ATLAS DE GESTIÓN DE RIESGOS

SAN JUAN YATZONA

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 12
I.3.1 Eventos perturbadores y Declaratorias 13
I.4 Objetivos 17
I.4.1 Objetivo general 17
I.4.2 Objetivos particulares 17
I.5 Metodología General 17
I.6 Marco legal 21
I.6.1 Ámbito internacional 21
I.6.2 Leyes federales 22
I.6.3 Leyes estatales 23
I.6.4 Normas municipales 24
Capítulo II. Determinación de la zona de estudio 25
II.1 Ubicación y colindancias 25
II.2 Superficie, localidades y población 26
II.3 Mapa Base (topográfico) 27
II.4 Modelo Digital de Elevación 29
Capítulo III. Caracterización de los elementos del medio natural 30
III.1 Fisiografía 30
III.1.1 Provincia fisiográfica 30
III.1.2 Subprovincia fisiográfica 31
III.2 Geomorfología 33
III.3 Geología 34
III.3.1 Relieve 35
III.3.2 Fallas y fracturas 37
III.4 Edafología 38
III.5 Hidrografía 39
III.5.1 Cuencas, subcuencas y microcuencas 42
III.6 Clima 44

III.6.1 Temperatura 45
III.6.2 Precipitación 47
III.6.3 Evapotranspiración 49
III.6.4 Vulnerabilidad al cambio climático 50
III.7 Uso de suelo y vegetación 51
III.7.1 Uso de suelo 52
III.7.2 Vegetación 53
III.8 Áreas Naturales Protegidas 54
Capítulo IV. Caracterización de los elementos demográficos, sociales, económicos y de equipamiento 55
IV.1 Dinámica demográfica 55
IV.1.1 Distribución de población del municipio y por localidad 55
IV.1.2 Estructura demográfica del municipio por grupo de edades 56
IV.2 Condiciones sociales y económicas 58
IV.2.1 Población con discapacidad 58
IV.2.2 Lenguas indígenas 59
IV.2.3 Servicios de salud 60
IV.3 Empleos e ingresos 61
IV.3.1 Población económicamente activa (PEA) 61
IV.3.2 Sectores productivos 63
IV.4 Pobreza y marginación 66
IV.4.1 Pobreza y Marginación 66
IV.4.2 Rezago social 68
IV.5 Inventario de bienes expuestos 68
IV.5.1 Viviendas y edificaciones 68
IV.5.2 Infraestructura para la salud 70
IV.5.3 Infraestructura educativa 71
IV.5.4 Infraestructura de entretenimiento 72
IV.5.5 Bienes inmuebles 73
Capítulo V. Identificación de Riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural y antropogénicos 77
V.1 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos geológicos 79
V.1.1 Inestabilidad de Laderas 79
V.1.2 Sismo 118

V.1.3 Tsunami * 145
V.1.4 Vulcanismo 145
V.1.5 Hundimientos (Subsidencia) y agrietamiento del terreno 153
V.2 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos hidrometereológicos 167
V.2.1 Inundaciones pluviales 177
V.2.2 Inundaciones fluviales * 188
V.2.3 Inundaciones costeras * 188
V.2.4 Inundaciones lacustres * 188
V.2.5 Tormentas de granizo 188
V.2.6 Nevadas 198
V.2.7 Tormentas eléctricas 201
V.2.8 Sequías 210
V.2.9 Ondas cálidas 213
V.2.10 Ondas gélidas 226
V.2.11 Heladas 233
V.2.12 Tornados 239
V.3 Peligros, susceptibilidad y amenazas por fenómenos químico-tecnológicos 241
V.3.1 Sustancias peligrosas 244
V.3.2 Incendios forestales 245
V.4 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos sanitario-ecológicos 247
V.4.1 Contaminación del suelo, aire y agua 248
V.4.2 Epidemias y plagas 256
V.5 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos socio-organizativos 267
V.5.1. Concentración masiva de población 269
V.5.2 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica 270
V.6. Vulnerabilidad social del Municipio 272
V.7 Grado de exposición del Municipio 278
V.8 Riesgos por fenómenos geológicos 280
V.8.1 Inestabilidad de Laderas 281
V.8.2 Sismos 305
V.8.3 Tsunami * 310
V.8.4 Hundimientos por fallas y fracturas, subsidencia y agrietamiento del terreno 310
V.9 Riesgos por fenómenos hidrometereológicos 314

V.9.1 Inundaciones....314
V.9.2 Riesgo por inundaciones fluviales *....323
V.9.3 Riesgo por inundaciones lacustres *....323
V.9.4 Ciclones tropicales....323
V.9.5 Tormentas eléctricas....324
V.9.6 Ondas gélidas....333
V.9.7 Ondas cálidas....351
V.9.8 Riesgo por sequías....359
V.9.9 Tornados (vientos fuertes)....360
V.10 Riesgos por fenómenos químico-tecnológicos....362
V.10.1 Sustancias peligrosas....362
V.10.2 Riesgo por incendios forestales....365
V.11 Riesgos por fenómenos sanitario-ecológicos....367
V.11.1 Contaminación del suelo, aire y agua....367
V.11.2 Epidemias y plagas....367
V.12 Riesgos por fenómenos socio-organizativos....376
V.12.1 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica....376
Capítulo VI. Reducción de Riesgos de Desastres....378
VI.1 Enfoque para la Reducción de Riesgos de Desastres....380
VI.2 Análisis de los principales riesgos identificados cartográficamente....382
VI.2.1 Nivel de Riesgos identificados cartográficamente....382
VI.2.2 Posibles estrategias a implementar para la reducción de riesgos identificados en el territorio....388
VI.3 Análisis de la percepción del nivel de riesgo de la población....391
VI.3.1 Actores relevantes del municipio que participaron en el análisis de percepción del riesgo....392
VI.3.2 Memoria histórica de eventos perturbadores que han impactado al territorio....393
VI.3.3 Identificación y priorización de amenazas y vulnerabilidades en el municipio....395
VI.3.4 Definición de posibles acciones a implementar para la Reducción de Riesgos en el municipio....399
VI.3.5 Análisis de la percepción del grado de peligro....401
VI.3.6 Análisis de la percepción del grado de vulnerabilidad....405
VI.3.7 Análisis de la percepción del grado de Riesgo....409
VI.3.8 Acciones para Gestionar y Reducir el Riesgo de Desastres....411

VI.4 Conclusiones y recomendaciones 415
VI.4.1 Conclusiones 415
VI.4.2 Recomendaciones de vulnerabilidades, problemáticas y riesgos que es importante retomar para el Ordenamiento Territorial y Urbano 416
VI.4.3 Recomendaciones de proyectos y estudios que se requieren para mejorar el conocimiento del territorio 416
Glosario 417
Índice de tablas, mapas, gráficas e ilustraciones 420
Bibliografía 433

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

Contexto e historia del municipio

San Juan Yatzona toma su primer nombre en honor de San Juan Bautista, santo de la religión católica, que es el patrono del pueblo; mientras que el nombre Yatzona proviene de los vocablos *ya*: cerro y *tzona*: tres, que en zapoteco significa "tres cerros" (Yatzona, 2014).

La creación oficial del municipio de San Juan Yatzona data del 15 de marzo de 1825, que mediante el decreto número 47 de la Ley de División y Arreglo de los partidos que componen el Estado Libre de Oaxaca, se le da la categoría oficial de pueblo. Para el 23 de octubre de 1891, la comunidad recibe la categoría de Ayuntamiento, de acuerdo con la División Política, Judicial, Municipal y Estadística del Estado Libre y Soberano de Oaxaca.

Desde la publicación del acuerdo a la División Permanente del Territorio del Departamento (artículo 4°), del 18 de noviembre de 1844, el municipio de San Juan Yatzona ha pertenecido al distrito de Villa Alta, hecho ratificado por última vez el 22 de marzo de 1984, con el Decreto Número 139, aprobado por la Quincuagésima Primera Legislatura del Estado, por el que se establece en el Estado de Oaxaca la División Territorial del Estado Libre y Soberano de Oaxaca (INEGI, Evolución histórica de los municipios de México de 1810 a 2020 - Oaxaca, 2023).

De acuerdo con el censo de población del INEGI (2020), la población total del municipio de San Juan Yatzona es de 440 personas, distribuida en 44.8% hombres y 55.2% mujeres, con 197 y 243 personas respectivamente (INEGI, Sistema para la Consulta de Información Censal, SCINCE, 2024). Cuenta únicamente con una localidad homónima que es la cabecera municipal, en donde se concentra el total de la población municipal (INEGI, Panorama sociodemográfico de Oaxaca, Censo de Población y Vivienda 2020). El 92% de la población se encuentra en situación de pobreza y presenta los grados de marginación y rezago social **bajo** en la escala de CONEVAL.

Antecedentes Agrarios

Dentro del territorio del municipio de San Juan Yatzona, se encuentra un núcleo agrario homónimo, certificado y catalogado de tipo comunidad, que agrupa a 230 comuneros. Dicho núcleo fue dotado de una superficie de 3,066.5 ha por la vía de RTBC (Reconocimiento y Titulación de Bienes Comunales), con fecha de resolución presidencial del 06 de agosto de 2018 y ejecutada el 02 de octubre de 2018. Fue certificado en el marco del programa FANAR en el año 2021 (RAN, PHINA Padrón e Historial de Núcleos Agrarios, 2024).

Actualmente el núcleo agrario cuenta con un Órgano de Representación vigente, cuyo período de vencimiento es el 03 de enero de 2027; su renovación es cada 3 años, tal como lo señala la Ley Agraria vigente.

Cultura y Patrimonio

Del total de población del municipio, el 98.6% se considera indígena y el 1.4% se considera afrodescendiente. Así mismo, el panorama sociodemográfico indica que el 97.6% de la población de 3 años y más habla alguna lengua indígena, siendo la lengua zapoteca la más hablada por 396 habitantes (3 habitantes hablan chinanteco y 2 el mixe). Cabe hacer mención que del total de los hablantes de la lengua indígena, el 4% no hablan el español (INEGI, Sistema para la Consulta de Información Censal, SCINCE, 2024).

San Juan Yatzona ostenta un patrimonio cultural intangible; su lengua zapoteca, medicina tradicional, vestimenta original, ritos, costumbres y tradiciones, hacen de este territorio un multifascético mosaico cultural. Sin embargo, algunas de sus expresiones como la música de chirimía, la medicina tradicional, las danzas autóctonas y maroma (acrobacia tradicional), se han ido perdiendo con el tiempo, ya que el número de personas que los practican es muy escaso (Yatzona, 2014). Su lengua zapoteca aún se conserva, tanto en adultos como en los niños, en sus interacciones cotidianas. Un porcentaje menor hablan el español exclusivamente cuando se dirigen a personas ajenas a la comunidad.

La actividad agrícola y pecuaria mayormente es de autoconsumo y se lleva a cabo en un entorno familiar. Existe fuerte presencia del tequio, que es la ayuda entre las familias para sus actividades agrícolas sin pago monetario de por medio. Los productos que consideran básicos es el frijol, maíz y la caña de azúcar (los dos primeros de autoconsumo para el sostenimiento familiar y el tercero para la producción de panela). Adicionalmente, es común la siembra del café, tanto para autoconsumo como en menor escala para su venta en grano a nivel local. Cada familia mínimamente cuenta con gallinas para la producción de carne y huevo, siendo común los guajolotes y ganado mayor de engorda, todo principalmente para autoconsumo (Reza, marzo 2015).

Forma de organización y autoridades

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

La elección de la autoridad se da en asamblea de elección ordinaria que se realiza cada año, en donde los votos se realizan a mano alzada. En cada elección se eligen presidente municipal, un síndico y un cabildo integrado por cuatro regidores, en

donde del total de cargos la mitad deben ser ocupados por mujeres. La duración de los cargos municipales es de un año (IEEPCO, 2022-2023).

Infraestructura

La infraestructura con la que cuenta el municipio de San Juan Yatzona se reduce al palacio municipal, el centro de salud, las escuelas de nivel inicial (preescolar primaria y secundaria), drenaje sanitario, luz eléctrica y agua potable en la mayoría de las viviendas. Sin embargo, no cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales. Cabe señalar que algunas calles están pavimentadas y cuentan con alumbrado público (INEGI, Sistema para la Consulta de Información Censal, SCINCE, 2024).

Actividades productivas

La población económicamente activa de San Juan Yatzona se dedica principalmente a la producción primaria relacionada con la agricultura, siendo la siembra de maíz, frijol y caña de azúcar las más importantes, mientras que la actividad pecuaria se desarrolla solo para autoconsumo en la crianza de aves de corral y ganado bovino y porcino (Yatzona, 2014).

Antecedentes de planeación

En el municipio de San Juan Yatzona no hay antecedentes de una planeación, ya que la urbanización no planeada tiene un efecto directo sobre el suelo, con la aparición de nuevos asentamientos humanos en zonas no aptas para el desarrollo. Por su localización geográfica de accidentada orografía, limita la planeación ordenada por la falta de un instrumento de planeación. Muchas de las viviendas e infraestructura se ubican en zonas de riesgo y la contaminación ambiental está afectando la salud de sus habitantes y abonando al cambio climático por la quema y depósito a cielo abierto de la basura.

En el municipio de San Juan Yatzona el estado físico de la infraestructura carretera y vialidades es variado. La carretera que llega a la cabecera municipal que conecta con el municipio de Villa Alta es una carretera pavimentada con concreto hidráulico en buenas condiciones, sin embargo tiene tramos de vialidad con derrumbes que comprometen el acceso a la comunidad. Los caminos locales son deficientes, en muy malas condiciones y por ser núcleos de población muy pequeños y los asentamientos humanos dispersos, se dificulta una adecuada prestación de los servicios públicos básicos, comunicación y desarrollo urbano en general. Sin embargo, según el censo de población y vivienda 2020, la totalidad de las viviendas particulares habitadas cuentan con los servicios de agua, drenaje y luz eléctrica.

Atlas Municipal de Riesgos

El municipio de San Juan Yatzona no cuenta con un Atlas Municipal de Riesgos, siendo uno de los 417 municipios sin este documento de planeación.

I.3 Justificación

En el estado de Oaxaca los desastres naturales han sido recurrentes, como lo muestran las declaratorias de emergencia y desastres naturales en distintos años. El municipio de San Juan Yatzona ha tenido 9 declaratorias oficiales por daños debido a la presencia de agentes perturbadores comprendidos en el periodo 2000 al 2018 (CENAPRED, Sistema de Consulta de Declaratorias, 2024).

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

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

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	• 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

Sector	Actividad productiva	Impactos económicos	Impactos sociales
		reduciendo la dependencia de la población a alimentos importados o costosos. • Ayuda a desarrollar mejores técnicas de cultivo hasta habilidades comerciales y de gestión.	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.

I.3.1 Eventos perturbadores y Declaratorias

Debido a su ubicación geográfica, el municipio ha sido susceptible de tormentas eléctricas con un grado de peligro **muy alto** que han ocasionado que los techos de lámina se desprendan de las viviendas. A pesar de que no han tenido declaratorias de emergencia debido a este fenómeno meteorológico, el impacto económico y social ha sido fuerte. Adicionalmente, la abundante lluvia de los ciclones tropicales ha causado afectaciones ocasionando serios problemas de índole económica y de autosuficiencia alimentaria, siendo estos los dos principales fenómenos que más han afectado al municipio que dio lugar a que fuera considerado dentro de la declaratoria de emergencia de los municipios afectados del estado de Oaxaca.

Tabla 2. Grado de peligro por fenómenos naturales en el municipio de San Juan Yatzona

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

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por CENAPRED en Información básica de peligros naturales de San Juan Yatzona, 2021

Derivado de su ubicación geográfica y a lluvias severas que se presentaron, el municipio ha sufrido estragos por fenómenos hidrometereológicos, particularmente con inundaciones con un grado de peligro medio; tal es el caso de una declaratoria de emergencia por inundación fluvial.

Tabla 1. Grado de peligro por Inundaciones en el municipio de San Juan Yatzona

Inundaciones			
Fenómeno Perturbador	Grado de Peligro	Nivel de Vulnerabilidad	Declaratorias
Inundaciones	**Medio**	**Medio**	4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por CENAPRED en Información básica de peligros naturales de San Juan Yatzona, 2021

En el municipio es muy recurrente que se presenten los caídos o derrumbes, deslizamientos y flujos, con un 86.6%. Su tasa de mayor incidencia se presenta en la temporada de lluvias, dado que el terreno que conforma a las laderas y taludes se satura, aumentando su peso y reduciendo su resistencia.

Tabla 2. Grado de susceptibilidad por inestabilidad de laderas en el municipio de San Juan Yatzona

Inestabilidad de laderas		
Susceptibilidad	**Área en Km²**	**Porcentaje**
Muy Baja	0.3	0.9%
Baja	0.1	0.2%
Media	2.4	8.3%
Alta	25.2	86.6%
Muy Alta	1.1	3.9%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por CENAPRED en Información básica de peligros naturales de San Juan Yatzona, 2021.

Sismos

Los efectos de sismos representan un porcentaje importante en la ocurrencia de deslizamientos de laderas (taludes naturales), principalmente en suelos sensitivos. Podrían conducir a la falla si los movimientos sísmicos son de suficiente magnitud y duración. El municipio está expuesto a este fenómeno por su ubicación en zona C, de acuerdo con la regionalización sísmica de CFE (CFE, 2015).

Tabla 1. Grado de peligro por Sismo en el municipio de San Juan Yatzona

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

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por CENAPRED en Información básica de peligros naturales de San Juan Yatzona, 2021.

Declaratoria por desastre:

El municipio ha tenido cinco declaratorias por desastre, de las cuales cuatro fueron por fenómenos hidrometeorológicos de tipo ciclón tropical y lluvias severas (2005, 2010, 2017 y 2018) (CENAPRED, Sistema de Consulta de Declaratorias, 2024), y una por fenómeno geológico de tipo sísmico (2017) (CENAPRED, Sistema de Consulta de Declaratorias, 2024).

Tabla 2. Declaratoria por desastre para el municipio de San Juan Yatzona

Tipo Declaratoria	Clasificación Fenómeno	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Desastre	Hidrometeorológico	Lluvias	05/11/2018	19/10/2018	21/10/2018	Lluvia severa e inundación fluvial
Desastre	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	19/10/2017	02/10/2017	04/10/2017	Tormenta tropical Ramón (lluvia severa e inundación fluvial)
Desastre	Geológico	Sismo	14/09/2017	07/09/2017	07/09/2017	Sismo magnitud 8.2
Desastre	Hidrometeorológico	Lluvias	12/10/2010	25/09/2010	27/09/2010	Ciclón tropical Mathew
Desastre	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	11/11/2005	03/10/2005	05/10/2005	Huracán Stan

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por CENAPRED, 2024

Declaratoria por emergencia:

Se han presentado cuatro declaratorias de tipo emergencia, todas por fenómenos hidrometeorológicos tipo lluvia (2010, 2018) y ciclón tropical (2000) (CENAPRED, Sistema de Consulta de Declaratorias, 2024).

Tabla 3. Declaratorias por emergencia para el municipio de San Juan Yatzona

Tipo Declaratoria	Clasificación Fenómeno	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Emergencia	Hidrometeorológico	Lluvias	02/11/2018	19/10/2018	20/10/2018	Lluvia severa
Emergencia	Hidrometeorológico	Lluvias	13/10/2010	25/09/2010	27/09/2010	Ciclón tropical Mathew
Emergencia	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	10/11/2000	07/11/2000	10/11/2000	Tormenta tropical Rosa. No se especifican los municipios afectados
Emergencia	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	10/11/2000	07/11/2000	10/11/2000	Tormenta tropical Rosa. No se especifican los municipios afectados

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por CENAPRED, 2024

Aproximadamente el 22.3% (29 viviendas), están construidas con muros de adobe y techos flexibles, por lo que se considera que tienen una vulnerabilidad **alta**, principalmente por el tema de daño por sismo y viento fuerte. Es necesario realizar el levantamiento de viviendas vulnerables en el municipio para identificar aquellas que requieren de mejoras estructurales (CENAPRED, Información básica de peligros naturales a nivel Municipal - San Juan Yatzona, Oaxaca, 2021).

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

I.4 Objetivos

I.4.1 Objetivo general

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

I.4.2 Objetivos particulares

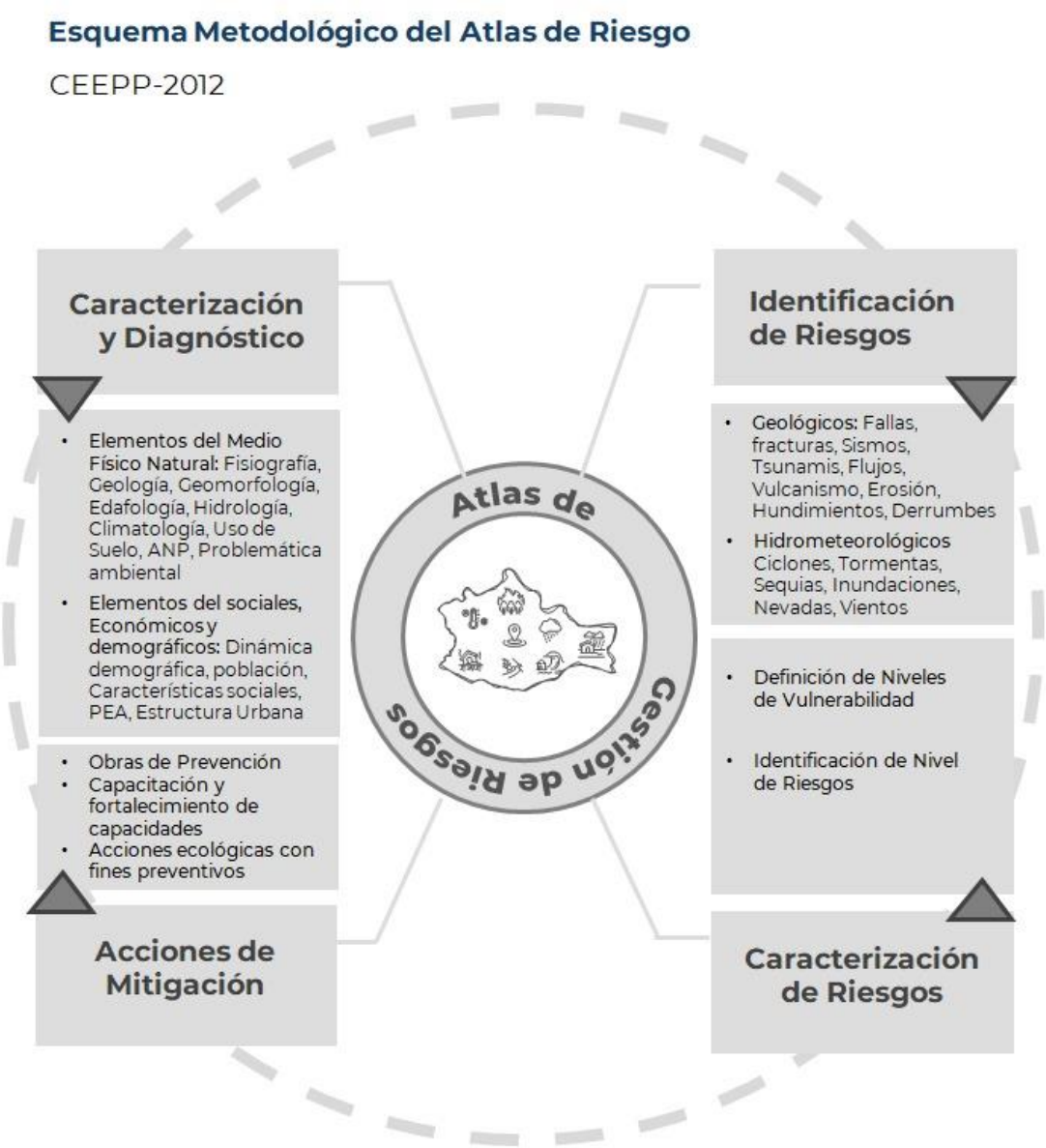
- Contar con un **documento cartográfico** y escrito que representa y zonifica cada uno de los fenómenos naturales y antropogénicos perturbadores de manera clara y precisa, así como las bases de datos homologadas para cada uno de los fenómenos perturbadores presentes en el municipio.
- Contar con un **sistema de información geográfica** que permita la actualización, consulta y generación de información tabular y gráfica de los diferentes riesgos, niveles de vulnerabilidad y zonas de afectación.
- Generar los **procedimientos** para la integración, homologación y estandarización de la información de los peligros de tipo geológico, hidrometeorológico y antropogénicos que permitan la definición de zonas y situaciones de riesgo.

Proporcionar un **sustento metodológico** para fundamentar líneas de acción y estrategias de adaptación y mitigación de riesgos, que contribuyan a reducir el uso de esquemas tradicionales basados en acciones reactivas ante una situación de desastre.

I.5 Metodología General

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

Imagen 1. Esquema Metodológico del Atlas de Riesgo



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

- Un equipo especialista para la búsqueda, procesamiento y sistematización de la información estadística y cartográfica de fuentes oficiales.

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

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

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

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

- Identificación y consulta documental de fuentes del municipio, hemerotecas, diversos archivos históricos y archivos del Ayuntamiento.
- Consulta a pobladores y cronistas, a fin de conocer los eventos naturales que han tenido relevancia e impacto en la localidad, así como su frecuencia, impacto ocasionado y reacción de las autoridades y de la población en general.
- Entrevistas a las autoridades locales de diversos sectores con el fin de identificar la capacidad de respuesta institucional ante cada uno de los eventos naturales que pudieran representar una amenaza, además de determinar si cuentan con planes y/o protocolos de actuación para enfrentarlos cuando se presenten.
- Recorridos para el levantamiento de información del territorio municipal, tanto para verificar el estado de la infraestructura física, como para identificar información adicional respecto de las zonas de riesgo por fenómenos naturales y antropogénicos, y para detectar la presencia de agentes contaminantes que pudieran representar una amenaza para la población. Se revisó el tipo de

construcción, características y condiciones estructurales de las viviendas en riesgo. Se estimaron las tendencias de crecimiento y densificación de los asentamientos humanos y en particular aquellos ubicados en zonas de riesgo.

- Taller con autoridades, el área de Protección Civil y actores clave de la comunidad, para reflexionar respecto grado de conocimiento y percepción de los riesgos. Se recuperó información relacionada con las amenazas, vulnerabilidad, capacidad de reacción y posibles acciones a emprender tanto por las autoridades, como por la población para gestionar el riesgo ante los diferentes fenómenos perturbadores que se han presentado o podrían presentarse. Se estimaron las fortalezas y las debilidades con relación al grado de organización y preparación de la comunidad para hacer frente a contingencias. De igual forma se registró información relacionada con el grado de desarrollo institucional de la función que desempeña el área de protección civil en el municipio con relación al personal, equipamiento y recursos presupuestales.

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

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

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

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

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

I.6 Marco legal

I.6.1 Ámbito internacional

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

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

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

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

El **Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030** (ONU, 2015), reconoce que es en el Estado en quien recae la función principal de reducir el riesgo de desastres y determina la responsabilidad compartida con gobiernos locales, sector privado y otros grupos. Este marco establece cuatro prioridades: 1) Comprender el riesgo de desastres; 2) Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionarlo; 3) Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia; y 4) Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y "reconstruir mejor" en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

I.6.2 Leyes federales

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

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

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

La **Ley General de Cambio Climático** (LGCC, 2023), determina que las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y **los municipios**, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a lo que dicta su fracción I, que menciona que deberán *"****Elaborar y publicar los atlas de riesgo*** *que consideren los escenarios de vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático,* ***tomando en consideración la información del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático****, atendiendo de manera preferencial a la población más vulnerable y a las zonas de mayor riesgo, así como a las islas, zonas costeras y deltas de ríos*"[4].

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

I.6.3 Leyes estatales

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

La Ley de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos de Desastres para el Estado de Oaxaca (LPCGIRDEO, 2020), en su artículo 44, establece que la coordinación del Sistema Municipal recaerá en la persona titular de la presidencia municipal, y en su fracción IV menciona que entre sus atribuciones le compete: "*investigar, estudiar y evaluar riesgos y daños provenientes de elementos, fenómenos perturbadores naturales o humanos que puedan dar lugar a desastres; integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos en coordinación con las dependencias responsables* ***para la elaboración del Atlas Municipal de Riesgos***[7]". En su artículo 47 define las atribuciones de los Consejos Municipales y en su fracción IV menciona que le compete "*elaborar y aprobar el Atlas Municipal de Riesgos, en un plazo máximo de tres meses, de haber iniciado el periodo municipal constitucional, y actualizarlos anualmente en términos del Reglamento de la presente ley*[8]".

[5] Fracción reformada mediante Decreto Núm. 1664, aprobado por la LXIV Legislatura el 2 de septiembre del 2020 y publicado en el Periódico Oficial 40 Sexta Sección del 3 de octubre del 2020.
[6] Artículo 160 reformado mediante Decreto Núm. 1639, aprobado por la LXIV Legislatura el 26 de agosto del 2020 y publicado en el Periódico Oficial 39 Séptima Sección del 26 de septiembre del 2020.
[7] LPCGIRDEO. Artículo 44
[8] LPCGIRDEO. Artículo 47 Fracción IV

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

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

I.6.4 Normas municipales

El municipio de San Juan Yatzona se rige por el sistema de usos y costumbres, lo que ha limitado establecer reglamentos internos en distintas áreas del Gobierno Municipal.

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

Capítulo II. Determinación de la zona de estudio

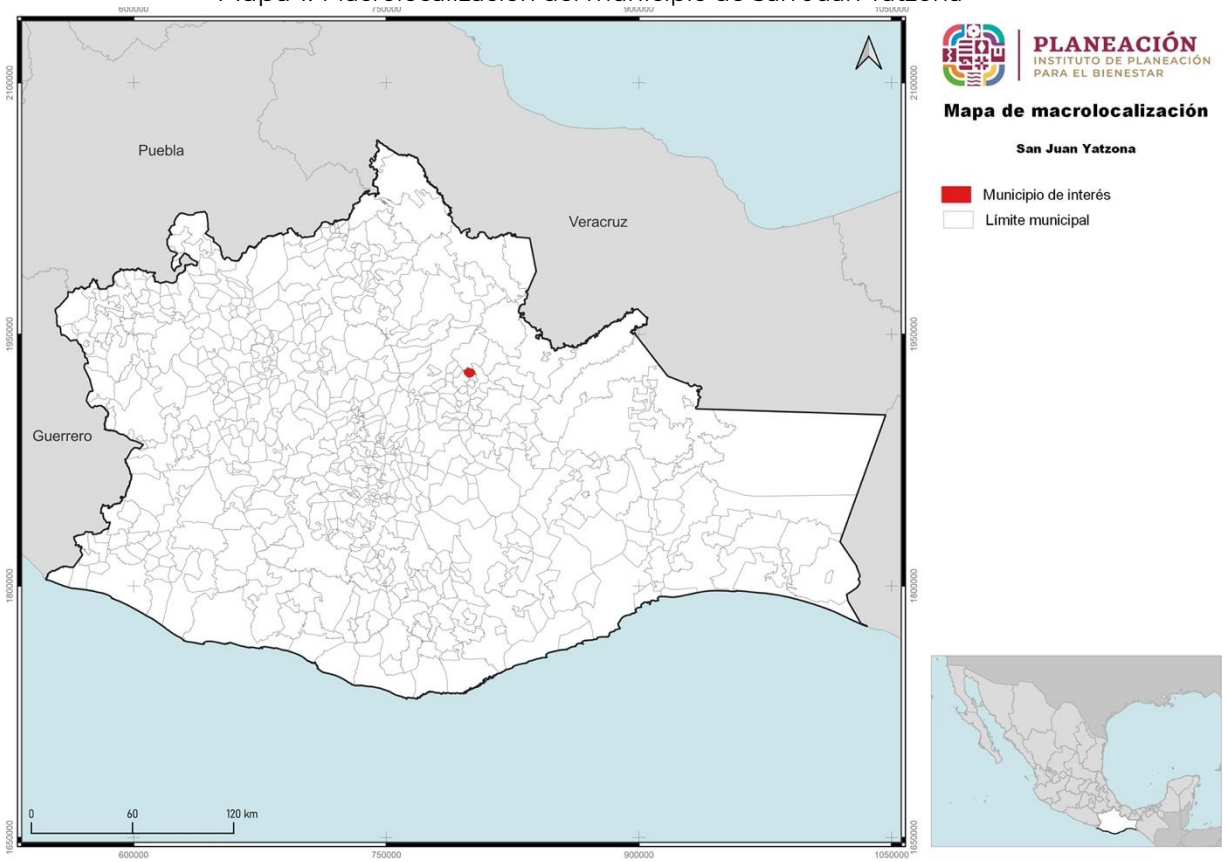
II.1 Ubicación y colindancias

El municipio de San Juan Yatzona se encuentra al noreste del estado de Oaxaca y forma parte del distrito de Villa Alta, en la región Sierra Norte.

Se localiza entre los paralelos 17° 22’ y 17° 27’ de latitud norte; los meridianos 96° 08’ y 96° 14’ de longitud oeste y altitud entre 300 y 2000 m.s.n.m.

Colinda al norte con los municipios de Santiago Camotlán y San Ildefonso Villa Alta; al este con los municipios de San Ildefonso Villa Alta y Santa María Temaxcalapa; al sur con los municipios de Santa María Temaxcalapa y Villa Talea de Castro y al oeste con los municipios de Villa Talea de Castro, Santiago Lalopa y Santiago Camotlán.

Mapa 1. Macrolocalización del municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

II.2 Superficie, localidades y población

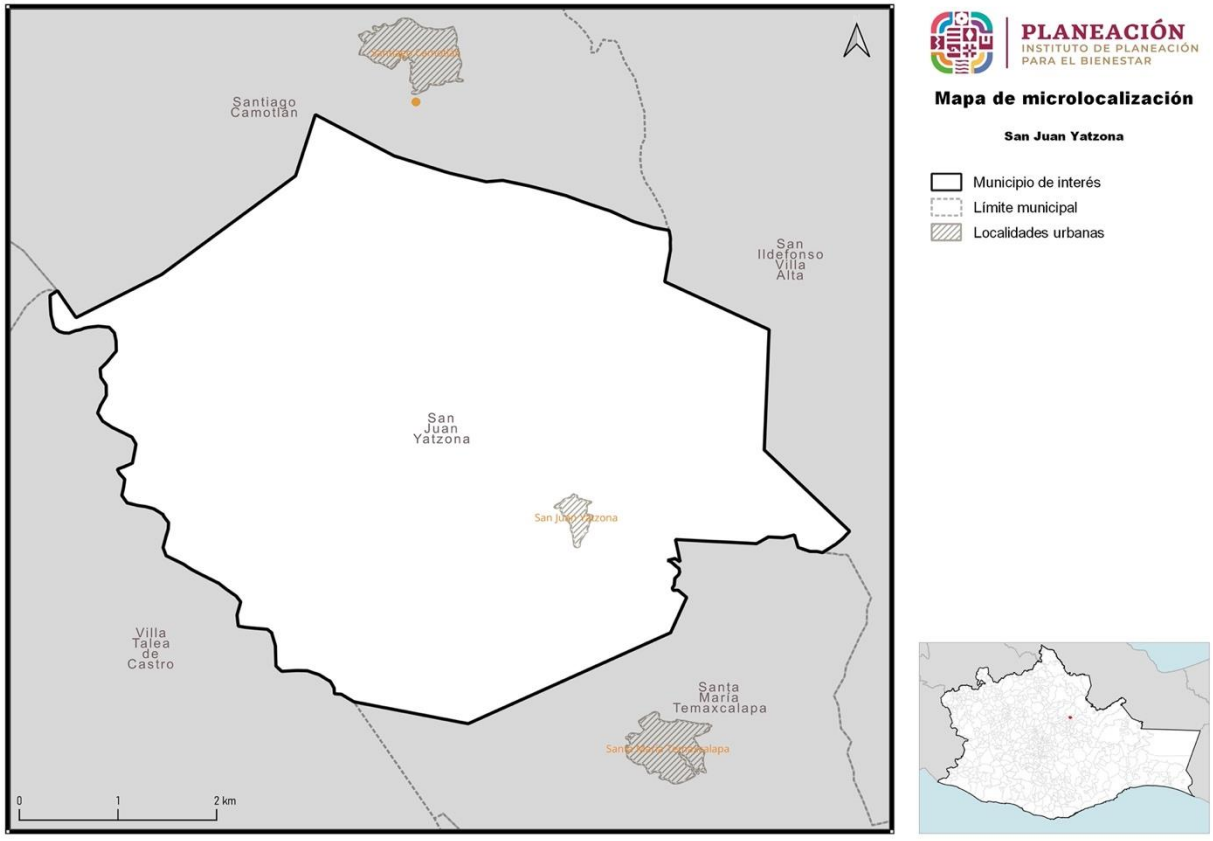
Cuenta con una sola localidad y una superficie de 29.1 kilómetros cuadrados, que representa el 0.1% de la superficie estatal.

Tabla 4. Localidades del municipio de San Juan Yatzona

Nombre Localidad
San Juan Yatzona

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 2. Microlocalización del municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

En el año 2020, el total de la población fue de 440 personas, que equivalen al 0.01% del estado. La densidad de población por kilómetro cuadrado es de 15.1, 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 San Juan Yatzona es 20223.

