos residuos dañan los hábitats físicos, transportan contaminantes químicos, amenazan la vida acuática e interfieren con el uso humano de ríos y medio ambientes fluviales además de las aguas residuales que generan la descargan directamente a los barrancos contaminando el agua de los arroyos y ríos.

V.11.1.2 Riesgo por contaminación del aire

En el municipio de Santiago Atitlán si hay riesgo por contaminación del aire ya que la basura que tiran la queman y contaminan el aire, tanto localmente como en los alrededores. Al quemar la basura producen humo lo cual desprenden tóxicos y gases de efecto invernadero, además es un riesgo latente para incendios, que desafortunadamente se han tenido muchos incendios y también contamina el aire.

V.11.1.2 Riesgo por contaminación del suelo

En el municipio de Santiago Atitlán si hay riesgo por contaminación del suelo por los contaminantes químicos que es poco, pero si hay esas posibilidades de amenazas y de igual forma por las descargas de sus aguas residuales que descargan directamente en algún barranco.

V.11.2 Epidemias y plagas

El concepto que existe de las plagas ha ido evolucionando a lo largo de la historia. Tradicionalmente el término solía ser aplicado a cualquier animal que producía daños, los cuales ocurrían usualmente a los cultivos.

Actualmente, el concepto de plaga ha sido colocado al mismo nivel que el de enfermedad, por lo que debe ser entendido que una plaga es una situación donde un animal produce daños de distinto tipo, incluyendo económicos, físicos y que también afectan a los intereses de las personas.

V.11.2.1 Riesgo por plagas en cultivos (diferenciado por plaga)

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 estas plantas.

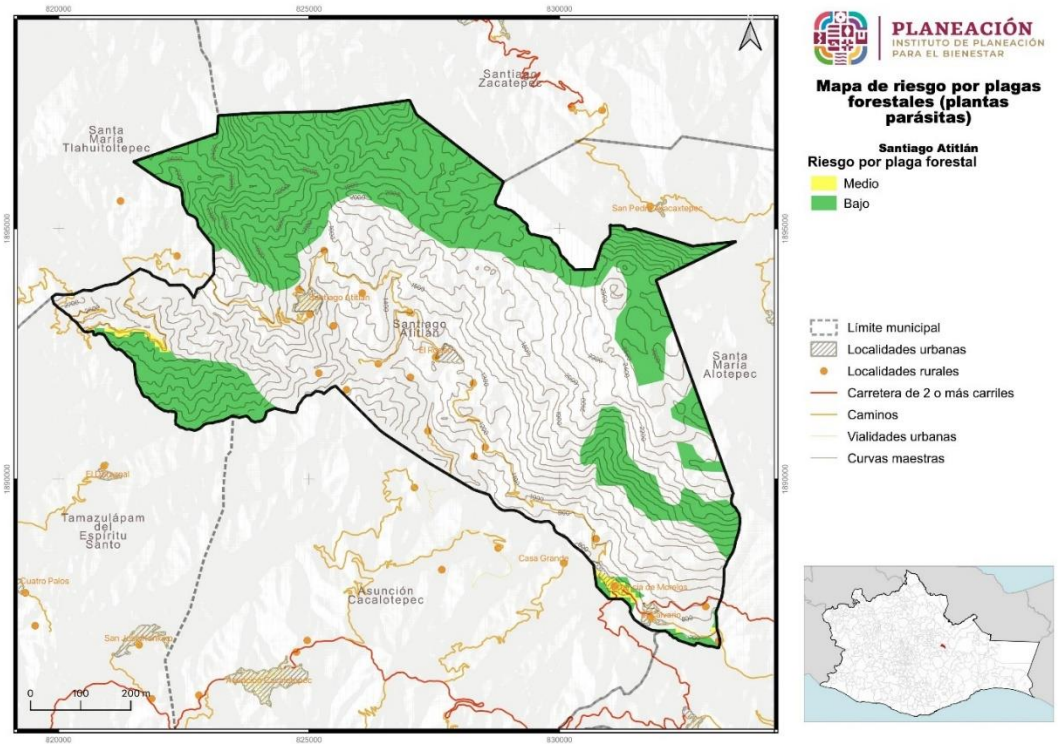
Tabla 208. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio

Riesgo por plagas de plantas parásitas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	39.31	0.55
Bajo	2662.89	37.54

El territorio se ha clasificado en dos diferentes rangos de riesgo, los datos determinan que el 0.55% de la superficie que contempla el municipio considera la clasificación “Media”, para la presencia de plagas por plantas parasitas, alcanzando una extensión de 39.31 hectáreas.

Como una segunda categoría aparece una superficie de 2,662.89 hectáreas que equivalen al 37.54% del territorio, y esta superficie tiene una la clasificación de riesgo “Bajo”.

Mapa 156. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio



El siguiente mapa muestra información detallada de aquellas áreas que presentan algún nivel de riesgo por la presencia de plagas forestales por plantas parasitas.

La clasificación de riesgo “Medio” se localiza en áreas cercanas a los caminos que conducen a las diversas localidades del municipio y sus agencias. La presencia de plaga por plantas parasitas en la mayor parte del territorio se considera como riesgo “Bajo”.

V.11.2.2 Riesgo por plagas forestales (xyleborus)

Los escarabajos ambrosiales que son considerados de importancia debido al impacto potencial que pueden tener algunas de sus especies sobre áreas forestales y agrícolas, la mayoría de ellos está asociada a la descomposición de árboles muertos o enfermos.

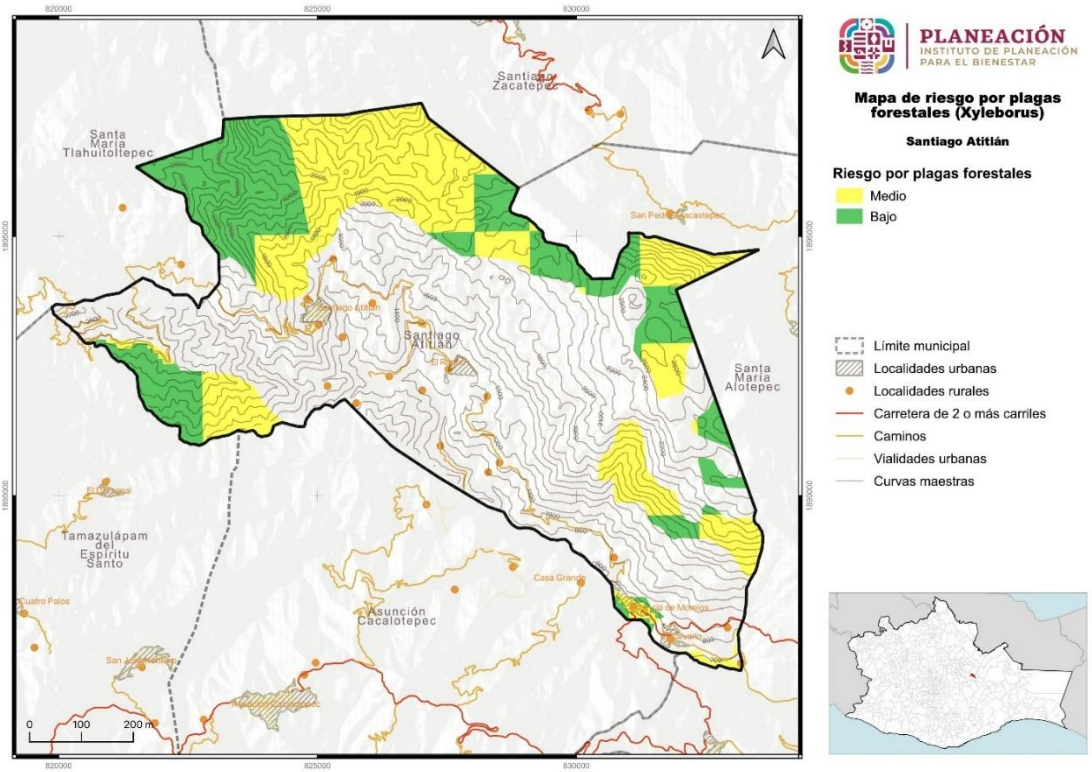
Tabla 209. Riesgo por plaga de xyleborus en el municipio

Riesgo por plaga xyleborus	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	1532.63	21.6
Bajo	1169.57	16.49

El territorio se ha clasificado en dos diferentes rangos de riesgo, los datos arrojan que el 21.6% de la superficie que contempla el municipio considera como clasificación de riesgo “Medio”, para la presencia de plagas por escarabajos ambrosiales, abarca 1,532.63 hectáreas.

Una última categoría de riesgo se presenta en una superficie de 1,169.57 hectáreas que equivalen al 16.49% del territorio, y esta superficie tiene una la clasificación de riesgo “Bajo”.

Mapa 157. Riesgo por plaga xyleborus en el municipio



El siguiente mapa ilustra información detallada de aquellas áreas que presentan algún nivel de riesgo por la presencia de plagas forestales por escarabajos ambrosiales.

Algunas de las acciones a realizar en el territorio podrían ser las de monitoreo en estas áreas con la finalidad de identificar si existe crecimiento de la mancha afectada, otra de las actividades sería la de realizar la destrucción de árboles infestados en la misma área donde fue detectado, la aplicación de un control químico también puede ser una alternativa de combate solo para extensiones grandes de terreno.

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (sphaeropsis)

No aplica para este municipio

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (Ocoaxo)

No aplica para este municipio

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (euplatypus coptoborus)

No aplica para este municipio

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (Euwallacea)

Euwallacea sp. es un escarabajo invasivo que transmite el hongo Fusarium Euwallacea. La hembra taladra galerías en una amplia variedad de árboles hospedantes, en los cuales oviposita y desarrolla el hongo.

En el caso de la presencia de plagas por este tipo de escarabajo en el municipio existen tres clasificaciones de riesgos: “Alto”, “Medio” y “Bajo”.

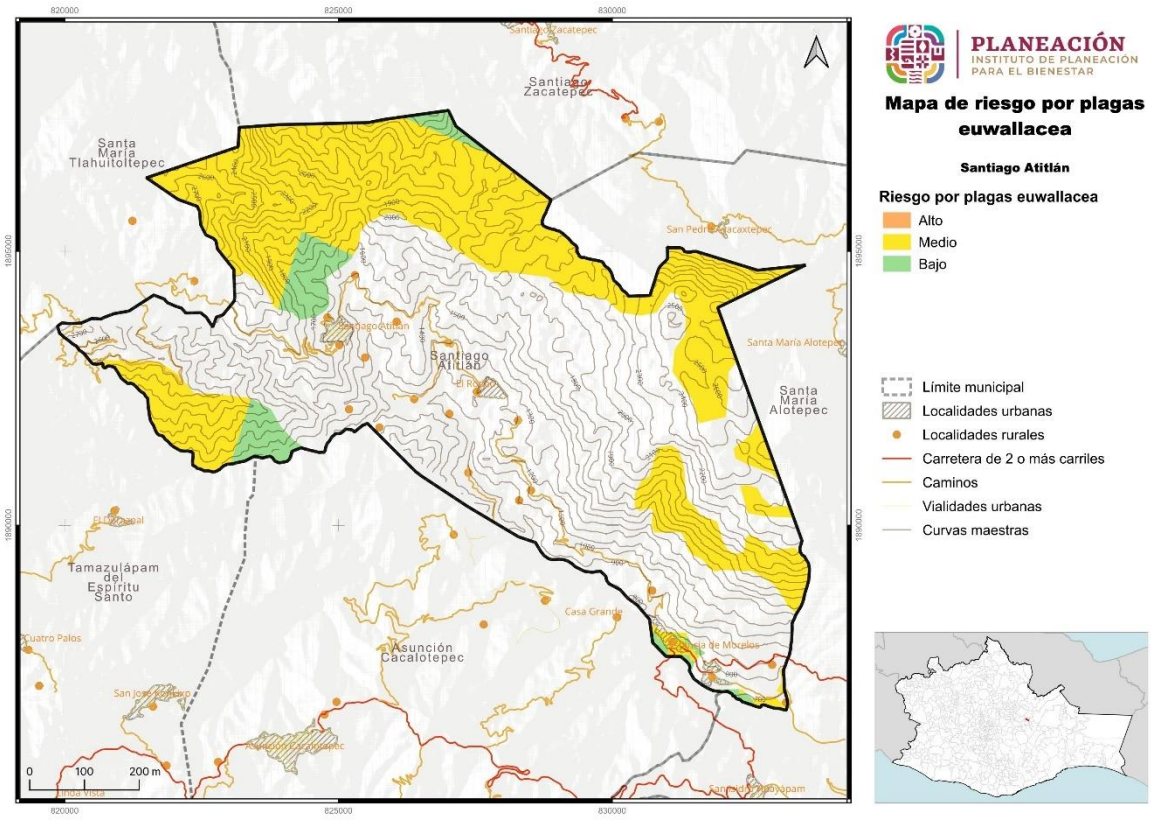
Tabla 210. Riesgo por plaga de Euwallacea en el municipio

Riesgo por plagas euwallacea	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	0.26	0
Medio	2444.45	34.46
Bajo	257.49	3.63

Como clasificación de riesgo “Alto”, hay una superficie 0.26 hectáreas, y representa un porcentaje muy bajo del territorio. Una segunda categoría de riesgo se presenta en

una superficie de 2,444.45 hectáreas que equivalen al 34.46% del territorio, y esta superficie tiene una la clasificación de riesgo “Medio”. Enseguida aparece 257.49 hectáreas se encuentran en la categoría de riesgo “Bajo”, esta superficie equivale al 3.63% del total del territorio.

Mapa 158. Riesgo por plaga Euwallacea en el municipio



El siguiente mapa presenta información detallada de aquellas áreas que tienen algún nivel de riesgo por la presencia de plagas forestales como el Euwallacea.

La clasificación de riesgo “Medio” abarca diversas áreas del municipio, y se encuentra en la parte de las orillas del municipio, predominando en las partes norte, noreste, noroeste, oeste y sur de la comunidad.