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

II.3 Mapa Base (topográfico)

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

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

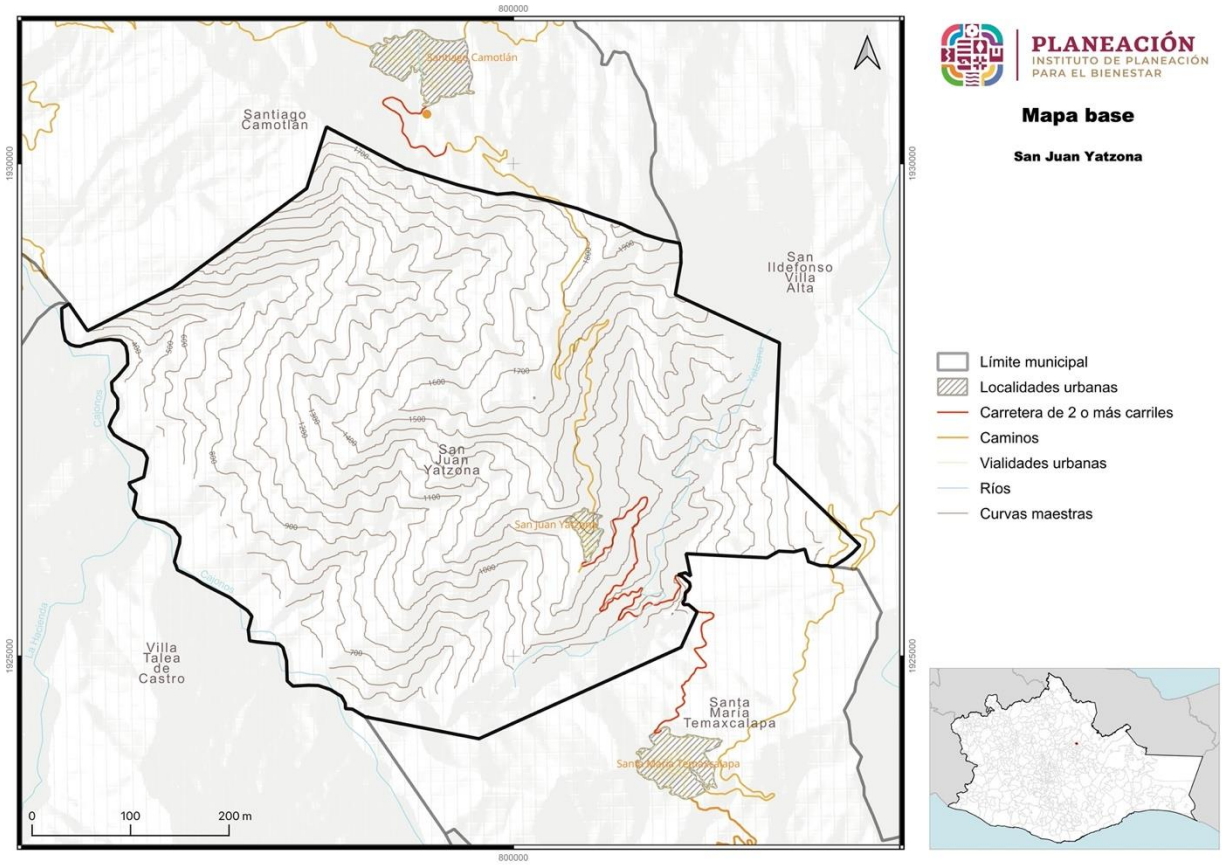
Los objetos geográficos del mapa base son:

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

- Los cuerpos de agua provienen del Sistema Nacional de Información del Agua de CONAGUA (SINA, v. 3.0), escala 1:250,000, la representación es lineal y es por medio de polígonos.
- Las líneas de conducción fueron tomadas de GeoComunes a partir de la información de la CFE para el año 2010, con representación lineal.

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

Mapa 3. Mapa Base del municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

II.4 Modelo Digital de Elevación

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

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

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

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

Capítulo III. Caracterización de los elementos del medio natural

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

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

III.1.1 Provincia fisiográfica

Las provincias fisiográficas son regiones en las que el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de un mismo origen geológico, lo mismo que un semejante tipo de suelo y de la vegetación que sustenta (Geografía I. N., Caracteristicas edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México).

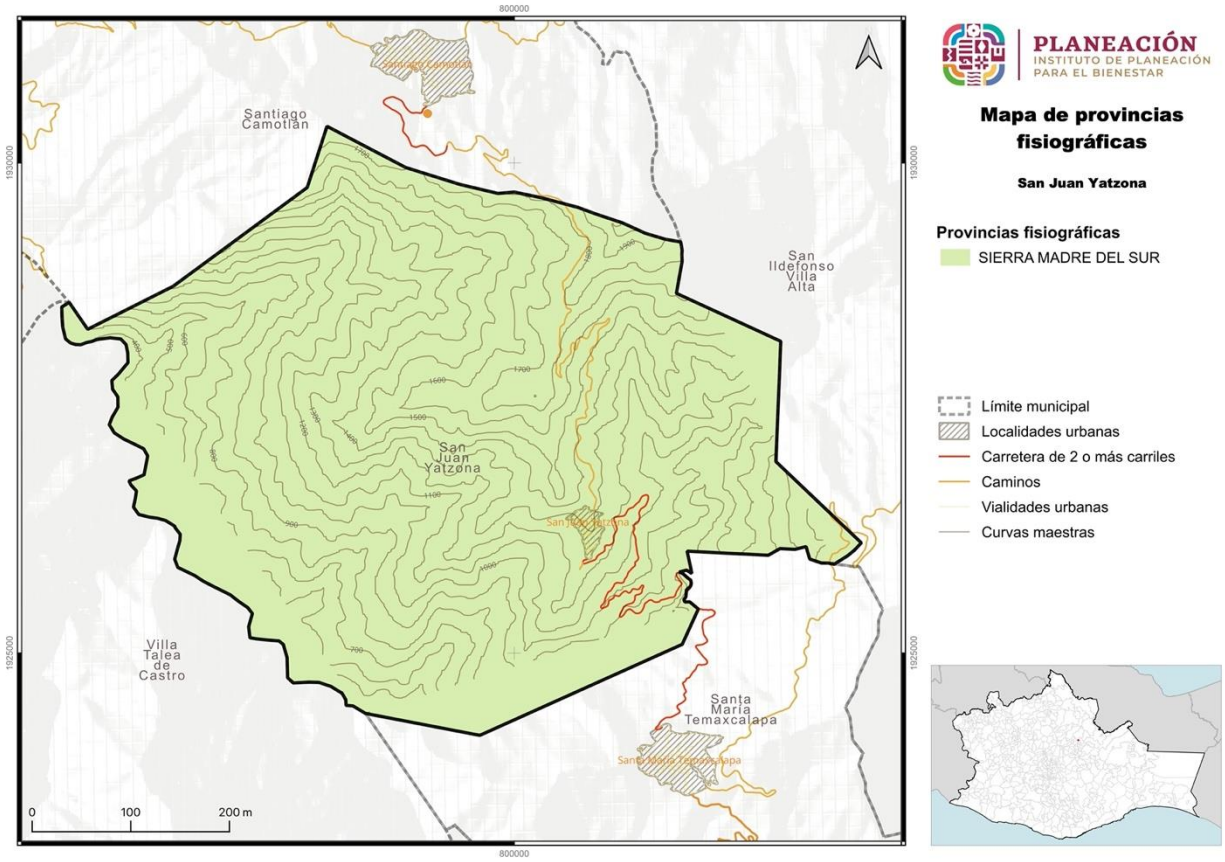
El municipio de San Juan Yatzona está dentro de una sola provincia fisiográfica, la cual corresponde a la Sierra Madre del Sur, que es la provincia de mayor complejidad geológica. Los climas más comunes son los subhúmedos-cálidos y semicálidos. Desde el punto de vista biogeográfico, en distintas regiones de la provincia existe amplia diversidad de comunidades vegetales, al grado de que ha sido reconocida como una de las regiones florísticas más ricas de México y del mundo. Esta fisiografía provoca que la totalidad del municipio esté en zona montañosa, abarcando una superficie de 29.2 km^2, lo que condiciona el uso del suelo y la vegetación, así como los peligros a los cuales se encuentran expuestos los habitantes del municipio.

Tabla 5. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de San Juan Yatzona

Entidad	Nombre	Área (km^2)	Área (ha)
Provincia	Sierra Madre Del Sur	29.2	2,915.1

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 4. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

El relieve del terreno se encuentra a una altura promedio de 1,913 m.s.n.m., llegando a alturas máximas de 2,500 m.s.n.m. y mínimas de 600 m.s.n.m. Se encuentra formado por la provincia Sierra Madre del Sur, que comprende 79.8% del territorio estatal, a través de fracciones de las subprovincias llamadas Sierras Orientales.

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

III.1.2 Subprovincia fisiográfica

Para su estudio, la provincia Sierra Madre del Sur se divide en 10 subprovincias fisiográficas. La totalidad del territorio (29.2 km^2) del municipio de San Juan Yatzona se localiza en la subprovincia fisiográfica denominada Sierras Orientales.

Esta subprovincia montañosa forma el extremo oriental de la provincia Sierra Madre del Sur y comprende parte de los estados de Puebla, Veracruz-Llave y Oaxaca; se

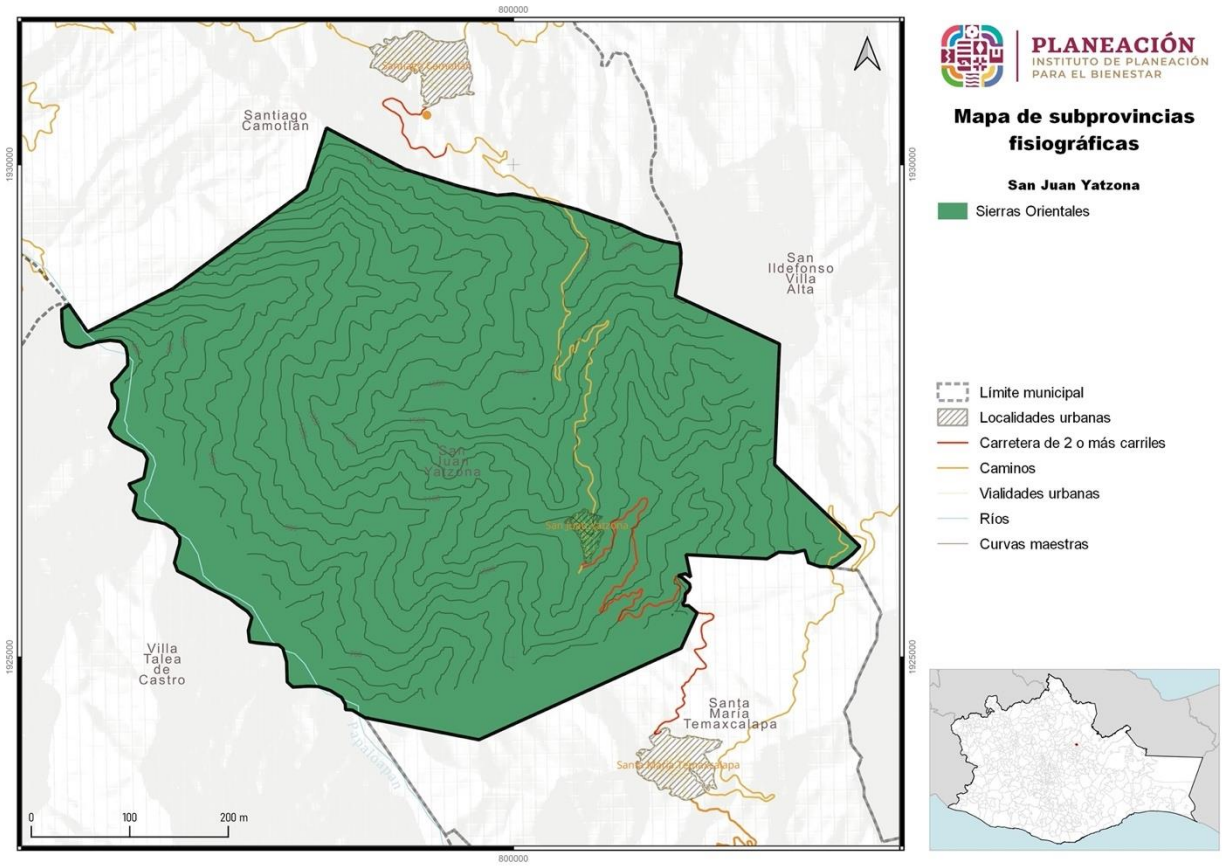
extiende en dirección noroeste-sureste desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta las proximidades de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca y se prolonga hacia el occidente a la población de Santa María Ozolotepec. Es por tanto la parte sur la que está orientada en conformidad con los principales lineamientos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

Tabla 6. Proporción del territorio del municipio de San Juan Yatzona en las subprovincias fisiográficas

Entidad	Nombre	Área (km²)	Área (ha)
Subprovincia	Sierras orientales	29.2	2,915.1

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 5. Subprovincia fisiográfica dentro el municipio de San Juan Yatzona



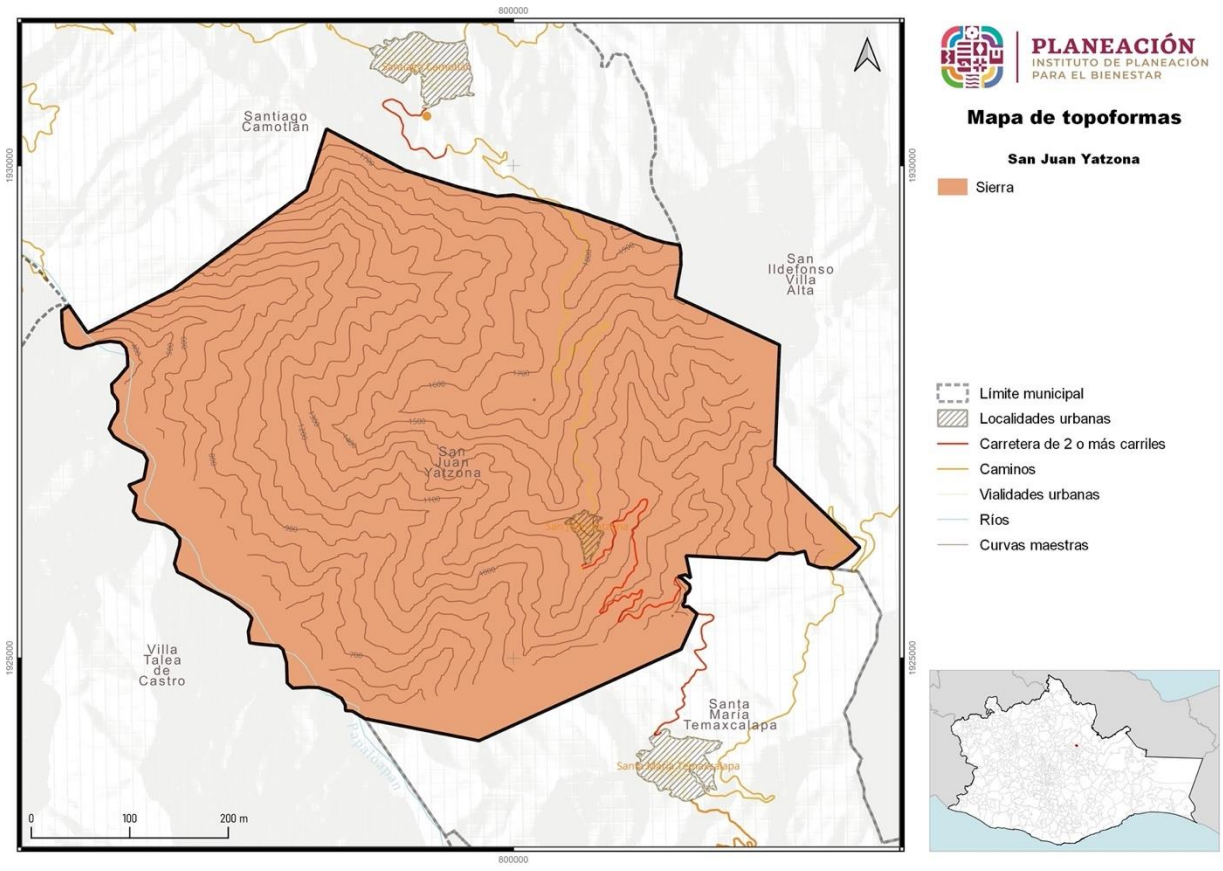
Fuente: CentroGeo, 2024

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

III.2 Geomorfología

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

Mapa 6. Sistema de topoformas presente en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

La totalidad del territorio (29.2 km²) de San Juan Yatzona consta de un sistema de topoformas llamado sierra (línea de montañas), denominada específicamente Sierra Alta Compleja.

Tabla 7. Sistema de topoformas presente en el municipio de San Juan Yatzona

Nombre	Descripción	Área (km²)	Área (ha)
Sierra	Sierra Alta Compleja	29.2	2,915.1

Fuente: CentroGeo, 2024

III.3 Geología

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

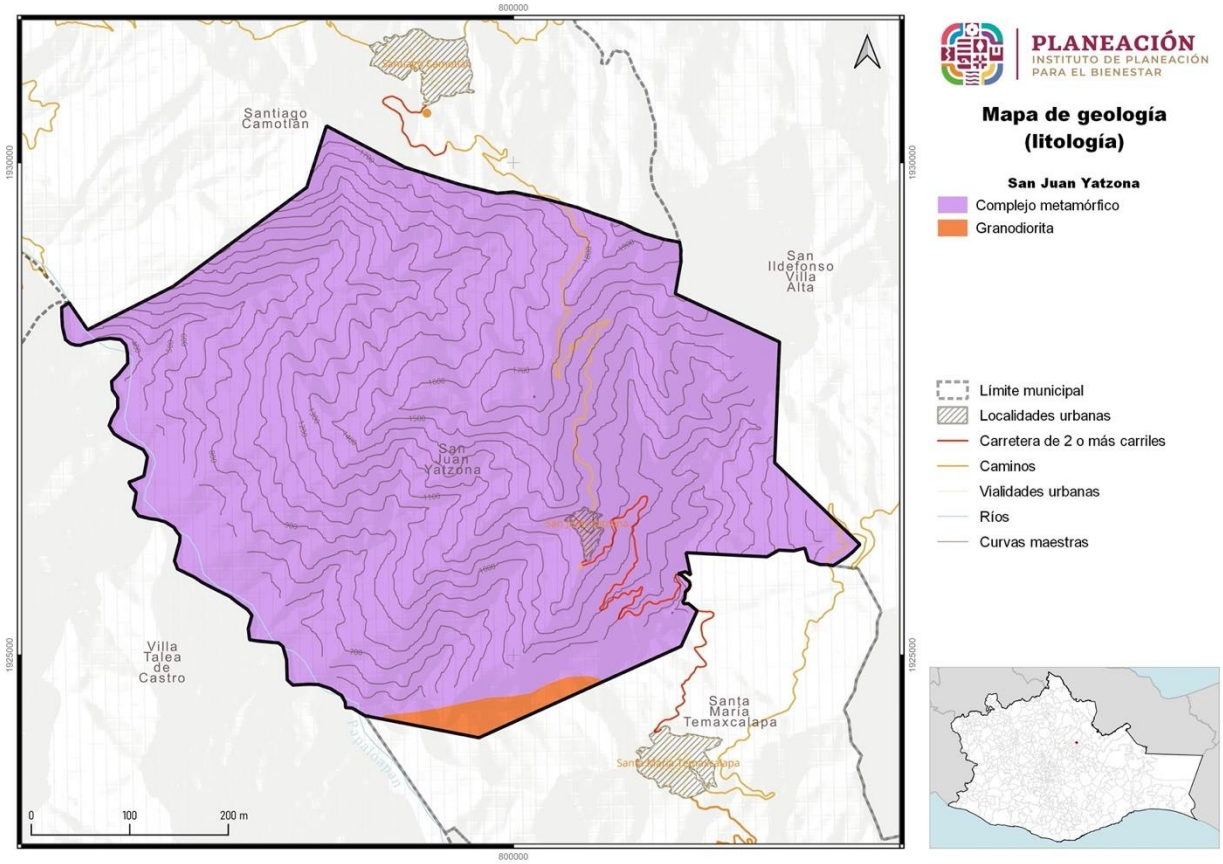
De acuerdo con lo anterior, los tipos de rocas que conforman el territorio municipal son dos. Predomina con el 98.3% del territorio municipal, la roca metamórfica del complejo metamórfico de la era Mesozoica, formada entre el Jurásico superior y el Cretácico inferior. Al extremo oeste del municipio en la colindancia con Santa María Temaxcalapa, se localiza un área de escasos 0.5 km² (1.7%) del territorio de roca tipo intrusiva del Cenozoico, compuesta por granodiorita y formada en el periodo geológico del Oligoceno al Mioceno.

Tabla 8. Geología del municipio de San Juan Yatzona

Era	Periodo geológico (inicio)	Periodo geológico (final)	Litología	Tipo de roca	Clave (SGM)	Área (km²)
Cenozoico	Oligoceno	Mioceno	Granodiorita	Intrusiva	TomGd	0.5
Mesozoico	Jurásico superior	Cretácico inferior	Complejo metamórfico	Metamórfica	JsKiCM	28.7

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 7. Geológica (litología) en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

III.3.1 Relieve

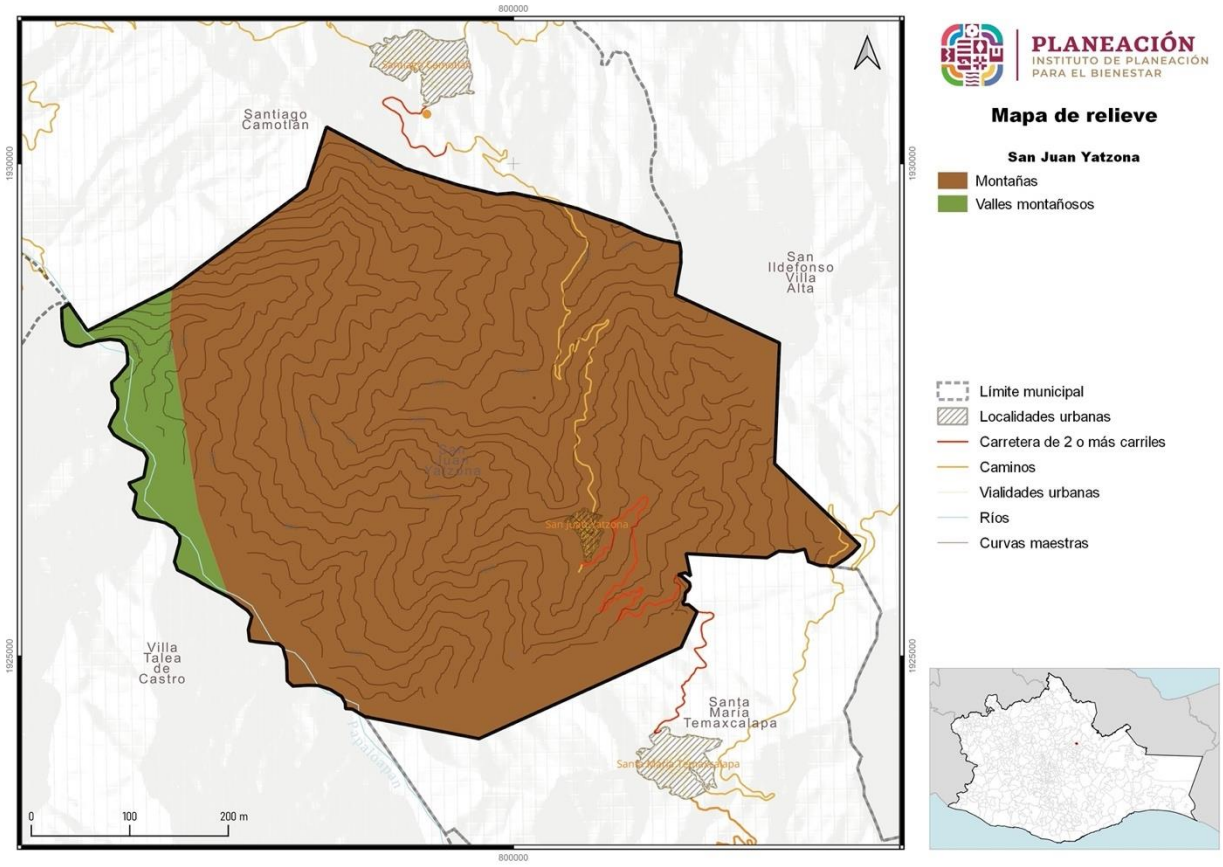
La ubicación del territorio municipal dentro de la Sierra Madre del Sur, en la denominada sierra madre de Oaxaca, provoca que el relieve del municipio tenga una morfología de montañas con un clima húmedo, teniendo presencia de bosque de coníferas y de latifoliadas, bosque mesófilo de montaña y bosque tropical en la mayor parte de su territorio, con una superficie de 27.5 km^2, que representa el 94.2% del total. Adicionalmente, al oeste del municipio, con una superficie de 1.7 km^2 (5.8% del área total municipal), el relieve consta de morfología y clima de valles montañosos.

Tabla 9. Relieve, clima y vegetación del municipio de San Juan Yatzona

Morfología	Clima	Vegetación	Hectáreas del municipio por morfología
Valles montañosos	Valles montañosos	Valles montañosos	166.6
Montañas	Húmedo	Bosque de coníferas y de latifoliadas; bosque mesófilo de montaña; bosque tropical	2,745.3

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 8. Relieve, clima y vegetación del municipio de San Juan Yatzona



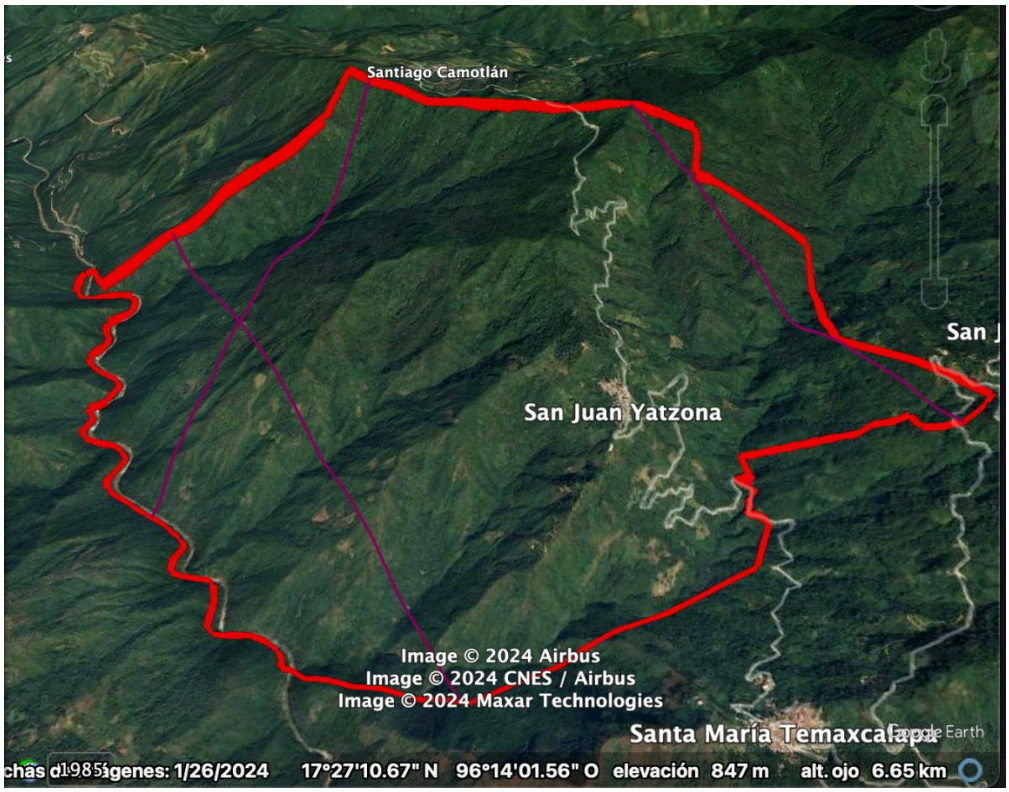
Fuente: CentroGeo, 2024

III.3.2 Fallas y fracturas

La fractura es una discontinuidad geológica en las rocas o suelos y es a su vez la separación en dos o más partes de un cuerpo sólido bajo la acción de un esfuerzo con una correspondiente pérdida de cohesión bajo condiciones frágiles.

La generación de una fractura ocurre cuando se libera la energía de deformación acumulada en algún suelo o roca como reacción a un cambio en las condiciones del equilibrio natural (Vásquez, 2017).

Mapa 9. Fallas y fracturas en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

En el municipio de San Juan Yatzona se localizan dos fracturas geológicas que atraviesan completamente el territorio municipal.

Tabla 10. Fallas y fracturas en el municipio de San Juan Yatzona

Tipo de entidad	Dirección	Longitud (m)
Fractura	Noroeste-Sureste	9,644
Fractura	Noreste-Suroeste	4,784

Fuente: CentroGeo, 2024

De las fracturas localizadas al oeste, una es en dirección noroeste-sureste (de la colindancia con Santiago Camotlán a la colindancia con Santa María Temaxcalapa). La otra es en dirección noreste-suroeste (de la colindancia con Santiago Camotlán a la colindancia con Villa Talea de Castro).

III.4 Edafología

Una parte del territorio municipal de San Juan Yatzona se encuentra cubierto por suelos de tipo Acrisol, los cuales son suelos con arcillas de baja actividad y que no son fértiles en general para la agricultura.

Estos Acrisoles son muy susceptibles a la erosión por deforestación. Los Acrisoles son representativos de zonas muy lluviosas, como las sierras del sur de Chiapas, los bosques mesófilos y selvas altas de Oaxaca, así como las cumbres de la sierra de Nayarit.

Se caracterizan por sus colores rojos o amarillos claros con manchas rojas y por ser muy ácidos (pH generalmente debajo de 5.5), donde la mayoría de los nutrientes no están disponibles para la mayoría de los cultivos tradicionales, salvo el cacao, el café y la piña; por ello su uso más adecuado es forestal.

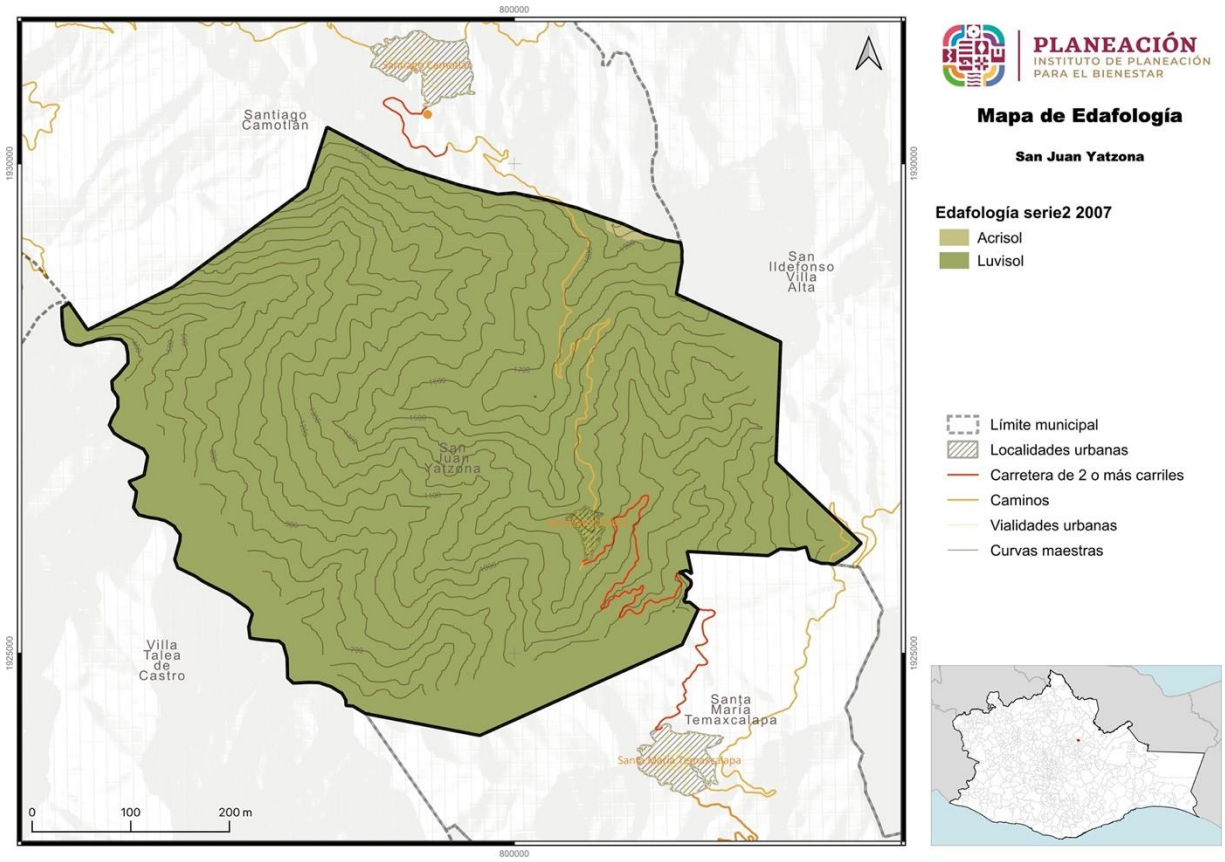
La mayor parte del territorio tiene suelos de tipo Luvisol, los cuales son comunmente rojos, grises o pardos claros y susceptibles a la erosión, especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes. Son generalmente fértiles para la agricultura.

Tabla 11. Características de los diferentes tipos de suelo presentes en el municipio de San Juan Yatzona

Suelo	Aptitud	Área (ha)
Luvisol	Arcillosos fértiles para la agricultura	2,909.9
Acrisol	Arcillosos de uso forestal	5.2

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 10. Edafología presente en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

III.5 Hidrografía

En el territorio municipal se observan 2 tipos de corrientes hídricas (ríos). Debido a las características del relieve en el que predominan las montañas altas, donde la lluvia que se precipita escurre de forma rápida sobre las cañadas y valles, se da origen a ríos intermitentes que se activan o aumentan su cause en época de lluvias. Este tipo de corrientes tienen una longitud de 40.3 km.

De la misma manera, se tiene presencia de corrientes hídricas perennes que representan alrededor de una tercera parte de los ríos intermitentes, con 16.4 km. Los nombres de las corrientes hídricas perennes que se usan localmente para identificarlas y son Yatzona y Cajonos.