Otra de las clasificaciones indica que el riesgo de que se presente esta plaga en la zona es “Bajo”. Por lo que se considera que esta plaga en particular no es una amenaza para el municipio. Pero se recomienda mantener un monitoreo periódico en el territorio.

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (descortezador)

No aplica para este municipio

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (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.

En el caso de la presencia de plagas por este tipo de escarabajo en el municipio se observan dos clasificaciones de riesgos: “Alto” y “Medio”.

Mapa 159. Riesgo por plaga defoliador en el municipio

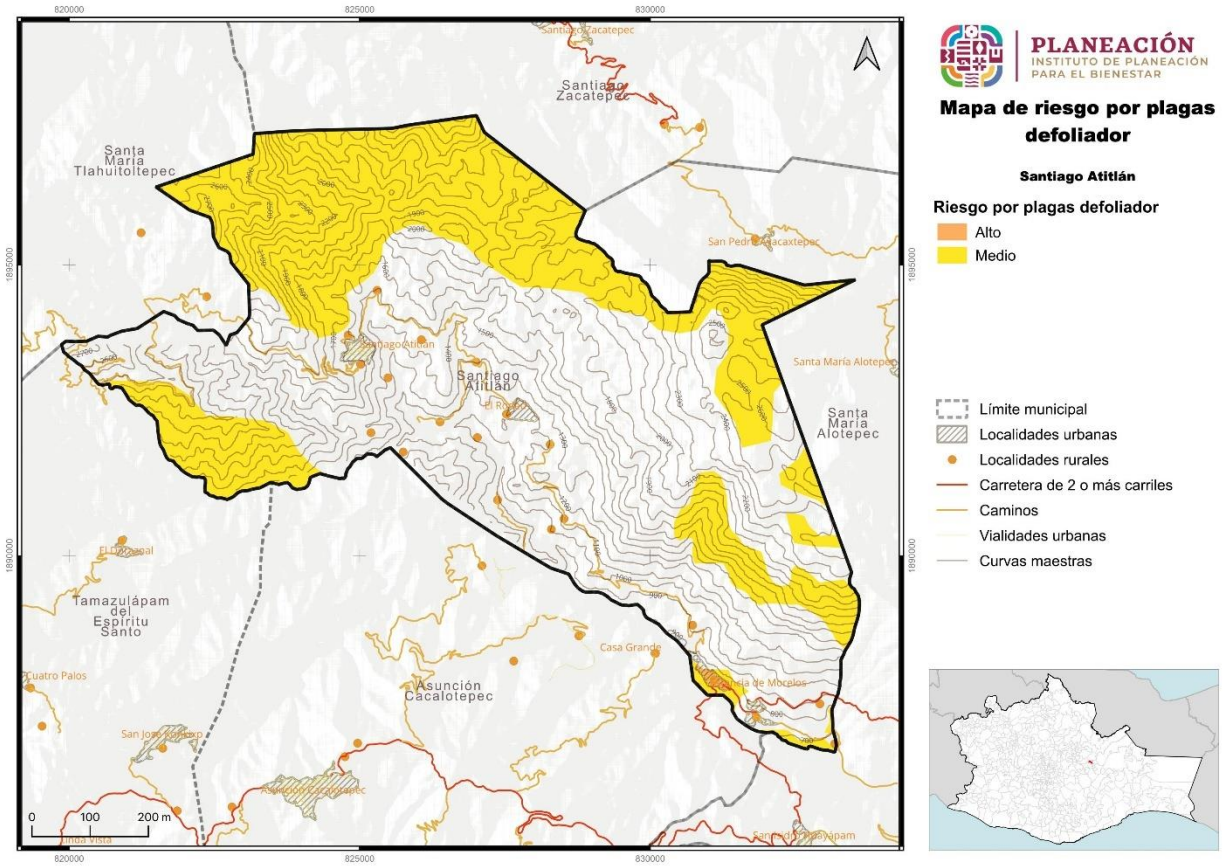


Tabla 211. Riesgo por plaga de defoliador en el municipio

Riesgo por plagas defoliador	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.14	0.13
Medio	2693.06	37.96

Como clasificación de riesgo “Alto”, se tienen 9.14 hectáreas, esta superficie equivale a 0.13%. Una segunda categoría de riesgo se da en una superficie de 2,693.06 hectáreas que equivalen al 37.96% del territorio, y esta superficie tiene una la clasificación de riesgo “Medio”.

El siguiente mapa refleja información detallada de aquellas áreas que presentan algún nivel de riesgo por la presencia de plagas forestales como el defoliador.

La clasificación de riesgo “Medio” abarca la mayor superficie del municipio. Otra de las clasificaciones indica que el riesgo de que se presente esta plaga en la zona es “Baja”. Por lo que se considera que esta plaga en particular no es una amenaza para el municipio. Pero se recomienda mantener un monitoreo periódico en el territorio.

V.11.2.3 Riesgo por plagas forestales (coptotermes)

Plaga agrícola y forestal. Se alimenta de madera, raíces de plantas y materiales de celulosa como papel y cartón.

En el caso de la presencia de plagas por este tipo de escarabajo en el municipio solo se tiene un nivel de riesgos: “Medio”.

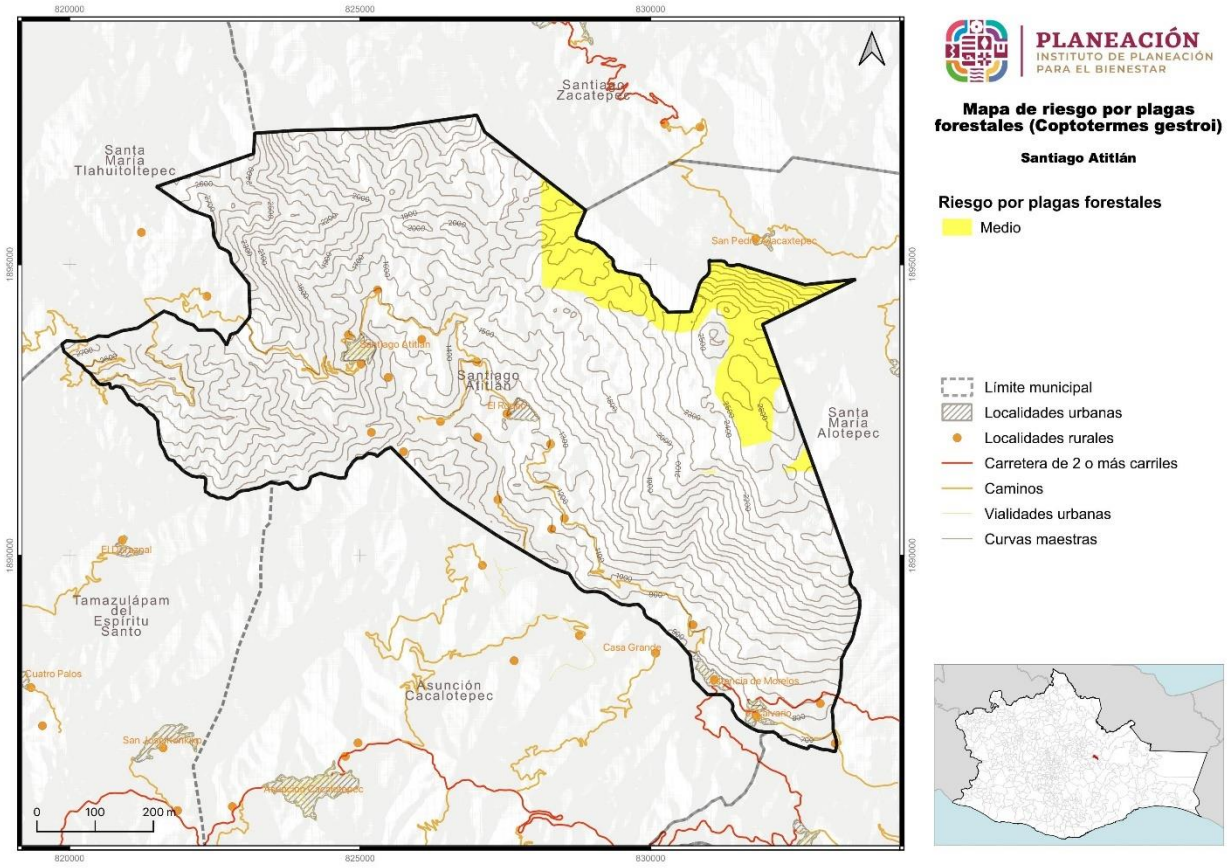
Tabla 212. Riesgo por plaga de coptotermes en el municipio

Riesgo por pllagas coptotermes	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	582.13	8.21

La tabla presenta información detallada de aquellas áreas que presentan algún nivel de riesgo por la presencia de plagas forestales como el de la termita (coptotermes).

La clasificación de riesgo “Medio” abarca la mayor superficie del municipio, alcanzando una extensión de 582.13 hectáreas, equivalentes a 8.21% del territorio.

Mapa 160. Riesgo por plaga coptotermes en el municipio



El mapa de riesgo por presencia de plaga coptotermes gestroi, ilustra que la clasificación es riesgo “Medio”, y que se representa mayormente en la parte noreste del territorio. Por lo que el monitoreo periódico deberá ser una actividad por realizar, el control cultural será una de las acciones posibles a realizar como alternativa de combate.

V.12 Riesgos por fenómenos socio-organizativos

V.12.1 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica

V.12.2.1 Riesgo por ocurrencia de accidentes

En el caso del riesgo por ocurrencia de accidentes en el municipio y como se puede observar, para la presencia de este fenómeno se encuentra categorizada en dos niveles: “Bajo” y “Muy bajo”

Mapa 161. Riesgo por ocurrencia de accidentes en el municipio

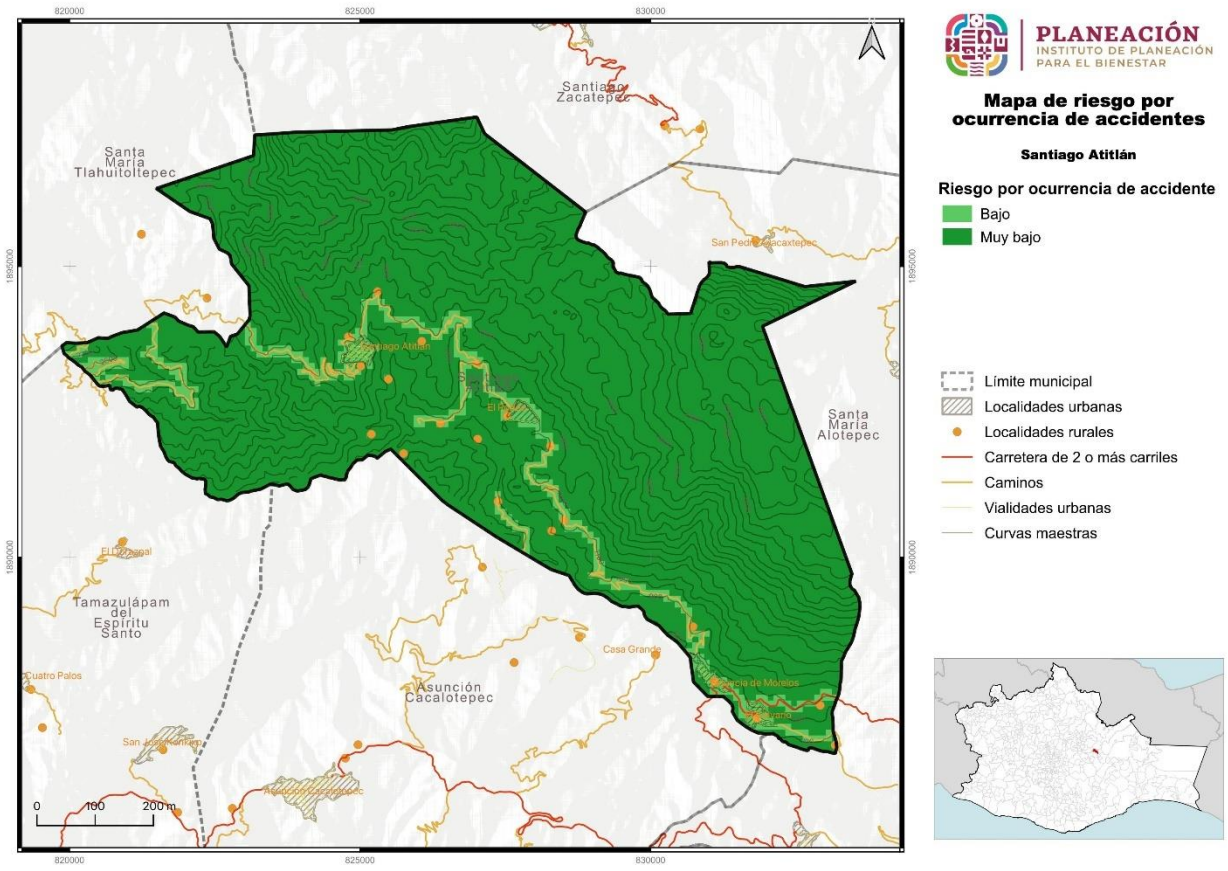


Tabla 213. Riesgo por ocurrencia de accidentes en el municipio

Riesgo por ocurrencias de accidentes	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	465	6.55
Muy bajo	6628.87	93.44

Una de las clasificaciones de riesgos se distribuye de la siguiente manera: con el 6.55% aparece una superficie aproximada de 465 hectáreas la cual es la clasificación “Bajo”, con el 93.44% del territorio municipal se calcula que existen 6,628.87 hectáreas clasificado como, “Muy bajo”.

El análisis del mapa de riesgo por ocurrencia de accidente en el municipio de Santiago Atitlán no es una situación en la que se puedan preocupar, las condiciones favorecen al municipio.

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)[13], 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.

[13] 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.

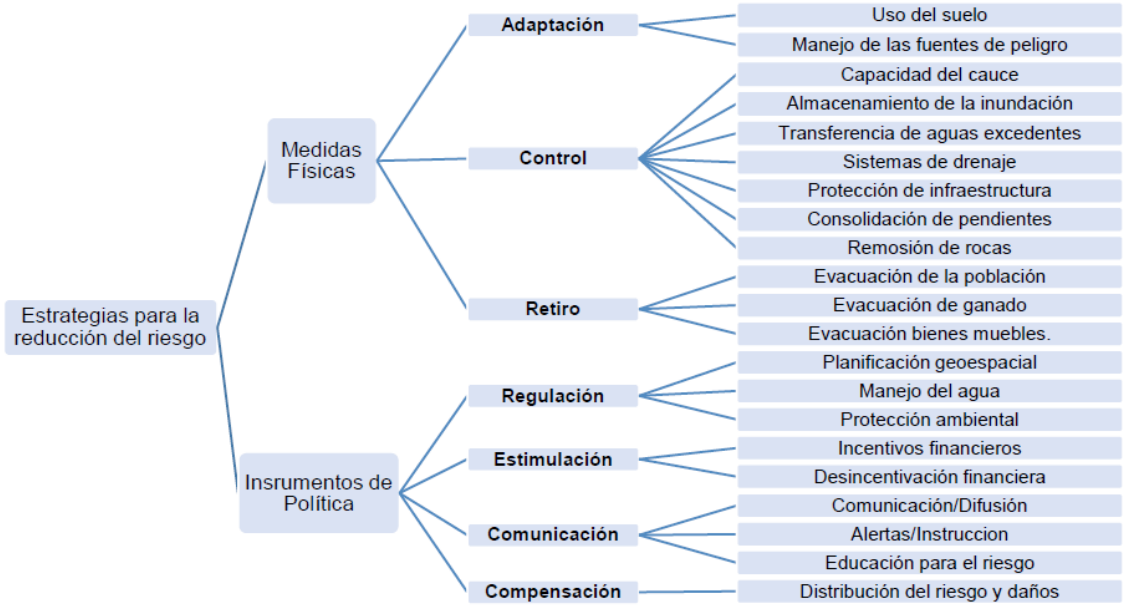
Como se puede ver en la siguiente imagen, se identificaron estrategias prospectivas, que son aquellas que se implementan para no generar nuevas condiciones de riesgo, como lo puede ser limitar los cambios de usos de suelo o evitar la construcción de infraestructura en zonas de riesgo de inundación o 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.2 Análisis de los principales riesgos identificados cartográficamente.

VI.2.1 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.

El nivel de riesgo de cada uno de los fenómenos identificados y la superficie del territorio que impacta se detallan para que quienes toman las decisiones de administración e inversión tengan una herramienta clara. El siguiente resumen genera una perspectiva clara del impacto que podría ocasionar un fenómeno perturbador en el municipio y la superficie impactada.

Se analizaron 5 tipos de fenómeno, el fenómeno tal cual y el nivel del riesgo que predominan en el territorio. El tipo de fenómeno geológico se trata de perturbaciones que provocan directamente actividad y movimiento en la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos.

El fenómeno hidrológico comprende agentes perturbadores que 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, gélidas 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.

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.

Socio organizativos, estos medios de comunicación 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.

Según el tipo y el fenómeno específico se realizó una matriz de los resultados de la clasificación de los riesgos y de los diferentes tipos de fenómenos perturbadores analizados para el municipio Santiago Atitlán a partir del análisis documental y el trabajo de escritorio.

Como se observa en la tabla siguiente de los 21 tipos de riesgos presentes en el territorio de Santiago Atitlán, 3 presentaron categoría Muy Alto, que corresponden a (huracanes, lluvias severas e incendios), En la categoría de Alto se tienen dos riesgos que son (Sismos y Tormentas Eléctricas), en la categoría de riesgo medio se tienen 5 tipos como lo son (Inestabilidad de laderas, hundimientos, vientos fuertes, sequias y pandemia), en la categoría de riesgo bajo no se tiene ningún tipo y en la categoría de muy Bajo se tienen 3 tipos como (inundaciones y ocurrencia de accidentes).

Tabla 214. Análisis de las medidas, instrumentos y acciones específicas que podría implementar el municipio para la Reducción de Riesgos de Desastres (En las columnas se deben poner los riesgos más altos, la tabla de abajo sólo es un ejemplo)

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas				
		Sismos	Huracanes	Lluvias Severas	Tormentas Electricas	Incendios
Medidas Físicas	Adaptación	Estar pendiente de la alarma sísmica	Estar pendiente de las señales de aviso, alarma y emergencia y mantenerse informado	Resguardo en hogares	Resguardo en hogares	Técnicas de regeneración de suelos agrícolas
		Identificar el suelo con la mejor aptitud para cada actividad	Resguardo de sus documentos personales.	Estar pendiente de las señales de aviso, alarma y emergencia y manténerse informado	Estar pendiente de las señales de aviso, alarma y emergencia y manténerse informado	Evita arrojar basura, materiales inflamables, objetos encendidos o vidrios
			Resguardo en hogares	Resguardo de sus documentos personales.	Resguardo de sus documentos personales.	Monitoreo de la práctica de cultivo roza, tumba y quema.
			Capacitación de cuerpos de protección civil	Capacitación de cuerpos de protección civil	Capacitación de cuerpos de protección civil	Elaborar o modificar la Normatividad sobre cambios de Uso de suelo
						Capacitación de cuerpos de protección civil
	Control	Reforzamiento y/o Protección de Infraestructura	Remoción de rocas	Identificar oportunamente los espacios seguros en zonas altas.	Identificar oportunamente los espacios seguros en zonas altas.	Informar sobre los tipos de prevención: los sistemas de vigilancia, el manejo de combustibles, la construcción de

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas				
		Sismos	Huracanes	Lluvias Severas	Tormentas Electricas	Incendios
						barreras cortafuego y el combate de fuegos
		Diagnóstico frecuente de la infraestructura	Identificar oportunamente los espacios seguros en zonas altas.	Realizar zanjas y canales que permitan que el agua utilizada por todos corra libremente y no se estanque.	Realizar zanjas y canales que permitan que el agua utilizada por todos corra libremente y no se estanque.	Adoptar la Agricultura de Conservación para hacer más rentables sus cultivos
			Revisa periódicamente tu vivienda y lugares cercanos, evitando la acumulación de agua, escombros o desperdicios	Revisa periódicamente tu vivienda y lugares cercanos, evitando la acumulación de agua, escombros o desperdicios	Revisa periódicamente tu vivienda y lugares cercanos, evitando la acumulación de agua, escombros o desperdicios	Desarrollar técnicas agrícolas nuevas que no aumentan el riesgo de incendios forestales
			Evitar construir viviendas en sectores cercanos a la ribera del río, quebradas o zonas que se hayan inundado.	Crear parques y áreas verdes diseñadas para actuar como esponjas que absorben el exceso de agua durante las lluvias intensas	Crear parques y áreas verdes diseñadas para actuar como esponjas que absorben el exceso de agua durante las lluvias intensas	Generar un mapa de zonas de restauración y rehabilitación de ecosistemas.
				Evitar construir viviendas en sectores cercanos a la ribera del río, quebradas o zonas que se hayan inundado.	Evitar construir viviendas en sectores cercanos a la ribera del río, quebradas o zonas que se hayan inundado.	Monitoreo permanente de las zona en temporada de sequía
	Retiro	Retirarse de las zonas de alto y muy alto riesgo	Reubicación de viviendas y habitantes de los asentamientos de	Reubicación de viviendas y habitantes de los asentamientos de las	Reubicación de viviendas y habitantes de los asentamientos de	Asistencia técnica para combatir los incendios

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas				
		Sismos	Huracanes	Lluvias Severas	Tormentas Electricas	Incendios
			las zonas de riesgo potencial	zonas de riesgo potencial	las zonas de riesgo potencial	
			Evacuación del ganado	Construir y mantener sistemas de drenaje eficientes para evitar la acumulación de agua en áreas urbanas	Construir y mantener sistemas de drenaje eficientes para evitar la acumulación de agua en áreas urbanas	Crear un plan detallado que incluya rutas de escape, puntos de reunión seguros y procedimientos específicos para diferentes escenarios de incendio
				Evacuación del ganado		
Instrumentos de Políticas	**Regulación**	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Políticas de Ordenamiento territorial	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	Elaboración y actualización de censos en zonas de riesgo	Elaboración y actualización de censos en zonas de riesgo	Distribuir equipos de protección personal, como máscaras y mantas ignífugas, en puntos estratégicos
				Crear un plan de normas para construcciones en zonas de riesgo	Crear un plan de normas para construcciones en zonas de riesgo	Ubicar kits de primeros auxilios en puntos accesibles a lo largo de las rutas de evacuación.
	Incentivos y/o disuasivos	Apoyo técnico para construcción de nueva infraestructura	Incentivos financieros para manejo forestal	Construcción de refugio con equipamiento	Construcción de refugio con equipamiento	Proyectos de restauración y desarrollar más

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas				
		Sismos	Huracanes	Lluvias Severas	Tormentas Electricas	Incendios
						proyectos para el futuro.
			Proyectos de restauración y desarrollar más proyectos para el futuro.	Fomentar asociaciones entre el gobierno y las empresas para desarrollar proyectos de infraestructura resiliente y programas de respuesta a emergencias	Fomentar asociaciones entre el gobierno y las empresas para desarrollar proyectos de infraestructura resiliente y programas de respuesta a emergencias	Implementación de multas por prácticas de tumba, roza y quema
						Incentivos financieros para manejo forestal
	Comunicación	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Operación de la red de alertas hidrometeorológicas	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
		Implementación de sistemas de alerta temprana	Capacitación de cuerpos de protección civil	Capacitación de cuerpos de protección civil	Capacitación de cuerpos de protección civil	Capacitación de cuerpos de protección civil
		Capacitación de cuerpos de protección civil	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Realizar campañas de sensibilización para educar a la población sobre los riesgos por las lluvias severas y las medidas de preparación	Realizar campañas de sensibilización para educar a la población sobre los riesgos por las lluvias severas y las medidas de preparación	Talleres sobre la importancia del desarrollo de restauración
			Involucrar a la comunidad en ejercicios de	Involucrar a la comunidad en ejercicios de	Involucrar a la comunidad en ejercicios de simulacro de	Implementación de sistemas de alerta temprana

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas				
		Sismos	Huracanes	Lluvias Severas	Tormentas Electricas	Incendios
			simulacro de emergencia y capacitación en primeros auxilios	simulacro de emergencia y capacitación en primeros auxilios	emergencia y capacitación en primeros auxilios	
	Compensación		Implementar proyectos de rehabilitación de infraestructuras públicas	Proyectos de reforestación		Pago por servicios ambientales
			Ampliar los servicios sociales para apoyar a las familias y comunidades afectadas, asegurando que tengan acceso a alimentos, agua potable y atención médica	Ampliar los servicios sociales para apoyar a las familias y comunidades afectadas, asegurando que tengan acceso a alimentos, agua potable y atención médica	Ampliar los servicios sociales para apoyar a las familias y comunidades afectadas, asegurando que tengan acceso a alimentos, agua potable y atención médica	Implementar proyectos de rehabilitación de infraestructuras dañadas
				Implementar proyectos de rehabilitación de infraestructuras públicas	Implementar proyectos de rehabilitación de infraestructuras públicas	Ofrecer subsidios para la reparación y reconstrucción de viviendas dañadas

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 en 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 que 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.

La construcción de este instrumento se complementó con la participación del Consejo Municipal de Ordenamiento Territorial y Urbano integrado por actores locales, en la realización de talleres participaron integrantes del ayuntamiento, quienes a su vez conforman el Consejo Municipal de Desarrollo Social para la priorización de obras.

El objetivo del taller 2 y 3 fue identificar los principales peligros, amenazas y vulnerabilidades en el municipio, especialmente la de infraestructura estratégica, además de que los participantes del Consejo Municipal de Ordenamiento Territorial y Urbano y las autoridades locales, identificaran las amenazas y vulnerabilidades del territorio, determinen el nivel de riesgos a los que está expuesto el municipio, y propongan acciones consensuadas de prevención y mitigación para la gestión de riesgos en el territorio.

Una clave muy importante en la toma de decisiones fueron las “personas caracterizadas”, las cuales son personas con una vasta experiencia de administraciones anteriores, personas de edad adulta y respetadas por el pueblo, están contribuyen a las relaciones entre las comunidades y el gobierno. Además del H. Ayuntamiento, regidores y demás cargos, también se realizaron visitas a comunidades y a las agencias más grandes.

Se realizó la priorización de peligros con base a las respuestas en la aplicación del cuestionario y entrevistas, los resultados del taller y los recorridos realizados. Con base a la frecuencia e intensidad de los fenómenos, además del impacto e importancia que estos fenómenos han tenido sobre el municipio. Los fenómenos más importantes para el municipio que se identificaron fueron los sismos, inestabilidad de laderas, fuertes vientos, lluvias severas, sequias, Tormentas Eléctricas e incendios.

Es importante resaltar que el municipio de Santiago Atitlán si cuenta con un comité de Protección Civil, pero no tiene equipo ni infraestructura. Ello limita la interacción con el estado, así como la solicitud y canalización de recursos para atender los desastres o para prevenir la ocurrencia de estos. Como parte de las acciones desarrolladas durante los trabajos de la creación del Atlas de Riesgos en cuestión, se pudieron desarrollar reuniones de trabajo con los miembros de la comunidad involucrados en la identificación de eventos peligrosos ocurridos con anterioridad y que conforman el Consejo Municipal de Ordenamiento Territorial.

La siguiente tabla muestra las personas del municipio que participaron en dichas reuniones y que conforman el consejo antes mencionado.