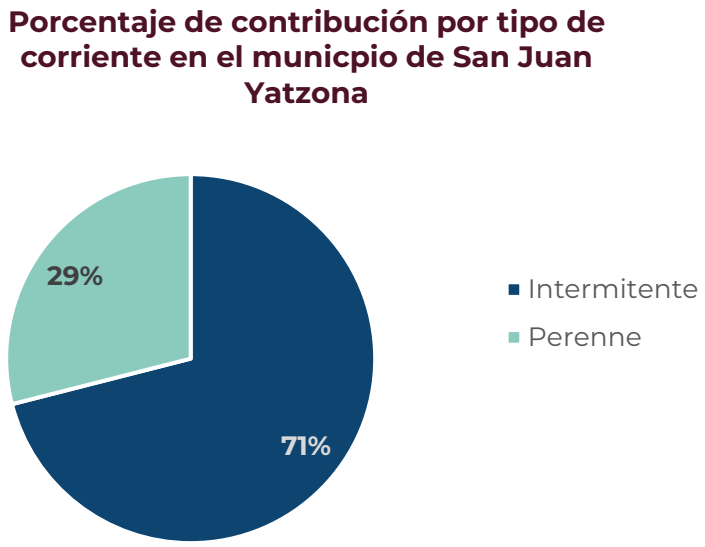
Es importante señalar que debido a la velocidad de los escurrimientos que dan origen a los ríos intermitentes existe la posibilidad que el agua se desplace por las capas superficiales del terreno, incrementando la probabilidad de la ocurrencia de deslizamientos de laderas durante las precipitaciones,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

Tabla 12. Longitud de los afluentes con los que cuenta el municipio de San Juan Yatzona

Tipo de corriente	Longitud (km)
Intermitente	40.3
Perenne	16.4

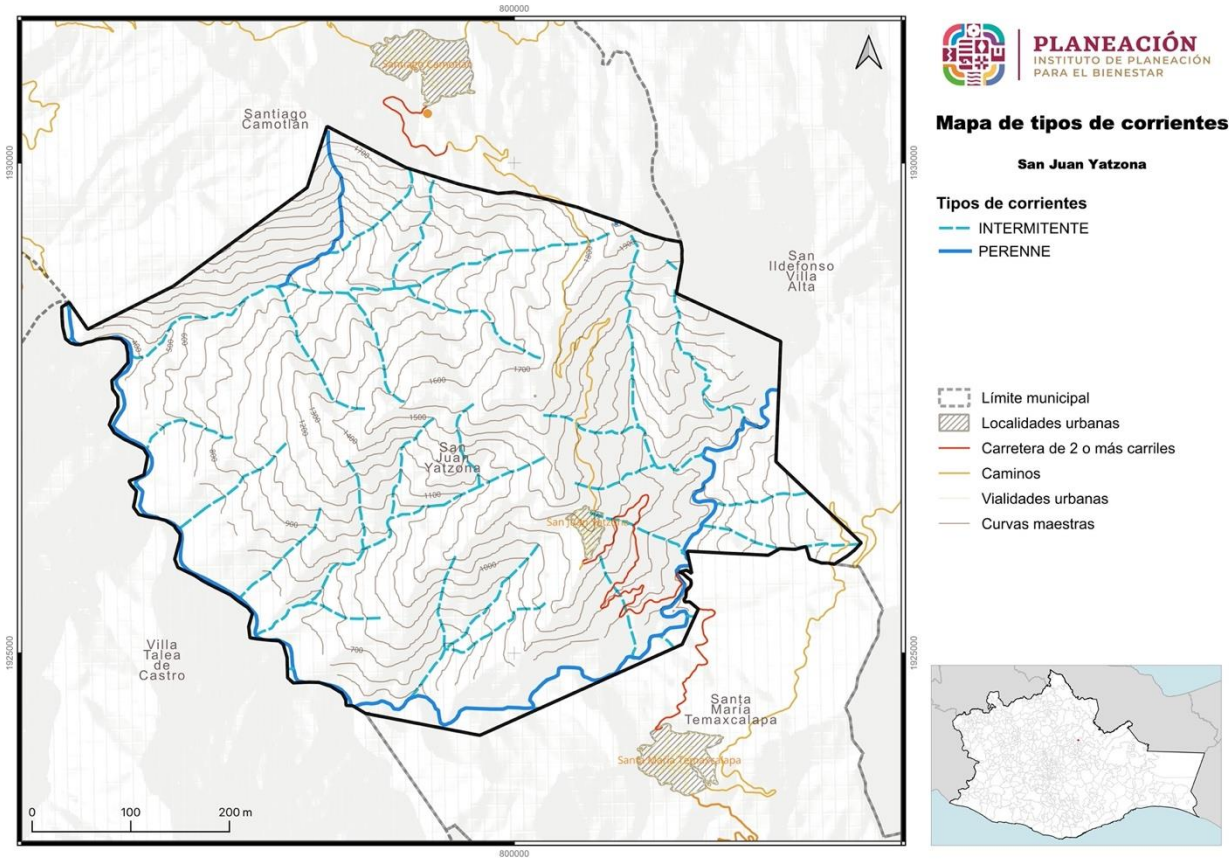
Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 1. Longitud de los afluentes con los que cuenta el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

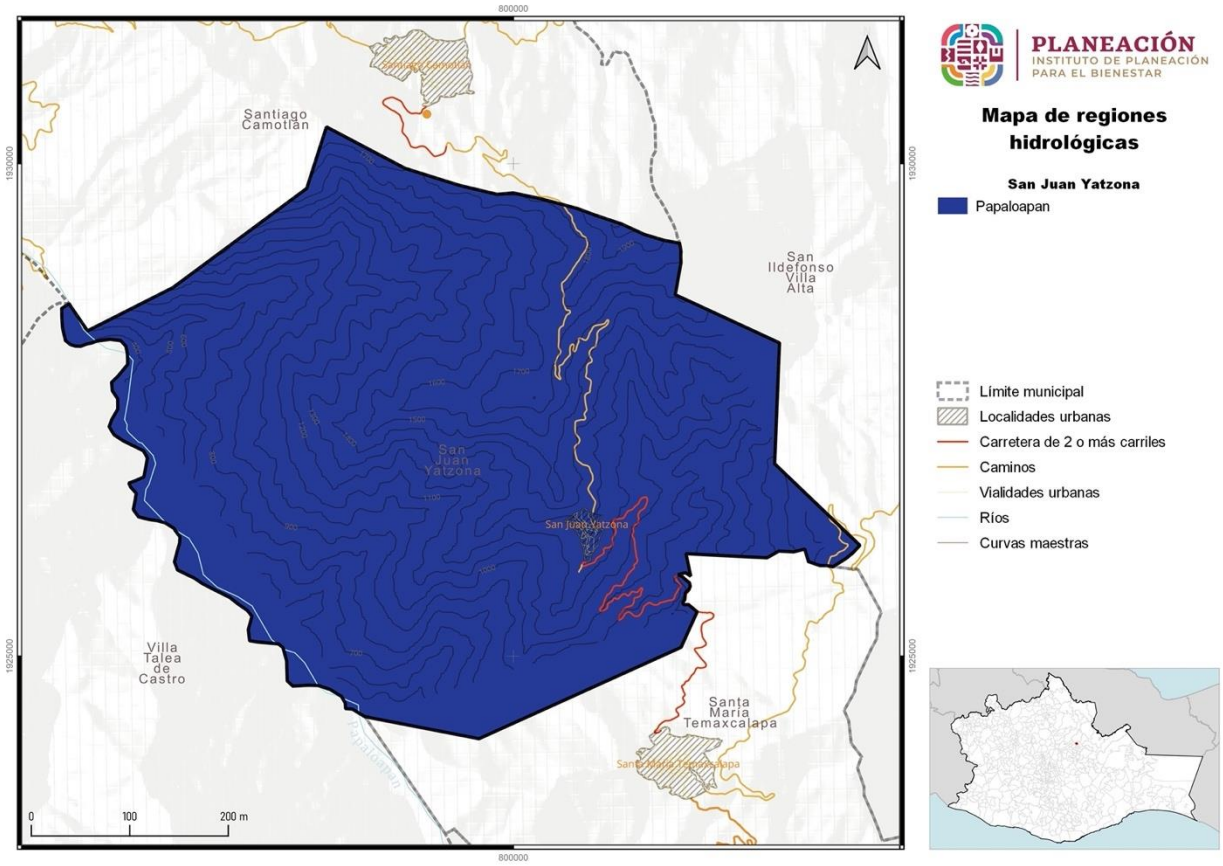
Mapa 11. Tipos de corrientes presentes en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

Las regiones hidrológico – administrativas (RHA), están formadas por agrupaciones de cuencas, las cuales son consideradas las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos. La totalidad del territorio de San Juan Yatzona se localiza en la RHA Golfo Centro, misma que está emplazada en el sureste del país. Abarca el 80.4% del estado de Veracruz, el 34.4% de Oaxaca, el 41.4%, de Puebla y el 5.4% de Hidalgo. Comprende una extensión continental de 105,080 km^2, ocupando el décimo lugar a nivel nacional, con el 5.4% de la superficie. Administra 31 cuencas hidrográficas y 22 acuíferos y se ubica dentro de la región hidrológica número 28 - Papaloapan.

Mapa 12. Regiones hidrológicas presentes en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

III.5.1 Cuencas, subcuencas y microcuencas

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

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

La totalidad del territorio municipal San Juan Yatzona se localiza dentro de la región hidrológica número 28 – Papaloapan y en la subregión Río Papaloapan. Sin embargo,

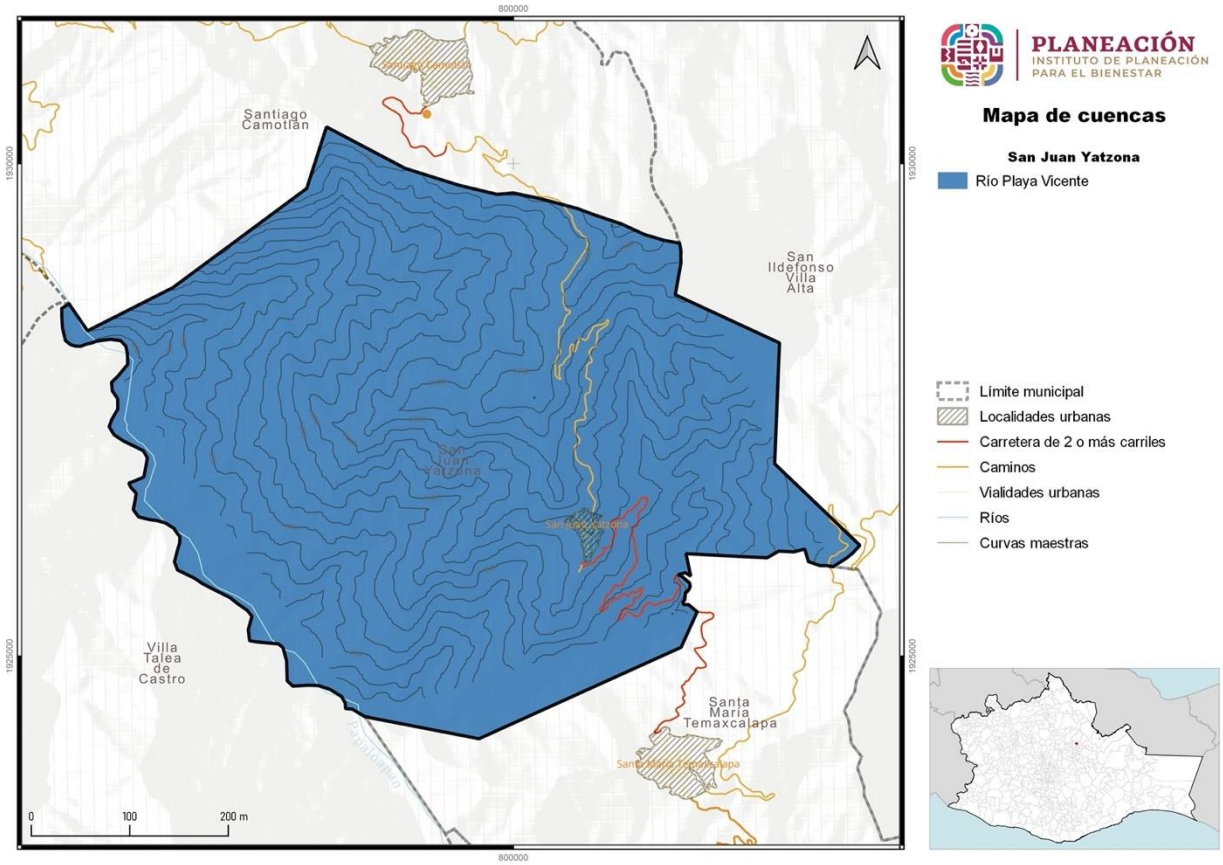
la superficie municipal forma parte de 1 cuenca hidrográfica denominada Río Playa Vicente, misma que va desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica Azuet.

Tabla 13. Cuencas presentes en el municipio de San Juan Yatzona

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

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 13. Cuencas presentes en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6 Clima

Existen 5 diferentes climas en el territorio municipal de San Juan Yatzona, que se agrupan en cálidos, templados y secos. Predominan los climas cálidos, cuya característica de temperatura media anual es mayor de 22 °C y la temperatura del mes más frío superior a los 18 °C. El segundo clima más común es el templado, cuya característica de temperatura media anual es mayor de 18 °C y la temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C. En menor medida hay presencia de clima seco, cuya característica principal es que la evaporación excede a la precipitación y las temperaturas son más elevadas que en el clima templado (Geografía I. N., Diccionario de datos climáticos, 2001).

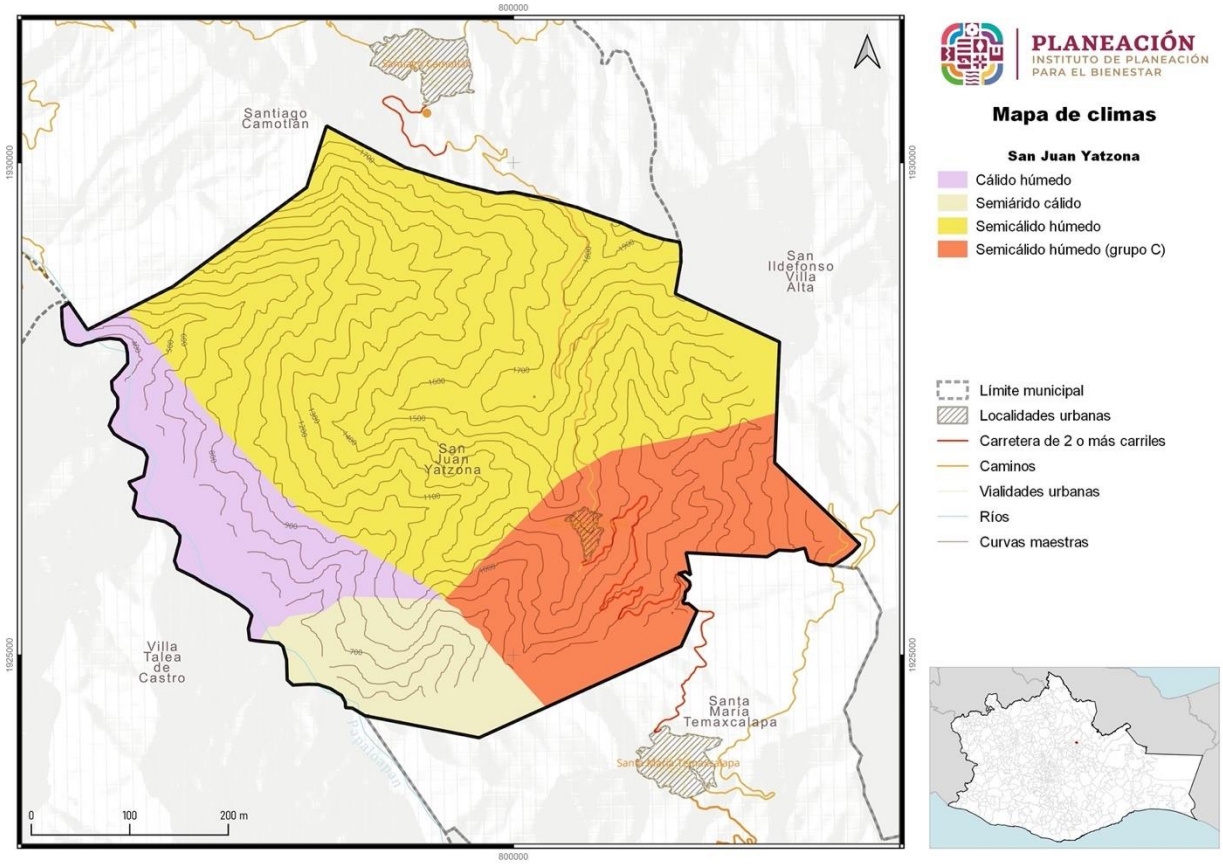
Los climas cálidos se extienden por toda la parte norte y al oeste del municipio a lo largo de 20.6 km^2, que representan el 70.9%. Dentro de estos climas se encuentra el tipo (A)C(m)(f), donde llueve más de 500 mm al año. El clima templado se localiza en la zona sureste del territorio municipal, que llega a las colindancias con Santa María Temaxcalapa y San Ildefonso Villa Alta, cubriendo un área de 5.9 km^2, que representan el 20.2% del territorio municipal. Por último, la presencia del clima seco, donde llueve menos que en todo el territorio municipal, se ubica al sur del territorio, cubriendo un área de 2.5 km^2, que representa el 8.8% del territorio municipal.

Tabla 14. Descripción de los climas presentes en el municipio de San Juan Yatzona

Tipo de clima	Descripción de la temperatura	Descripción de la precipitación
Am(f)	Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C	Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual
(A)C(m)	Semicálido húmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más frío menor de18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C	Lluvias de verano, precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual
BS1(h')w	Semiarido cálido, temperatura media anual mayor de 22 °C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual
(A)C(m)(f)	Semicálido húmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más frío menor de 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C	Con precipitación anual mayor de 500 mm y precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual
A(f)	Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C	Precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 14. Clima presente en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.1 Temperatura

Las temperaturas presentes en el municipio se clasifican en 3 rangos que van del templado al cálido. Las temperaturas templadas se presentan en las zonas más altas y van aumentando conforme disminuye la altura, por lo que a los extremos hacia el sur y al oeste se presentan temperaturas más cálidas.

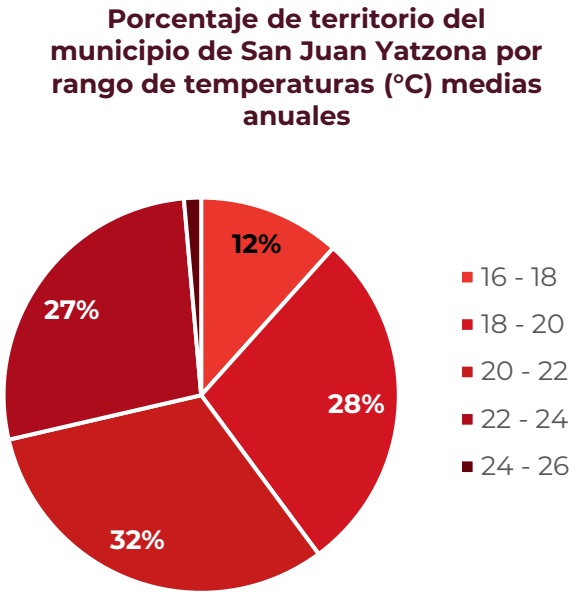
En el territorio municipal predominan las temperaturas semicálidas en un área de 17.4 km^2, que representan el 59.7% y se localizan al este, centro y noroeste del territorio municipal, con rangos de temperatura entre los 18 y 22 °C. Le siguen los climas cálidos, con temperaturas en el rango de 22 a 26 °C, que se localizan en la parte sur acentuándose al extremo oeste del municipio, donde se presentan las temperaturas más altas. La extensión territorial donde se presentan estos climas es de 8.3 km^2 (28.6% del territorio municipal). El rango templado con temperaturas de los 16 a los 18 °C se presenta en menor medida y en zonas discontinuas al centro y norte de la demarcación municipal, en áreas que suman 3.4 km^2, por lo que representan el 11.6% de su extensión del territorial municipal.

Tabla 15. Superficie del municipio de San Juan Yatzona por rango de temperaturas (°C) medias anuales.

Rango de temperatura (°C)	Hectáreas en el municipio
16 - 18	339.2
18 - 20	823
20 - 22	918.8
22 - 24	793.3
24 - 26	40.9

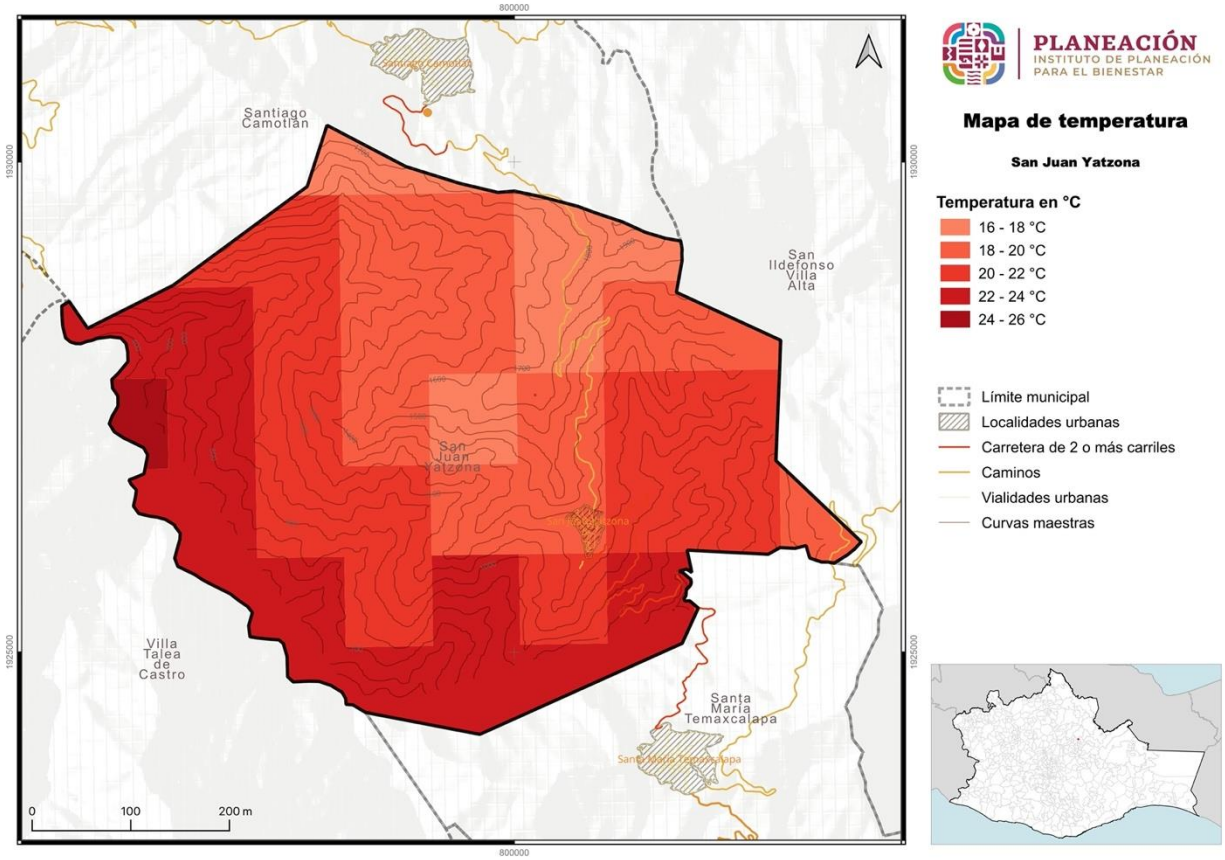
Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 2. Superficie del municipio de San Juan Yatzona por rango de temperaturas (°C) medias anuales



Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 15. Superficie del municipio de San Juan Yatzona por rango de temperaturas (°C) medias anuales



Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.2 Precipitación

Los niveles de precipitación se relacionan con la morfología del territorio. En el municipio varían desde los 1,500 hasta los 2,500 mm al año, presentándose en 3 rangos de precipitación, de los cuales 1 es el predominante, ya que cubre dos terceras partes del municipio.

El rango de precipitación más común es el de los 1,500 - 1,800 mm al año, que se presenta en 18.8 km^2 (64.3%) del territorio y se encuentra en la parte central y a los extremos noreste, sureste y noroeste del municipio.

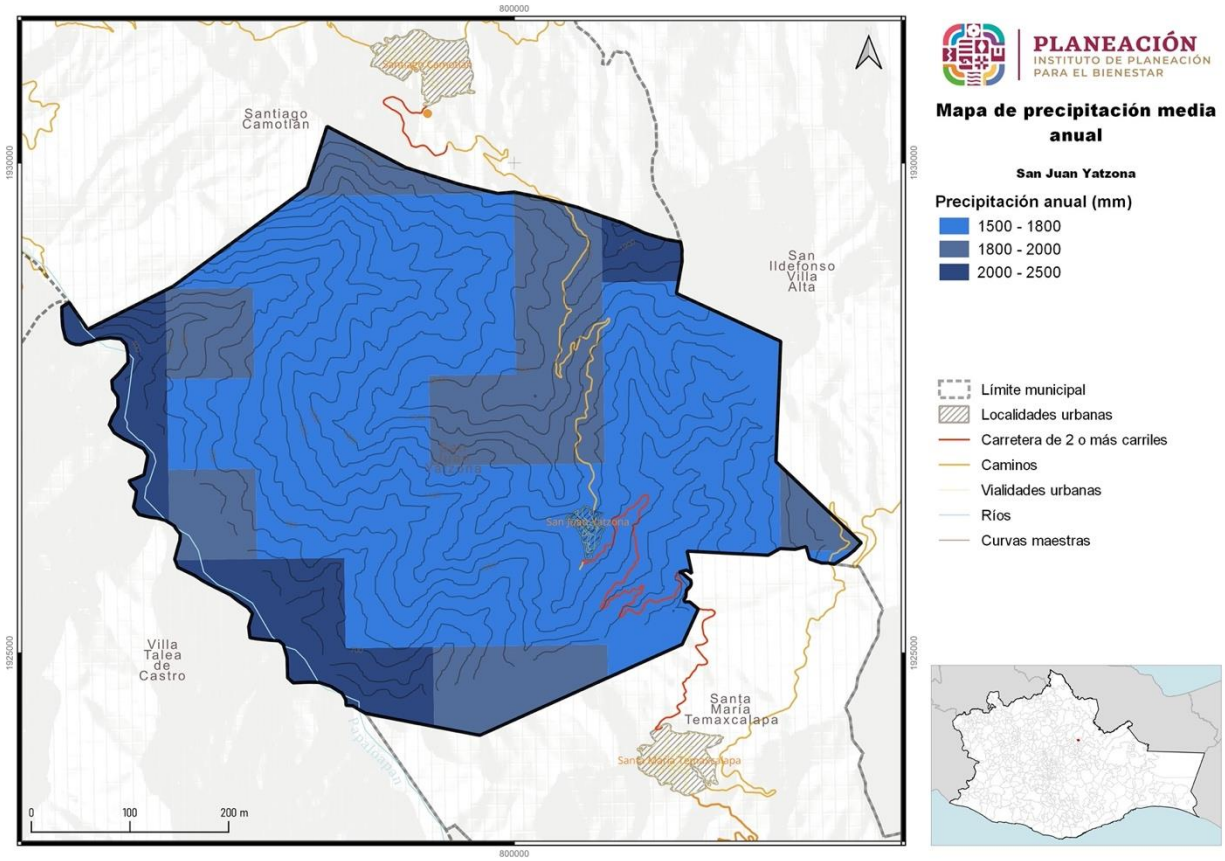
Con menor cobertura (7.0 km^2), se presentan precipitaciones en el rango de 1,800 – 2,000 mm al año, que se localizan en áreas hacia los extremos de los 4 puntos cardinales, teniendo mayor presencia en la parte centro-norte del municipio y aumenta al rango de los 2,000 – 2,500 mm al año hacia los extremos del territorio municipal, con una menor cobertura (3.4 km^2).

Tabla 16. Superficie por rango de precipitación anual (mm) en el municipio de San Juan Yatzona

Precipitación anual (mm/año)	Hectáreas totales del municipio por categoría
1,500 – 1,800	1,875.7
1,800 – 2,000	698.6
2,000 – 2,500	340.7

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 16. Precipitación media anual presente en el municipio de San Juan Yatzona



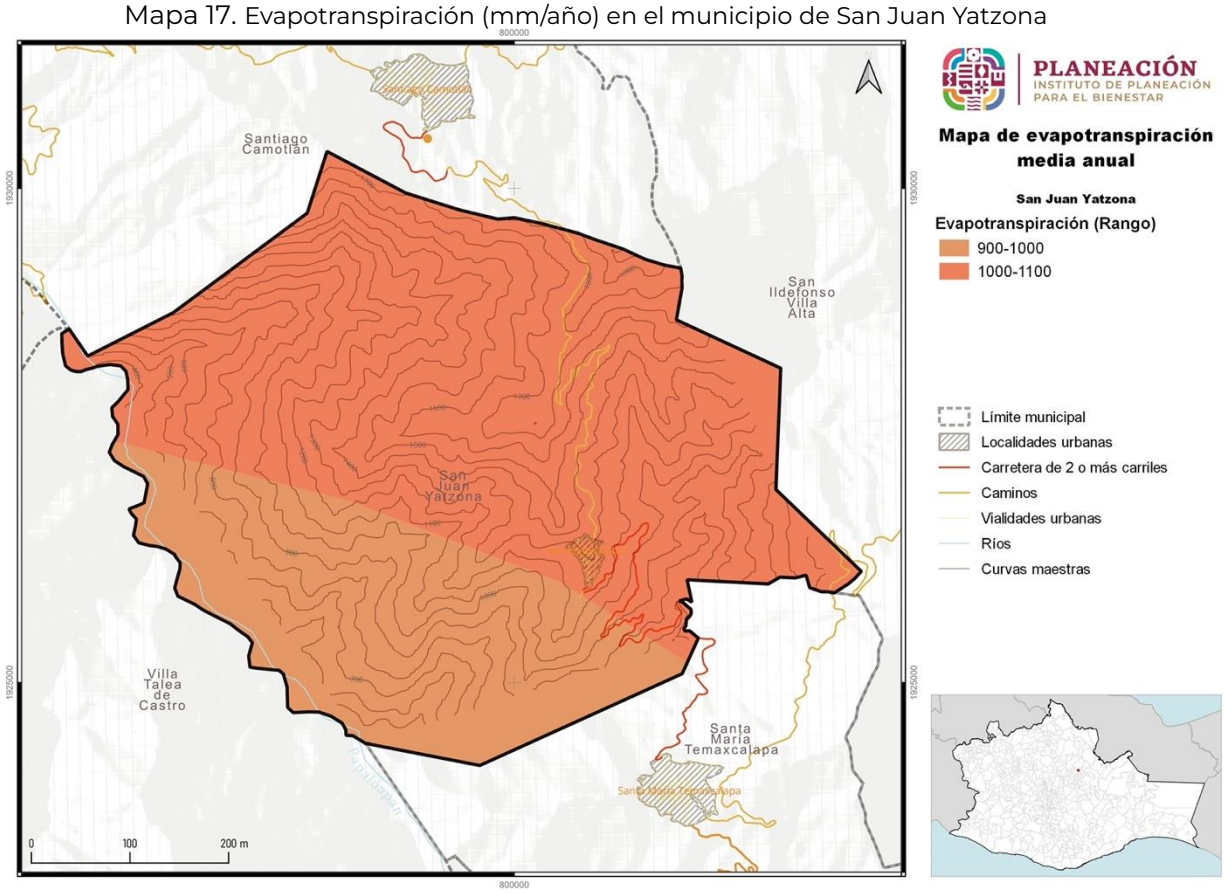
Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.3 Evapotranspiración

La evapotranspiración se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en milímetros por unidad de tiempo. La evaporación es el mecanismo por el cual el agua es devuelta a la atmósfera en forma de vapor; en su sentido más amplio, condicionado por el tipo de vegetación y clima del lugar (Fundación wikimedia, 2024).

En el municipio se presentan 2 rangos de evapotranspiración. En la parte norte del territorio, el rango se da entre 1,000 - 1,100, que es el de mayor extensión cubriendo un área de 19.9 km^2 y que representa poco más de dos terceras partes del municipio. En la parte sur - suroeste, con menor presencia se presenta el rango que oscila entre 900 - 1,000 y que cubre una extensión de 9.2 km^2.

Mapa 17. Evapotranspiración (mm/año) en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

Tabla 17. Evapotranspiración (mm/año) en el municipio de San Juan Yatzona

Valor	Rango (mm/año)	Hectáreas totales del municipio por categoría
10	900-1,000	923
11	1000-1,100	1,992.1

Fuente: CentroGeo, 2024

III.6.4 Vulnerabilidad al 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 en donde se encuentra asentada la población.

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

La vulnerabilidad ante el cambio climático está definida como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos (Climático, 2024).

San Juan Yatzona se encuentra en el lugar 193 en el orden de los municipios más vulnerables del estado de Oaxaca, lo que lo ubica dentro de los 200 municipios más vulnerables, con una vulnerabilidad actual del 0.9 y una probabilidad de que 9 de cada 10 veces haya precipitaciones intensas y prolongadas y se presenten deslaves; la proporción de la población que está expuesta a afectaciones por deslaves es el 75%.

Tabla 18. Vulnerabilidad ante el cambio climático del municipio de San Juan Yatzona

Orden de vulnerabilidad estatal	Índice de vulnerabilidad actual	Probabilidad potencial de deslaves actual	Población susceptible a deslaves
193	0.9	0.93	75%

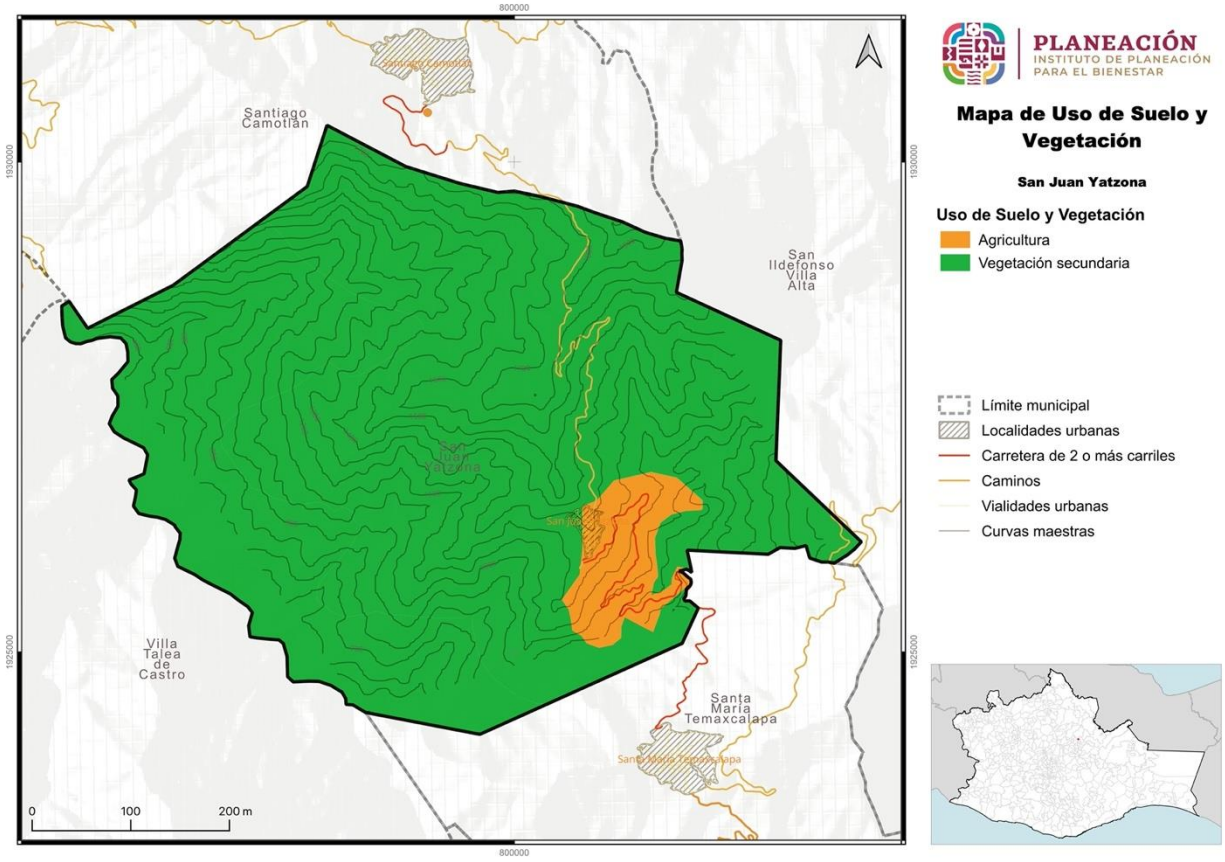
Fuente: CentroGeo, 2024

El municipio no se encuentra en la priorización establecida en el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC, 2021). Sin embargo, la población se encuentra con una susceptibilidad alta, por lo que es recomendable tomar las previsiones necesarias.

III.7 Uso de suelo y vegetación

El uso del suelo está determinado precisamente por la vegetación natural del mismo: bosques, selvas y matorrales, que constituyen la categoría “primaria”. En las regiones donde una porción de la comunidad biológica ha sido explotada parcialmente o bien se está recuperando después de su remoción, la vegetación es calificada como “perturbada” o “secundaria” respectivamente. Se conoce como “cobertura antrópica” a aquellos lugares donde la vegetación ya es totalmente diferente de la original al ser modificada por el hombre. Dentro de esta categoría se incluyen diferentes tipos de cubierta: agrícola, ganadera o urbana (SEMARNAT D. G., 2024).

Mapa 18. Uso de suelo y vegetación en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

El territorio del municipio consta de 2 tipos de usos de suelo y vegetación, predominando la vegetación secundaria en la mayor parte del territorio municipal. Al sureste del municipio se localiza el área utilizada para la agricultura, a la que se le puede considerar de cobertura antrópica, ya que la vegetación primaria de esa zona fue modificada.

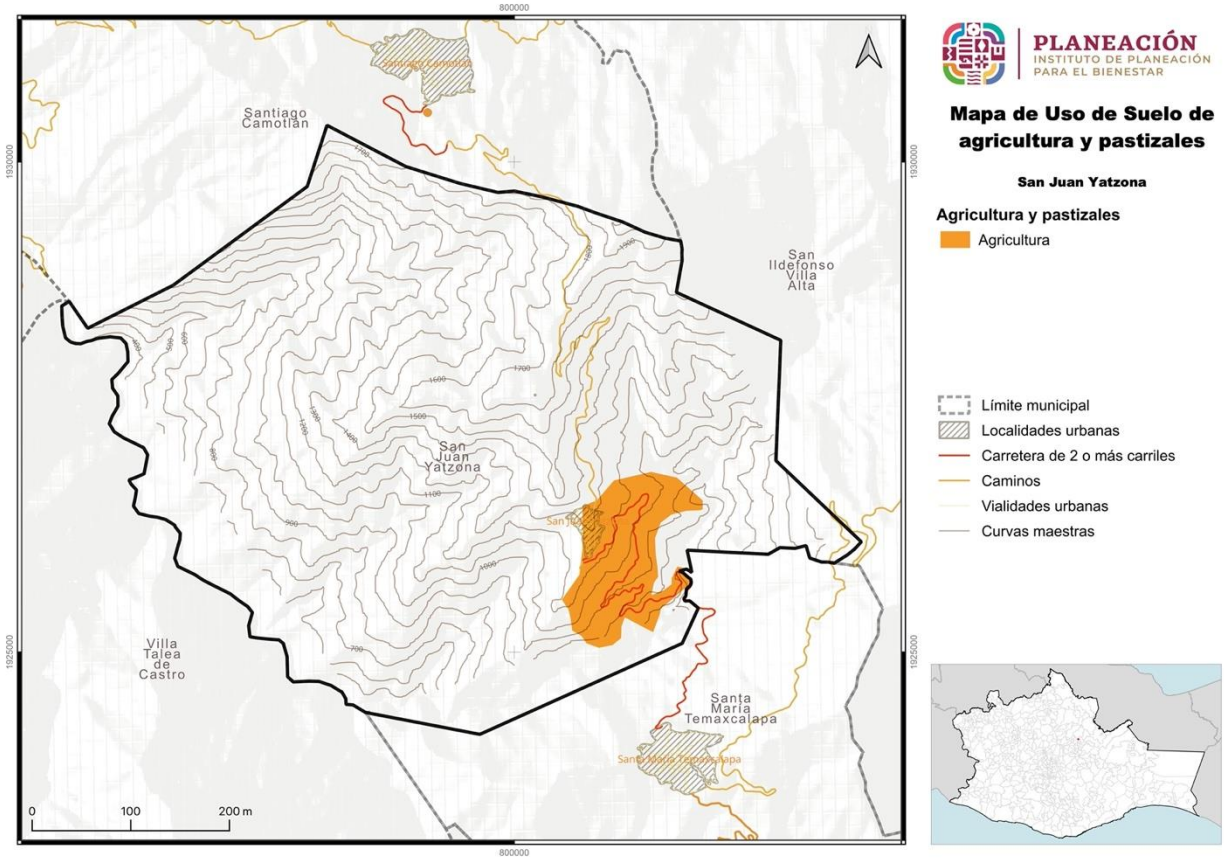
Tabla 19. Uso de suelo y vegetación en el municipio de San Juan Yatzona

Uso de suelo y vegetación	Área (km²)	Área (ha)
Agricultura	1.4	144.5
Vegetación secundaria	27.7	2,766.4

Fuente: CentroGeo, 2024

III.7.1 Uso de suelo

Mapa 19. Uso de suelo de agricultura y pastizales en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

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

En el municipio solo existe un uso de suelo definido, catalogado como de agricultura de temporal, que cubre una extensión de 1.4 km^2. Se localiza esencialmente en o cerca de la zona habitada y de la vialidad principal que llega a la cabecera municipal.