Tabla 215. Lista de actores participantes en la gestión de riesgos (documentar de los talleres los nombres, cargos/roles/, sector al que representan)

No.	Nombre y Apellidos	Institución	Rol dentro del consejo Municipal de Ordenamiento Territorial
1.-	Oscar Pérez Martínez	Consejo de Vigilancia	Presidente del Consejo
2.-	Norma Landy Pérez Guel	Instancia de la Mujer	Secretario Técnico
3.-	Emilio Juárez Martínez	Presidente Municipal	Vocal
4.-	Tobías Pérez Reyes	Secretario Municipal	Vocal
5.-	Cirilo Juan María	Presidente del Comisariado de B. C.	Vocal
6.-	Fidencio Reyes Domínguez	Alcalde Unico Constitucional	Vocal
7.-	Alicia Pablo Vicente	Síndico Municipal	Vocal
8.-	Francisco Domínguez Juan	Enlace de Protección Civil	Vocal
9.-	Rafael Martínez Martínez	Regidor de Obras	Vocal
10.-	Minerva Martínez Reyes	Regidora de Educación	Vocal
11.-	Rubén Hernández Pérez	Regidor de Salud	Vocal
12.-	Laureano Martínez Pérez	Contralor Social	Vocal
13.-	Baltazar Leonardo Martínez	Contralor Social	Vocal

14.-	Lilia Manuel Martínez	Vocal del Barrio de Buena Vista	Vocal
15.-	Víctor Jordán Jiménez Antúnez	Vocal del Barrio Militar	Vocal
16.-	Enrique Domínguez López	Presidente del Barrio de Loma Esperanza	Vocal
17.-	Herminio López Martínez	Presidente de la Colonia Centro I	Vocal
18.-	Ernestina Hernández Martínez	Presidenta de la Colonia Calvario Sección I	Vocal
19.-	Luis Domínguez Vásquez	Presidente de la Colonia Cerro Alto	Vocal
20.-	Nehemías Negro Mex	Presidente del Barrio de Santo Domingo Alto	Vocal
21.-	Braulio Rojas Martínez	Presidente del núcleo rural El Tule	Vocal
22.-	Pablo Martínez Mauricio	Presidente de La colonia Santa Cruz Calvario	Vocal
23.-	Sofía Pérez Martínez	Vocal de Llano Palma	Vocal
24.-	Eliseo Juan García	Presidente del Barrio Paraíso	Vocal
25.-	Estela Martínez García	Tesorera de la Colonia San Francisco	Vocal
26.-	Oliva Martínez Romano	Secretaria del Barrio de Tierra Blanca de las Peñas	Vocal
27.-	Rodrigo Martínez Felipe	Agente de Policía de Loma Larga	Vocal
28.-	Fortino López Aurelio	Agente de Policía de Llano Laguna	Vocal
29.-	José Luis Martínez Vásquez	Agente de Policía de Colonia Minas	Vocal
30.-	Jesús García Martínez	Agente de Policía de Rio Ramal	Vocal
31.-	Josué Emanuel Reyes	Secretario	Vocal
32.-	Erasmo Martínez Pérez	Tesorero	Vocal
33.-	Catalina López Reyes	Primer Vocal	Vocal
34.-	Alejandro Pérez Reyes	Secretario del Núcleo Rural	Vocal
35.-	Juliana Cruz Pérez	Presidenta del Comité	Vocal
36.-	Elisa José Pedro	Tesorera	Vocal
37.-	Magdalena Domínguez Martínez	Suplente	Vocal
38.-	María Luisa Martínez Francisco	Secretaria del Comité	Vocal
39.-	Eliseo Homar Reyes Rodríguez	Secretario del Barrio Santo Domingo Alto	Vocal
40.-	Leobardo Pérez Nolasco	Secretario Loma Larga	Vocal
41.-	Lucina Domínguez Hernández	Suplente Escuela Telesecundaria	Vocal
42.-	Zoila Lorena Nolasco Pérez	Tesorera Escuela Telesecundaria	Vocal
43.-	Minerva Martínez Jiménez	Vocal Escuela Telesecundaria	Vocal

Los participantes antes mencionados tuvieron a su cargo la realización de varias acciones encaminadas a la identificación de eventos históricos peligrosos que han causado daños o desastre en el municipio, la identificación de las principales amenazas que afectan al territorio municipal, así como las acciones, responsables e infraestructura vulnerable que ellos consideran relevantes a los efectos de conocer la percepción del riesgo de los habitantes del municipio.

VI.3.2 Memoria histórica de eventos adversos que han impactado al territorio

Dentro del análisis de riesgos en un territorio juega un papel fundamental la identificación de aquellos eventos que han ocurrido con anterioridad y que, de alguna forma, quedan marcados en la memoria colectiva. Dichos eventos conforman el acervo histórico de riesgos municipal, a la vez que alimentan la experiencia de los pobladores en materia de enfrentamiento a eventos peligroso.

En tal sentido, los miembros del Consejo Municipal de Ordenamiento Territorial tuvieron a su haber la realización de la línea de tiempo de eventos perturbadores, que, como su nombre lo indica, no es más que una relación de eventos peligrosos que han impactado el municipio en tiempos pasados, y que conforman la memoria histórica de los habitantes del territorio.

La imagen a continuación muestra un ejemplo de cómo se construye una línea de tiempo de impactos perturbadores, la misma que se relaciona en la tabla siguiente, a continuación, se representa para el caso de Santiago Atitlán.

Imagen 10. Línea de tiempo de impacto de eventos perturbadores



Los eventos más presentes en la memoria histórica de los habitantes del municipio son las fuertes lluvias y tormentas eléctricas, para las cuales se identificaron 8 eventos perturbadores anteriores. A este tipo de evento le siguen los incendios que contabilizan 7 eventos que por su impacto están grabados en la memoria de los

habitantes del municipio. Completan la tabla de eventos perturbadores previos a los sismos, las sequias con 4 eventos, sismos con 2 eventos que han sido los más fuertes, hundimiento y tornado que contabilizan un solo evento en la memoria histórica de los habitantes.

Dentro de las afectaciones o daños, los más mencionados son las obras de infraestructura, tales como carreteras y viviendas; mientras que, en la parte natural, los cultivos y el bosque han sido los más afectados. Las principales causas de dichos eventos son las precipitaciones estacionales, las lluvias por tormentas locales severas y la ocurrencia de tormentas tropicales asociadas a la temporada ciclónica en el Pacífico y Caribe mexicanos.

Se realizó el ordenamiento cronológico de los principales daños en los últimos 40 años, además de las principales afectaciones y de las medidas preventivas para evitar la aparición de riesgos para los individuos y la comunidad. En algunos casos, las medidas correctivas o procedimientos adoptados para resolver y para prevenir su recurrencia.

VI.3.3 Identificación y priorización de amenazas y vulnerabilidades en el municipio

Se desarrolló una lista de las más frecuentes, las de mayor impacto y las que ocasionan daños más severos dentro del municipio. Muchas de ellas provocan afectaciones en infraestructuras básicas del municipio, como quedar incomunicados, sin servicio de luz y agua, con riesgo de pérdidas humanas y algunas otras solo afectaciones económicamente, debido a que la mayoría de la población dependen de actividades primarias.

Acorde con los eventos perturbadores históricos recordados por los habitantes del municipio, se construye la tabla de amenazas y vulnerabilidades. Dicha tabla, que se muestra a continuación, recoge los principales tipos de amenazas, así como las vulnerabilidades ante dichas amenazas, que los pobladores consideran relevantes a nivel municipal.

Y decimos que es acorde a los eventos perturbadores porque, como podrán observar en la siguiente tabla, las principales amenazas están relacionadas con aquellos eventos peligrosos que se identificaron en el ejercicio de creación de la línea de tiempo de eventos perturbadores. De igual forma, las principales vulnerabilidades están relacionadas con la infraestructura, viviendas, personas y cultivos; pues son estas las más afectadas por la ocurrencia de eventos peligrosos extremos en el territorio municipal.

Cabe señalar que, en el caso de los eventos de incendio, los bosques resaltan como un elemento vulnerable, pues gran parte del territorio municipal está conformado por vegetación natural de bosques, lo que constituye un elemento valioso en el municipio.

Con base en las amenazas identificadas anteriormente, se realizó el ejercicio de asignarles niveles de priorización y escalas de valoración, de acuerdo con la percepción de cada miembro del Consejo municipal y la importancia que cada uno le asigna a la ocurrencia de eventos y sus niveles de impacto.

Imagen 11. Herramienta para priorización y escala de valoración para la amenaza

5 ROJO ALTO
3 AMARILLO MEDIO
1 VERDE BAJO

Amenazas	Calificación	Rojo	Amarillo	Verde	Total	Prioridad
Caída de ceniza	5 3 3 1	5	6	1	12	2
Sismos	1 3 3 3	0	9	1	10	3
Deslizamiento	5 3 5 5	15	3	0	18	1

VI.3.4 Definición de posibles acciones a implementar para la Reducción de Riesgos en el municipio

Una vez que se ha identificado la percepción de 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

Las pérdidas no solamente pueden centrarse en la población, sino también en la infraestructura, las viviendas, los cultivos e incluso los bosques o áreas naturales, tal y como lo muestra la tabla que a continuación se muestra.

En dicha tabla se puede ver como para cada tipo de amenaza se relacionan diferentes tipos de vulnerabilidades, las cuales pueden estar repetidas, debido a que los eventos identificados afectan casi la totalidad del territorio municipal. En tal sentido, cada tipo

de amenaza, y sus vulnerabilidades, pueden estar bajo la realización de acciones específicas, las cuales pueden ser coincidentes, debido a las características del municipio y la naturaleza de las amenazas; así como la capacidad de acción frente a dichas amenazas.

Cuando hablamos de capacidad de acción hacemos referencia a la posibilidad o capacidad que tienen los pobladores y las autoridades municipales de accionar sobre aquellos elementos que producen vulnerabilidad o que detonan el desastre ante la ocurrencia de una amenaza.

En tal sentido, podemos observar cómo para la amenaza de sismos, las principales acciones están relacionadas con la educación, la preparación y la concientización de la población, así como la realización de simulacros. Ello se debe a la imposibilidad de predecir un evento sísmico y al poco tiempo de respuesta que tenemos ante la ocurrencia de eventos de esta naturaleza.

Por el contrario, los demás tipos de amenazas si brindan la posibilidad de prepararse con anterioridad, de ejecutar acciones concretas en el territorio y de eliminar la vulnerabilidad y reducir la susceptibilidad del territorio a la ocurrencia de dichas amenazas. Esta posibilidad de manejar la vulnerabilidad ante las amenazas que no son sísmicas se refleja en las acciones propuestas, las cuales incluyen medidas y actividades concretas en cuanto a la preparación de los pobladores, la mejora en las condiciones de la infraestructura y la realización de acciones para mitigar los efectos negativos de dichas amenazas.

Tabla 216. Amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población

Amenazas	Vulnerabilidades	Acciones
Sismos	Infraestructura Viviendas Personas	Tener ubicado las zonas de riesgo para no construir en las zonas, Establecimiento de refugios., Construir con reglamentación. Construir muros de contención. Mantenimiento de infraestructura pública.
huracanes	Infraestructura Viviendas Personas cultivos	Mantenerse informados de las condiciones meteorológicas, Reforzar techos, crear un plan de acción, Capacitar a la población de que deben hacer ante esta amenaza, Realizar limpiezas y despejar desagües y canaletas, Inspeccionar y reparar techos, canalones para prevenir filtraciones de agua y daños en la estructura durante los huracanes.
Lluvias severas	Infraestructura Viviendas Personas Cultivos	Mantenerse informados de las condiciones meteorológicas, Reforzar techos, crear un plan de acción, Capacitar a la población de que deben hacer ante esta amenaza, Realizar limpiezas y despejar desagües y canaletas, Inspeccionar y reparar techos, canalones para prevenir filtraciones de agua y daños en la estructura durante las fuertes lluvias.
Tormentas Eléctricas	Infraestructura Viviendas Personas Cultivos	Mantenerse informados de las condiciones meteorológicas, Reforzar techos, crear un plan de acción, Capacitar a la población de que deben hacer ante esta amenaza, Realizar limpiezas y despejar desagües y canaletas, Inspeccionar y reparar techos, canalones para prevenir filtraciones de agua y daños en la estructura durante las fuertes lluvias.
Incendios	Asentamientos Cultivos Bosques	Mantenimiento en las zonas, Crear programas de prevención, Brecha corta fuego, Contar con equipo de contra incendio para enfrentar esta amenaza.

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 en **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.

Finalmente, 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**

Una vez explicada la metodología y el procedimiento para la evaluación del peligro, se implementa la tabla que se muestra a continuación, donde los pobladores o participantes del ejercicio asignaron valores entre 0 y 5 a los peligros, de acuerdo con los criterios de evaluación antes mencionados

La aplicación de ese ejercicio en el municipio de Santiago Atitlán arroja un resultado interesante: se tienen varios eventos analizados, que tiene valor de frecuencia 5, la cual es la más alta. Eso refleja el hecho que, para los habitantes del municipio, los incendios son uno de los peligros más recurrentes y que pueden provocar mucho riesgo. Le sigue los huracanes y las lluvias severas, pues el municipio está enclavado en la Sierra Norte de Oaxaca y las condiciones geomorfológicas del territorio propician la ocurrencia de este tipo de eventos. Otro elemento son las tormentas eléctricas y los sismos que están en la misma categorización como Riesgo Alto, Por lo tanto, hasta acá tenemos la presencia de ocurrencia de eventos de origen Hidrometeorológicos y geológico potenciados.

Finalmente, Inestabilidad de laderas, Hundimientos, Vientos Fuertes, sequías, y pandemias quedan en la misma categoría, como Riesgo medio; y el valor final del peligro se asocia a una categoría de Bajo peligro.