III.7.2 Vegetación

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

En el territorio municipal, la vegetación secundaria es la única existente, cubriendo el 100%. Es del tipo vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, que pertenece a la clase bosque mesófilo de montaña secundario. La presencia de esta vegetación es un indicativo del uso y degradación excesivo de la vegetación primaria, de la cual no existe presencia en el territorio municipal. Sin embargo, dada la gran cobertura que tiene y el tipo de vegetación secundaria, es un indicador que la vegetación se puede recuperar.

Bosque mesófilo de montaña

Es una vegetación que se caracteriza por una densa cubierta de árboles donde coexisten numerosos géneros, como Liquidámbar, Magnolia, Juglans, Ostrya, Clethra, Podocarpus, Turpinia, Oreopanax y más. Es común observar la presencia de pinos y encinos. Una de sus características más importantes es la afinidad entre especies vegetales templadas y tropicales que pueblan el dosel y el sotobosque.

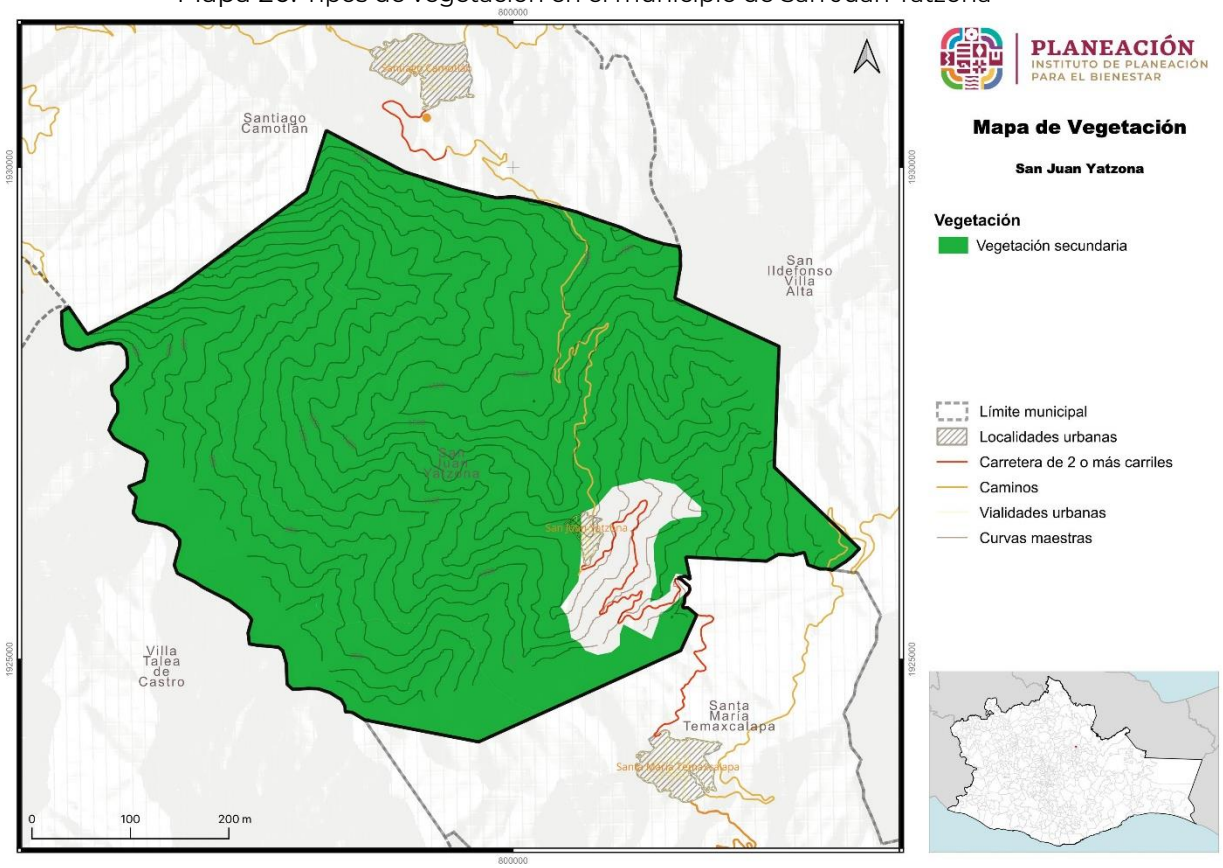
Es una de las comunidades biológicas más diversas del mundo. Esta vegetación se desarrolla en altitudes donde se forman bancos de niebla. El bosque es complejo en su estructura vertical, con gran cantidad de helechos y lianas, así como de plantas que crecen sobre los árboles (epífitas). Una parte importante de la flora del bosque mesófilo en México es endémica. Superficies importantes de este bosque se han desmontado para establecer cultivos y en algunas regiones se siembra café bajo la copa de los árboles (SEMARNAT, 2024).

Tabla 20. Uso de suelo y vegetación en el municipio de San Juan Yatzona

Vegetación	Área (km²)	Área (ha)
Vegetación secundaria	27.7	2,766.4

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 20. Tipos de vegetación en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

III.8 Áreas Naturales Protegidas

En el territorio municipal de San Juan Yatzona no se cuenta con Áreas Naturales Protegidas (ANP), por ningún nivel de gobierno.

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

IV.1 Dinámica demográfica

De acuerdo con los lineamientos del INEGI (Geografía I. N., Características del Entorno Urbano y Localidad, 2024), el predominio demográfico del municipio de San Juan Yatzona es rural, ya que el número de habitantes en su única localidad y cabecera municipal es menor a 2,500 personas.

Aunque la localidad de San Juan Yatzona está catalogada como urbana, se debe a su característica de cabecera municipal y no por el número de habitantes, que de acuerdo con el censo de población y vivienda 2020 es de 440 habitantes.

Tabla 21. Población total del municipio de San Juan Yatzona

Municipio	Población total	Población femenina	Población masculina
San Juan Yatzona	440	243	197

Fuente: CentroGeo, 2024

IV.1.1 Distribución de población del municipio y por localidad

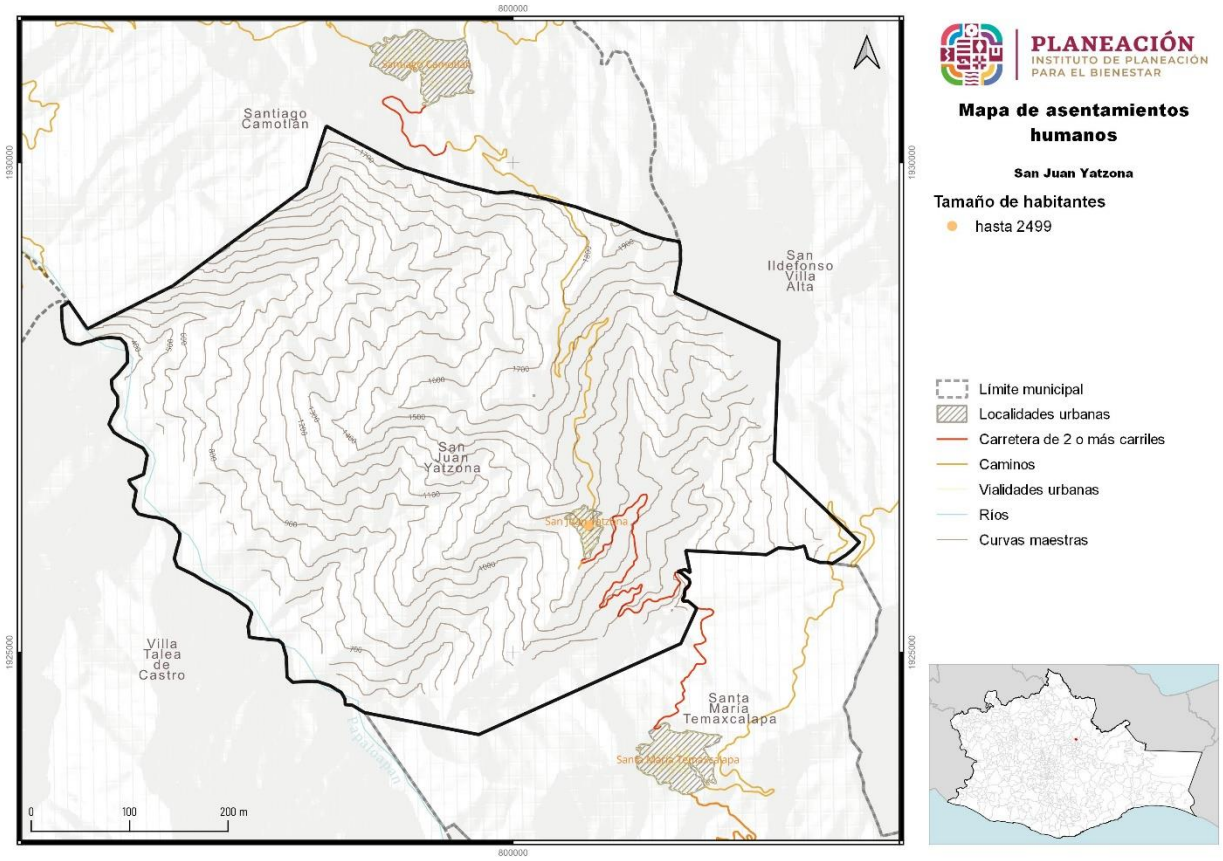
La población total del municipio es de 440 habitantes, que se concentra en su única localidad y cabecera municipal de San Juan Yatzona y se conforma por 243 mujeres (55.2%) y 197 hombres (44.8%), que representan la población total respectivamente.

Tabla 22. Población del municipio de San Juan Yatzona por localidad

Localidad	Total	Mujeres	Hombres
San Juan Yatzona	440	243	197

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 21. Asentamientos humanos en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.1.2 Estructura demográfica del municipio por grupo de edades

El crecimiento de la población ha mostrado una tendencia a la baja de acuerdo con los ejercicios censales anteriores (INEGI, 2020). Contaba con una población de 496 personas, siendo que para el año 2010 eran 452 habitantes.

Se tiene una disminución promedio de -5.76% en la población total entre cada ejercicio censal, lo que permitiría proyectar que para el 2030 la población del municipio sea de alrededor de 415 personas.

Tabla 23. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de San Juan Yatzona

Rango de edad (años)	Población
00-04	35
05-09	40
10-14	51
15-19	24
20-24	34
25-29	33
30-34	27
35-39	31
40-44	27
45-49	26
50-54	17
55-59	17
60-64	24
65-69	16
70-74	16
75-79	8
80-84	10
85-89	4
90 y más	0

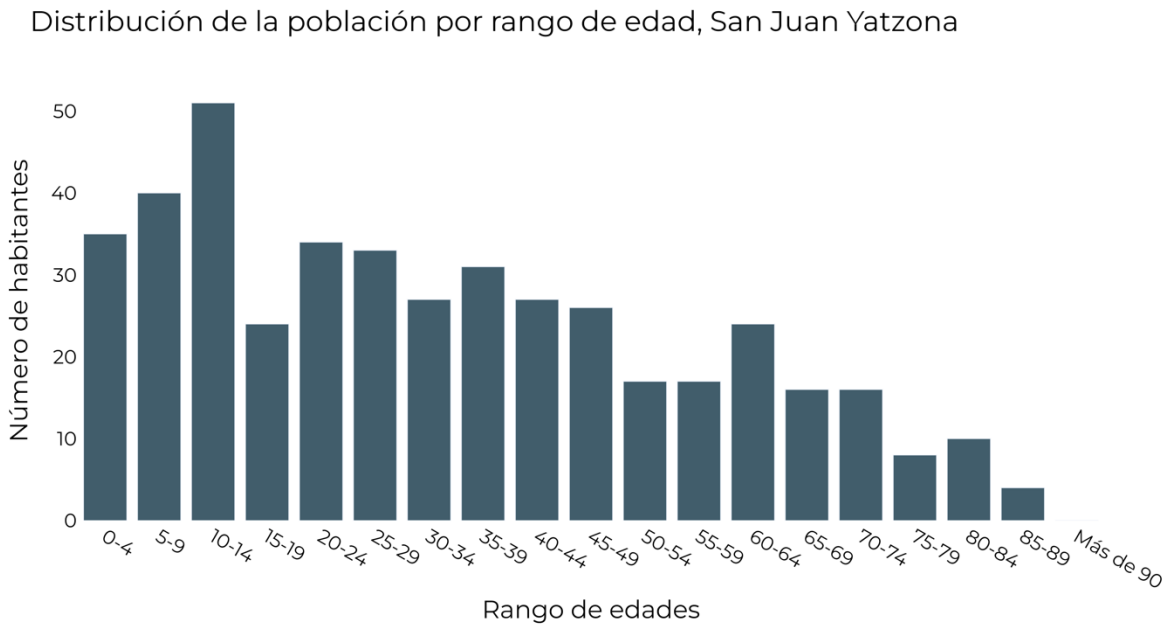
Fuente: CentroGeo, 2024

De acuerdo con la tabla anterior, la distribución de la población por rango de edad va de los 0 a los 14 años, donde se concentra el 28.6% de la población; dentro de esos rangos, el que agrupa mayor número de habitantes es el de los 10 a 14 años, con 51 personas que representan el 11.6% de la población total del municipio. Es seguido del rango entre los 5 a 9 años, con 40 personas que representan el 9.1% de la población total municipal. El grupo quinquenal de los 10 a 14 años es quien concentra las proporciones mayores tanto de mujeres como de hombres.

Finalmente, los efectos de la mayor esperanza de vida y el impacto de la transición demográfica en su conjunto muestran que la mayor parte de la población se concentra en los grupos de menor edad (0 a 14 años), para mantener una distribución homogénea en los siguientes 10 grupos quincenales (15 a los 64 años), y disminuir gradualmente hacia los grupos de edad más avanzada, teniendo incluso 22 personas

que representan el 5%, distribuidas en 3 grupos quinquenales que superan la esperanza vida en el estado el estado de Oaxaca, que es de 73.3 años para el 2024.

Gráfica 3. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

La densidad de población a nivel municipal es de 15.1 personas por km^2. En toda la demarcación municipal se cuentan 133 viviendas particulares habitadas, teniendo un promedio de 3.3 ocupantes por vivienda; respecto del número de ocupantes por cuarto en las viviendas, no se considera que exista hacinamiento en el municipio, ya que el promedio es 0.9 ocupantes por cuarto**.**

IV.2 Condiciones sociales y económicas

IV.2.1 Población con discapacidad

Conforme al censo de Población y Vivienda 2020, existen en el municipio 28 personas con algún tipo de discapacidad.

Tabla 24. Distribución de habitantes con discapacidad por localidad en el municipio de San Juan Yatzona

Localidad	Población total	Población con discapacidad
Total	440	28
San Juan Yatzona	440	28

Fuente: CentroGeo, 2024

El total de habitantes con discapacidad representan el 6.36% de la población total municipal.

Las discapacidades más comunes en el municipio de San Juan Yatzona según el censo de población y vivienda 2020, son la discapacidad visual, con 16 personas, discapacidad física, con 10 personas y la discapacidad auditiva, con 7 personas.

Al ser San Juan Yatzona la única localidad en el territorio municipal, todas las personas con discapacidad se ubican en ella.

IV.2.2 Lenguas indígenas

De acuerdo con el censo de población y vivienda 2020 y refiriéndose al grupo de personas de 3 años y más, en el estado de Oaxaca de cada 100 habitantes, 69 se consideran indígenas. Para el caso del municipio de San Juan Yatzona, existen 406 personas de ese rango de edad que se auto consideran indígenas, lo que representa el 98.8% de la población total municipal (el 44.8% son hombres y 55.2% mujeres).

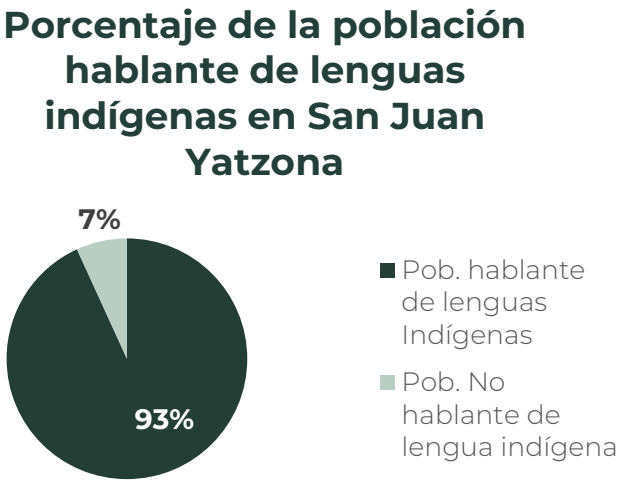
En el rubro de hablantes de alguna lengua indígena, 410 personas de 3 años o más hablan alguna lengua indígena, que representan el 93.2% de la población total de San Juan Yatzona, misma que se compone de 228 mujeres y 182 hombres.

Tabla 25. Población hablante de alguna lengua indígena por sexo y localidad del municipio de San Juan Yatzona

Localidad	Población total	Hablantes de lengua indígena	Mujeres hablantes de lengua indígena	Hombres hablantes de lengua indígena
Total	440	410	228	182
San Juan Yatzona	440	410	228	182

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 4. Población hablante de alguna lengua indígena por sexo y localidad del municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

Las lenguas zapotecas, chinanteca y mixe son patrimonio cultural inmaterial de Oaxaca (Secretaría de Cultura, 2024), y son las lenguas más habladas en el territorio municipal de San Juan Yatzona. La más común es la lengua zapoteca, con el 98.8% de personas, seguida del chinanteco, con el 0.7% de hablantes y el mixe, con el 0.5% de hablantes.

IV.2.3 Servicios de salud

De acuerdo con el censo de población y vivienda 2020, en el municipio de San Juan Yatzona 309 personas (que representan el 70.2% de la población total del municipio), cuentan con servicios de salud.

Son tres las instituciones gubernamentales a las que se encuentran afiliadas las personas, que en orden del número afiliados son: el Instituto de Salud para el Bienestar, que afilia a 281 personas que representan el 90.9%, el IMSS Bienestar, que da atención a 19 personas, que representan el 6.1% de personas, y por último el ISSSTE, que da atención a 7 personas que solo representan el 2.3% de la población con cobertura.

Tabla 26. Distribución de habitantes con servicios de salud por localidad en el municipio de San Juan Yatzona

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	440	310	2	0	7	0	281	19	0	1	70%
San Juan Yatzona	440	310	2	0	7	0	281	19	0	1	70%

Fuente: CentroGeo, 2024

Al ser una sola localidad en el territorio municipal, la totalidad de afiliados se concentra en la cabecera municipal de San Juan Yatzona.

IV.3 Empleos e ingresos

IV.3.1 Población económicamente activa (PEA)

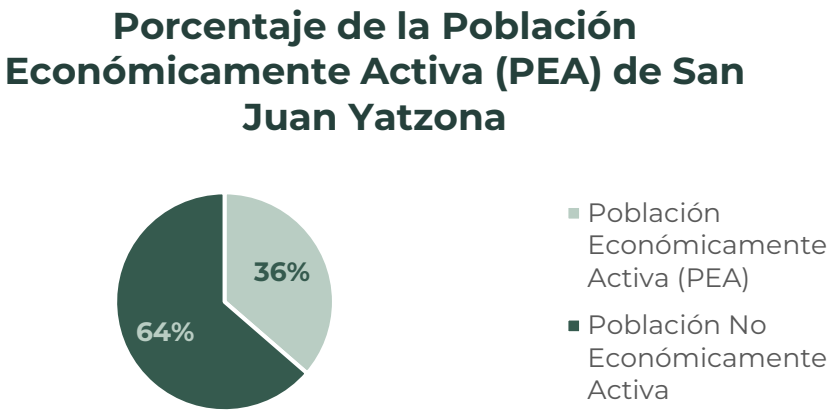
En lo relativo a las personas de 15 y más años de edad que tuvieron vínculo con actividades remuneradas (INEGI, Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades, 2024), denominadas población económicamente activa (PEA), el municipio de San Juan Yatzona cuenta con 160 personas, que representan el 36.4% de la población total, compuesto por 98 hombres y 62 mujeres (el 61.2% y 38.8% respectivamente). Al tener una sola localidad, toda la PEA se concentra en la cabecera municipal de San Juan Yatzona.

Tabla 27. Población económicamente activa (PEA) en el municipio de San Juan Yatzona

Municipio	Población total	Población Económicamente Activa (PEA)	Hombres de la PEA	Mujeres de la PEA	Población No Económicamente Activa
San Juan Yatzona	440	160	98	62	280
Localidad	**Población total**	**Población Económicamente Activa (PEA)**	**Hombres de la PEA**	**Mujeres de la PEA**	**Población No Económicamente Activa**
San Juan Yatzona	440	160	98	62	280

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 5. Población económicamente activa (PEA) en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

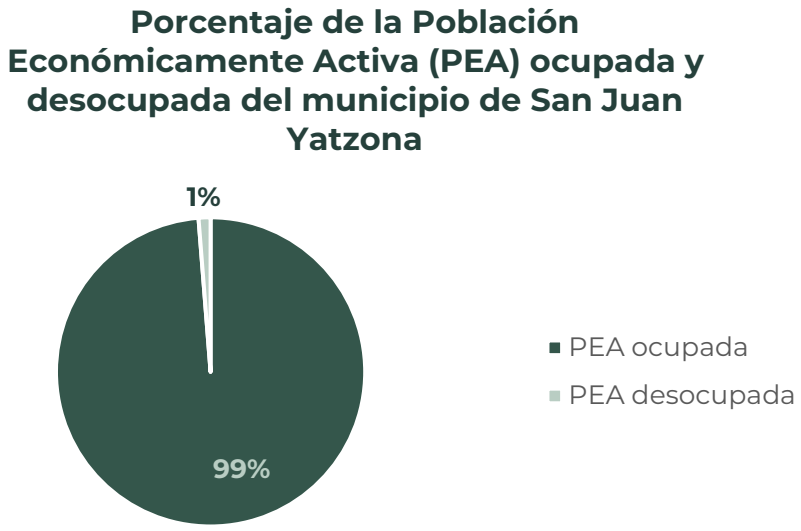
En lo referente a las personas de 15 y más años de edad, que en la semana de referencia realizaron alguna actividad económica durante al menos una hora, son denominados como población ocupada (INEGI, Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades, 2024). En el municipio y localidad de San Juan Yatzona, de 160 personas de la población económicamente activa (PEA), 158 se encuentran ocupadas, lo que representa el 99% del total de la PEA.

Tabla 28. Población económicamente activa, ocupada y desocupada, por localidad del municipio de San Juan Yatzona

Municipio	Población total	Población Económicamente Activa (PEA)	PEA ocupada	PEA desocupada
San Juan Yatzona	440	160	158	2
Localidad	**Población total**	**Población Económicamente Activa (PEA)**	**PEA ocupada**	**PEA desocupada**
San Juan Yatzona	440	160	158	2

Fuente: CentroGeo, 2024

Gráfica 6. Población económicamente activa, ocupada y desocupada, por localidad del municipio de San Juan Yatzona



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.

En San Juan Yatzona, de 129 personas ocupadas, el 98.7% se dedica a actividades primarias, principalmente a actividades agrícolas y solo 1.3% a actividades del sector secundario y terciario, principalmente servicios. En este

rubro se ubican los negocios y servicios de transporte que se brindan entre otros.

IV.3.2.1 Sector primario

La principal actividad que se desarrolla en el municipio es la agrícola; se produce básicamente maíz blanco y amarillo, frijol y en menor medida café y cítricos, como el limón y la naranja. Toda la producción es de temporal y no existen terrenos con riego.

Tabla 29. Unidades de producción agropecuarias en el municipio de San Juan Yatzona

Municipio	Unidades de producción agropecuaria (temporal + riego)	Superficie agrícola sembrada (temporal + riego) (ha)	Superficie agrícola cosechada (temporal + riego) (ha)	Unidades con agricultura de temporal a cielo abierto	Superficie de temporal sembrada (ha)	Superficie de temporal cosechada (ha)	Unidades con agricultura de riego a cielo abierto	Superficie de riego sembrada (ha)	Superficie de riego cosechada (ha)	Toneladas cosechadas de riego
San Juan Yatzona	153	122.5	37.3	153	122.5	37.3	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**
Limón	3	2.3	0.0	3	2.3	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Café	105	101.8	19.5	105	101.8	19.5	0	0.0	0.0	0.0
Frijol	5	1.3	1.3	5	1.3	1.3	0	0.0	0.0	0.0
Maíz grano blanco	37	16.3	15.5	37	16.3	15.5	0	0.0	0.0	0.0
Maíz grano amarillo	3	1.0	1.0	3	1.0	1.0	0	0.0	0.0	0.0

Fuente: CentroGeo, 2024

Tabla 30. Producción pecuaria 2022 en el municipio de San Juan Yatzona

Especie	Producto	Producción (toneladas, miles de litros)	Precio (pesos/kg)	Valor de la Producción (miles de pesos)
Ave	Carne	0.7	32.0	23.5
Ave	Huevo plato	1.2	31.8	39.2
Ave	Ganado en pie	1.0	23.4	22.4
Bovino	Carne	7.0	49.3	343.6
Bovino	Ganado en pie	13.7	23.6	323.4
Bovino	Leche	5.8	7.6	43.9
Guajolote	Carne	0.1	69.2	7.5
Guajolote	Ganado en pie	0.2	46.3	6.9
Porcino	Carne	14.3	46.8	667.8

Especie	Producto	Producción (toneladas, miles de litros)	Precio (pesos/kg)	Valor de la Producción (miles de pesos)
Porcino	Ganado en pie	19.3	29.3	566.7
	Total	**63.2**		**2,044.9**

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

IV.3.2.2 Sectores secundario y terciario

En las actividades del sector secundario solo se destacan la industria de la construcción, las panaderías, tortillerías y algunos talleres de textiles artesanales. En el sector terciario están los comercios, que son pocos en la cabecera y los servicios principalmente son de transporte colectivo.

IV.3.2.3 Centralidades económicas

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

Tabla 31. Centralidades de las actividades económicas en el municipio de San Juan Yatzona

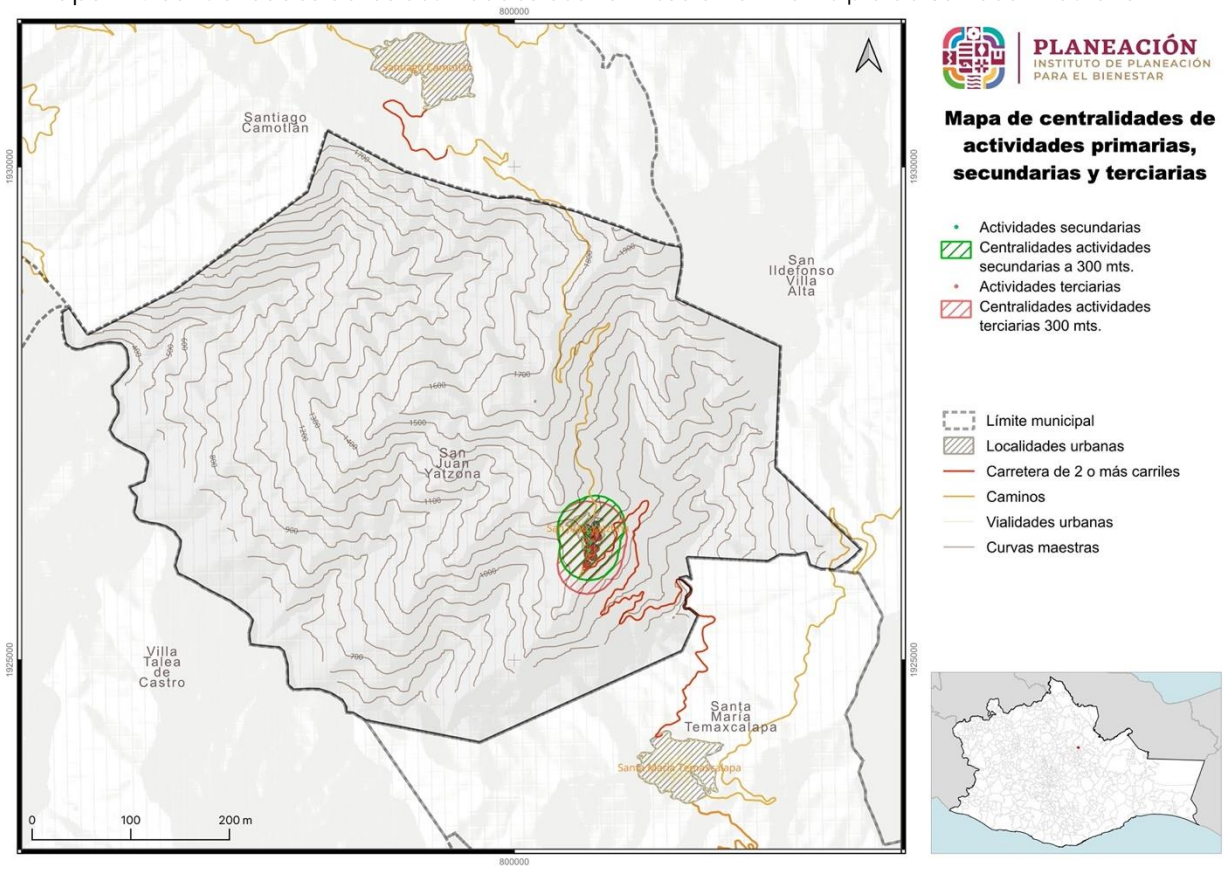
Sector productivo	Número de actividades
Secundario	7
Terciario	28

Fuente: CentroGeo, 2024

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

Para el caso del municipio, principalmente se enfoca en actividades secundarias. Todas las actividades secundarias recaen en el rango de las actividades terciarias porque existe una correlación directa entre ambas actividades. Solo existe un polo económico ubicado al sur del territorio.

Mapa 22. Centralidades de las actividades económicas en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.4 Pobreza y marginación

IV.4.1 Pobreza y Marginación

El índice de marginación está concebido con el interés particular de ser una medida que dé cuenta de las carencias que padece la población.

Se construyen indicadores de déficit capaces de describir la situación en que se encuentran las personas que residen en las entidades y municipios que componen el territorio.

A través de dichos indicadores se contribuye a una reflexión tópica sobre las deficiencias que reflejan cada uno de estos.

La vulnerabilidad social asociada a los desastres naturales se define como "*el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de*

desarrollo de la sociedad, en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la población".

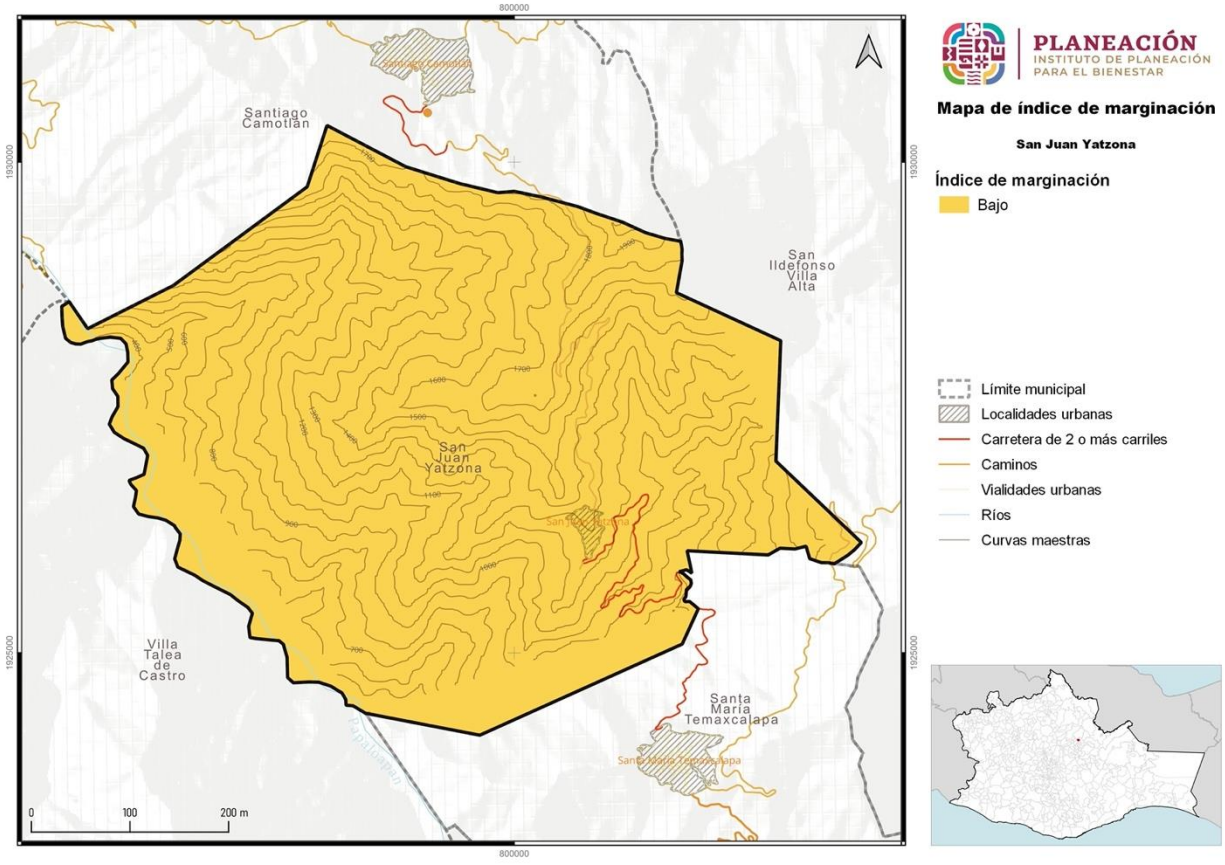
La vulnerabilidad para el municipio de San Juan Yatzona es **alta**, teniendo como precepto que es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre. Su grado de resiliencia es **bajo** tomando en consideración que es difícil adaptarse a las situaciones adversas.

Tabla 32. Grado de vulnerabilidad social y resiliencia del municipio de San Juan Yatzona

Municipio	Grado de vulnerabilidad social (2010)	Grado de resiliencia (2015)
San Juan Yatzona	Alto	Bajo

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 23. Índice de marginación del municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.4.2 Rezago social

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

No se trata de una medición de pobreza, ya que no incluye los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación (estas variables no están explícitas en los Censos de Población y Vivienda), que señala la Ley General de Desarrollo Social. El IRS del municipio de San Juan Yatzona es de **-0.2** que lo ubica de grado **bajo**.

Tabla 33. Índice de rezago social del municipio de San Juan Yatzona

Municipio	Población total	Índice de rezago social	Grado de rezago social
San Juan Yatzona	440	-0.2	Bajo

Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5 Inventario de bienes expuestos

IV.5.1 Viviendas y edificaciones

De acuerdo con la definición del INEGI, una vivienda es un espacio delimitado por paredes y techos de cualquier material. Se construye para que las personas vivan ahí, duerman, preparen alimentos, los consuman, se protejan del medio ambiente y se consideran habitadas cuando se usa para la habitación de personas al momento de realizar la entrevista censal. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en el municipio de San Juan Yatzona se encuentran 189 viviendas, de las cuales 133 (70.4%) están habitadas, todas concentradas en la única localidad del municipio San Juan Yatzona.

Tabla 34. Distribución de viviendas habitadas total y por localidad en el municipio de San Juan Yatzona

Municipio	Población	Viviendas totales	Viviendas habitadas
San Juan Yatzona	440	189	133
Nombre localidad	**Población**	**Viviendas totales**	**Viviendas habitadas**
San Juan Yatzona	440	189	133

Fuente: CentroGeo, 2024

El hacinamiento corresponde a una relación en la que existen en promedio dos o más personas por habitación en la vivienda (PUEC-UNAM, 2012). En propuestas más recientes, ONU-Hábitat establece que el hacinamiento se presenta cuando en promedio hay 2.5 personas o más por cada dormitorio en la vivienda (a diferencia del CPI, donde el cálculo se realiza por cuarto).

Con esta medición, se estima que 22.5% de las viviendas en México se encuentran en condiciones de hacinamiento; un porcentaje mucho mayor al estimado por la CONAVI, que considera que existe hacinamiento cuando en promedio, 2.5 personas o más habitan en cada cuarto de una vivienda (5.4%) (ONU-Hábitat, 2018).

En el municipio de San Juan Yatzona, se considera que no hay hacinamiento, ya que el promedio de ocupantes por cuartos es del 0.8.

El desarrollo urbano y la vivienda digna dependen en gran medida de la calidad de las construcciones y la gestión social de materiales. Según INEGI, en el Censo de Población y Vivienda 2020, San Juan Yatzona cuenta con 189 viviendas, de las cuales 133 estaban habitadas. De ese número, 2 viviendas fueron reportadas con piso de tierra, 47 (35.3%) viviendas habitadas tienen 1 dormitorio y 85 (63.9%) fueron reportadas con 2 o más dormitorios. De acuerdo con la información, todas las casas habitadas se reportaron con los servicios de energía eléctrica, agua entubada y drenaje.