Tabla 217. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio

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**	**3**	**4**	**4**
	Tsunamis/ Maremotos	**0**	**0**	**0**
	Inestabilidad de Laderas	**3**	**3**	**3**
	Hundimiento	**1**	**3**	**3**
	Agrietamiento del Terreno	**1**	**0**	**0**
	Fallas geológicas	**0**	**0**	**0**
2.. HIDROMETEOROLÓGICOS	**Huracanes**	**3**	**5**	**5**
	Lluvias Severas	**4**	**5**	**5**
	Vientos Fuertes	**2**	**3**	**3**
	Inundaciones	**1**	**1**	**1**
	Heladas	**0**	**0**	**0**
	Sequias	**2**	**3**	**3**
	Mareas de tormenta	**0**	**0**	**0**
	Tormentas Eléctricas	**3**	**4**	**4**
	Granizada	**0**	**0**	**0**

	Onda de Calor	0	0	0
3. QUÍMICO / TECNOLÓGICO	Fugas de Sustancias Peligrosas	0	0	0
	Incendios	4	5	5
	Explosiones	0	0	0
4. SANITARIO/ECOLOGICO	pandemia	1	3	3
5. SOCIO-ORGANIZATIVOS	Ocurrencia de Accidentes	1	1	1
GRADO DE PELIGRO. (Sumar 3 grupos de Fenómenos Adversos)				40
0-21 Muy bajo; 22-42 Bajo; 43-63 Medio; 64-84 Alto; 85-105 Muy alto				Bajo

VI.2.6 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)		

La localización respecto de la condición de peligro identificada y/o zona declarada anteriormente con emergencia o desastre se encuentra dentro de los asentamientos, se ubica en una zona sísmica D, no localizado en la franja costera, El municipio presenta una orografía que se caracteriza por terrenos inclinados con antecedentes y de pendientes mayores a 40° y con antecedentes de derrumbes y/o deslizamientos. Se caracteriza por presentar autoconstrucciones con aparente buena calidad. Cumplimiento aparente de los estándares de calidad y para atender la emergencia y para prevenir o mitigar los riesgos.

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. El municipio está considerado con un nivel de marginación Alto y una pobreza alta, con más del 80% de la población se encuentra en situación de pobreza o con carencias.

Mínimo conocimiento de eventos y causas. La población identifica parcialmente algunos eventos de emergencia y desastres en el sitio, pero no identifica o no ha reflexionado en las causas, por lo que no ha hecho nada para prevenir o mitigar los riesgos. Organización Parcial no institucionalizada. Algunos grupos y autoridades están organizados, actualmente tienen instalados su consejo (de protección civil), pero no opera adecuadamente, por lo que las decisiones no representan o no incluyen a toda la población ni a todo el territorio y es muy complicado enfrentar las emergencias.

Se tiene una Coordinación parcial entre las autoridades y la población en algunas fases. Hay intervención coordinada entre algunas instituciones públicas, privadas y la población en las diferentes decisiones y acciones, pero hace falta el involucramiento de algunos actores importantes para atender las emergencias y desastres, y no se han implementado acciones para prevenir o mitigar los riesgos en el municipio. La Aceptación de la elaboración de los instrumentos con alto nivel de participación del ayuntamiento y bajo interés y/o participación de la población. Inexistencia de 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.

Cabe mencionar que existe un predominio del valor 4 de vulnerabilidad, el que se asocia a un grado Alto de vulnerabilidad y se interpreta como el hecho que las condiciones de la comunidad o de los elementos existentes en el municipio lo colocan en una condición muy vulnerable ante la ocurrencia de todo tipo de eventos. De igual forma se observan valores muy frecuentes de vulnerabilidad Muy alta, Dicha categoría está asociada a condiciones de pobreza y marginación además de la ubicación del municipio dentro de la Sierra Norte y las condiciones de aislamiento relativo del mismo, así como su forma de organización social, basada en usos y costumbres y que no poseen dirección de protección civil en el municipio.

Finalmente, la suma de los valores asignados a cada indicador para cada tipo de amenaza arroja que el grado de vulnerabilidad del municipio ante cualquier tipo de amenaza identificada es Alto, con valores superiores o iguales a 54 puntos en una escala de 75.

Tabla 218. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio

Amenazas	Vulnerabilidades	Ubicación de la localidad /Municipio	Zonificación Sísmica	Pendiente General	Tipo de Suelo en General	Características de la Vivienda	Características de la Infraestructura	Situación Ambiental de la Localidad	Pobreza	Marginación	Conocimientos sobre desastres	Organización de la población	Coordinación interinstitucional	Aceptación de la población y de las autoridades para la elaboración de los instrumentos	Aplicación de la normativa	Organización en materia de Protección Civil y Reducción de Riesgos de Desastres	Suma Vulnerabilidad	Grado
Sismos	Infraestructura	1	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	54	Alto
	Viviendas	1	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	54	Alto
	Personas	1	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	54	Alto
Huracanes	Infraestructura	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
	Viviendas	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
	Personas	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
	Cultivos	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
Lluvias Severas	Infraestructura	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
	Viviendas	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
	Personas	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
	Cultivos	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
Tormentas Electricas	Infraestructura	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
	Viviendas	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	
	Personas	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
	Cultivos	4	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	57	Alto
Incendios	Asentamientos	3	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	56	Alto
	Cultivos	3	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	56	Alto
	Bosques	3	4	5	3	3	4	3	5	5	3	4	4	2	4	4	56	Alto

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				

Santiago Atitlán tiene un **Nivel de Riesgo Medio**, como el resultado de la evaluación cruzada de cinco tipos de fenómenos peligrosos y diferentes eventos en cada tipología; los geológicos, hidrometeorológicos y químicos tecnológicos que al ser analizados en conjunto el nivel de peligro es BAJO, con el nivel de vulnerabilidad municipal evaluada con el análisis de tres sectores de medición; el físico ambiental, socioeconómico y político organizativo, el resultado arrojó una vulnerabilidad ALTA.

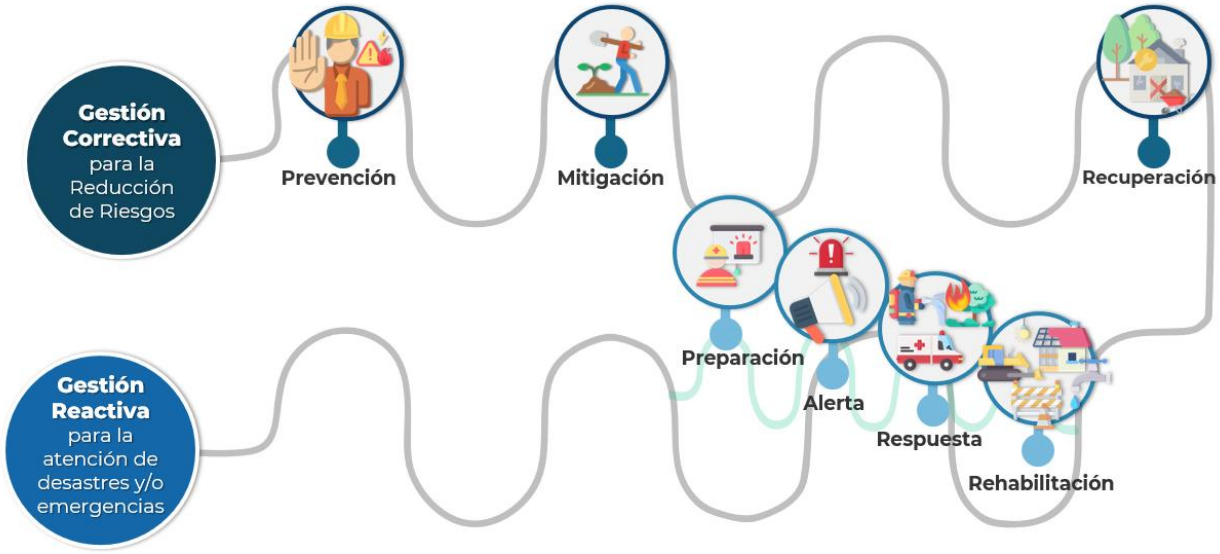
Tabla 219. Resultados del cálculo del Nivel de Riesgo

Resultado de análisis del nivel de peligro	40	Bajo
Resultado del grado de vulnerabilidad	57	Alto
2. Resultados del NIVEL DE RIESGO (ver Matriz de nivel de Riesgo)		Riesgo Medio

VI.3.7 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

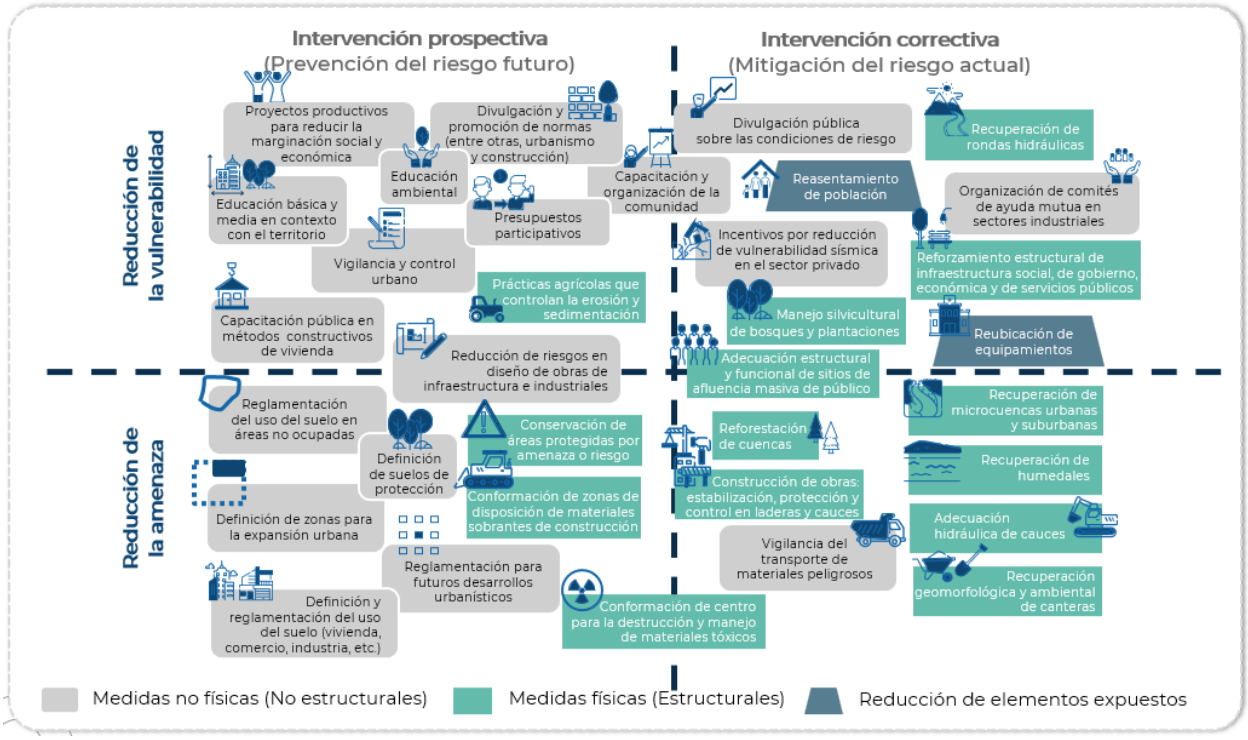


Las acciones que se podrían implementar para la Reducción de Riesgos de desastres pueden ser **medidas físicas no estructurales**, **medidas físicas estructurales**, o bien, **medidas para la reducción de elementos expuestos**. Una vez definidas las posibles medidas a implementar, se pueden clasificar 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.

El ejercicio de definición de posibles acciones deja ver la necesidad de tres frentes principales: uno asociado a la educación de los habitantes del municipio en cuanto a las acciones y buenas prácticas para enfrentarse a los peligros y reducir las vulnerabilidades; otro relacionado con la institucionalización de la dirección de protección civil en el municipio, y un tercero enfocado en el apoyo estatal para la mejora de la infraestructura y las condiciones de los asentamientos en el municipio.

En el caso del primer frente identificado, los habitantes reconocen la poca o ninguna preparación y conocimiento al respecto de los eventos perturbadores o peligrosos que tienen lugar en el municipio, más allá de la experiencia de cada uno de ellos al enfrentar eventos que hayan ocurrido con antelación. En tal sentido, la implementación de talleres, acciones de capacitación y cursos de comprensión de los peligros a los que se enfrentan se vislumbra como acciones a desarrollar de forma inmediata.

En el caso del frente relacionado con la institucionalización, urge la creación de la Dirección Municipal de Protección Civil y el nombramiento de un director y su equipo de trabajo, los cuales serán los responsables de la implementación de las acciones que se deriven de este Altas de Riesgos y de la gestión de recursos ante las instancias estatales y federales.

El frente relacionado con la mejora de la infraestructura y las condiciones de los asentamientos debería estar enfocado en la mejora y mantenimiento de la infraestructura vial, la infraestructura habitacional y la infraestructura colectiva, entiéndase escuelas, iglesias, ayuntamiento y demás elementos municipales. Dicho frente conlleva un apoyo fundamental del gobierno del estado y de la federación, pues el gobierno municipal no cuenta con los conocimientos, ni con los recursos necesarios para la ejecución de acciones que conlleven a una mejora en las condiciones de la infraestructura.

Finalmente, un tema de suma importancia en las acciones de prevención mitigación y adaptación de riesgos es el acompañamiento que desde el gobierno del Estado y de la Federación se debe dar al gobierno municipal, pues al ser un municipio regido por usos y costumbres, su forma de abordar los problemas que derivan en riesgos no se basa en los enfoques adecuados que son el sustento de la Gestión Integral del Riesgo de Desastre, que debería ser el enfoque rector y principal de este documento.