Tabla 35. Servicios dentro de la vivienda por localidad en el municipio de San Juan Yatzona

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
San Juan Yatzona	440	189	133	2	130	47	85	0	0	0
Localidad	**Población total**	**Viviendas particulares totales**	**Viviendas particulares habitadas**	**Viviendas particulares con piso de tierra**	**Viviendas particulares con piso de material diferente de tierra**	**Viviendas particulares con un dormitorio**	**Viviendas particulares con dos dormitorios y más**	**Viviendas particulares sin energía eléctrica**	**Viviendas particulares sin agua entubada**	**Viviendas particulares sin drenaje**
San Juan Yatzona	440	189	133	2	130	47	85	0	0	0

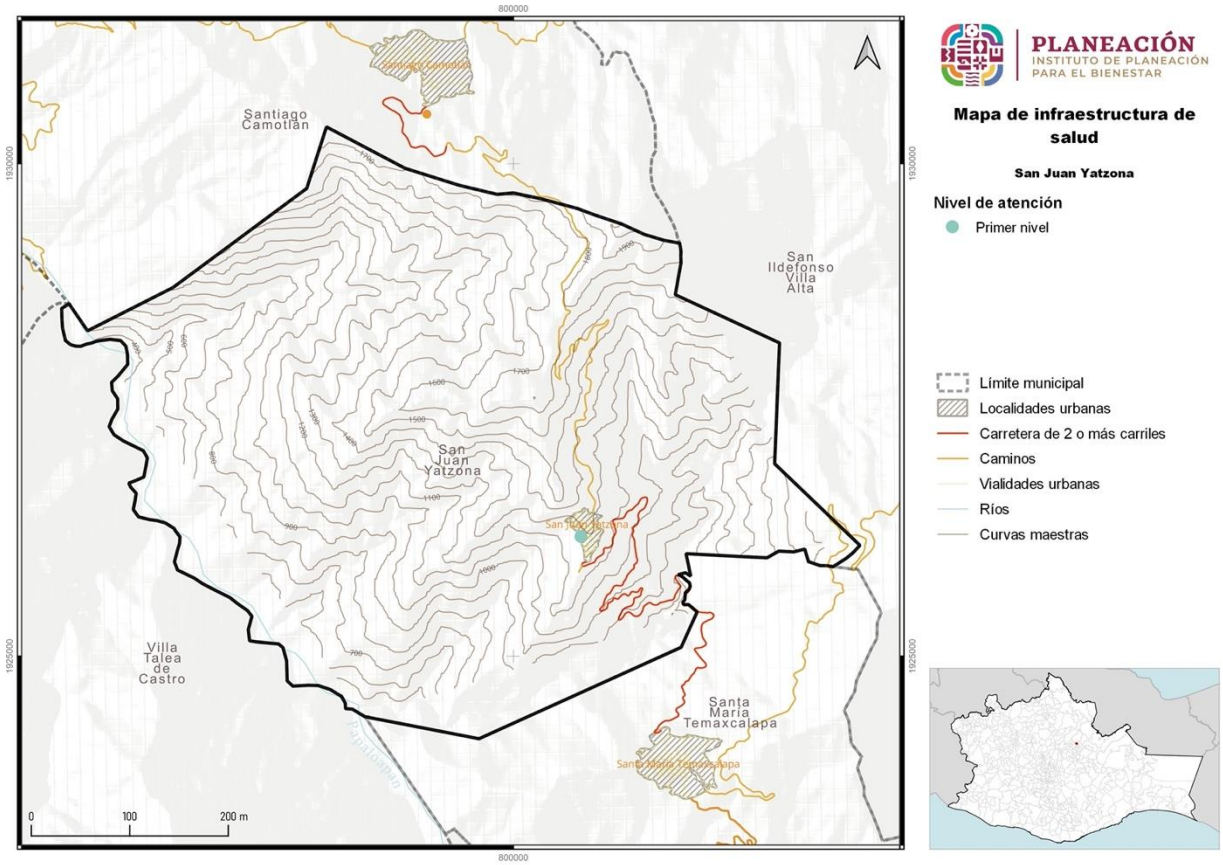
Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.2 Infraestructura para la salud

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

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

Mapa 24. Infraestructura de salud en las localidades del municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

Tabla 36. Infraestructura de salud en las localidades del municipio de San Juan Yatzona

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

Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.3 Infraestructura educativa

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

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

El analfabetismo incrementa la vulnerabilidad socioeconómica y cultural de las personas y condiciona la reproducción intergeneracional en las y los hijos.

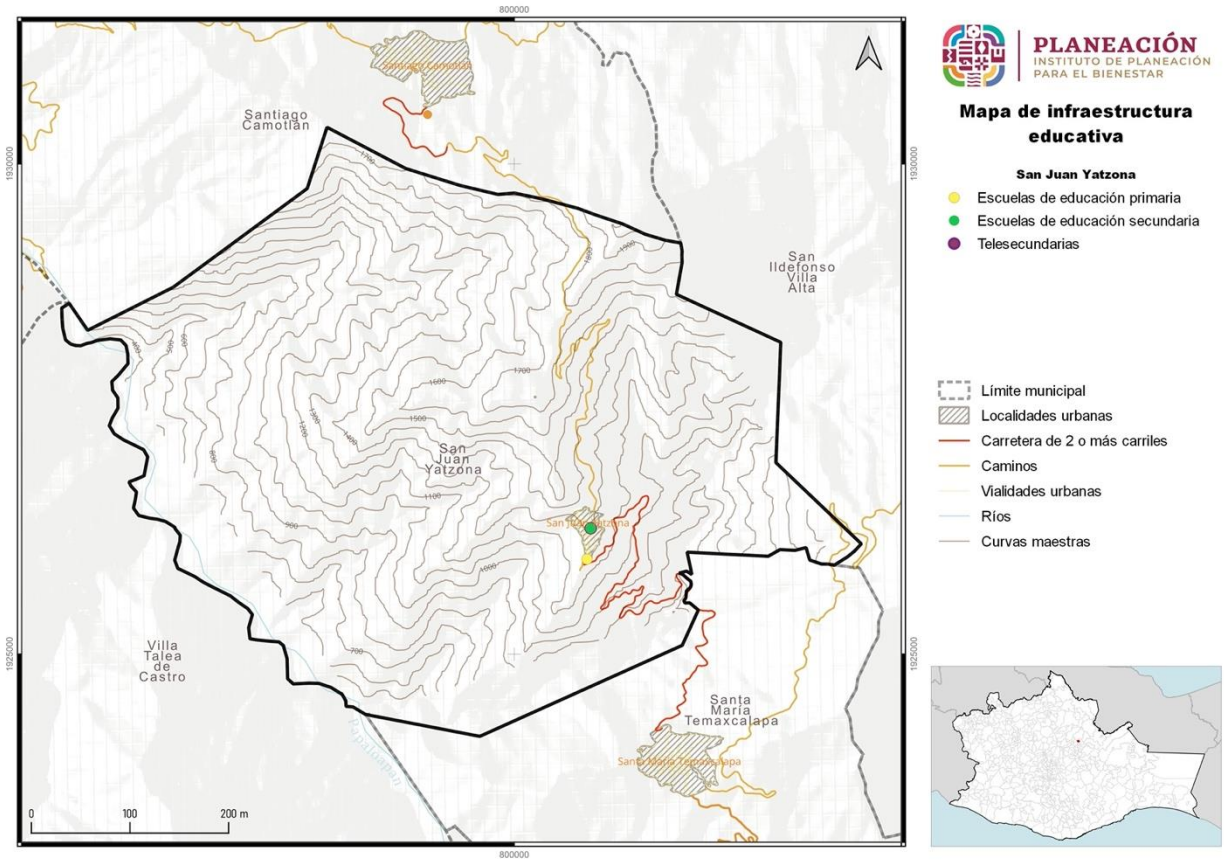
En San Juan Yatzona se cuenta con las instalaciones siguientes para la educación: En el ámbito de la educación básica se cuenta con 1 institución de nivel inicial (guardería) de tipo indígena, 1 institución de nivel preescolar de tipo indígena, 1 de nivel primaria de tipo indígena y 1 de nivel secundaria en la modalidad de telesecundaria. Se contabilizan 4 instituciones educativas.

Tabla 37. Infraestructura educativa en el municipio de San Juan Yatzona

Clave CLEE	Nombre de unidad económica	Razón social	Código de actividad	Nombre de clase de actividad	Personal ocupado (personas)	Nombre de vialidad
20223611122000011000000000U4	Escuela Primaria Indígena de San Juan yatzona	IEEPO	611122	Escuelas de educación primaria del sector público	0 a 5	Ninguno
20223611132000011001000000U3	Dirección de La Escuela Telesecundaria San Juan Yatzona	-	611132	Escuelas de educación secundaria general del sector público	0 a 5	-

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 25. Infraestructura educativa en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.4 Infraestructura de entretenimiento

San Juan Yatzona es un pueblo zapoteco que cuenta con su propia tradición cultural. Hay una banda de música de viento y también tocan con instrumentos de viento y cuerda, aunque ya solo hay un exponente de la música de chirimía. No se tienen espacios para la enseñanza, la transmición de la tradición cultural o la preparación artística. Solo se cuenta con las canchas deportivas dentro de la escuela primaria.

IV.5.5 Bienes inmuebles

IV.5.5.1 Infraestructura de comunicaciones, telecomunicaciones y transporte

En lo referente a la infraestructura de comunicaciones y transportes, en el municipio de San Juan Yatzona se distinguen 3 tipos de vialidades (Geografía I. N., Diccionario de datos topográficos. Escala 1 :50 000. Versión 2, 2021):

- Calles: Vialidad definida para el tránsito vehicular o peatonal.
- Caminos: Vía de transporte terrestre no pavimentada para tránsito de vehículos, personas y animales.
- Carreteras: Vía de transporte terrestre pavimentada, diseñada para tránsito de vehículos automotores.

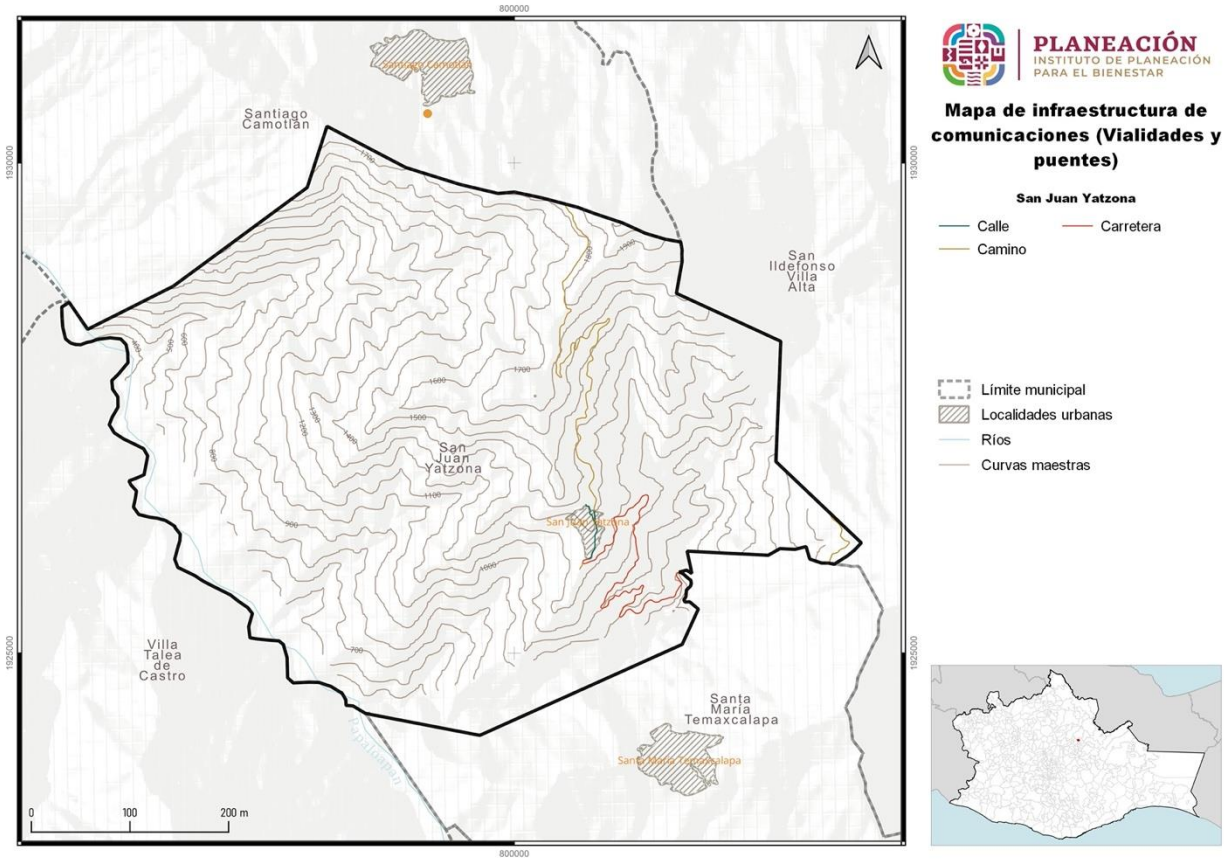
La vialidad de mayor extensión en el territorio municipal es el camino con 6.3 km, que es la vialidad que conecta al norte a San Juan Yatzona con la cabecera municipal de Santiago Camotlán. La siguiente vialidad en extensión es la carretera, con 4.8 km. Dicha carretera conecta al sur a San Juan Yatzona con su cabecera distrital San Ildefonso Villa Alta. Por último, la vialidad de menor extensión es la calle, con 0.8 km y se refiere a las vialidades dentro de la cabecera municipal.

Tabla 38. Infraestructura de comunicaciones y transporte en el municipio de San Juan Yatzona

Tipo de vialidad	Distancia (km)
Carretera	4.8
Camino	6.3
Calle	0.8

Fuente: CentroGeo, 2024

Mapa 26. Infraestructura de comunicaciones y transporte en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.5.2 Infraestructura para la seguridad alimentaria

Dado que la seguridad alimentaria se da cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias y así poder llevar una vida activa y saludable, en el municipio no se cuenta con establecimientos o infraestructura para el almacenamiento de alimentos que contribuyan a garantizar la seguridad alimentaria de los habitantes. Solo hay algunos tendejones que venden comida chatarra.

IV.5.5.3 Infraestructura para el agua y saneamiento

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), agrupó las regiones hidrológicas y delimitó trece regiones hidrológico-administrativas con la finalidad de facilitar la administración del agua. Una de las funciones de dichas regiones es ordenar la clausura de la explotación, uso o aprovechamiento ilegal de aguas nacionales que se

realice a través de infraestructura hidráulica sin contar con la concesión correspondiente, aplicar medidas de apremio, de seguridad, de urgente aplicación, correctivas, preventivas, provisionales y de carácter precautorio, con la intervención que corresponda a otras autoridades competentes.

San Juan Yatzona pertenece a la región hidrológica administrativa número X, Golfo Centro.

En lo referente al agua potable, considerando esta como el agua entubada que llega a las viviendas, la cobertura es del 100%.

Respecto al tratamiento de aguas residuales, aunque la cobertura de drenaje es del 100% de las viviendas habitadas, no se cuenta con registros de plantas de tratamiento dentro de la demarcación municipal.

Tabla 39. Cobertura de agua potable en el municipio de San Juan Yatzona

Municipio	Clave de región administrativa	Región hídrica administrativa	Población con cobertura de agua entubada	Población sin cobertura de agua entubada	Población total
San Juan Yatzona	X	Golfo Centro	437	0	437

Fuente: CentroGeo, 2024

IV.5.5.4 Infraestructura estratégica

Institucional

No se cuenta con antecedentes de que en eventos pasados haya existido presencia de instituciones estatales, federales o que la infraestructura municipal haya fungido como albergue ante la amenaza de fenómenos perturbadores.

En la actualidad no hay presencia de ninguna representación federal o estatal. Sin embargo, en el municipio se cuenta con 1 palacio municipal y 1 iglesia que podrían ser utilizados como almacenes o como albergues en caso de alguna contingencia.

El municipio no cuenta con mercado, cementerio ni rastro.

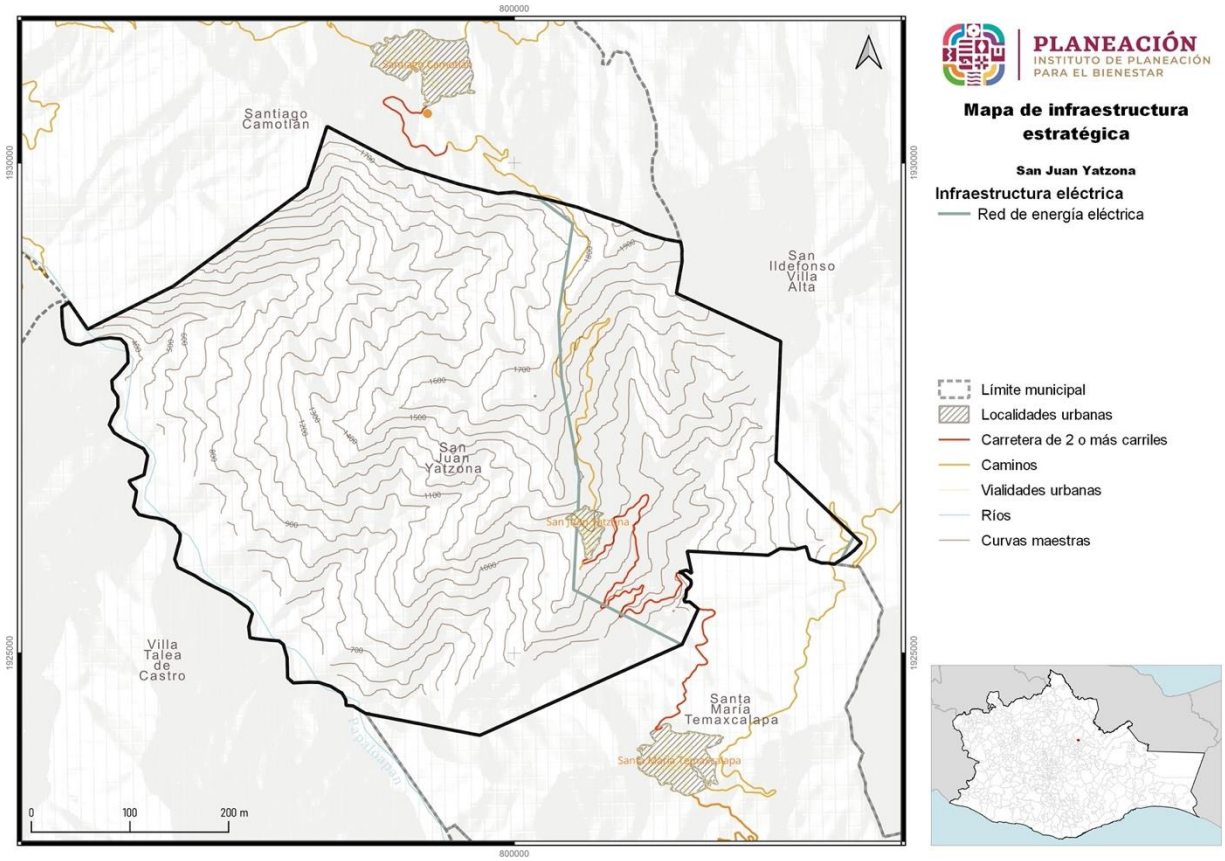
Infraestructura eléctrica

A lo largo del territorio municipal (de sur a norte), se ubica la línea de transmisión de energía eléctrica a cargo de la CFE, que va de los límites con Santa María Temaxcalapa a los límites con Santiago Camotlán, pasando por la cabecera municipal, en donde

existe una red de distribución eléctrica para uso doméstico que provee de dicho servicio a la comunidad.

En el siguiente mapa se puede visualizar la ubicación de la línea.

Mapa 27. Infraestructura eléctrica en el municipio de San Juan Yatzona



Fuente: CentroGeo, 2024

Infraestructura para el abasto de combustibles

El abastecimiento de combustible se realiza habitualmente en la comunidad y cabecera distrital de San Ildefonso Villa Alta y en menor medida en Santa María Temaxcalapa, en puestos informales de abastecimiento de combustible a granel.

Capítulo V. Identificación de Riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural y antropogénicos

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

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

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

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

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

Con la finalidad de contar con un Atlas que contenga criterios homogéneos con el Atlas de Riesgos Nacional, se integraron los componentes mínimos que establece el

Reglamento de la Ley General de Protección Civil (LGPC, 2023)[10], los cuales consisten en un sistema de información geográfica, mapas de peligro, mapas de susceptibilidad para el caso de inestabilidad de laderas, u otro fenómeno cuando así aplique, inventario de bienes expuestos, inventario de vulnerabilidades, mapas de riesgo y escenarios de riesgos .

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

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

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

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

[10] LGPC, Artículo 112.

V.1 Peligros, amenazas y susceptibilidad por fenómenos geológicos

V.1.1 Inestabilidad de Laderas

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

Inestabilidad de laderas

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

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

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

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

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

Derrumbes

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

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

Tabla 1. 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 2. 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 3. 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 4. 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 5. 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 1 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 6. 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 7. 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 8. 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 9. 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 10. 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 11. 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 12. 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 13. 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 14. 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 15. 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 16. 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 17. 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 18. 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 19. 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 20. 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 21. 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 22. 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 23. 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 24. 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

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

Cuyo resultado fue **1.3751799**

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

Tabla 25. 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 26. 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:

1. **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.

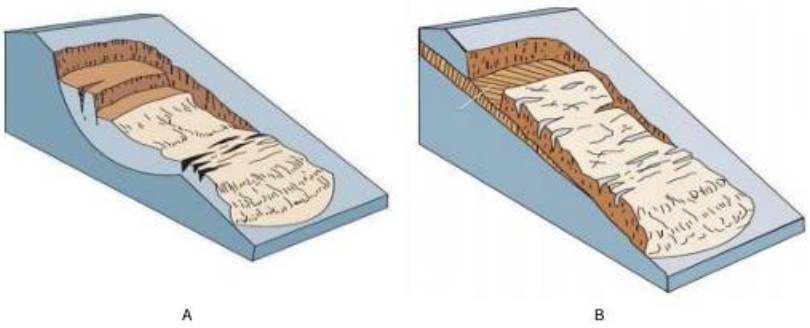
2. **Deslizamiento traslacional**: la falla se presenta por corte a través de una superficie relativamente plana. Por los rasgos estructurales que afectan a las rocas, conviene hacer una subclasificación de este tipo de deslizamiento:

   2.1 ***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.

   2.2 ***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.

En la figura se muestra el mecanismo de potencial de falla A y B.

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



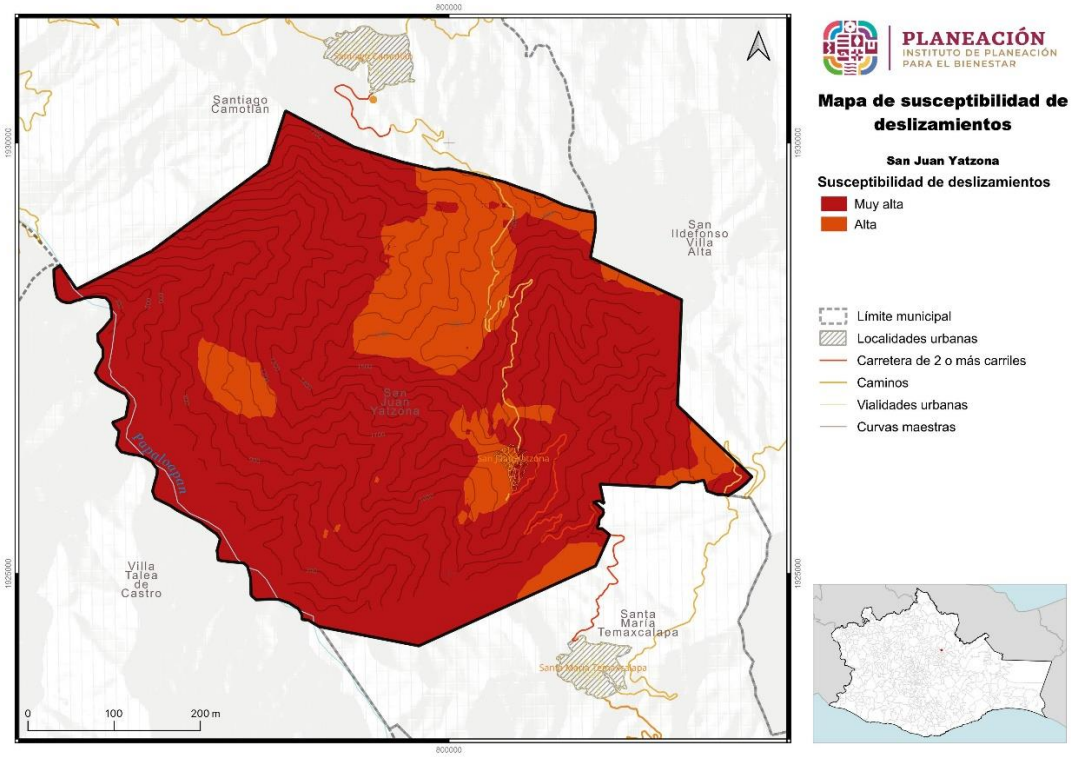
Las siguientes imágenes muestran los deslaves ocurridos en el municipio.





El Mapa de la susceptibilidad a la Inestabilidad de laderas indica que tan favorables o desfavorables son las condiciones del terreno municipal para que pueda ocurrir inestabilidad, y se refiere únicamente a factores intrínsecos (condicionantes) de los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes, como la precipitación o la sismicidad, el municipio de San Juan Yatzona cuenta con una susceptibilidad **Alta** con un 17,62% (512.91 hectáreas) y **Muy Alta** con 82.38% (2398.05 hectáreas) del territorio municipal.

Mapa 28. Peligro por deslizamientos.



En las curvas de nivel del mapa, en una superficie de 2398.05 hectáreas con peligro de susceptibilidad de deslizamiento en un grado **Muy Alto**, abarcando 50% de la cabecera municipal y el otro 50% como **Alta**.

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

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

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

Tabla 27. Grado de intensidad

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

Las categorías de intensidad se describen a continuación:

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

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

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

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

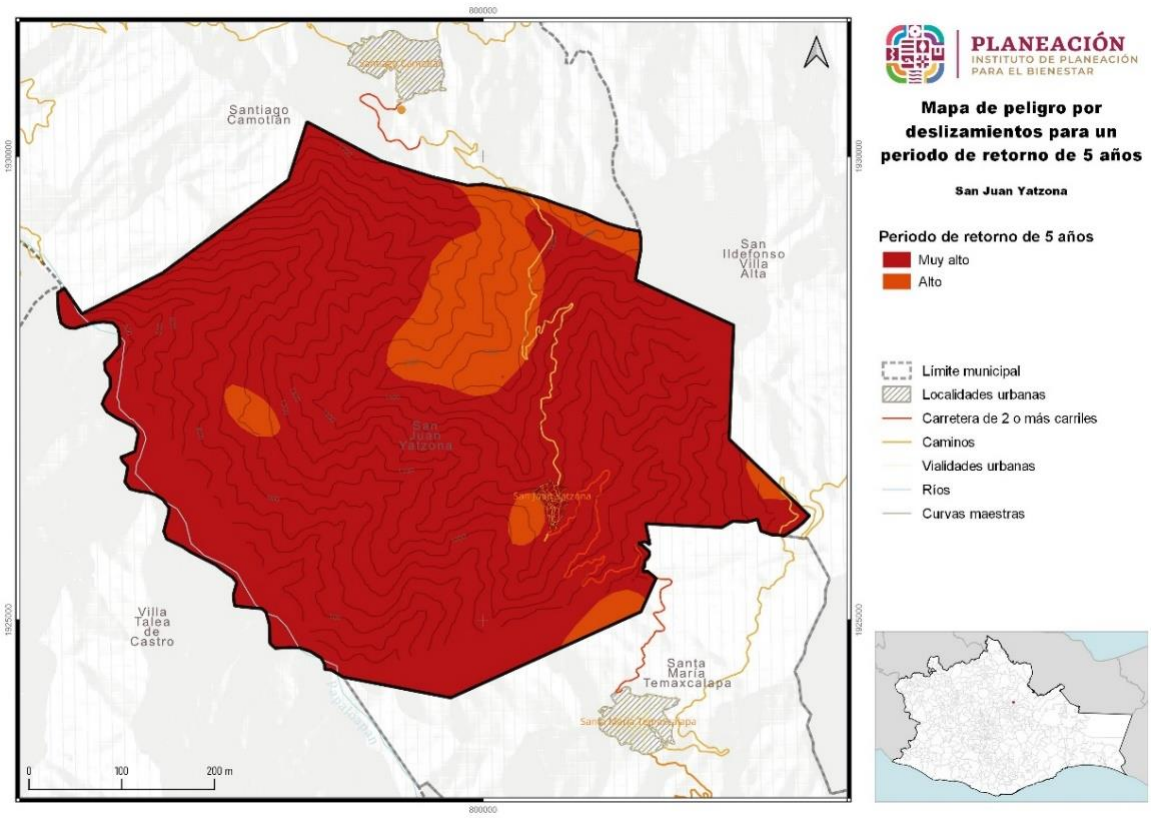
Muy Baja las categorías de bajas y muy bajas no cuentan con alguna variable definida de manera homogénea. Valores de pendiente baja; litología de basalto y arenisca principalmente; energía de relieve baja y media; densidad de lineamiento muy baja; densidad de disección muy baja y baja; y, precipitación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

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

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

Para peligros por deslizamiento en un periodo de retorno de lluvias de 5 años **(PR 5 años)** el municipio presenta un 88.4% (2576.95 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de Alto con un 11.6% (338.12 hectáreas) de su territorio municipal, como se presenta en el mapa correspondiente.

Mapa 29. Mapa de Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años



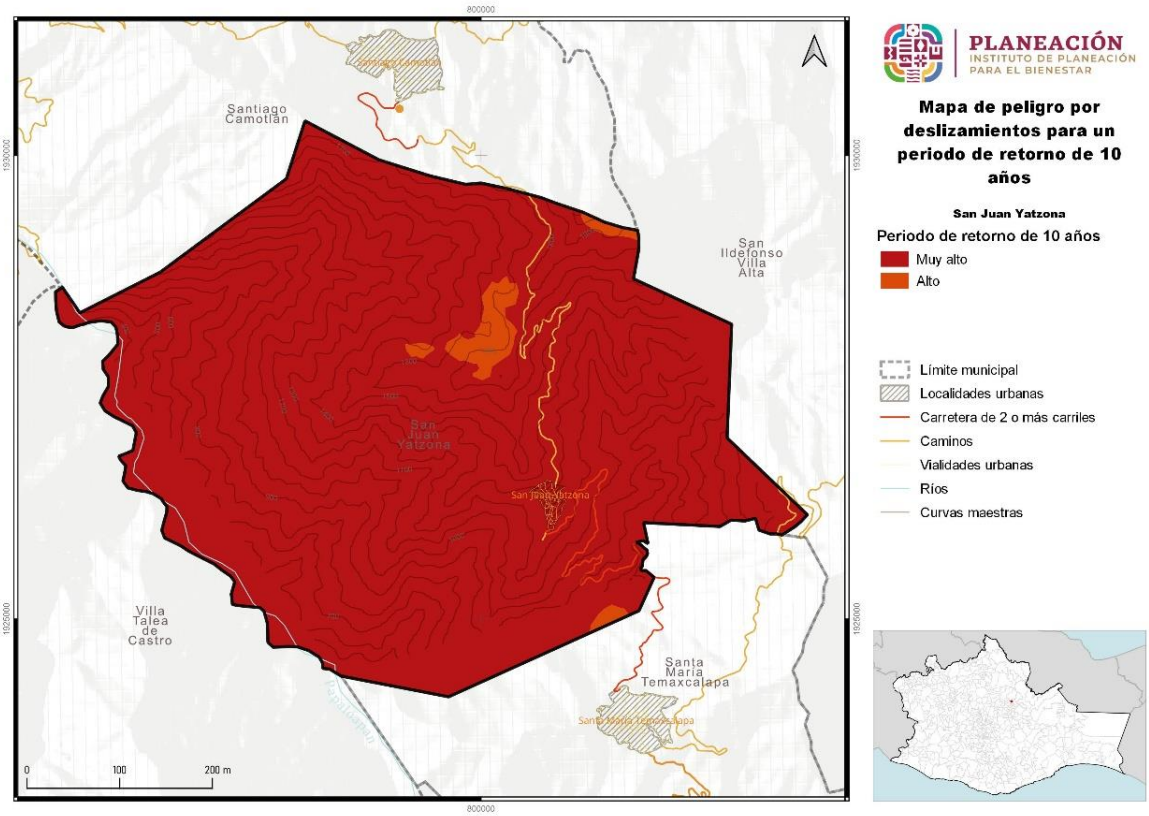
En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por deslizamiento para un periodo de retorno de 5 años en una superficie de 2576.95 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Alto**.

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

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

Para peligros por deslizamiento en un periodo de retorno de lluvias de 10 años **(PR 10 años)** el municipio presenta un 98.06% (2858.41 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de Alto con un 1.94% (56.66 hectáreas) de su territorio municipal, como se presenta en el mapa.

Mapa 30. Mapa de Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años



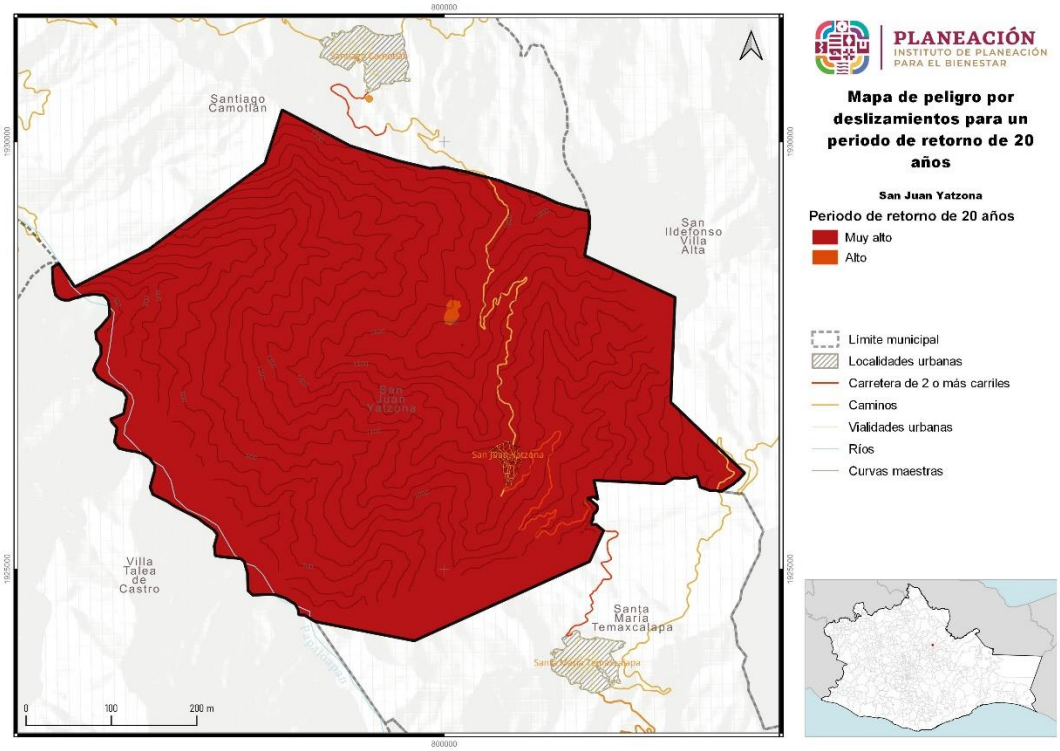
En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por deslizamiento para un periodo de retorno de 10 años en una superficie de 2858.41 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Alto**.

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

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

Para peligros por deslizamiento en un periodo de retorno de lluvias de 20 años **(PR 20 años)** el municipio presenta un 99.86% (2910.87 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de Alto con un 0.14% (4.21 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 31. Mapa de Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años



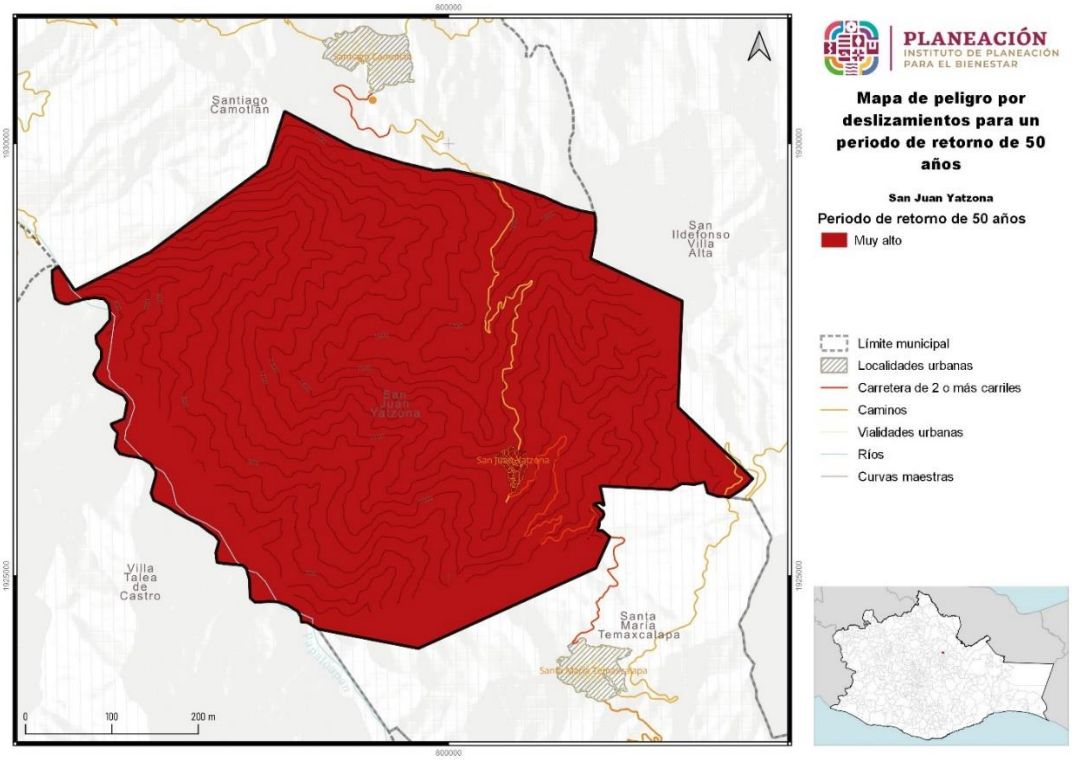
En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por deslizamiento para un periodo de retorno de 20 años en una superficie de 2910.87 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Alto**.

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

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

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 50 años **(PR 50 años)** el municipio presenta un 100% (2915.08 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, de su territorio municipal.

Mapa 32. Mapa de Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años



En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por deslizamiento para un periodo de retorno de 50 años en una superficie de 2915.08 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios.

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

Vulnerabilidad y Riesgo por deslizamiento de laderas

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

De esta manera, el **RIESGO POR DESLIZAMIENTOS ES MUY ALTA** en el Municipio de San Juan Yatzona, debido a la población expuesta en la zona urbana y rural.

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 y como se muestra en la figura.

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 del mismo. 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.

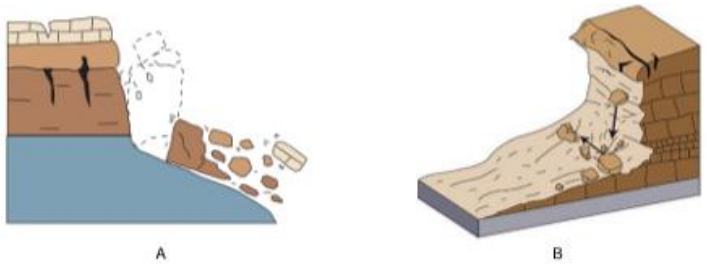
2. **Caídos:** son movimientos que se refieren al descenso rápido y libre de bloques de roca con tamaños y geometría variable, con fuerte pendiente de acantilados y son fuertemente influenciados por factores como la gravedad, la erosión y el agua. El movimiento puede incluir deslizamiento, rodamiento,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

    - **Caída Primaria o desprendimiento:** Involucra material fresco que se ha separado del talud.

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

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

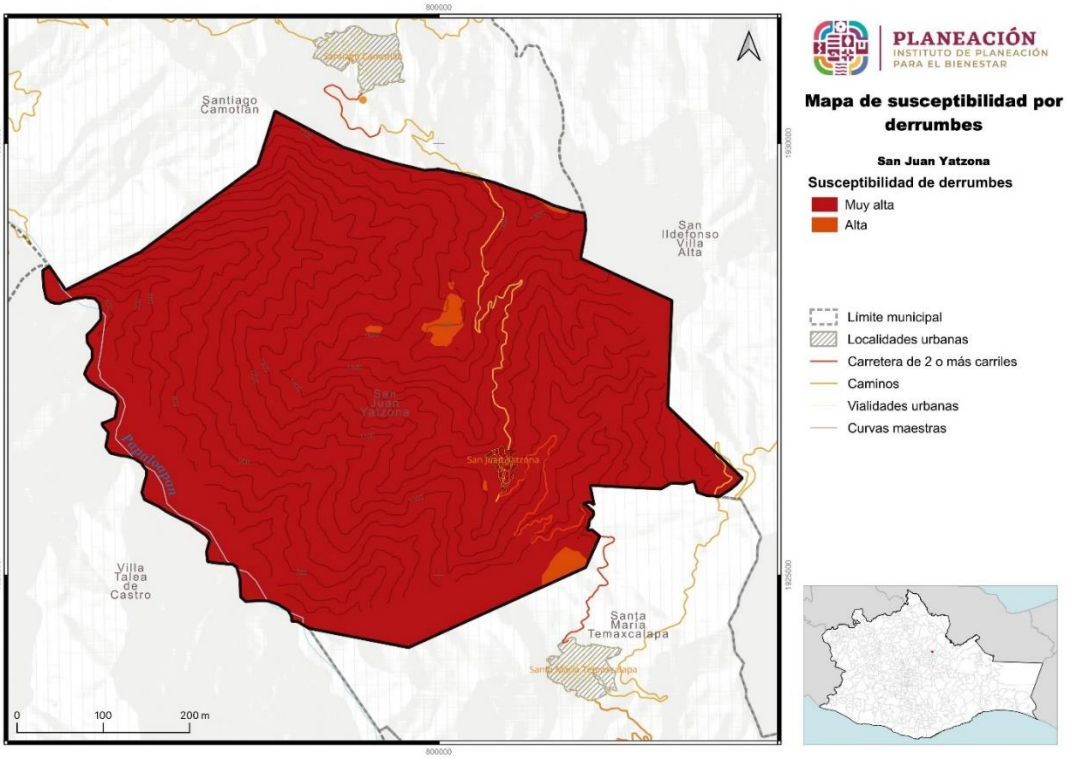
Imagen 3. Mecanismo potencial de Falla Volteo (A) y Mecanismo Potencial de Falla caída o desprendimiento (B).



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

El Mapa de la susceptibilidad por derrumbes indica que tan favorables o desfavorables son las condiciones del terreno municipal para que pueda ocurrir inestabilidad, considerando factores intrínsecos (condicionantes) de los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes, como la precipitación o la sismicidad, el municipio de San Juan Yatzona cuenta con una susceptibilidad **Alta** por derrumbe con un 1.11% (32.41 hectáreas) y **Muy Alta** con 98.89% (2878.55 hectáreas) del territorio municipal.

Mapa 33. Susceptibilidad por derrumbes

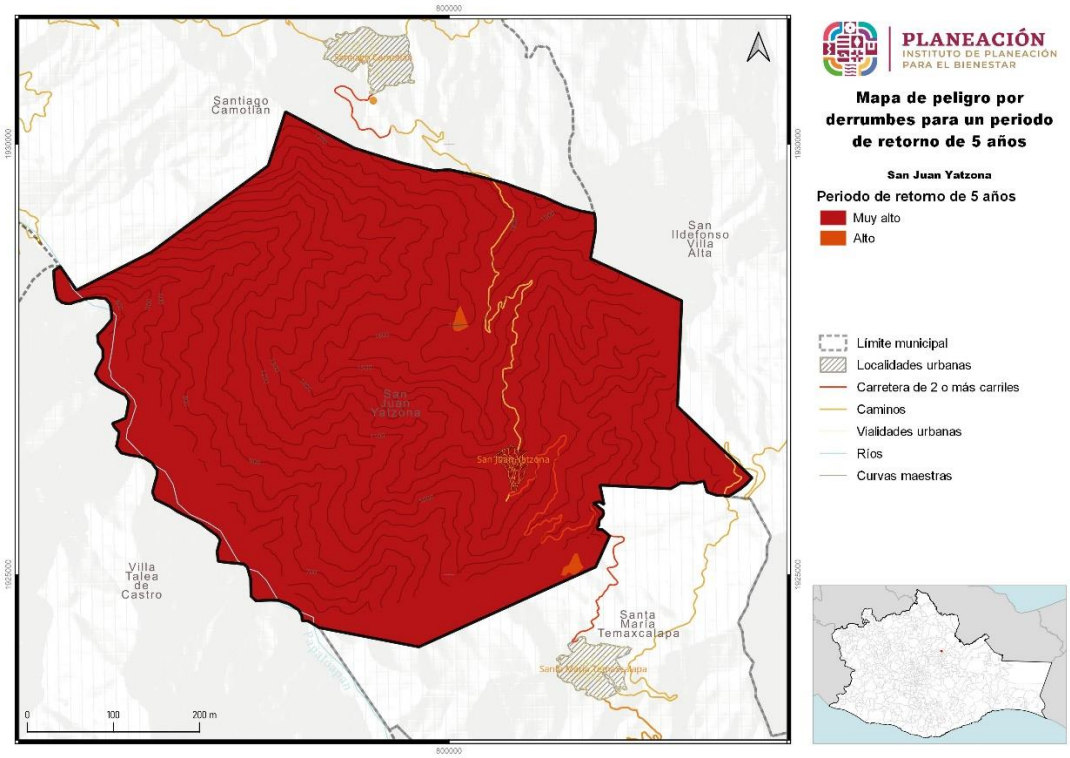


En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por derrumbe para un periodo de retorno de 50 años en una superficie de 2915.08 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios.

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

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 5 años **(PR 5 años)** el municipio presenta un 99.78% (2908.74 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de Alto con un 0.22% (6.35 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 34. Mapa de Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años



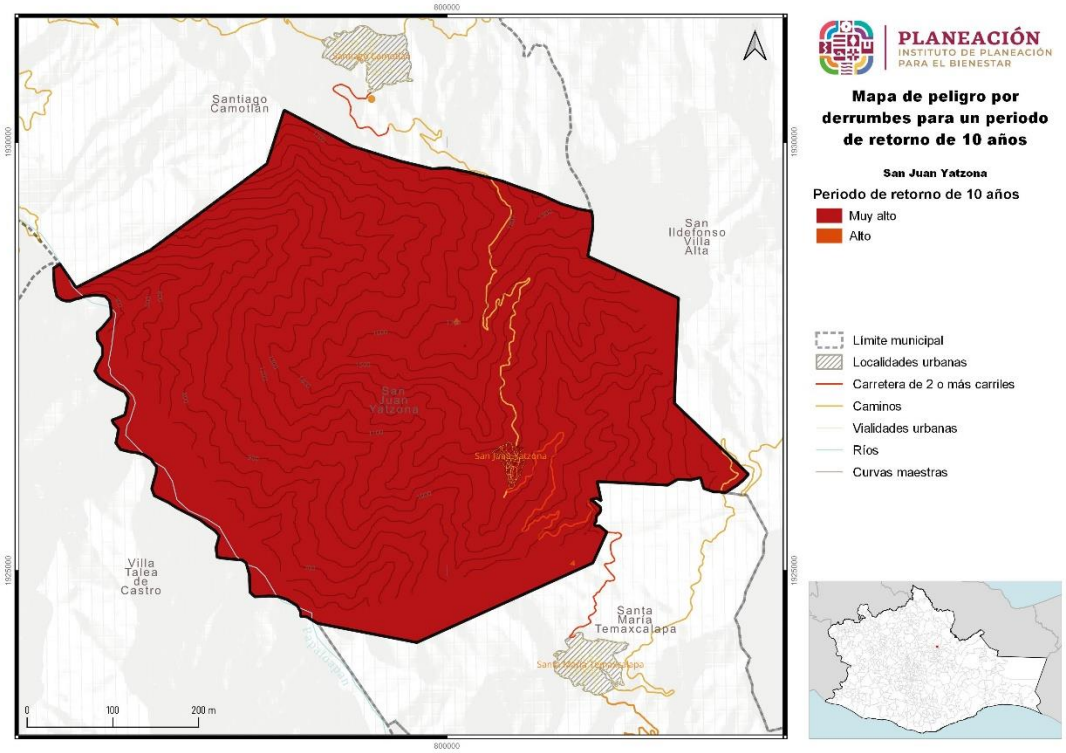
En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por derrumbe para un periodo de retorno de 5 años en una superficie de 2908.74 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y en una porción muy pequeña del territorio se espera un peligro **Alto**.

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

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

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 10 años **(PR 10 años)** el municipio presenta un 99.98% (2914.55 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de Alto con un 0.02% (0.53 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 35. Mapa de Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años



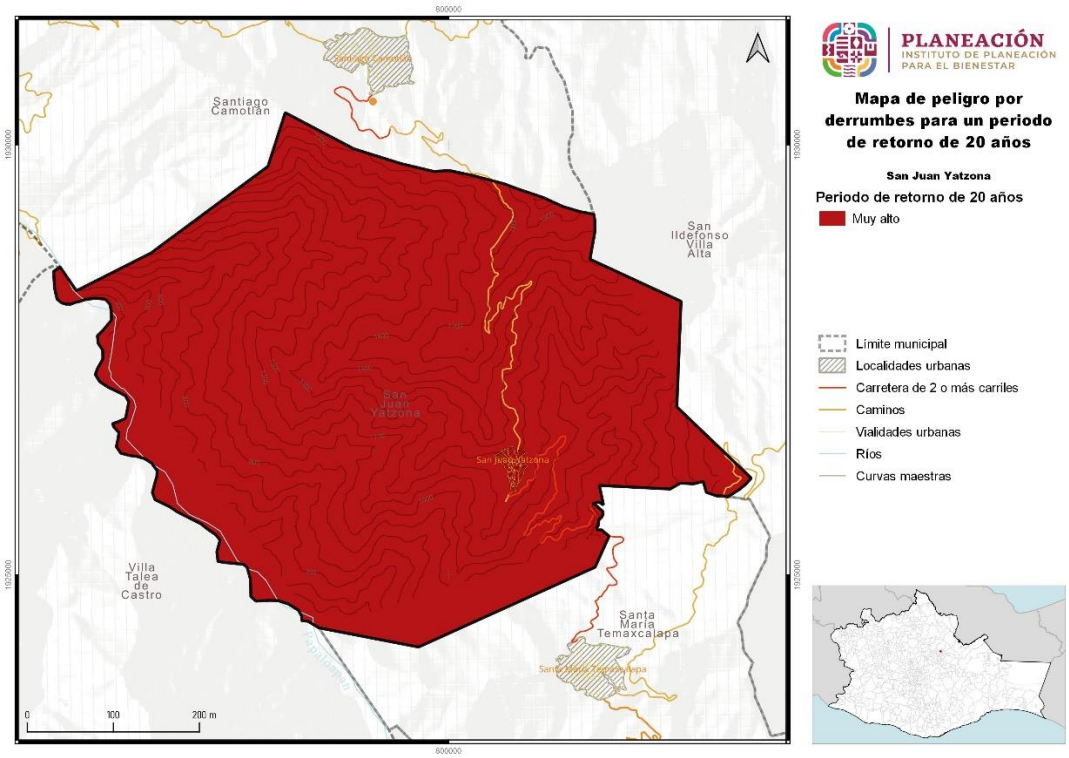
En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por derrumbe para un periodo de retorno de 10 años en una superficie de 2914.55 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y en una porción muy pequeña del territorio se espera un peligro **Alto**.

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

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

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 20 años **(PR 20 años)** el municipio presenta un 100% (2915.08 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, de su territorio municipal.

Mapa 36. Mapa de Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años



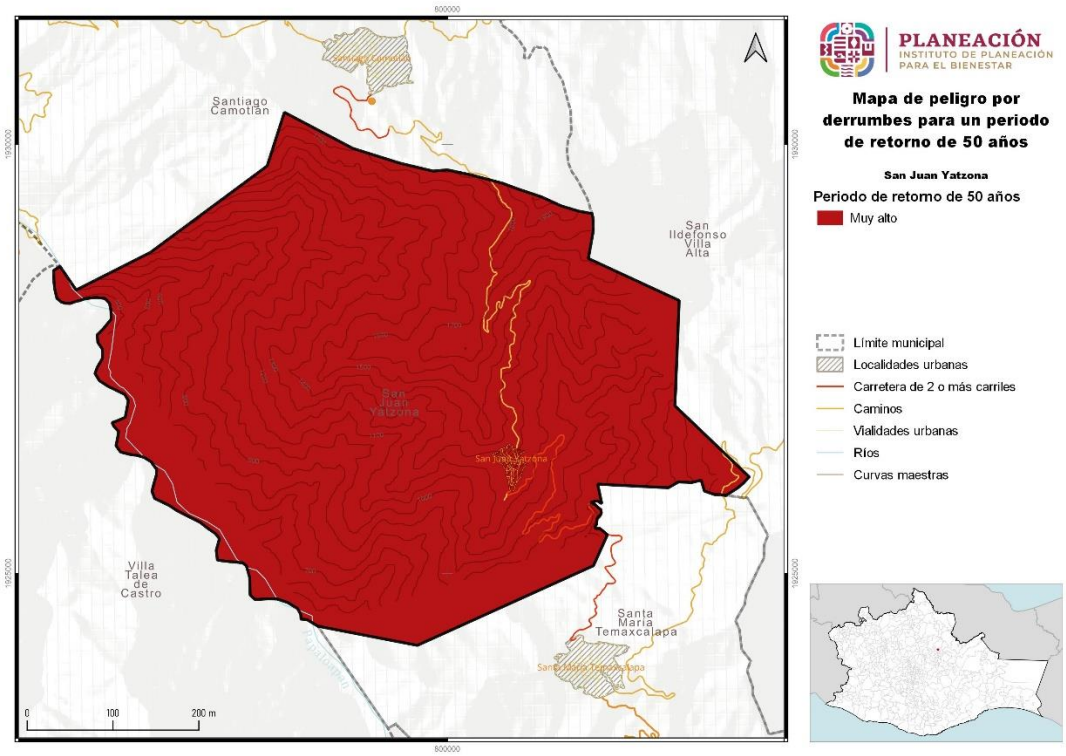
En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por derrumbe para un periodo de retorno de 20 años en una superficie de 2911 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios.

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

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

Para peligros por derrumbes en un periodo de retorno de lluvias de 50 años **(PR 50 años)** el municipio presenta un 100% (2915.08 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, de su territorio municipal.

Mapa 37. Mapa de Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años



En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por derrumbe para un periodo de retorno de 50 años en una superficie de 2911 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios.

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

Vulnerabilidad y riesgo por derrumbes

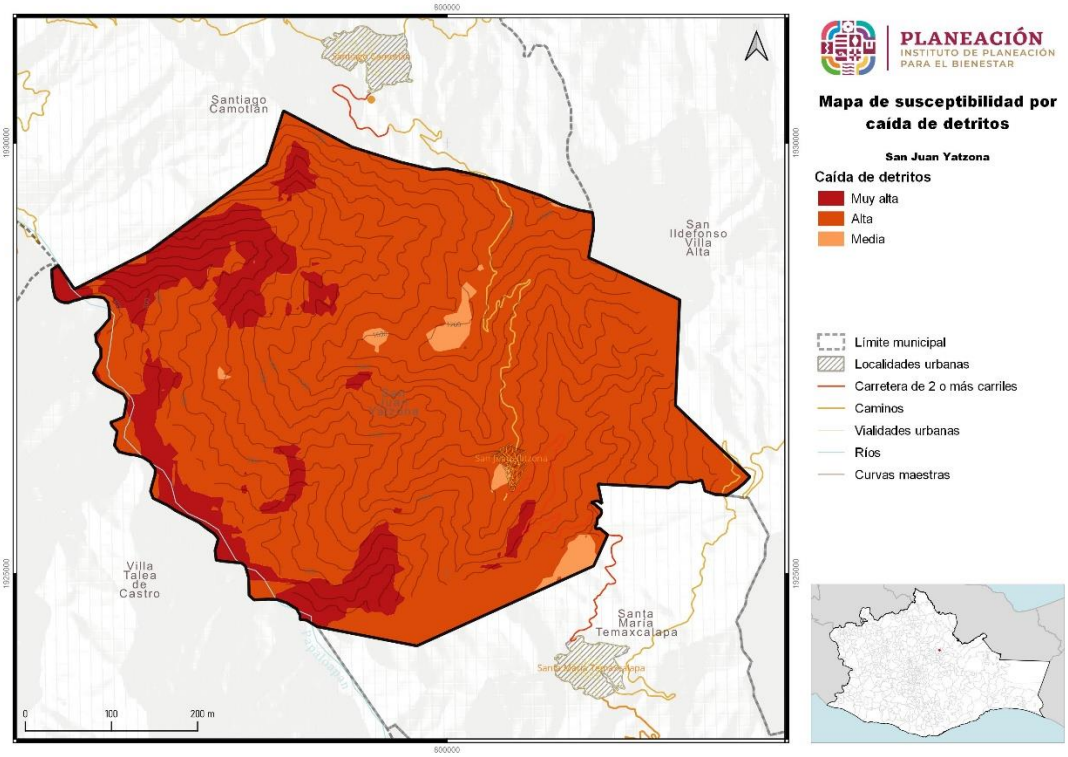
En el Municipio de San Juan Yatzona se reconocieron zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían viviendas o infraestructura, debido a que la población se asienta en la parte de las laderas de los cerros cercanos. De esta manera, el **RIESGO POR DERRUMBES ES MUY ALTO** en general para el Municipio, por presencia de población expuesta.

Caída de detritos

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

En las montañas podemos tener otra de las áreas de alimentación que son los depósitos aluviales correspondientes a anteriores etapas de actividad fluvial y en el municipio de San Juan Yatzona presenta estas características con niveles de caída de detritos en una escala Media en un 1.71% (49.91 hectáreas); **Alta** con 83.7% (2439.91 hectáreas); Muy Alta con 14.59% (425.23 hectáreas), como se muestra en el mapa.

Mapa 38. Mapa de susceptibilidad por detritos



En el territorio, se espera un peligro por caída de detritos en una superficie de 2439.91 hectáreas como **Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Muy Alto** y **Medio**.

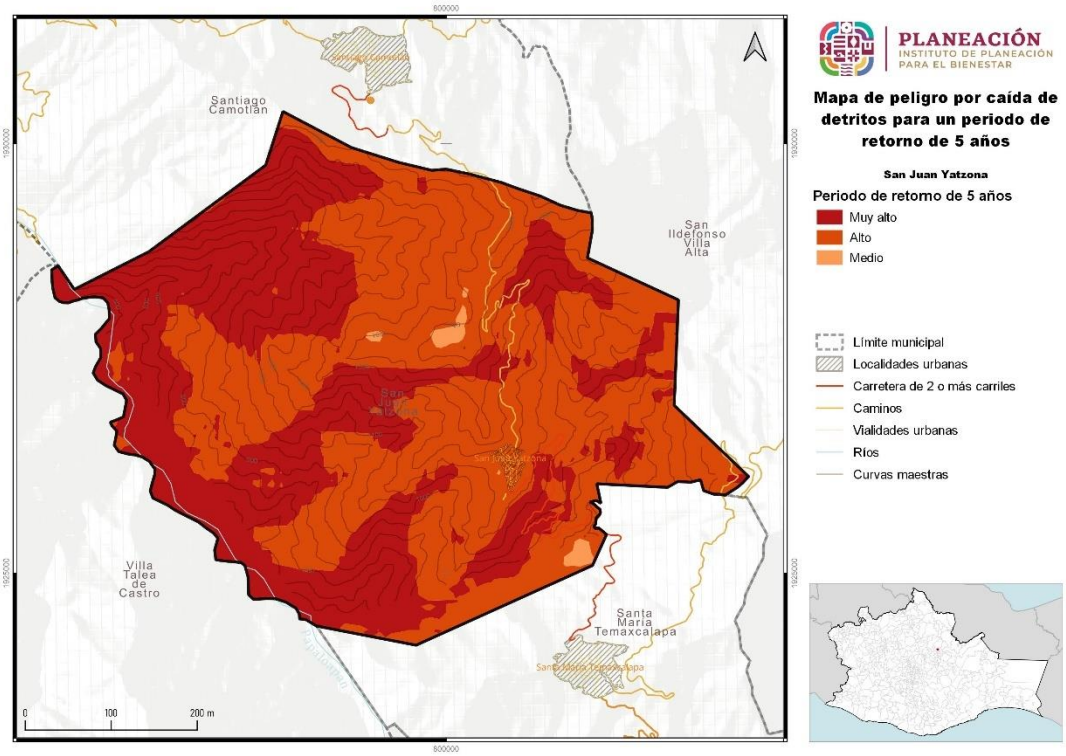
Vulnerabilidad y riesgo por detritos

En el Municipio de San Juan Yatzona se reconocieron varias zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían viviendas o infraestructura, debido a que la población se asienta en la parte de las laderas de los cerros cercanos. De esta manera, el **RIESGO POR DETRITOS ES ALTO** en general para el Municipio.

V.1.1.11 Peligro por caída de detritos periodo de retorno de 5 años

Para peligros por caída de detritos en un periodo de retorno de lluvias de 5 años **(PR 5 años)** el municipio presenta un 44.37% (1293.48 hectáreas) con un nivel de Peligro Muy Alto, seguido de un nivel de peligro **Alto** con un 54.95% (1601.71 hectáreas), finalmente con un nivel Medio de peligro el 0.68% (19.88 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 39. Mapa de susceptibilidad por detritos periodo de retorno de 5 años



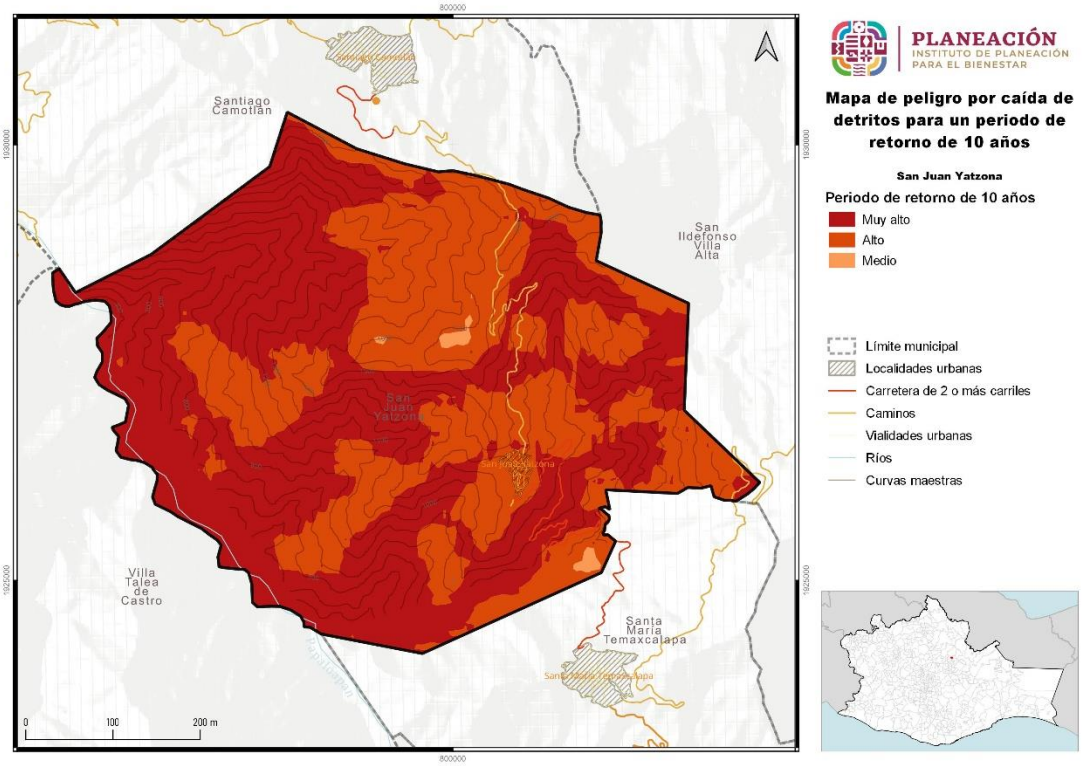
En el territorio, se espera un peligro por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años en una superficie de 1601.71 hectáreas como **Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Alto**.

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

V.1.1.12 Peligro por caída de detritos periodo de retorno de 10 años

Para peligros por caída de detritos en un periodo de retorno de lluvias de 10 años **(PR 10 años)** el municipio presenta un 59.02% (1720.47 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de un nivel de peligro Alto con un 40.55% (1181.92 hectáreas), finalmente con un nivel Medio de peligro el 0.43% (12.68 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 40. Mapa de susceptibilidad por detritos periodo de retorno de 10 años



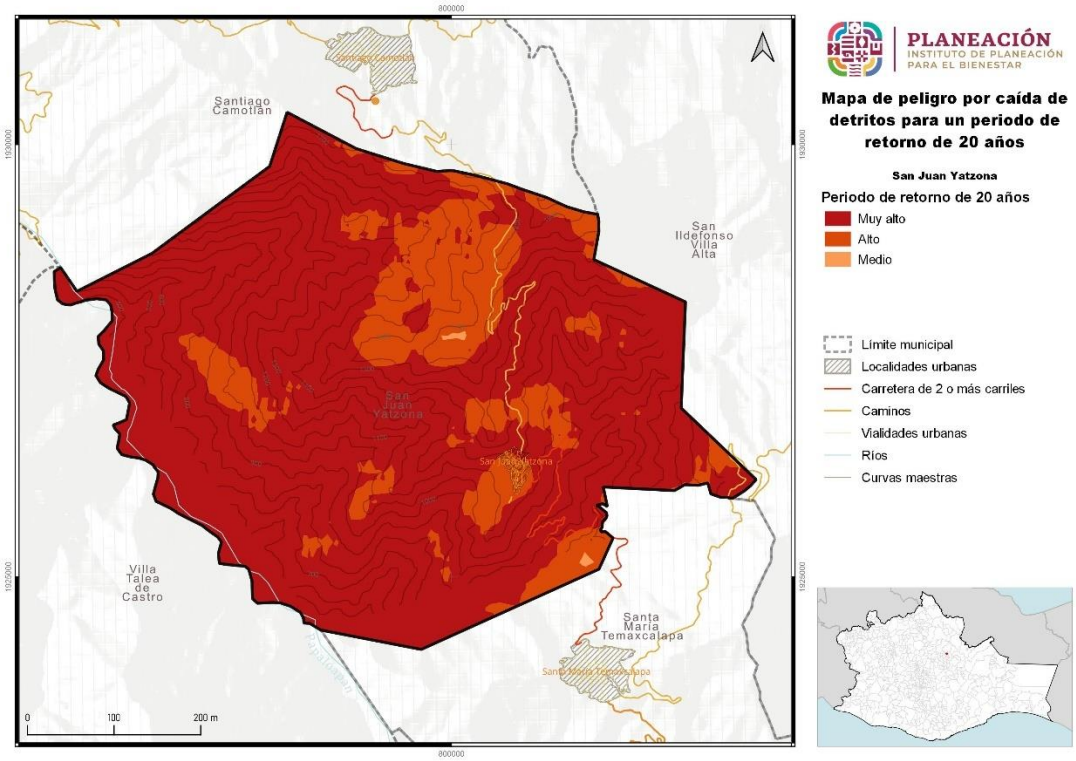
En el territorio, se espera un peligro por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años en una superficie de 1181.92 hectáreas como **Alto**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Muy Alto**.

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

V.1.1.13 Peligro por caída de detritos periodo de retorno de 20 años

Para peligros por caída de detritos en un periodo de retorno de lluvias de 20 años **(PR 20 años)** el municipio presenta un 81.85% (2388.99 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de un nivel Alto con un 17.94% (522.91 hectáreas), finalmente con un nivel Medio de peligro el 0.11% (3.15 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 41. Mapa de susceptibilidad por detritos periodo de retorno de 20 años



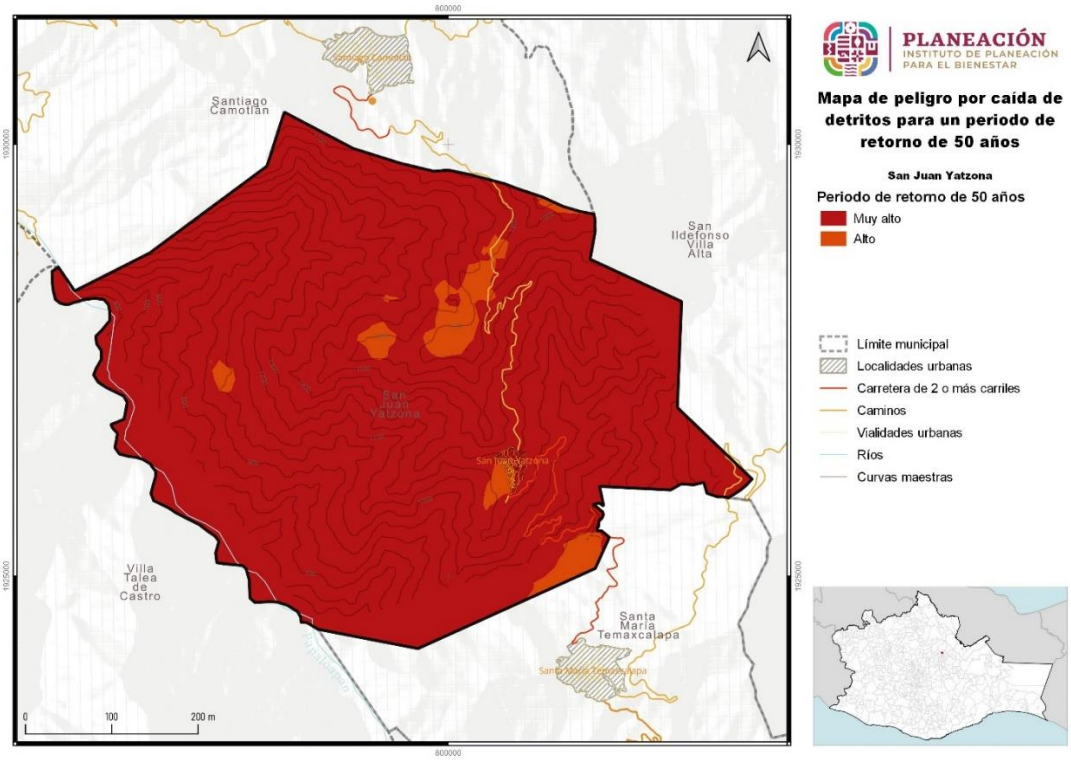
En el territorio, se espera un peligro por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años en una superficie de 522.91 hectáreas como **Alto**, abarcando con 80% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio 2388.99 hectáreas se espera un peligro **Muy Alto**.

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

V.1.1.14 Peligro por caída de detritos periodo de retorno de 50 años

Para peligros por caída de detritos en un periodo de retorno de lluvias de 50 años **(PR 50 años)** el municipio presenta un 96.04% (2799.76 hectáreas) con un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de un nivel Alto con un 3.96% (115.32 hectáreas) de su territorio municipal.

Mapa 42. Mapa de susceptibilidad por detritos periodo de retorno de 50 años



En el territorio, se espera un peligro por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años en una superficie de 2799.76 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando con 70% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio 2388.99 hectáreas se espera un peligro **Alto**.

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

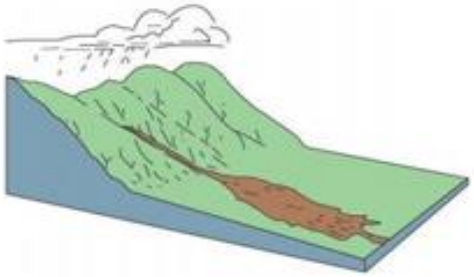
V.1.1.15 Susceptibilidad por flujos

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 del talud está asociada a zonas de montañas donde una precipitación puede movilizar los detritos del manto e incorporarlos a un proceso de flujo. El material involucrado puede ser detritos de roca alterada o acumulaciones de material de escombro y/o material retrabajado.

Avalancha. Son flujos extremadamente rápidos de detritos secos. Algunos deslizamientos o caídas de roca de gran magnitud se pueden convertir en avalanchas.

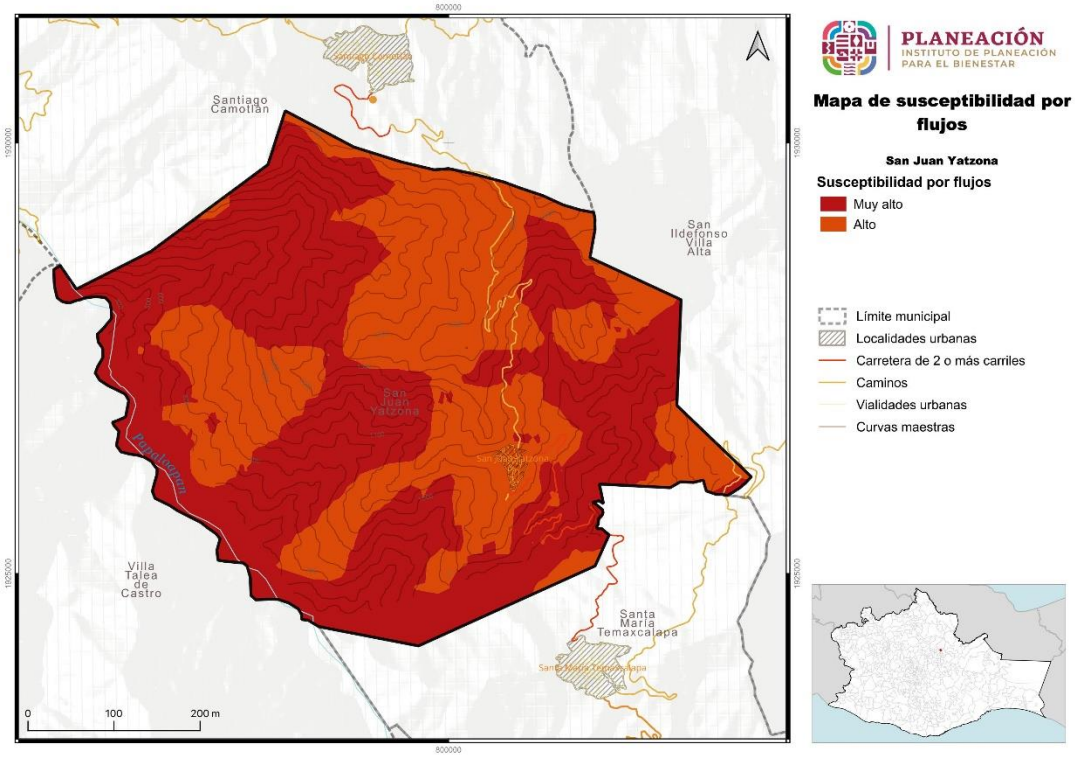
Imagen 4. Mecanismo potencial de Flujos



Peligro por Flujos

Entendida como la predisposición que tiene una ladera a desarrollar un proceso de remoción en masa, el análisis de susceptibilidad a flujos se presenta mediante una metodología de análisis espacial, basada en la asignación de puntajes para cada elemento que conforma cada una de las seis variables que componen el presente análisis. Posteriormente se ponderaron las variables de acuerdo con su importancia para detonar el proceso de susceptibilidad por flujos. San Juan Yatzona presenta estas características con una escala Alta con 41.67% (1212.86 hectáreas); y **Muy Alta** con 58.33% (1698.1 hectáreas), como se muestra en el mapa.