Tabla 220. Peligros, amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población

Amenazas	Vulnerabilidades	Acciones	Responsable
Sismos	Infraestructura Viviendas Personas	Ubicación de zonas de riesgo para no construir en las zonas, Establecimiento de refugios, Construir con reglamentación, Construir muros de contención, Mantenimiento de infraestructura pública.	Protección Civil (cuando se designe director), Ayuntamiento del municipio, Consejo para el ordenamiento territorial del municipio y/o Desarrollo urbano
Huracanes	Infraestructura Viviendas Cultivos Personas	Mantenerse informados de las condiciones meteorológicas, Reforzar techos, crear un plan de acción, Capacitar a la población de que deben hacer ante esta amenaza, Realizar limpiezas y despejar desagües y canaletas, Inspeccionar y reparar techos, canalones para prevenir filtraciones de agua y daños en la estructura durante los huracanes.	Protección Civil (cuando se designe director), Ayuntamiento de municipio, Consejo para el ordenamiento territorial del municipio, Profesionales del clima, Personal de emergencia como policía, salud, etc.
Lluvias severas	Infraestructura Viviendas Cultivos Personas	Mantenerse informados de las condiciones meteorológicas, Reforzar techos, crear un plan de acción, Capacitar a la población de que deben hacer ante esta amenaza, Realizar limpiezas y despejar desagües y canaletas, Inspeccionar y reparar techos, canalones para prevenir filtraciones de agua y daños en la estructura durante las fuertes lluvias.	Protección Civil (cuando se designe director), Ayuntamiento de municipio, Consejo para el ordenamiento territorial del municipio, Profesionales del clima, Personal de emergencia como policía, salud, etc.
Tormentas Eléctricas	Infraestructura Viviendas Personas Cultivos	Mantenerse informados de las condiciones meteorológicas, Reforzar techos, crear un plan de acción, Capacitar a la población de que deben hacer ante esta amenaza, Realizar limpiezas y despejar desagües y canaletas, Inspeccionar y reparar techos, canalones para prevenir filtraciones de agua y daños en la estructura durante las Tormentas Electricas	Ayuntamiento de municipio, Consejo para el ordenamiento territorial del municipio, Personal de emergencia como policía, salud, etc., Protección civil (cuando se designe director), Comunidades locales que se encuentran en estas zonas de peligro, Encargado de ecología del municipio
Incendios	Asentamientos Cultivos Bosques	Mantenimiento en las zonas, Crear programas de prevención, Brecha corta fuego, Contar con equipo de contra incendio para enfrentar esta amenaza	Protección Civil (cuando se designe director), Ayuntamiento de municipio, Consejo para el ordenamiento territorial del municipio, Personal de emergencia como policía, salud, etc.

En el municipio de Santiago Atitlán se tiene una regiduría de obras que es la encargada de hacer la gestión y realización de Obra Pública que por lo general todas las obras que se ejecutan lo planean y lo priorizan en asamblea de cabildo y en algunas ocasiones ante la asamblea comunitaria, pero es muy necesario que se cumpla con los criterios y percepciones analizados para que las obras que realicen no sigan propiciando riesgos. Este Municipio tiene un comité de protección civil, pero es necesario proponer un área de protección civil, también es necesario una que controle, dirija y gestione el OT Y el crecimiento urbano. Considero debemos tomar en cuenta esto y de ser conveniente al municipio se le propone las áreas antes mencionadas.

VI.4 Conclusiones y recomendaciones

VI.4.1 Conclusiones

El municipio Santiago Atitlán, se encuentra ubicado en la sierra Mixe de Oaxaca perteneciente a La Región de la Sierra Norte, lo que le hace poseer un relieve montañoso con la presencia de numerosos ríos y arroyos que descienden desde las montañas. Su orografía se caracteriza por terrenos inclinados y de pendientes mayores a 40° y con antecedentes de derrumbes y/o deslizamientos.

Dicha configuración genera la ocurrencia de eventos de diversa naturaleza, dentro de los que podemos destacar los deslizamientos de laderas, los derrumbes, los flujos y los sismos, como eventos más recurrentes de origen geológico. Dichos eventos afectan, las viviendas, edificaciones y las infraestructuras del municipio y en ocasiones los han dejados incomunicados. Mientras que, las lluvias severas huracanes y Tormentas Eléctricas además de los vientos han provocados fuertes afectaciones en las viviendas y estas afectaciones son bastante frecuentes en el territorio.

Otro de los peligros recurrentes en el municipio son los incendios que se presenta en época de sequía y que afecta no solamente a la vegetación natural, sino a las zonas de cultivos que se ubican alrededor de los asentamientos humanos. Los incendios normalmente son peligros de Tipo Químico-Tecnológicos. Las zonas identificadas como afectadas por estas se observan en las márgenes de los bosques y las zonas agrícolas. Esta amenaza cada vez es más frecuente en el territorio. Y últimamente se ha presentado las pandemias en el municipio.

Desde el punto de vista de la vulnerabilidad, los principales elementos identificados están asociados a las condiciones de vida de las personas en el municipio, así como las condiciones de las infraestructuras y las viviendas. Más del 80 % de la población se

encuentra en situación de pobreza y marginación y las viviendas están construidas con materiales apropiados, aunque hay que mencionar que existen viviendas que presentan aparentemente buena calidad, sin embargo, muchas de estas viviendas presentan algún tipo de riesgo.

Hay que señalar que un elemento destacado en cuanto a la vulnerabilidad es justamente que el municipio No cuenta con un área responsable de Protección Civil y cuenta con deficiencias en acciones y equipamiento para la atención de emergencia. Aunque La población identifica parcialmente algunos eventos de emergencia y desastres en el sitio, y posiblemente algunas causas, y la administración juntamente con la población han intentado realizadas acciones para prevenir o mitigar los riesgos, pero por faltas de recursos y capacidades en muchos casos no han podido consolidarse.

La correlación entre estos dos aspectos: presencia de eventos peligrosos recurrentes y elementos de vulnerabilidad a considerar y atender, indican que Santiago Atitlán presenta un nivel general de riesgo que se categoriza como Medio. Ello como resultado de una baja incidencia de peligros y una condición de vulnerabilidad categorizada como Alta frente a todos los tipos de peligros analizados.

Finalmente, se recomienda la atención inmediata de aquellas condiciones que propician la ocurrencia de eventos peligrosos, tales como los sismos, Huracanes, las lluvias severas, Tormentas Eléctricas y los incendios cuando existen, los cuales pueden ser atendidos en el corto y mediano plazo.

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

Como se mencionó con anterioridad, las situaciones que se deberían atender de forma expedita y que consideramos deben ser incluidas en el Programa de Ordenamiento Territorial y Urbano se relacionan con los peligros de lluvias severas, Huracanes, Tormentas Eléctricas, sismos e Incendios, que son los que mayor cantidad de personas, infraestructuras, edificaciones y viviendas ponen en riesgo todos los años. Por tal motivo, se recomienda que estos cinco eventos peligrosos sean considerados dentro de las medidas de planeación, ordenamiento y mitigación que se deriven del Programa de Ordenamiento Territorial y Urbano desarrollado a la par de este Atlas de Riesgo municipal.

Desde el punto de vista de la vulnerabilidad, aquellos aspectos que se recomiendan sean incluidos en el Ordenamiento Territorial y Urbano se relacionan con las condiciones de los asentamientos, las afectaciones a las infraestructuras, mejoras de

los servicios médicos y la creación de la Dirección de Protección Civil y la traducción de los documentos oficiales de planeación a su idioma.

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

Dentro de las recomendaciones de proyectos está la implementación de proyectos educativos en materia de Gestión Integral de Riesgo de Desastre enfocados en los peligros presentes en el territorio.

Incrementar los análisis de gestión del riesgo en todas las agencias del territorio. Además de aumentar las estaciones de control de los peligros identificados en el territorio con la finalidad de tener un mejor control de las zonas con altas categorías de peligro.

Además, se recomienda crear y fortalecer las áreas vinculadas con la dirección de Protección Civil, de la regiduría de obras y el propio presidente municipal que permitan una mejor colaboración con organizaciones estatales, federales y no gubernamentales, así como agencias internacionales y otras entidades para acceder a recursos, experiencia y apoyo técnico.

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: 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 funcionar 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. Principales actividades económicas en el municipio (SEFIN, 2008). 12
Tabla 2. Localidades del municipio de Santiago Atitlán 31
Tabla 3. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de Santiago Atitlán 37
Tabla 4. Proporción del territorio del municipio de Santiago Atitlán en las subprovincias fisiográficas 37
Tabla 5. Sistema de topoformas presente en el municipio de Santiago Atitlán 39
Tabla 6. Geología del municipio de Santiago Atitlán 40
Tabla 7. Relieve, clima y vegetación del municipio de Santiago Atitlán 41
Tabla 8. Fallas y fracturas en el municipio de San Miguel Quetzaltepec 43
Tabla 9. Características de los diferentes tipos de suelo presentes en el municipio de Santiago Atitlán 43
Tabla 10. Longitud de los afluentes con los que cuenta el municipio de Santiago Atitlán 45
Tabla 11. Cuencas presentes en el municipio de Santiago Atitlán 49
Tabla 12. Climas presentes en el municipio de Santiago Atitlán 49
Tabla 13. Superficie del municipio de Santiago Atitlán por rango de temperaturas (°C) medias anuales 51
Tabla 14. Superficie por rango de precipitación anual (mm) en el municipio de Santiago Atitlán 52
Tabla 15. Evapotranspiración (mm/año) en el municipio de Santiago Atitlán 53
Tabla 16. Vulnerabilidad ante el cambio climático del municipio de Santiago Atitlán 55
Tabla 17. Usos de suelo y vegetación en el municipio de Santiago Atitlán 55
Tabla 18. Población total del municipio de Santiago Atitlán 60
Tabla 19. Población del municipio de Santiago Atitlán por localidad 60
Tabla 20. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de Santiago Atitlán 62
Tabla 21. Distribución de habitantes con discapacidad por localidad en el municipio de Santiago Atitlán 64
Tabla 22. Población hablante de alguna lengua indígena por sexo y localidad del municipio de Santiago Atitlán 66

Tabla 23. Distribución de habitantes con servicios de salud por localidad en el municipio de Santiago Atitlán 68

Tabla 24. Distribución de servicios de salud por localidad en el municipio de Santiago Atitlán 69

Tabla 25. Población económicamente activa (PEA) por localidad en el municipio de Santiago Atitlán 70

Tabla 26. Población económicamente activa, ocupada y desocupada, por localidad del municipio de Santiago Atitlán 71

Tabla 27. Unidades de producción agropecuarias en el municipio de Santiago Atitlán 73

Tabla 28. Producción pecuaria 2022 en el municipio de Santiago Atitlán 74

Tabla 29. Centralidades de las actividades económicas en el municipio de Santiago Atitlán ... 75

Tabla 30. Grado de vulnerabilidad social y resiliencia del municipio de Santiago Atitlán 77

Tabla 31. Índice de rezago social del municipio de Santiago Atitlán 77

Tabla 32. Distribución de viviendas habitadas total y por localidad en el municipio en el municipio de Santiago Atitlán 79

Tabla 33. Servicios dentro de la vivienda por localidad en el municipio de Santiago Atitlán 80

Tabla 34. Infraestructura de salud en las localidades del municipio de Santiago Atitlán 81

Tabla 35. Infraestructura educativa del municipio de Santiago Atitlán 82

Tabla 36. Educación inicial del municipio de Santiago Atitlán 83

Tabla 37. Preescolar del municipio de Santiago Atitlán 83

Tabla 38. Primarias del municipio de Santiago Atitlán 84

Tabla 39. Secundarias del municipio de Santiago Atitlán 84

Tabla 40. Bachilleratos del municipio de Santiago Atitlán 84

Tabla 41. Infraestructura de comunicaciones y transporte en el municipio de Santiago Atitlán 86

Tabla 42. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes 94

Tabla 43. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes. 95

Tabla 44. Matrices para el cálculo de CI. 96

Tabla 45. 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..... 97

Tabla 46. 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. 97

Tabla 47. Índice aleatorio (RI) estandarizado 98

Tabla 48. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 98

Tabla 49. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles por Flujos 99

Tabla 50. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a flujos 99

Tabla 51. Resultados de la multiplicación de las matrices de importancia relativa y el peso específico de zonas susceptibles a flujos. 100

Tabla 52. Resultados correspondientes a B/A. 100

Tabla 53. Índice aleatorio (RI) estandarizado 100

Tabla 54. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 101

Tabla 55. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles por deslizamientos 101

Tabla 56. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a deslizamientos 102

Tabla 57. Resultados de la multiplicación de las matrices de importancia relativa y el peso específico de zonas susceptibles a deslizamientos 102

Tabla 58. Datos requeridos para calcular el CI (índice de consistencia) 102

Tabla 59. Índice aleatorio (RI) estandarizado 103

Tabla 60. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 103

Tabla 61. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles para cálculo de caída de detritos 104

Tabla 62. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a caída de detritos 105

Tabla 63. Matrices para el cálculo de CI. 105

Tabla 64. 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. 106

Tabla 65. Datos resultantes entre la división del peso específico de cada parámetro y la suma de valores de la multiplicación entre las matrices 106

Tabla 66. Índice aleatorio (RI) estandarizado 107

Tabla 67. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 107

Tabla 68. Susceptibilidad por deslizamiento 108

Tabla 69. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 5 años 109

Tabla 70. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 10 años 110

Tabla 71. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 20 años 111

Tabla 72. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 50 años 112
Tabla 73. Susceptibilidad por derrumbes 115
Tabla 74. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 5 años 115
Tabla 75. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 10 años 116
Tabla 76. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 20 años 117
Tabla 77. Susceptibilidad por caída de detritos 118
Tabla 78. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 5 años 119
Tabla 79. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 10 años 121
Tabla 80. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 20 años 122
Tabla 81. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 50 años 124
Tabla 82. Susceptibilidad por flujos 125
Tabla 83. Peligro por flujos periodo de retorno 5 años 127
Tabla 84. Peligro por flujos periodo de retorno 10 años 128
Tabla 85. Peligro por flujos periodo de retorno 20 años 129
Tabla 86. Peligro por flujos periodo de retorno 50 años 130
Tabla 87. Susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas en el municipio 138
Tabla 88. Susceptibilidad por subsidencia en el municipio 139
Tabla 89. Matriz de comparación y pesos obtenidos para el cálculo de peligro/amenaza por inundaciones 142
Tabla 90. Estaciones consideradas para las interpolaciones de los fenómenos de tormentas eléctricas, las temperaturas máximas y mínima, las tormentas de granizo y las lluvias extremas 143
Tabla 91. Alturas de marea de tormenta (m) 147
Tabla 92. Alturas de marea de tormenta y pleamar a nivel municipal (m) 147
Tabla 93. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza por sequías 149
Tabla 94. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza de heladas 150
Tabla 95. Amenaza por inundaciones pluviales en el municipio 152
Tabla 96. Amenaza por precipitación máxima en el municipio 152
Tabla 97. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 24 horas 153
Tabla 98. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 154
Tabla 99. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 155