Mapa 43. Susceptibilidad por flujos



Vulnerabilidad y riesgo por Flujos

En el Municipio de San Juan Yatzona se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían infraestructura, viviendas o edificaciones, debido a que ocurrirían en las laderas de los cerros. De esta manera, el **RIESGO POR FLUJOS ES MUY ALTO** en el Municipio de San Juan Yatzona debido a la población expuesta.

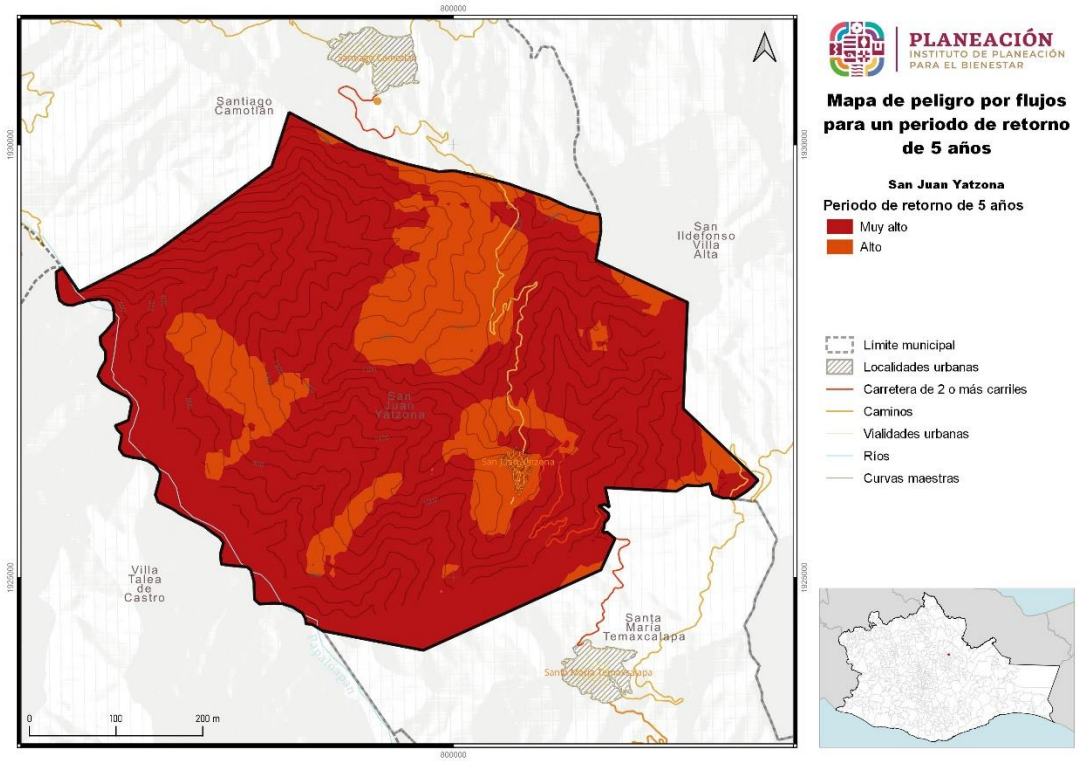
V.1.1.16. Peligro por Flujos periodo de retorno de 5 años

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

Para peligro de flujos en un periodo de retorno de lluvias de 5 años **(PR 5 años)**, el municipio presenta el 77.44% (2257.31 hectáreas) de su territorio un nivel de Peligro

Muy Alto, seguido de un nivel Alto con 22.56% (657.77 hectáreas) en su territorio municipal.

Mapa 44. Mapa de peligro por flujos para un periodo de retorno de 5 años



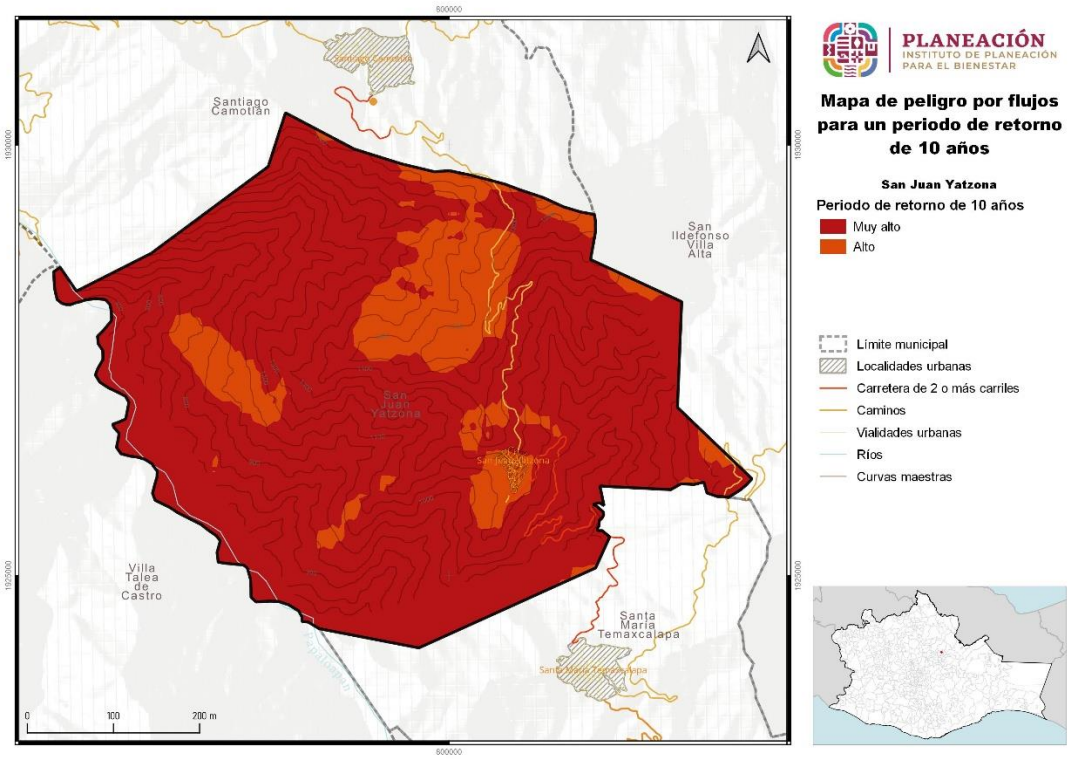
En el territorio, se espera un peligro por flujos para un periodo de retorno de 5 años en una superficie de 657.77 hectáreas como **Alto**, abarcando la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Muy Alto**.

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

V.1.1.17. Peligro por flujos periodo de retorno de 10 años

Para flujos en un periodo de retorno de lluvias de 10 años **(PR 10 años)**, el municipio presenta el 84.63% (2466.95 hectáreas) de su territorio un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de un nivel Alto con 15% (448.14 hectáreas).

Mapa 45. Mapa de peligro por flujos para un periodo de retorno de 10 años



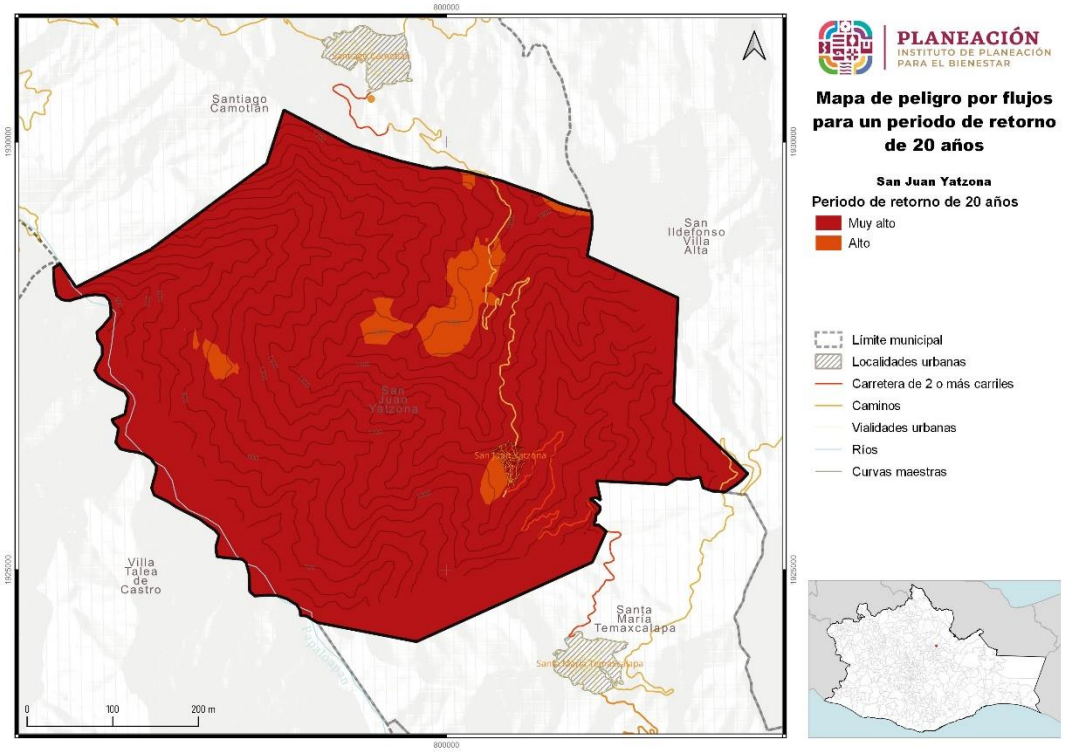
En el territorio, se espera un peligro por flujos para un periodo de retorno de 10 años en una superficie de 448.14 hectáreas como **Alto**, abarcando la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Muy Alto**.

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

V.1.1.18. Peligro por Flujos periodo de retorno de 20 años

Para flujos en un periodo de retorno de lluvias de 20 años **(PR 20 años)**, el municipio presenta el 95.93% (2796.5 hectáreas) de su territorio a un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de un nivel Alto con 4.07% (118.57 hectáreas).

Mapa 46. Mapa de peligro por flujos para un periodo de retorno de 20 años



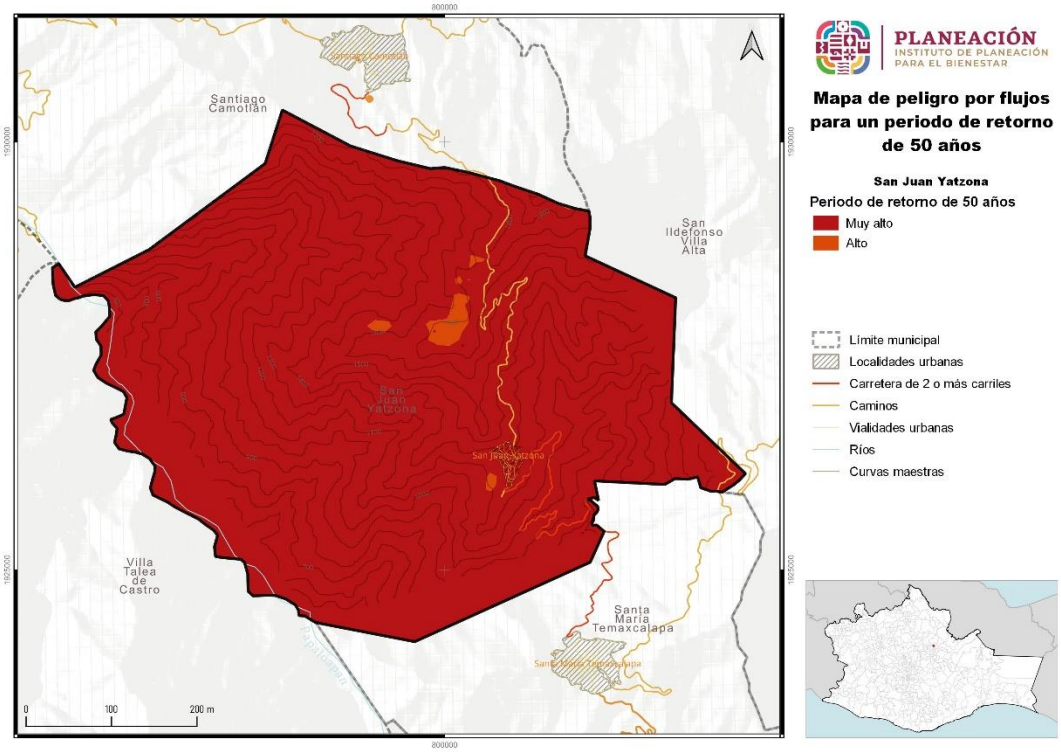
En el territorio, se espera un peligro por flujos para un periodo de retorno de 20 años en una superficie de 2796.5 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Alto**.

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

V.1.1.19. Peligro por flujos periodo de retorno de 50 años

Para peligro de flujos en un periodo de retorno de lluvias de 50 años **(PR 50 años)**, el municipio presenta un 99.18% (2891.27 hectáreas) un nivel de Peligro **Muy Alto**, seguido de Alto con un 0.82% (23.83 hectáreas), de su territorio municipal.

Mapa 47. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 50 años



En el territorio, se espera un peligro por flujos para un periodo de retorno de 50 años en una superficie de 2891.27 hectáreas como **Muy Alto**, abarcando la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio se espera un peligro **Alto**.

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

V.1.2 Sismo

Es uno de los fenómenos derivados de la dinámica interna de la Tierra que se ha presentado a lo largo de la historia geológica. Los sismos no pueden predecirse, no existe un procedimiento confiable que establezca con claridad fecha y 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 magnitudes máximas, en función de los antecedentes históricos y estudios geofísicos (CENAPRED, 2004:2006).

En el caso de la República Mexicana, ésta se localiza en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo llamada Cinturón 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).

Intensidad Sísmica

La intensidad de un sismo se refiere a un lugar determinado; se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y, en general, en el terreno natural.

En la tabla se muestra la escala de intensidad de Mercalli modificada abreviada. Para cada grado se presentan, de manera resumida, los principales efectos asociados.

Tabla 28. Escala de Intensidad de Mercalli Modificada Abreviada

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

Magnitud Sísmica

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

Trabajo de campo.

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

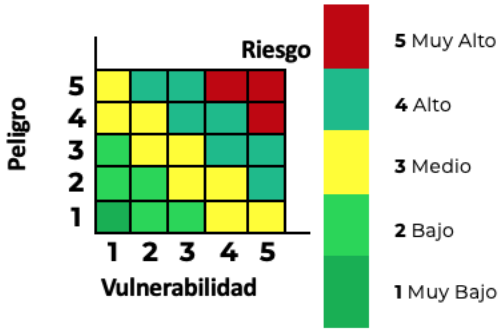
Integración de la información.

Con los datos obtenidos en campo y el cruce de los mapas temáticos de los factores condicionantes capaces de producir un peligro geológico, se elaboraron los mapas de peligros y susceptibilidad, estableciéndose los diferentes grados de ocurrencia de cada fenómeno. Asimismo, se realizó la interpretación de los datos y se obtuvieron parámetros estadísticos.

Para determinar las probabilidades de ocurrencia de distintos fenómenos en el Atlas, se obtuvieron datos de campo, bibliografía y cartografía temática, entrevistas con académicos, autoridades, Consejo Municipal de Ordenamiento Territorial y actores locales del municipio.

Para mostrar los resultados de los estudios de peligro a nivel local se utilizaron mapas, encuestas; en estos mapas se identificaron los tipos e intensidades de los eventos que ocurrieron y pueden ocurrir plasmándolas en una línea de tiempo. Los mapas se integraron al SIG municipal, el cual tiene como objetivo difundir información sobre los problemas que se presentan en el municipio y tener una visión sistémica sobre la distribución geográfica de los riesgos y que pueda constituirse como una base de conocimiento, y un instrumento operativo para los programas y planes de Protección Civil (PC).

Para el estudio individual de cada riesgo, es importante explicar algunos conceptos generales sobre la medición del riesgo. El riesgo se calcula en función de una formulación probabilística, que se expresa de la manera que se describe a continuación.



$$Riesgo = Peligro * Vulnerabilidad$$
$$R = P \times V$$
Matriz de Riesgo

Peligro (P), probabilidad de ocurrencia de un evento de cierta intensidad, tal que pueda ocasionar daños en un sitio dado. ***Vulnerabilidad (V)***, se expresa como una probabilidad de daño. Finalmente, **Riesgo** es el resultado de los dos factores más la exposición o valor.

Peligros Geológicos

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

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

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

Tabla 29. Resumen de los principales procesos geológicos capaces de provocar daños.

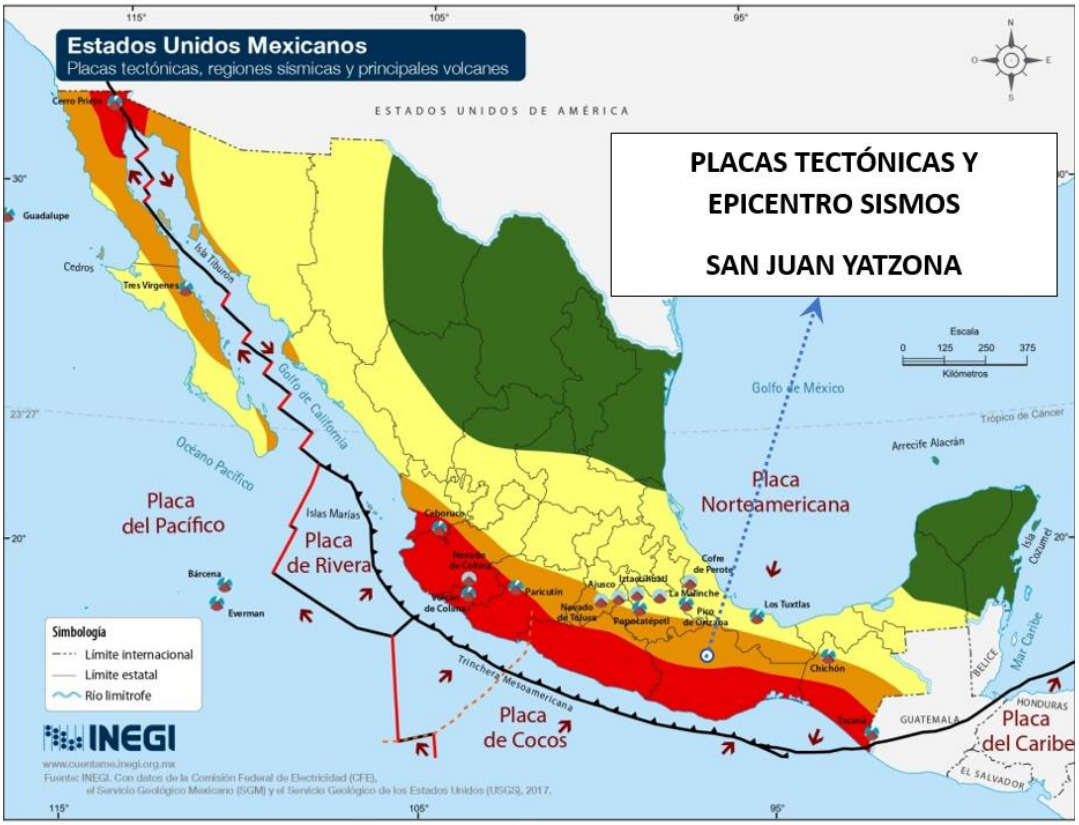
Procesos geodinámicos internos	• Terremotos (fallas, fracturas); • Vulcanismo (derrames de lava, caída de cenizas, flujos piro-plásticos, lahares y avalanchas de escombros).
Procesos geodinámicos externos	• Remoción en masa (deslizamientos, flujos de lodo, derrumbes); • Hundimientos y subsidencia; •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

Sistemas Expuestos

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

Placas Tectónicas detonadores de sismos en el Municipio

Mapa 48. Placas tectónicas



Regionalización sísmica de la República Mexicana (CFE, 2015)

Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas

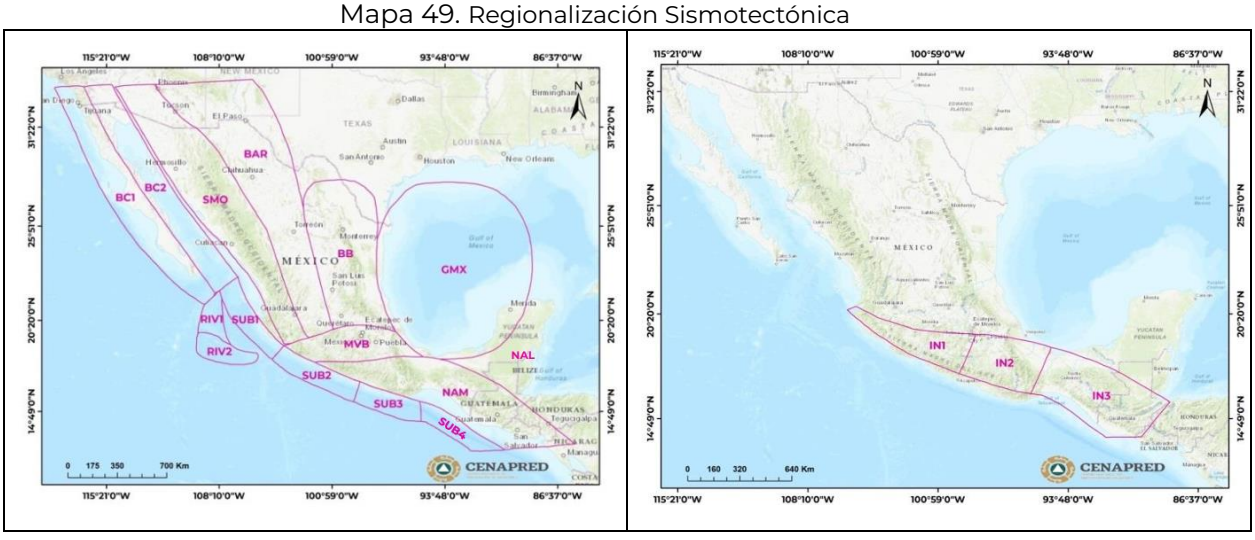
de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, en la figura se muestra estas placas.

V.1.2.1. Peligro/amenaza por sismo

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

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

Mapa 49. Regionalización Sismotectónica



Regionalización sismo tectónica de la República Mexicana. Sismos someros y Profundos.

Tabla 30. Regionalización sismotectónica de la República Mexicana-sismos someros

Región	Características
	SISMOS SOMEROS
SUB1	Zona de eventos intraplaca somero del tipo de subducción (profundidad <40 Km). Zona de transición de la convergencia entre placas Rivera y norteamericana (NOAM) a la convergencia Cocos-NOAM.
SUB2	Zona de eventos interplaca someros del tipo de subducción. Convergencia Cocos-NOAM.
SUB3	Zona de eventos intraplaca someros del tipo de subducción. Convergencia Cocos-NOAM, zona de transición.
SUB4	Zona de eventos intraplaca someros del tipo de subducción. Convergencia Cocos-Caribe.
MVB	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros (h < 40 Km), dentro de la provincia tectónica del Eje Volcánico Mexicano.
NAM	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros.
BC1	Zona de eventos intraplaca (pacífico), profundidad < 20 Km, Península de Baja california.
BC2	Zona de eventos intraplaca (Pacifico-NOAM), profundidad < 20 Km, Península de Baja California.
SMO	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros, provincia Sierra Madre Occidental.
BAR	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros, provincias de Cuencas y Sierras-Fisura del Río Bravo.
BB	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros, provincia de la Cuenca de Burgos.
RIV1	Zona de eventos intraplaca someros de fallamiento normal principalmente, interface Pacífico-Rivera.
RIV2	Zona de eventos intraplaca someros de fallamiento de rumbo principalmente, interface Pacífico-Rivera.
RIV3	Zona de eventos intraplaca de subducción somera. Interface Rivera-NOAM
GMX	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros. Región del Golfo de México.
NAL	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros de baja magnitud-baja periodicidad.

Tabla 31. Regionalización sismotectónica de la República Mexicana-sismos intermedios

Región	Características
	SISMOS INTERMEDIOS
IN1	Zona de eventos intraplaca (Cocos) de profundidad intermedia (40 Km < h < 120 Km). Relacionados a la interface Cocos-NOAM
IN2	Zona de eventos intraplaca (Cocos) de profundidad intermedia. Relacionados a la zona de transición.

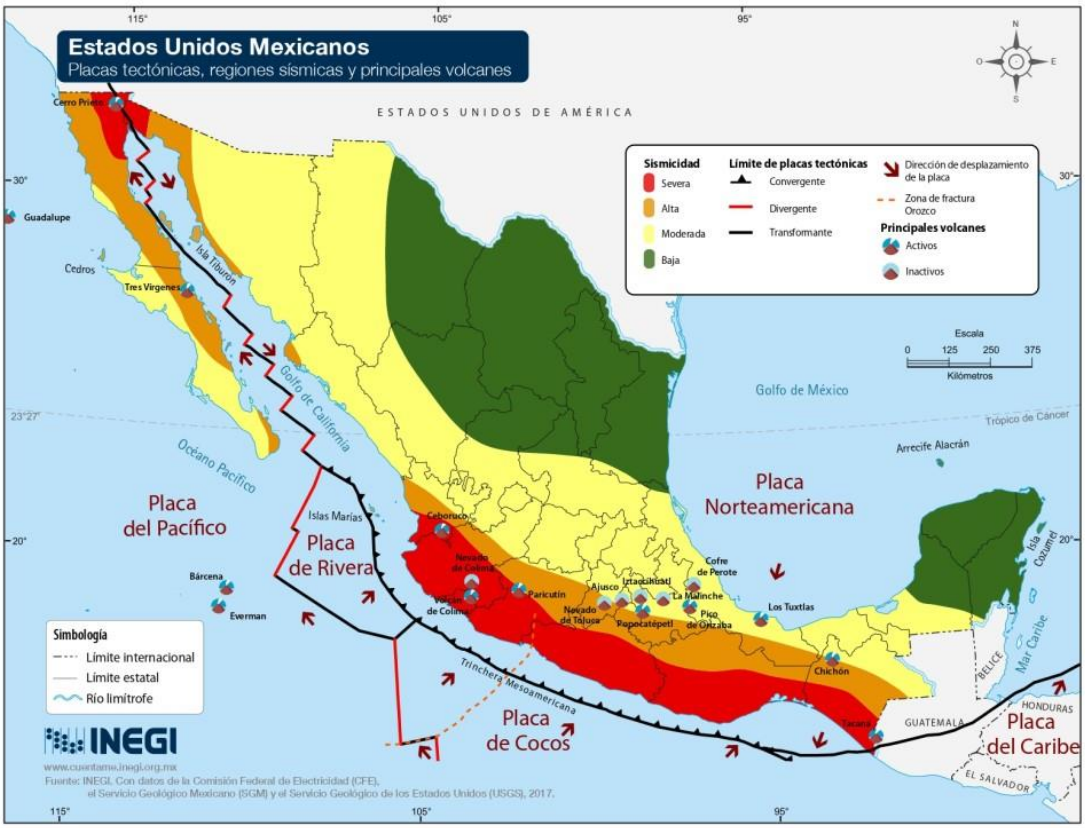
Zonas Sismogenéticas para Oaxaca

SUB3: Zona de eventos de subducción y de acoplamiento entre la placa de Norteamérica y Cocos, profundidad somera (h < 40 km). **SB4:** Fuerte zona de eventos de subducción de acoplamiento. Convergencia entre las placas de Cocos-Caribe. **NAM:** Intraplaca o corticales en la placa norteamericana al sureste de México. No relacionados con el régimen volcánico de la Faja Volcánica Transmexicana. **IN2:** Zona

de eventos intraplaca de profundidad intermedia (40 km < h < 260 km). Zona de transición de la placa de Cocos y corresponde a la extensión a profundidad de la región **SUB3**. **IN3:** Zona de eventos intraplaca o corticales en la Placa de Cocos, de profundidad intermedia (40 km ≤ h < 460 km). Extensión en profundidad de la zona **SUB4**. **MVB:** Zona de eventos intraplaca de la parte somera (h < 15 km) de la placa norteamericana, asociado a esfuerzos tensionales en el centro de México. Estos esfuerzos están relacionados con la ubicación del Cinturón Volcánico Mexicano.

Con base en el mapa de zonas sísmicas (CFE, 2015), al CENAPRED y el Instituto de ingeniería de la UNAM, el municipio de San Juan Yatzona, se ubica dentro de los 632 municipios del país en la **Zona C**, que es de **alta sismicidad**, como se muestra en la figura.

Mapa 50. Regionalización sísmica



Regionalización sísmica de la República Mexicana (CFE, 2015)

Mapas de aceleraciones para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

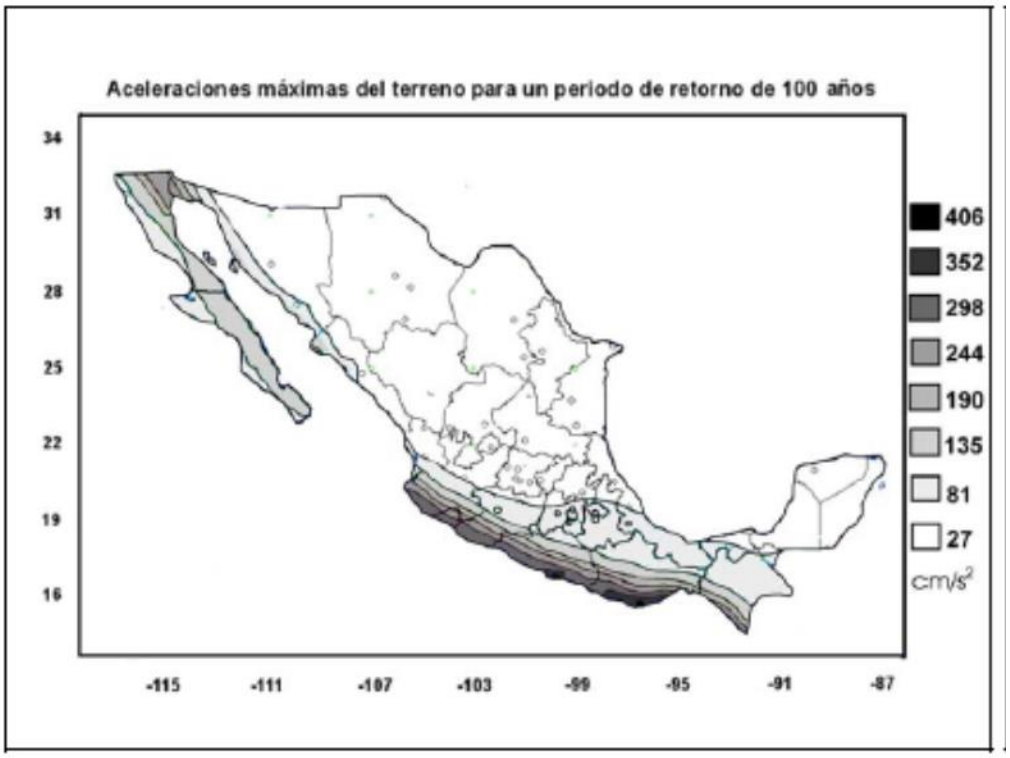
Estos mapas contienen información fundamental para especialistas de diseño de la construcción con un enfoque de protección civil, aportando información de niveles de

peligro para un sitio dado en función de la vida útil de la mayoría de las construcciones e intensidades en términos de aceleración del terreno firme asociadas a periodos de retorno de 10, 100, y 500 años (tiempo medio en años que tarda un sismo en repetirse y con el que se exceda una aceleración dada), como se muestran en las figuras.

Mapa 51. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 10 años (CFE, 2010)



Mapa 52. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 100 años (CFE, 2010)



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

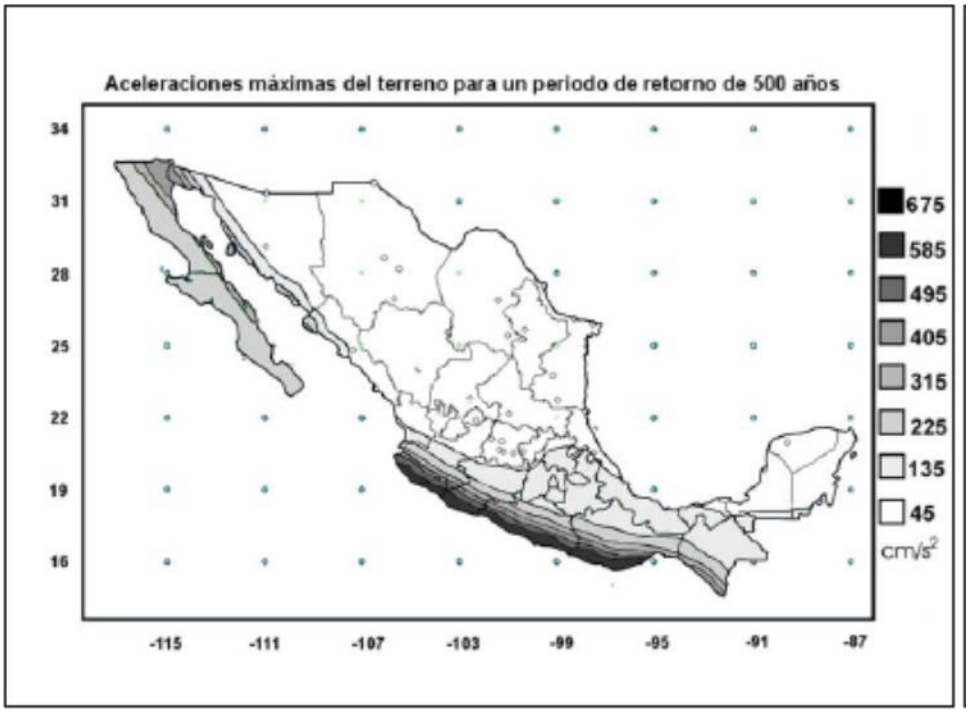


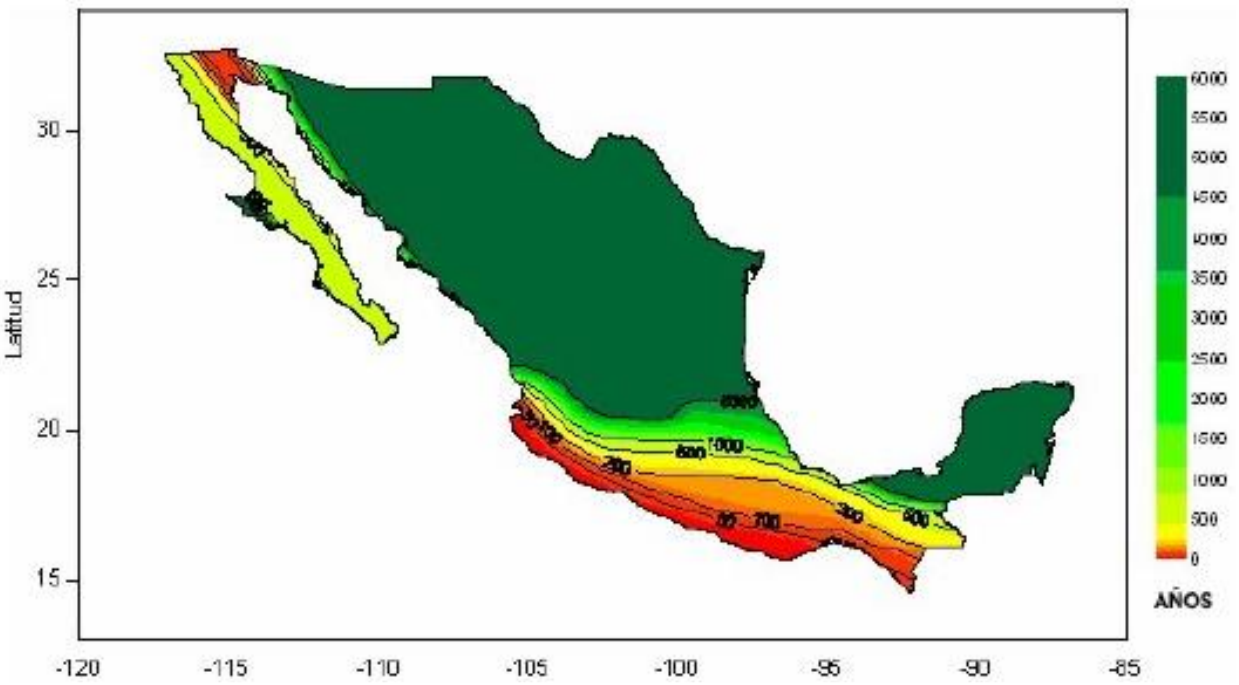
Tabla 32. Valores de aceleración máxima del terreno, correspondientes a periodos de retorno de 10, 100 y 500 años para San Juan Yatzona. Fuente: CENAPRED, 2014.