Tabla 100. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 156
Tabla 101. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 157
Tabla 102. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 158
Tabla 103. Amenaza por días con granizo en el municipio 161
Tabla 104. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 162
Tabla 105. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 163
Tabla 106. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 164
Tabla 107. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 165
Tabla 108. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 166
Tabla 109. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 167
Tabla 110. Amenaza por nevadas en el municipio 168
Tabla 111. Amenaza por tormentas eléctricas en el municipio 170
Tabla 112. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 171
Tabla 113. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 172
Tabla 114. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 173
Tabla 115. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 174
Tabla 116. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 175
Tabla 117. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 176
Tabla 118. Amenaza por sequias en el municipio 178
Tabla 119. Amenaza por temperaturas máximas en el municipio 180
Tabla 120. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 181
Tabla 121. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 182

Tabla 122. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 183
Tabla 123. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 184
Tabla 124. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 185
Tabla 125. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 186
Tabla 126. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 187
Tabla 127. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 188
Tabla 128. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 189
Tabla 129. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 190
Tabla 130. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 191
Tabla 131. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 192
Tabla 132. Susceptibilidad por heladas en el municipio 194
Tabla 133. Amenaza por vientos fuertes y tornados en el municipio 195
Tabla 134. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza por incendios forestales 201
Tabla 135. Susceptibilidad por incendios forestales 202
Tabla 136. Amenaza por plagas xyleborus 207
Tabla 137. Amenaza por plagas coptotermes gestrol 208
Tabla 138. Amenaza por plagas defoliador 210
Tabla 139. amenaza por plagas defoliador bis 211
Tabla 140. amenaza por plantas parasitarias 213
Tabla 141. Intensidad de afectación en concentraciones masivas 216
Tabla 142. Intensidad de afectación en carreteras 217
Tabla 143. Indicadores para el cálculo de Vulnerabilidad. 219
Tabla 144. Tabla. Obtención de promedios por rubro a nivel municipal 220
Tabla 145. Tabla. Obtención de promedios por rubro a nivel municipal 221
Tabla 146. Vulnerabilidad social 223
Tabla 147. Vulnerabilidad social localidades rurales 225

Tabla 148. Vulnerabilidad social localidades urbanas 226
Tabla 149. Rangos para asignar a cada categoría de exposición en el municipio 227
Tabla 150. Grado de exposición del municipio 228
Tabla 151. Resultados para la estimación del riesgo 230
Tabla 152. Resultados para la estimación del riesgo para los componentes de inestabilidad de laderas 230
Tabla 153. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 5 años. 231
Tabla 154. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 20 años. 232
Tabla 155. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 50 años. 233
Tabla 156. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 5 años. 235
Tabla 157. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 10 años. 237
Tabla 158. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 20 años. 238
Tabla 159. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 50 años. 240
Tabla 160. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 5 años. 241
Tabla 161. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 10 años. 242
Tabla 162. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 20 años. 243
Tabla 163. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 50 años. 245
Tabla 164. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 5 años. 246
Tabla 165. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años. 248
Tabla 166. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 20 años. 249
Tabla 167. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 50 años. 251
Tabla 168. Riesgo por Aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 10 años. 253
Tabla 169. Riesgo por Aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 100 años. 255
Tabla 170. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 1000 años 256
Tabla 171. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio 259
Tabla 172. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio. 260
Tabla 173. Riesgo por Inundaciones Pluviales en el municipio 262
Tabla 174. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 24 horas en el municipio. 263
Tabla 175. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 2 años en el municipio. 265
Tabla 176. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 5 años en el municipio. 266
Tabla 177. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 10 años en el municipio. 267

Tabla 178. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años en el municipio. 269

Tabla 179. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 50 años en el municipio. 271

Tabla 180. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio. 272

Tabla 181. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 273

Tabla 182. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 274

Tabla 183. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 276

Tabla 184. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 278

Tabla 185. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 278

Tabla 186. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 280

Tabla 187. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 282

Tabla 188. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 283

Tabla 189. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 284

Tabla 190. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 286

Tabla 191. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 287

Tabla 192. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 288

Tabla 193. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 289

Tabla 194. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 291

Tabla 195. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 292

Tabla 196. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 293

Tabla 197. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 295

Tabla 198. Riesgo por nevadas en el municipio 297

Tabla 199. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 298

Tabla 200. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 299

Tabla 201. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 301

Tabla 202. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 302

Tabla 203. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 305

Tabla 204. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 306

Tabla 205. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio 308

Tabla 206. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio 310

Tabla 207. Riesgo por incendios forestales en el municipio 312

Tabla 208. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio 315

Tabla 209. Riesgo por plaga de xyleborus en el municipio 317

Tabla 210. Riesgo por plaga de Euwallacea en el municipio 318

Tabla 211. Riesgo por plaga de defoliador en el municipio 321

Tabla 212. Riesgo por plaga de coptotermes en el municipio 321

Tabla 213. Riesgo por ocurrencia de accidentes en el municipio 324

Tabla 214. Análisis de las medidas, instrumentos y acciones específicas que podría implementar el municipio para la Reducción de Riesgos de Desastres (En las columnas se deben poner los riesgos más altos, la tabla de abajo sólo es un ejemplo) 330

Tabla 215. Lista de actores participantes en la gestión de riesgos (documentar de los talleres los nombres, cargos/roles/, sector al que representan) 335

Tabla 216. Amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población 341

Tabla 217. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio 345

Tabla 218. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio 350

Tabla 219. Resultados del cálculo del Nivel de Riesgo 351

Tabla 220. Peligros, amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población 355

Mapas

Mapa 1. Macrolocalización del municipio de Santiago Atitlán 30
Mapa 2. Microlocalización del municipio de Santiago Atitlán 31
Mapa 3. Mapa Base del municipio de Santiago Atitlán 33
Mapa 4. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de Santiago Atitlán 36
Mapa 5. Subprovincias fisiográficas donde se ubica el municipio de Santiago Atitlán 38
Mapa 6. Sistema de topoformas presente en el municipio de Santiago Atitlán 39
Mapa 7. Geología (litología) en el municipio de Santiago Atitlán 40
Mapa 8. Relieve en el municipio de Santiago Atitlán 41
Mapa 9. Edafología presente en el municipio de Santiago Atitlán 44
Mapa 10. Regiones hidrológicas en el municipio de Santiago Atitlán 46
Mapa 11. Tipos de corrientes en el municipio de Santiago Atitlán 47
Mapa 12. Clima presente en el municipio de Santiago Atitlán 50
Mapa 13. Temperatura media anual presente en el municipio de Santiago Atitlán 51
Mapa 14. Precipitación media anual presente en el municipio de Santiago Atitlán 52
Mapa 15. Evapotranspiración medial anual presente en el municipio de Santiago Atitlán 53
Mapa 16. Uso de suelo de agricultura y pastizales en el municipio de Santiago Atitlán 56
Mapa 17. Vegetación en el municipio de Santiago Atitlán 57
Mapa 18. Vegetación y uso de suelo en el municipio de Santiago Atitlán 58
Mapa 19. Asentamientos humanos en el municipio de Santiago Atitlán 63
Mapa 20. Centralidades económicas en el municipio de Santiago Atitlán 76
Mapa 21. Índice de marginación en el municipio de Santiago Atitlán 78
Mapa 22. Infraestructura de salud del municipio de Santiago Atitlán 82
Mapa 23. Infraestructura educativa del municipio de Santiago Atitlán 85
Mapa 24. Infraestructura para el entretenimiento del municipio de Santiago Atitlán 86
Mapa 25. Infraestructura de comunicaciones y transporte en Santiago Atitlán 87
Mapa 26. Infraestructura institucional en el municipio de Santiago Atitlán 89
Mapa 27. Infraestructura eléctrica en el municipio de Santiago Atitlán 90
Mapa 28. Mapa Peligro por deslizamientos. 109
Mapa 29. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 5 años 110
Mapa 30. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 10 años 111
Mapa 31. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 20 años 112
Mapa 32. Susceptibilidad por deslizamiento en un periodo de retorno de 50 años 113

Mapa 33. Susceptibilidad por derrumbes 115
Mapa 34. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 5 años 116
Mapa 35. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 10 años 117
Mapa 36. Susceptibilidad por derrumbes en un periodo de 20 años 118
Mapa 37. Susceptibilidad por caída de detritos 119
Mapa 38. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 20 años 123
Mapa 39. Susceptibilidad por flujos 126
Mapa 40. Peligro por flujos periodo de retorno 5 años 127
Mapa 41. Peligro por flujos periodo de retorno 10 años 128
Mapa 42. Peligro por flujos periodo de retorno 20 años 129
Mapa 43. Peligro por flujos periodo de retorno 50 años 130
Mapa 44. Susceptibilidad por subsidencia en el municipio 139
Mapa 45. Susceptibilidad por hundimiento por agrietamiento en el municipio 140
Mapa 46. Amenaza por inundaciones pluviales en el municipio 151
Mapa 47. Mapa de amenaza por precipitación máxima en el municipio 153
Mapa 48. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 24 horas 154
Mapa 49. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 155
Mapa 50. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 156
Mapa 51. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 157
Mapa 52. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 158
Mapa 53. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 159
Mapa 54. Amenaza por días con granizo en el municipio 161
Mapa 55. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 162
Mapa 56. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 163
Mapa 57. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 164
Mapa 58. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 165

Mapa 59. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 166
Mapa 60. Peligro por tormenta de granizo en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 167
Mapa 61. Amenaza por nevadas en el municipio 169
Mapa 62. Amenaza por tormentas eléctricas en el municipio 170
Mapa 63. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 171
Mapa 64. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 172
Mapa 65. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 173
Mapa 66. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 174
Mapa 67. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 175
Mapa 68. Peligro por tormentas eléctricas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 176
Mapa 69. Amenaza por sequias en el municipio 178
Mapa 70. Peligro por temperaturas máximas (Isotermas) en un periodo de retorno de 2, 10 y 25 años 179
Mapa 71. Amenaza por temperaturas máximas en el municipio 180
Mapa 72. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 181
Mapa 73. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 182
Mapa 74. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 183
Mapa 75. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 184
Mapa 76. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 185
Mapa 77. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 186
Mapa 78. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 188
Mapa 79. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 189

Mapa 80. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 190
Mapa 81. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 191
Mapa 82. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 192
Mapa 83. Susceptibilidad por heladas en el municipio 194
Mapa 84. Amenaza por vientos fuertes y tornados en el municipio 196
Mapa 85. Susceptibilidad por incendios forestales 202
Mapa 86. Amenaza por contaminación del aire por fuentes móviles y fijas 203
Mapa 87. Amenaza por contaminación de aire 204
Mapa 88. Amenaza por plagas en cultivos 205
Mapa 89. Amenaza por plagas 206
Mapa 90. Amenaza por plagas sphaeropsis 207
Mapa 91. Amenaza por plagas xyleborus 208
Mapa 92. Amenaza por plagas coptotermes gestrol 209
Mapa 93. Amenaza por plagas defoliador 210
Mapa 94. amenaza por plagas defoliador bis 211
Mapa 95. amenaza por plaga euwallacea 212
Mapa 96. amenaza por plaga ocoaxo 212
Mapa 97. amenaza por plantas parasitarias 213
Mapa 98. Amenazas en recintos por concentraciones masivas de población 216
Mapa 99. Intensidad de afectación en carreteras 217
Mapa 100. Mapa vulnerabilidad social. 224
Mapa 101. Mapa vulnerabilidad social localidades rurales 225
Mapa 102. Vulnerabilidad social en localidades urbanas 226
Mapa 103. Grado de exposición del municipio 228
Mapa 104. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 5 años. 231
Mapa 105. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 20 años. 232
Mapa 106. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 5 años. 236
Mapa 107. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 10 años. 237
Mapa 108. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 20 años. 239
Mapa 109. Riesgo por Derrumbes para un periodo de retorno de 50 años 240
Mapa 110. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 10 años. 242

Mapa 111. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 20 años. 244
Mapa 112. Riesgo por Caída de Detritos para un periodo de retorno de 50 años. 245
Mapa 113. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 5 años. 247
Mapa 114. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 10 años 249
Mapa 115. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 20 años 250
Mapa 116. Riesgo por Flujos para un periodo de retorno de 50 años 252
Mapa 117. Riesgo por Aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 10 años. 254
Mapa 118. Riesgo por Aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 1000 años. 257
Mapa 119. Riesgo por subsidencia 258
Mapa 120. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio. 260
Mapa 121. Riesgo por Inundaciones Pluviales del suelo en el municipio. 262
Mapa 122. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 24 horas en el municipio. 264
Mapa 123. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 2 años en el municipio. 265
Mapa 124. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 5 años en el municipio. 267
Mapa 125. Riesgo por Precipitación Máxima en un periodo de retorno por 10 años en el municipio 268
Mapa 126. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años en el municipio. 269
Mapa 127. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 50 años en el municipio. 270
Mapa 128. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio. 272
Mapa 129. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 274
Mapa 130. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 275
Mapa 131. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 276
Mapa 132. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 277
Mapa 133. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 279
Mapa 134. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 280

Mapa 135. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 282
Mapa 136. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 283
Mapa 137. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 285
Mapa 138. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 286
Mapa 139. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 287
Mapa 140. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 288
Mapa 141. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 290
Mapa 142. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 291
Mapa 143. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 293
Mapa 144. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 294
Mapa 145. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 295
Mapa 146. Riesgo por nevadas en el municipio 296
Mapa 147. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 298
Mapa 148. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 300
Mapa 149. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 301
Mapa 150. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 303
Mapa 151. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 305
Mapa 152. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 307
Mapa 153. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio 309
Mapa 154. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio 311
Mapa 155. Riesgo por incendios forestales en el municipio 312
Mapa 156. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio 316

Mapa 157. Riesgo por plaga xyleborus en el municipio 317
Mapa 158. Riesgo por plaga Euwallacea en el municipio 319
Mapa 159. Riesgo por plaga defoliador en el municipio 320
Mapa 160. Riesgo por plaga coptotermes en el municipio 322
Mapa 161. Riesgo por ocurrencia de accidentes en el municipio 323

Gráficas

Gráfica 1. Distancia por tipo de corriente en el municipio de Santiago Atitlán 46
Gráfica 2. Cuencas presentes en el municipio de Santiago Atitlán 48
Gráfica 3. Comparativo en la relación que existe entre hombres y mujeres en el municipio de Santiago Atitlán 59
Gráfica 4. Distribución de pirámide de poblacional entre el Estado de Oaxaca de Juárez y Santiago Atitlán 61
Gráfica 5. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de Santiago Atitlán 63
Gráfica 6. Principales discapacidades reportadas en el municipio de Santiago Atitlán 65
Gráfica 7. Distribución de la población hablante de alguna lengua indígena por localidad y sexo en el municipio de Santiago Atitlán 67
Gráfica 8. Cosechado en el municipio de Santiago Atitlán 74
Gráfica 9. Servicios con que se cuenta en el interior de las viviendas en el municipio en el municipio de Santiago Atitlán 81
Gráfica 10. Agua entubada en el municipio de Santiago Atitlán 88
Gráfica 11. Mecanismo potencial de Falla de Deslizamiento Rotacional (A) y Mecanismo Potencial de Falla de Deslizamiento Traslacional (B). 108
Gráfica 12. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 5 años 120
Gráfica 13. susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 10 años 121
Gráfica 14. Susceptibilidad por caída de detritos en un periodo de retorno de 50 años 124
Gráfica 15. Susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas en el municipio 138
Gráfica 16. Amenaza por nevadas en el municipio 169
Gráfica 17. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 193
Gráfica 18. Riesgo por Deslizamiento para un periodo de retorno de 50 años. 234
Gráfica 19. Riesgo por Aceleración Sísmica para un periodo de retorno de 100 años. 255

Ilustraciones

Imagen 1. Principales peligros por fenómenos perturbadores hidrometeorológicos en el municipio de Santiago Atitlán 17
Imagen 2. Fenómenos geológicos en el municipio de Santiago Atitlán 20
Imagen 3. Esquema metodológico del Atlas de Riesgo 23
Imagen 4. Mecanismo potencial de Falla Volteo (A) y Mecanismo Potencial de Falla caída o desprendimiento (B). 114
Imagen 5. Mecanismo potencial de Flujos 125
Imagen 6. Elementos por considerar en el mapeo de fracturas y fallas. 137
Imagen 7. Etapas de la Gestión Integral de Riesgos de Desastres 326
Imagen 8. Estrategias para la Gestión de Riesgos de Desastres 327
Imagen 9. Clasificación de la medidas e instrumentos de mitigación 328
Imagen 10. Línea de tiempo de impacto de eventos perturbadores 337
Imagen 11. Herramienta para priorización y escala de valoración para la amenaza 339
Imagen 12. Herramienta para el análisis de peligros 342
Imagen 13. Criterios de evaluación de los factores de peligros 342
Imagen 14. Matriz de Peligro para realizar el cruce de frecuencia e intensidad para determinar el valor final de cada peligro 343
Imagen 15. Criterios para determinar el valor final del peligro 343
Imagen 16. Análisis de Vulnerabilidades 347
Imagen 17. Ejemplo de valores para la valoración de las Vulnerabilidades 347
Imagen 18. Criterios para determinar el valor final de vulnerabilidad 348
Imagen 19. Criterios para determinar el valor final del Riesgo 351
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 351
Imagen 21. Fases del ciclo de gestión del riesgo que se atienden en este Instrumento 352
Imagen 22. Mapeo de acciones para la reducción del riesgo que se atienden en este Instrumento 353

Bibliografía

Alcántara Ayala, I., Echavarría Luna, A., Guriérrez Martínez, C., Domínguez Morales, L., & Noriega Rioja, I. (2021). *Inestabilidad de Laderas, Serie Fascículos.* México: CENAPRED, CNPC. Recuperado el 01 de febrero de 2024, de https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/7-FASCICULOINESTABILIDADDELADERAS.PDF

Borja-Baeza, R. C., & Alcántara-Ayala, I. (2012). Procesos de remoción en masa y riesgos asociados en Zacapoaxtla, Puebla. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM*, 7-26. doi: https://doi.org/10.14350/rig.30197

Carbajal Monroy, J. C. (2020). *Atlas de Riesgo Tlanchinol, Hidalgo.* Municipio Tlanchinol.

Carreon-Freyre, D. C., Hidalgo-Moreno, C. M., & Hernández-Marín, M. (2006). Mecanismos de fracturamiento de depósitos arcillosos en zonas urbanas. Caso de formación diferencial en Chalco, Estado de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 58*(2), 237-250. doi:https://doi.org/10.18268/bsgm2006v58n2a6.

CENAPRED. (2006). *Guía Básica para la Elaboración de Alas Estatales y Municipales de Peligro y Riesgo, Evaluación de la vulnerabilidad física y social.* CDMX: Serie Atlas Nacional de Riesgos.

CENAPRED, CNCP, SSyPC. (2021). *Gupia Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Geológicos.* México: Centro Nacional de Prevención de Desastres. Recuperado el 2 de febrero de 2023, de Centro Nacional de Prevención de Desastres : http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/material_apoyo.html

CENAPRED, CNPC, SSYPC. (2021). *Guía Básica para la Elaboració de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Hidromereorológicos.* Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, Coordinadoción Nacional de Protección Civil . México: Centro Nacional de Prevenció de Desastres . Recuperado el 12 de enero de 2024, de http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/archivo/documentos/GB_Elaboracion_AE&M_Peligros_Riesgos_FEN_HIDRO.pdf

CEPCO-PNUD. (2022). *Guía para la elaboración del Plan Municipal de Reducción de Riesgos de Desastre.* Recuperado el 15 de febrero de

2024, de Coordinación Estatal de Protección Civil del Estado de Oaxaca en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: https://www.oaxaca.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/26/2022/08/PLAN-RRD2022-1.pdf

CONAGUA. (2024). *Monitor de Sequía en México (MSM)*. Obtenido de Comisión Nacional del Agua: https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico

Díaz-Nigenda, J. J. (2022). *Evaluación de la subsidencia a partir de un modelo de optimización para la gestión del agua subterránea.* Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo. Recuperado el 02 de febrero de 2024, de https://www.redalyc.org/pdf/943/94320213012.pdf

Galeana-Pérez, V. M., Chávez-Alegría, O., Medellin-Aguila, G., & Zamora-Castro, S. A. (19 de mayo de 2023). Medición de asentamientos en pavimentos dañados por subsidencia usanto ortomosaicos y MDE mediante GPS y VANT. *Ingeniería, investigación y tecnología, 24*(2). doi: https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.2.010

Galindo-Serrano, J. A., & Alcántara-Ayala, I. (1 de diciembre de 2015). Inestabilidad de laderas e infraestructura vial: análisis de susceptibilidad en la Sierra Nororiental del Puebla, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*(88), 122-145. doi:https://doi.org/10.14350/rig.43790

Hernández-Conde, I. (julio de 2014). *Análisis de subsidencia del terreno en el Valle de Toluca a partir del método Dual Pair Interferormetry (DPI).* (U. A. México, Ed.) Toluca, Estado de México. Recuperado el 02 de febrero de 2024, de URI: http://hdl.handle.net/20.500.11799/33391

INSHT, I. N. (1991). *Nota técnica de Prevención 293. Explosiones BLEVE (I): evaluación de la radiación.* Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales del Gobienro de España. Recuperado el Junio de 2024, de https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_243.pdf/9f6cbba4-ac26-4d0b-aae7-068ca6e66914?version=1.2&t=1680367742706

ITESM. (2014). *Atlas de Riesgos del municipio de Saltillo, Coahuila.* Coahuila: Laboratorio de Sistemas de Información Georreferenciada, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey. Recuperado el 10 de febrero de 2024, de

https://transparenciasaltillo.mx/articulo-28/el-atlas-municipal-de-riesgos/

LGAHOTyDU. (28 de noviembre de 2021). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. *Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios*. México: Publicado en el Diario Oficial de la Federació el 28 de noviembre de 2016. Recuperado el 05 de febrero de 2024, de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_010621.pdf

LGCC. (15 de noviembre de 2023). Ley General de Cambio Climático. *Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios*. Ciudad de México: Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6b de junio de 2012. Recuperado el 06 de febrero de 2024, de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

LGEEPA. (24 de enero de 2024). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. *Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios*. Ciudad de México: Publicad en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Recuperado el 06 de febrero de 2024, de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

LGPC. (21 de diciembre de 2023). Ley General de Protección Civil. *Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General, Secrectaría de Servicios Parlamentarios*. México: Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Recuperado el 05 de febrero de 2024, de https://www.ucol.mx/content/cms/13/file/federal/LEY_GRAL_DE_PROT_CIVIL.pdf

LOMEO. (17 de junio de 2021). Ley Orgánica Muicipal del Estado de Oaxaca. *H. Congreso del Estado y Soberano de Oaxaca, Dirección de Informática y Gaceta Parlamentariao*. Ciudad de México: Publicada en el Periódico Oficial del Órgano del Gobierno Consitucional del Estado Libre y Soberano de Oaxaca el 30 de noviembre de 2010. Recuperado el 06 de febrero de 2024, de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC.pdf

LOTDUEO. (2020 de noviembre de 25). Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Oaxaca. *H. Congreso del Estado*

Libre y Soberano de Oaxaa LXIV Legistlatura Constitucional. Oaxaca de Juárez: Decreto 1778 aprobado por la LXIV Legislatura en el Perió dico Oficial 51 novena sección el . Recuperado el 04 de febrero de 2024, de https://docs64.congresooaxaca.gob.mx/documents/legislacion_estatals/Ley+de+Ordenamiento+Territorial+y+Desarrollo+Urbano+para+el+Estado+de+Oaxaca+(Ref+dto+1778+aprob+LXIV+Legis+25+nov+2020+PO+51+9a+secc+19+dic+202.pdf

LPCGIRDEO. (29 de febrero de 2020). Ley de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos de Desastresa para el Estado de Oaxaca. *H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, LXIII Legislatura Constitucional. Centro de Información e Investigaciones Legislativas, Unidad de Investigaciones Legislativas*. Ciudad de México: Publicado originalmente bajo Decreto 667 en el Periódico Oficial, última Reforma: Decreto No. 1287 en el número 9 Octava Sección. Recuperado el 5 de febrero de 2024, de https://docs64.congresooaxaca.gob.mx/documents/legislacion_estatals/LEY+DE+PROTECCION+CIVIL+Y+GESTION+INTEGRAL+DE+RIESGOS+DE+DESASTRES+PARA+EL+ESTADO+DE+OAXACA+(Ref+dto+1287+Aprob+LXIV+Legis+22+ene+2020+PO+9+8a+s.pdf

M.M, Campos - Vargas., Toscana Aparicio, A., Monroy Gaytán, F., Reyes López, H.A. (2010). Visualizador web de información cartográfica de amenazas naturales.

Moreno-Jiménez, J. M., Altuzarra-Casas, A., & Escobar-Urmeneta, M. T. (2003). *El Índice de Cosnsistencia Geométrico para Matries Incompletas en AHP.* Recuperado el 02 de febrero de 2024, de Asociación Internacional de Economía Aplicada (ASEPELT): https://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2003%20-%20Almeria/asepeltPDF/192.PDF

ONU. (2015). *Marco Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.* Organización de las Naciones Unidas. Recuperado el 05 de febrero de 2024, de https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

ONU; CEPAL. (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas. Recuperado el 05 de febrero de 2024, de https://www.cedhnl.org.mx/bs/vih/secciones/planes-y-programas/Agenda-2030-y-los-ODS.pdf

ONU-Habitat, SEDATU, SGIRyPCCDMX. (2019). *Guía Metodológica. Estrategia Municipal de Gestión Integral de Riesgos de Desastres. Un paso desde la identificación de riesgos hasta la reconstrucción.* Recuperado el 20 de abril de 2024, de Organización Nacional de las Naciones Unidas: chrome-extension://efaidhttps://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-EMGIRDE.pdf

Pacheco-Martínez, J., & Arzate-Flores, J. (2007). Análisis multicapa de la subsidencia en el Valle de Querétaro, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 24*(3), 389-402. Recuperado el 2 de febrero de 2024, de https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v24n3/v24n3a8.pdf

Pacheco-Martínez, J., Ortiz-Lozano, J. Á., Zermeño-de-León, M. E., & Mendoza-Otero, E. (2011). Líneas de investigación vigentes y pertinentes en subsidencia y generación de agrietamientos. *1er Foro Internacional en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos. Convergencias del diseño y la construcción. Arquitectura, Ingeniería Civil y Urbanismo*, 0-14. Recuperado el 2 de febrero de 2024, de https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Pacheco-Martinez/publication/229914151_Lineas_de_investigacion_vigentes_y_pertinentes_en_subsidencia_y_generacion_de_agrietamientos/links/0fcfd5011c45149e7c000000/Lineas-de-investigacion-vigentes-y-pertinentes-en

PEDEO 2022-2028. (2022). *Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca 2022-2028.* Oaxaca de Juárez. Recuperado el 01 de febrero de 2024, de http://www.ped.oaxaca.gob.mx/ped/

Rodríguez-Castillo, R., & Rodríguez-Velázquez, I. (2006). Consecuencias sociales de un desastre inducido: subsidencia. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, LVIII*(2), 265-269. doi:https://www.redalyc.org/pdf/943/94320213012.pdf

SEGOB, CENAPRED. (21 de diciembre de 2016). Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos. *Secretaría de Gobernación, Centro nacional de Prevención de Desastres*. Ciudad de México: Publicado en el Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 15 de enero de 2024, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5466288&fecha=21/12/2016#gsc.tab=0

SSPC, CENAPRED. (2021). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Conceptos Básicos sobre Peligros, Riesgos y su Representación Geográfica. *Secretaría de Seguridad Pública y*. Ciudad de Mëxico: 1a edición, Noviembre de 2006. Recuperado el 20 de febrero de 2024, de http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/material_apoyo.html