A máx. (Gal*) para Tr = 10 años	A máx. (Gal*) para Tr = 100 años	A máx. (Gal*) para Tr = 500 años
34	81	135

***1Gal= 1 cm/s²**

Se sabe que, para los tipos constructivos que predominan en el municipio, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (aceleración de la gravedad terrestre). Por tal razón, utilizando información de CFE del mapa de periodos de retorno para aceleraciones de 0.15 de g o mayores, ver figura.

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

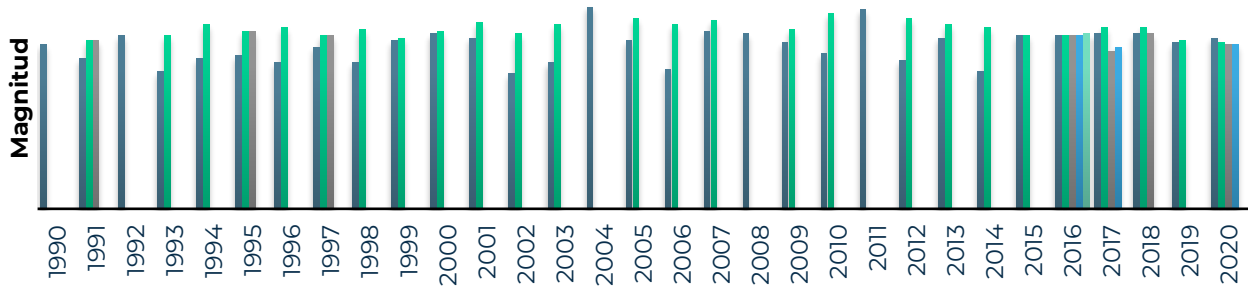


Estimación Peligro Sísmico

Sismos ocurridos nivel internacional

A lo largo de la historia los terremotos han causado y siguen causando muerte y sufrimiento y su ocurrencia se ha incrementado de una manera alarmante en todo el mundo (UNDP, 2004, 2015; IPCC, 2012). Normalmente cuando se combinan, la ocurrencia de estos eventos y un grado alto de vulnerabilidad de la población, normalmente las consecuencias son muy severas (WVI, 2011; UNDP, 2015; IPCC, 2012; Bunsfield, 2010, 2011). Por ejemplo, la United States of Geological Survey (USGS), ha publicado un reporte donde menciona que del periodo de 1990 a Julio del 2020 han ocurrido un total de 68 terremotos considerados por la USGS (United States Geological Survey) como los más grandes y mortíferos (USGS, 2020); Ver figura.

Gráfica 7. Sismos ocurridos de 1990-2020 (USGS, 2020).

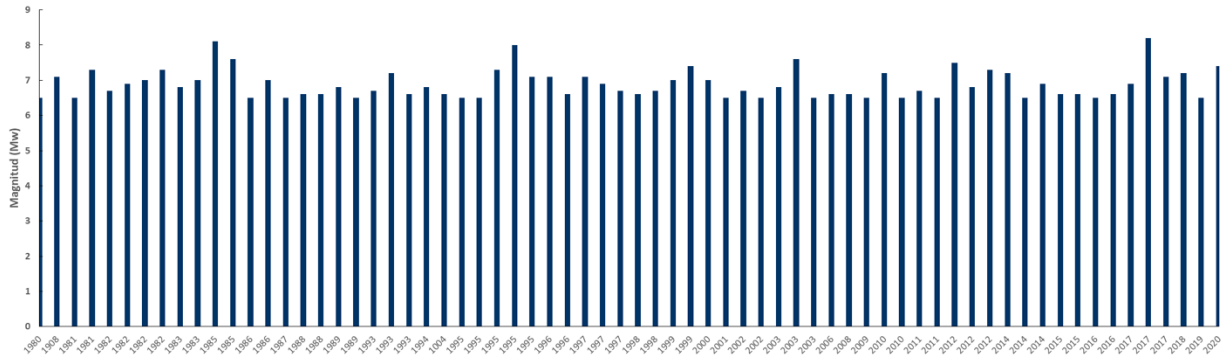


Los datos de la figura muestran que desde el año 1990 hasta 2020 siempre ha ocurrido al menos un terremoto de gran magnitud y de consecuencias devastadoras para las regiones donde han ocurrido. En algunos años han ocurrido hasta cinco eventos de esta naturaleza por año; por ejemplo, los años 2016 (Sumatra indonesia, Muisne Ecuador, Amberly New Zealand, Solomon Islands y Papua New Guinea), 2017 (Papua New Guinea, Chiapas-México, Morelos-México e Iraq) y 2020 (Lucea Jamaica, Severo Rusia, New Zealand y Oaxaca-México) (USGS, 2020). Las consecuencias en términos de pérdidas de vidas humanas y de viviendas han sido devastadoras. Por ejemplo, en el terremoto de Haití se perdió la vida de 316,000 personas (WVI, 2011; USGS, 2015).

Sismos ocurridos nivel nacional

México se localiza en una de las zonas de mayor actividad sísmica a escala mundial como se puede observar en la gráfica. Esta alta sismicidad se debe a la interacción entre las placas tectónicas: *Placa Norteamérica, Placa del Pacifico, Placa de Cocos, Placa de la Rivera y Placa del Caribe*. Los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados.

Gráfica 8. Registro de terremotos más significativos en el País



Los datos de la figura muestran que desde el año 1980 hasta el año 2020 ha ocurrido al menos un terremoto de gran magnitud y de consecuencias devastadoras en México, por ejemplo, el año de 1985 (Michoacán 8.1 Mw; Zihuatanejo-Gro., 7.6 Mw); 1995 (Manzanillo-Colima, 8.0 Mw); 2003 (Colima, 7.6 Mw); 2012 (Ometepec-Gro., 7.5 Mw); 7 y 19-S de 2017 (Pijijiapan-Chiapas, 8.2 Mw y Morelos 7.1 Mw,); y 2020 (Crucecita-Oaxaca, 7.4 Mw). Las consecuencias en términos de pérdidas de vidas humanas y de viviendas han sido severas, 32 años después del sismo de 19-S de 1985, “Otra vez un 19 de septiembre” esta vez de 2017 deja más de 280 víctimas mortales, desde aquel sismo que dejase unos 10 000 muertos, habían pasado 11 687 días sin que ningún otro terremoto hubiese causado ni un solo fallecimiento en la capital.

Y en ese periodo, sólo cinco terremotos de siete grados o más habían dejado daños, a continuación, se resume sismos más representativos ocurridos en el país:

- 27 de julio de 1957.- **M7.7** con epicentro en sureste de Acapulco (sur). Provocó la caída del Ángel de la Independencia de Ciudad de México. Se sintió en el centro del país y de manera puntual en la capital y ocasionó 700 muertos y 2 mil 500 heridos.

- 19 de septiembre 1985.- **M8.1** con epicentro en las costas de Michoacán (oeste). Provocó la destrucción de un tercio de los edificios de la Ciudad de México y dejó más de 20 mil fallecidos. El sismo de 1985 dejó a casi un millón de personas a dejar sus hogares. (Archivo General de la Nación).
- 9 de octubre 1995.- **M7.5** con epicentro en los estados de Colima y Jalisco. 61 muertos.
- 15 de junio 1999.- **M6.7** con epicentro en las costas del Pacífico. 18 muertos, más de 200 heridos y 16 mil damnificados.
- 30 de septiembre 1999.- **M7.4** Richter con epicentro en Oaxaca (sur). 39 muertos, 50 heridos y 250 mil damnificados.
- 21 de enero 2003.- **M7.6** Richter con epicentro en el estado de Colima (oeste). 30 muertos, 400 heridos y 30 mil damnificados.
- abril de 2010.- **M7.2** con epicentro al suroeste de la ciudad de Guadalupe Victoria a 60 kilómetros al sur-sureste de la ciudad de Mexicali, Baja California. El sismo provocó la ruptura de una falla con 120 kilómetros de longitud en dirección a la ciudad fronteriza. Se reportaron cuatro decesos ni personas heridas.
- 20 de marzo de 2012.- **M7.5** con epicentro en Ometepec, Guerrero (sur). Es el sismo con más réplicas en la historia de México al registrar 44 sismos de magnitud superior a 4.5 tras un mes de su ruptura.
- 18 de abril de 2014.- **M7.2** con epicentro al sur de Petatlán, Guerrero. El sismo ocurrió al norte de la región sísmica conocida como Brecha de Guerrero y ocasionó daños en edificios y caídas de bardas, en la capital mexicana y graves daños en casas y edificios públicos en Guerrero.
- 7 de julio de 2014.- **M7.1** con epicentro al suroeste de Tapachula, Chiapas. El movimiento dejó dos muertos y 37 lesionadas, además de daños parciales o totales en casi 3 mil viviendas y otros inmuebles en 17 municipios del estado de Chiapas.
- 7 de septiembre 2017.- **M8.2** con epicentro en el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca). Se sintió en los estados de Oaxaca, Chiapas, Tabasco Veracruz y Ciudad de México y dejó como saldo 98 muertos y daños materiales.
- 19 de septiembre 2017.- **M7.1** con epicentro en los límites de los estados de Morelos y Puebla. 319 víctimas mortales, 181 de ellas en Ciudad de México hasta el momento.
- 23 de septiembre 2017.- **M6.1** con epicentro en Unión Hidalgo (Oaxaca). 4 muertos, dos en Ciudad de México.

- 16 de febrero de 2018.- **M7.**2 con epicentro al sur de Pinotepa Nacional en Oaxaca. Se reportaron caída de bardas en Ciudad de México y daños importantes en Pinotepa Nacional.
- 23 de junio de 2020.- **M7.5** con epicentro en la localidad de Crucecita (Oaxaca). El sismo fue de larga duración y se sintió en varios puntos del país, con activación de alarmas en la Ciudad de México. Se reporta un fallecido por el momento.

Sismos ocurridos a nivel estatal

En la figura se presentan datos de sismos ocurridos en el Estado de Oaxaca, considerado el de más alta sismicidad en el país, como se reporta el mayor número de sismos durante el mes de agosto de 2020 fue el estado de Oaxaca, donde se concentra el 43% de la actividad sísmica reportada en este periodo. Algunos de estos eventos continúan siendo réplicas del sismo de **M7.4** que ocurrió el día 23 de junio del 2020. Cabe mencionar que en el 32 aniversario del sismo del 19s de 1985, cinco terremotos en los últimos 37 años causaron estragos, devastación y muerte en el estado, el sismo ocurrido el 7 de septiembre de 2017 de acuerdo a cifras oficiales dejó 78 personas muertas, 100 mil damnificados y miles de casas colapsadas y dañadas, tan sólo en la región del Istmo de Tehuantepec.

El 24 de octubre de 1980, sismo ocurrido en Huajuapan de León dejando 54 muertos y 368 heridos, 15 mil damnificados, 23 templos dañados, 75 escuelas averiadas, 2 mil viviendas caídas, 300 tuvieron que demolerse y 5 mil que requirieron reparaciones. Según reportes de la prensa hubo 35 mil damnificados en 300 localidades afectadas en la mixteca, y se estimó que un 80 por ciento de daños a las viviendas ocurrieron en Huajuapan.

De acuerdo al CENAPRED, el sismo de 1985 dejó en Oaxaca y Guerrero 10 mil personas damnificadas y afectaciones en 2 mil 204 viviendas, 20 escuelas, 11 templos y edificios públicos.

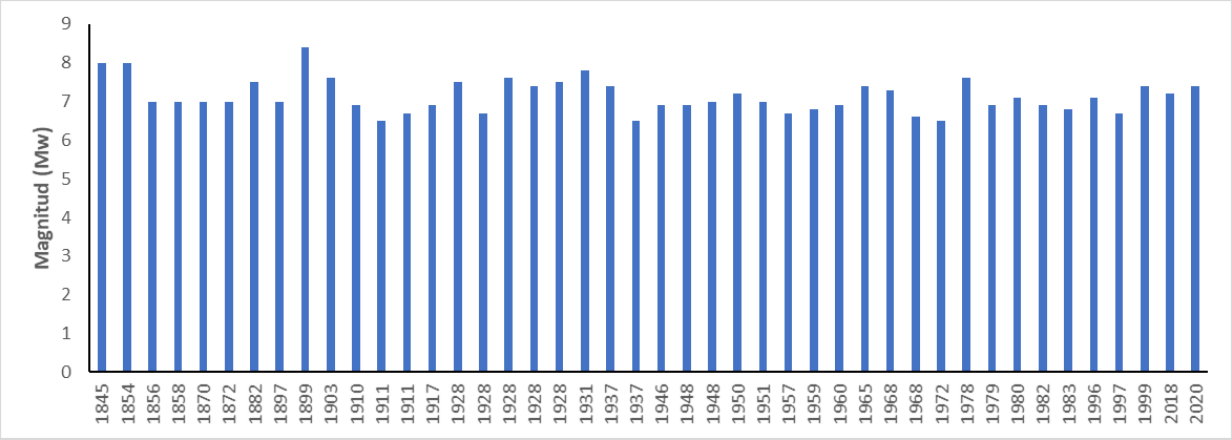
En el año 1999, dos sismos colapsaron el estado Oaxaqueño y dejaron decenas de personas muertas. El primer sismo de ese año Puebla – Oaxaca, dejando 15 personas muertas, 2 millones de personas damnificadas la mayor parte en Puebla, mientras que, para el estado, 7 mil 867 viviendas dañadas en Oaxaca, 22 edificios de salud, 468 escuelas y 109 inmuebles históricos. El costo de este terremoto en daños se estimó en 150.9 millones de dólares.

El 30 de septiembre de 1999, un terremoto de **M7.4** con epicentro en Oaxaca dejó 39 muertos, 50 heridos y 360 mil damnificados. Además de 43 mil 200 viviendas afectadas, 2 mil 800 escuelas, 270 edificios en la ciudad, 15 unidades de salud y 240 iglesias, de acuerdo con datos de CENAPRED.

Algunos sismos históricos: 7 de septiembre de 2017, **M8.2**; 23 de agosto de 1965, **M7.4**; 29 de noviembre de 1978, **M7.6**; 2 de agosto de 1968, **M7.3**; 14 de enero 1931, **M7.8** y 28 de marzo de1787, **M8.6**.

En la figura se muestra un registro histórico de sismos más significativos ocurridos en el estado.

Gráfica 9. Registro de terremotos más significativos en el Estado de Oaxaca.



Sismos ocurridos a nivel Municipal

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

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

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

La amplificación de las ondas sísmicas en sedimentos blandos cerca de la superficie ha sido reconocida desde hace varias décadas. Los sismos como el de Michoacán, México de 1985 (IMCYC 1986, Ríos 1986, Sarriá 1986, Singh S. K. et al. 1988), que involucró a muchos sismólogos e ingenieros sísmicos en el estudio de la respuesta de sitio. El

conocimiento de los efectos que tiene un sismo sobre una ciudad se puede representar gráficamente en un mapa, y por considerar un área geográfica pequeña con gran detalle se le llama mapa de microzonificación sísmica.

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

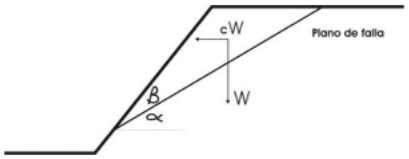
La primera fase consiste en definir las zonas sismogenéticas a través del estudio de la sismicidad global donde se ubica la ciudad, así como, de una investigación de los sismos históricos que han afectado la zona. **La segunda fase** consiste en investigar y definir las características de la geología,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

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

La sismicidad es un factor importante en el análisis de fracturas y hundimiento del subsuelo como para evaluar la estabilidad de taludes y/o laderas cercanas al equilibrio límite (desprendimiento de bloques, deslizamiento de grandes masas de suelo o rocas, flujos de tierra).

Alguno de los problemas en secuencias arcillosas que forman el subsuelo, es que parte de la energía sísmica que se propaga por este medio puede ganar amplitud, generando que las vibraciones entren en periodo de resonancia; en los materiales areno-limosos (materiales finos) en estado de saturación experimentan esfuerzos cortantes haciendo que los granos dejen de estar en contacto, apareciendo el estado de licuación (comportamiento del material como un líquido) generando movimientos verticales y horizontales de su masa que se traduce en deslizamientos en laderas y taludes inestables (Valerio Carlos, 2004), como se muestra en la figura.

Tabla 33. Talud con las componentes del peso y empuje sísmico. Fuente: CFE.

Fuerza de la acción sísmica en taludes inestables		
Ecuación 1	**Donde:**	
$FS = cW$	W = Peso del macizo sobre el cual se considera aplicado el empuje sísmico. c = Proporción de la aceleración inducida por el sismo con respecto a la gravedad (g).	

El coeficiente "**c**" se obtiene de las cartas de regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 1993) presentan los valores de la aceleración horizontal máxima que puede ocurrir en un sitio y con un periodo de retorno dados. Los espectros de diseño por tipo de terreno se construirán a partir de la aceleración máxima en roca o terreno rocoso (parámetro directamente asociado al peligro sísmico).

Los efectos de sitio en análisis se tomarán en cuenta en forma explícita y se considerarán tres niveles de importancia estructural: convencional (B), importante (A) y muy importante (A+). Las estructuras del Grupo A pertenecen al sector energético o industrial; en estructuras del Grupo B se hace una división relacionada con el tamaño de la construcción (MDOC-DS, 2008), donde el nivel de seguridad implícito en los espectros de diseño dependerá de la estructura y se especificará mediante una combinación de espectros deterministas (diferentes fuentes sísmicas) y probabilistas (diferentes periodos de retorno), tal como se resume en las tablas.

Clasificación estructuras del grupo "B"

Zona	Suelo	C	Descripción
	I	0.16	Terreno firme, tepetate, arenisca compacta
B	II	0.20	Arenas no cementadas, arcillas de mediana rigidez
	III	0.24	Arcillas blandas muy compresibles

En la anterior muestra la clasificación del **Grupo B** la cual aplica para el municipio, mientras que la relación con el sector energético o industrial se aplica Grupo A:

- Grupo **B**, Clase **1** (**B1**): Estructuras del Grupo B con altura mayor que H>13m o área total construida mayor que Ac > 400 m2
- Grupo **B**, Clase **2** (**B2**): Estructuras del Grupo B con altura menor o igual que H>13m y área total construida menor o igual que Ac < 400 m2
- Grupo **A**, Clase **1** (**A1**): Estructuras que pertenecen o se relacionan con el sector energético o industrial (centrales termoeléctricas, refinerías, plantas industriales, etc.)
- Grupo **A**, Clase **2** (**A2**): Estructuras del Grupo A que no pertenecen ni se relacionan con el sector energético o industrial (escuelas, hospitales, etc.).

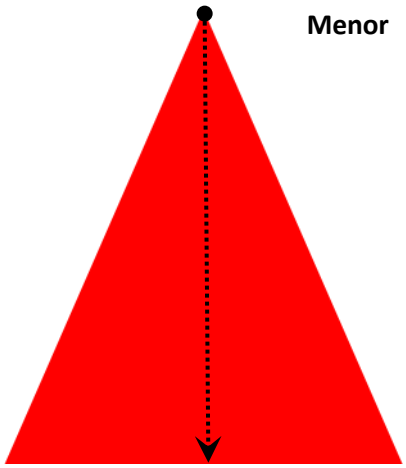
Tabla 34. Exploración y caracterización del terreno en función de la estructura

Estructuras	Nivel de exploración dinámica del terreno	Caracterización del Terreno
A+	Exploración detallada: propiedades dinámicas del perfil estratigráfico y consideraciones topográficas	Medio estratificado y topografía
A1	Exploración detallada: Propiedades dinámicas del perfil estratigráfico	Medio estratificado
A2 y B1	Exploración básica: Determinación de periodo, velocidad de ondas de corte y espesor del depósito idealizado como manto homogéneo	Tipos de terreno I, II Y III
B2	No requerida	Suelo general

Parámetros de Intensidad de Peligro

Vulnerabilidad física

La vulnerabilidad física es una propiedad intrínseca de la construcción y materiales utilizados en la construcción de viviendas e infraestructura de cualquier lugar, principalmente en aquellas zonas en las que se genere una aceleración del terreno mayor a 15% de g.



- Edificios, casas de Concreto (reforzado)
- Casas prefabricadas (control de calidad)
- Mixtas bloques y madera (cambio de rigidez)
- Casas de madera (buen comportamiento ante sismos, pero presenta problemas estructurales en madera dañada)

Vulnerabilidad física de viviendas según tipo de material usado.

La vulnerabilidad de las edificaciones estará influenciada en su ciclo de vida por la edad de estas, y el aspecto o condición física aparente, de tal forma que edificaciones más viejas y más deterioradas presentan mayor vulnerabilidad y contrario en el caso de edificaciones más recientes y de una buena condición física aparente (no siempre se cumple), como se mostró en la figura anterior. Otro aspecto considerado al momento de evaluar la edad de una edificación es la normativa de diseño antisísmico (reglamentos aplicados, nivel de daño esperado representados como mayor, considerable, moderado y menor).

Peligrosidad

El diseño antisísmico requiere determinar previamente las características de los sismos esperados en el territorio municipal, que afectarán previsiblemente a las edificaciones asentadas en la misma, durante su tiempo de vida útil. Características que serán introducidas en los cálculos dinámicos de las estructuras y abordada por los códigos y normativas sismorresistentes, como se muestra en la figura.

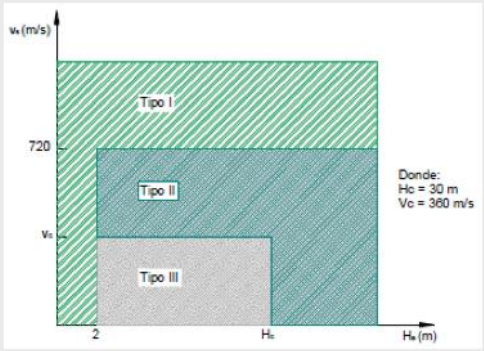
En el diseño sismo resistente la estructura se construye de modo que resista los valores máximos o probables de los parámetros de aceleración, que son estimados mediante estudios de peligrosidad. El periodo de retorno de la evaluación se fija en función del tiempo de vida útil de la estructura. Así para edificios ordinarios es habitual emplear periodos de retorno de 500 años, que significa que los parámetros resultantes tienen probabilidades anuales de no superación del 90% en 50 años, coincidiendo con su tiempo de vida útil.

Conforme a los lineamientos de la clasificación del terreno (MDOC, 2015), para el cambio de uso de suelo, lotificaciones, fraccionamientos, se hará considerando la condición más desfavorable según el valor de H_s y V_s, es decir:

1. El suelo se clasificará como **Tipo III** si al menos uno de los puntos cae en la zona de terreno III.
2. El suelo se clasificará como **Tipo II** si al menos uno de los puntos cae en la zona de terreno II, pero no cae ninguno en la zona de terreno III.
3. El suelo se clasificará como **Tipo I** si todos los puntos caen en la zona de terreno I.

Memoria de Cálculo

Tabla 35. Clasificación de Terreno (MDOC-CFE, 2015)

Terreno	Gráfica
Tipo I: Terreno Firme $V_s \geq 720 \frac{m}{s}$ o $H_s \leq 2\,m$	
Tipo II: Amplificación Intermedia $360 \frac{m}{s} \leq V_s \leq 720 \frac{m}{s}$ o $H_s > 2\,m$; $H_s > 30\,m$ y $V_s < 720 \frac{m}{s}$	
Tipo III: Grandes amplificaciones dinámicas $V_s < 360 \frac{m}{s}$ y $2\,m < H_s \leq 30\,m$	

Parámetros espectrales para estructuras A2 y B1 (Espectros Regionales)

Los parámetros del espectro de diseño para estructuras A2 y B1, se obtendrán con el criterio de los *Espectros Regionales.* Para este criterio la aceleración máxima del terreno, a_o, y aceleración máxima espectral, c, se determinan como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 36. Parámetros espectrales

$a_0 = \frac{a_0^r F_{Sit}}{g}$	Dónde: $F_{Sit} = es\ el\ factor\ de\ sitio$	$c = a_0 F_{Res}$	Dónde: $F_{Res} = es\ el\ factor\ de\ respuesta$

Para un amortiguamiento estructural del 5%, los factores F_{Sit} y F_{Res} dependen de la zona sísmica, de la aceleración máxima en roca a_0^r del espectro de referencia ER (expresada en cm/s^2) y del tipo de suelo.

Tabla 37. Restricciones de los valores de a_0^r, a_0 y c (en cm/s^2)

	Terreno I	Terreno II	Terreno III
a_0	$32 \leq a_0 \leq 490$	$80 \leq a_0 \leq 690$	$94 \leq a_0 \leq 752$
c	$80 \leq c \leq 1225$	$320 \leq c \leq 2000$	$390 \leq c \leq 2256$

Los valores de a_0^r, a_0 y c deben cumplir con las restricciones especificadas en la tabla, el resto de los parámetros, dependen del tipo de terreno, necesarios para definir el espectro de diseño se consignan en la siguiente.

Tabla 38. Valores de los periodos característicos y exponentes que controlan las ramas descendentes de los espectros de diseño

Zona	Tipo de terreno	$T_a(s)$	$T_b(s)$	$T_c(s)$	k	r
c	I	0.1	0.6	2.0	1.5	$1/2$
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	$2/3$
	III	0.2	2.0	2.0	0.5	1

Parámetros espectrales para estructuras B2 (espectro de Aceleración Constante)

Para estructuras del grupo B2, se puede emplear un *espectro de Aceleración Constante* para todo periodo estructural, de la forma:

$$a = c, que\ se\ determina\ como:$$

$$c = \frac{a_0^r F_{Sit} F_{Res}}{g}$$

Para un amortiguamiento estructural del 5%, los factores F_{Sit} y F_{Res} se resumen en la tabla:

Tabla 39. Regionalización sísmica

Regionalización sísmica C	
F_{Sit}	F_{Res}
1.0	3.31

A partir de los datos de respuesta en Roca; para el Municipio de San Juan Yatzona se tiene los siguientes datos en la tabla:

Datos de respuesta en roca

$a_o^r = 160.11\ cm/s^2;$

$V_{max}^f = 16\ cm/s;$

$d_{max}^r = 31\ cm;$

$C^r = 530.51\ cm/s^2;$

$T_r = 365.32\ años.$

Caracterización del terreno del Municipio de San Juan Yatzona

Bajo los siguientes criterios:

$T_s = 0.4\ s\ \ (período\ dominante\ del\ terreno)$

$H_s = 30\ m\ (Espesor\ del\ depósito\ de\ suelo)$

$V_s = 300\ m/s$ $(Velocidad\ de\ propagación\ de\ onda\ en\ el\ estrato\ de\ suelo\ equivalente)$

Para clasificar el tipo de terreno correspondiente al sitio, en la tabla se asignan posibles combinaciones de $H_s\ y\ V_s$.

Combinaciones de $H_s\ y\ V_s$

Caso	Datos	$H_s\ (m)$	$V_s\ (m/s)$	Tipo de Terreno
1	$H_s = 30\ m\ y\ V_s = 300\ m/s$	30	300	III
2	$T_s = 0.4\ s\ y\ V_s = 300\ m/s$	$H_s = \frac{T_s V_s}{4}$ $H_s = 30$	300	III
3	$H_s = 30\ m\ y\ T_s = 0.4\ s$	30	$V_s = \frac{4H_s}{T_s}$ $V_s = 300$	III

$$a_0^r \leq 200$$

$$a_0^r = \mathbf{160.11\ cm/s^2} \leq 200\ cm/s^2$$

En base a los cálculos y la regionalización sísmica CFE-2015, La zonificación sísmica correspondiente al Municipio de San Juan Yatzona es la Zona C, "Intensidad Sísmica Alta". El terreno de la Sierra Norte, a la que pertenece el municipio de San Juan Yatzona, se encuentra ubicado en la zona C de acuerdo con la regionalización sísmica de México (CFE, 2015). La zona C es considerada una zona de Alta intensidad, como se reporta en el mapa de regionalización.

Mapa 54. Ubicación San Juan Yatzona Regionalización sísmica



Fuente: Regionalización sísmica de la República Mexicana (CFE, 2015)

Para la **Zona A**: no se han reportado sismos en los últimos 80 años; para las **Zonas B y C:** sismos no tan frecuentes, son zonas afectadas por altas aceleraciones que no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad; **Zona D:** se han reportado grandes sismos históricos, la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Aceleración máxima del terreno y aceleración máxima espectral

Estos factores se obtienen, considerando que el municipio está ubicado en la Zona C y terreno tipo III, pero para ello se requiere determinar los valores de los factores de sitio F_{Sit} y respuesta F_{Res}, es decir:

$$F_{Sit} = 2.7 - 0.4\left(\frac{a_0^r - 100}{100}\right) = \mathbf{2.45}$$

$$F_{Res} = 3.9 - 0.3\left(\frac{a_0^r - 100}{100}\right) = \mathbf{3.7196}$$

La aceleración máxima del terreno y la aceleración máxima espectral son:

$$a_0 = F_{Sit} a_0^r = 160.11\ cm/s^2$$

$$c = F_{Res} a_0 = 530.51\ cm/s^2$$

Los valores de a_0 y c cumplen con las restricciones especificadas, por lo que se resumen los parámetros del espectro de diseño.

Para determinar estos valores se utilizó el mapa de zonificación sísmica.

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

V.1.3 Tsunami *

V.1.3.1 Amenaza por Tsunami

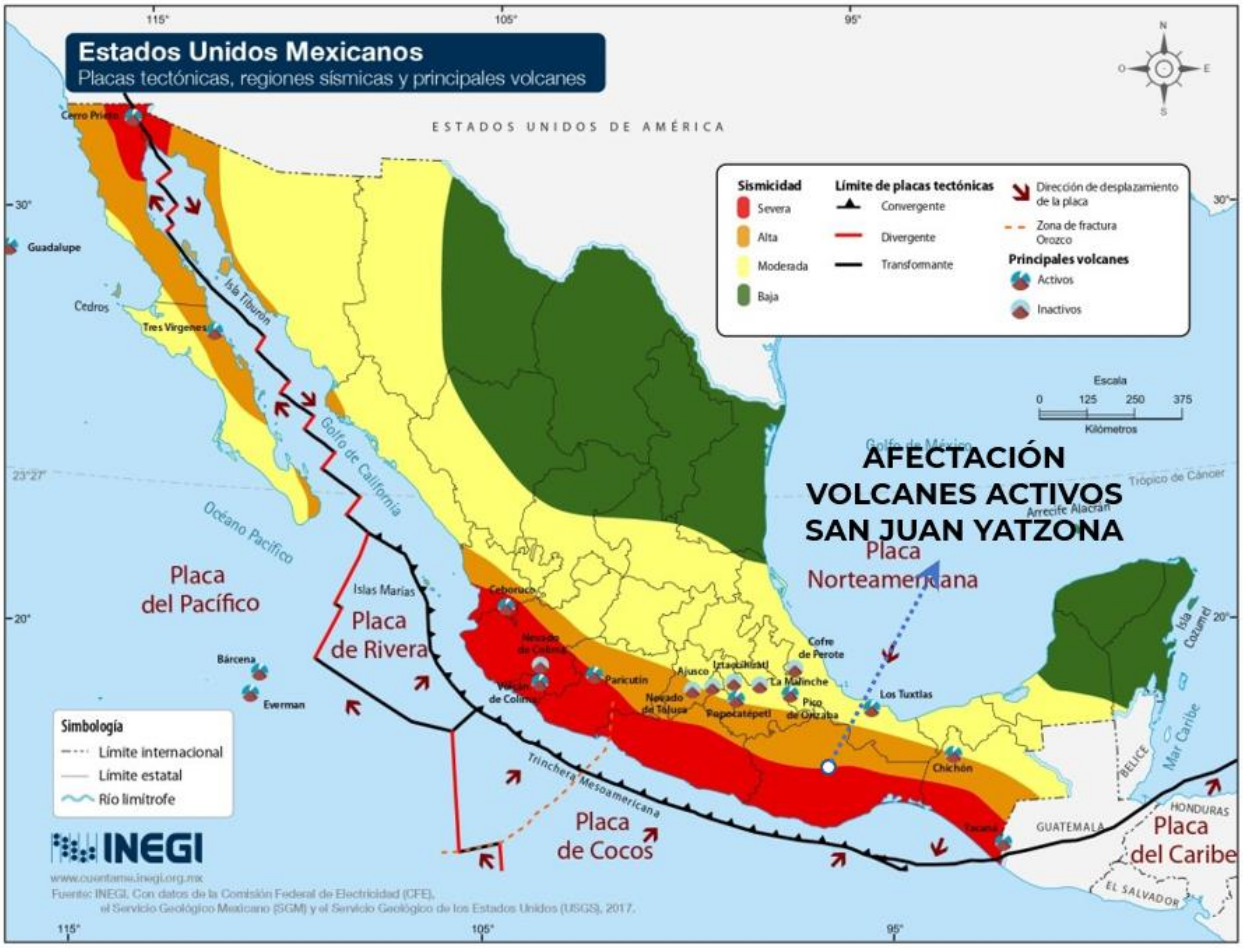
(No aplica en el municipio)

V.1.4 Vulcanismo

V.1.4.1 Amenaza por vulcanismo

La actividad volcánica es una de las manifestaciones más impactantes de los procesos internos que revelan la evolución de la Tierra y de otros planetas del sistema solar. Un volcán es una estructura geológica por la que emerge el magma del interior de la tierra.

Mapa 55. Principales volcanes activos



El ascenso del magma, que se compone de lava y gases, ocurre en episodios de actividad violenta denominados erupciones, que pueden variar en intensidad, duración y frecuencia. Los volcanes de México forman parte del Cinturón de Fuego y están asociados con el proceso de subducción, esto es, que la placa de Cocos y la placa de Rivera están deslizándose por debajo de la placa de norteamericana.

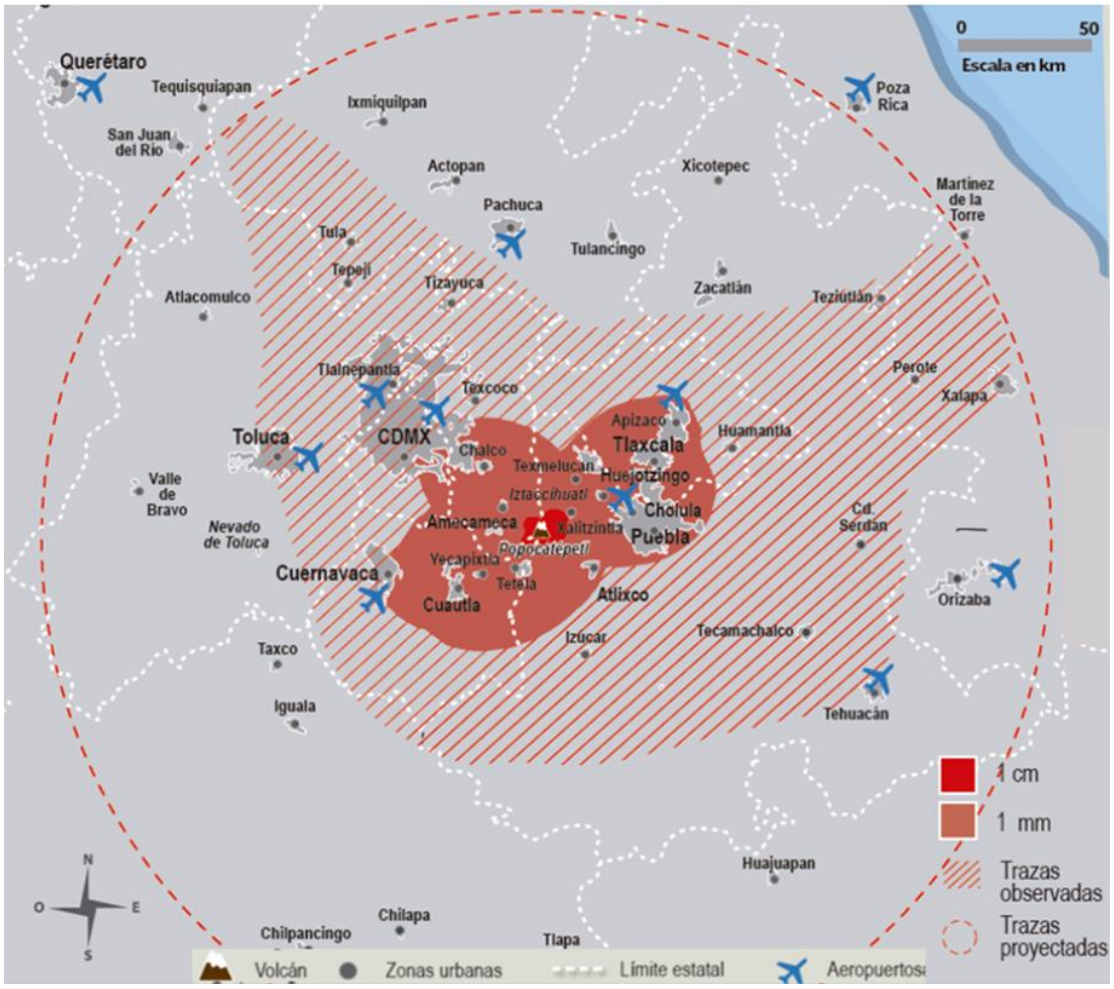
Un volcán se considera activo cuando entra en actividad eruptiva en cualquier momento; es decir, que permanece en estado latente. En México, hay más de 40 volcanes activos, según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de los cuales alrededor de 15 se consideran activos o peligrosos. Los más activos en el presente son los de Colima y el Popocatépetl, en la figura, se muestran los principales volcanes en la república mexicana.

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

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

ESCENARIOS DE ANÁLISIS

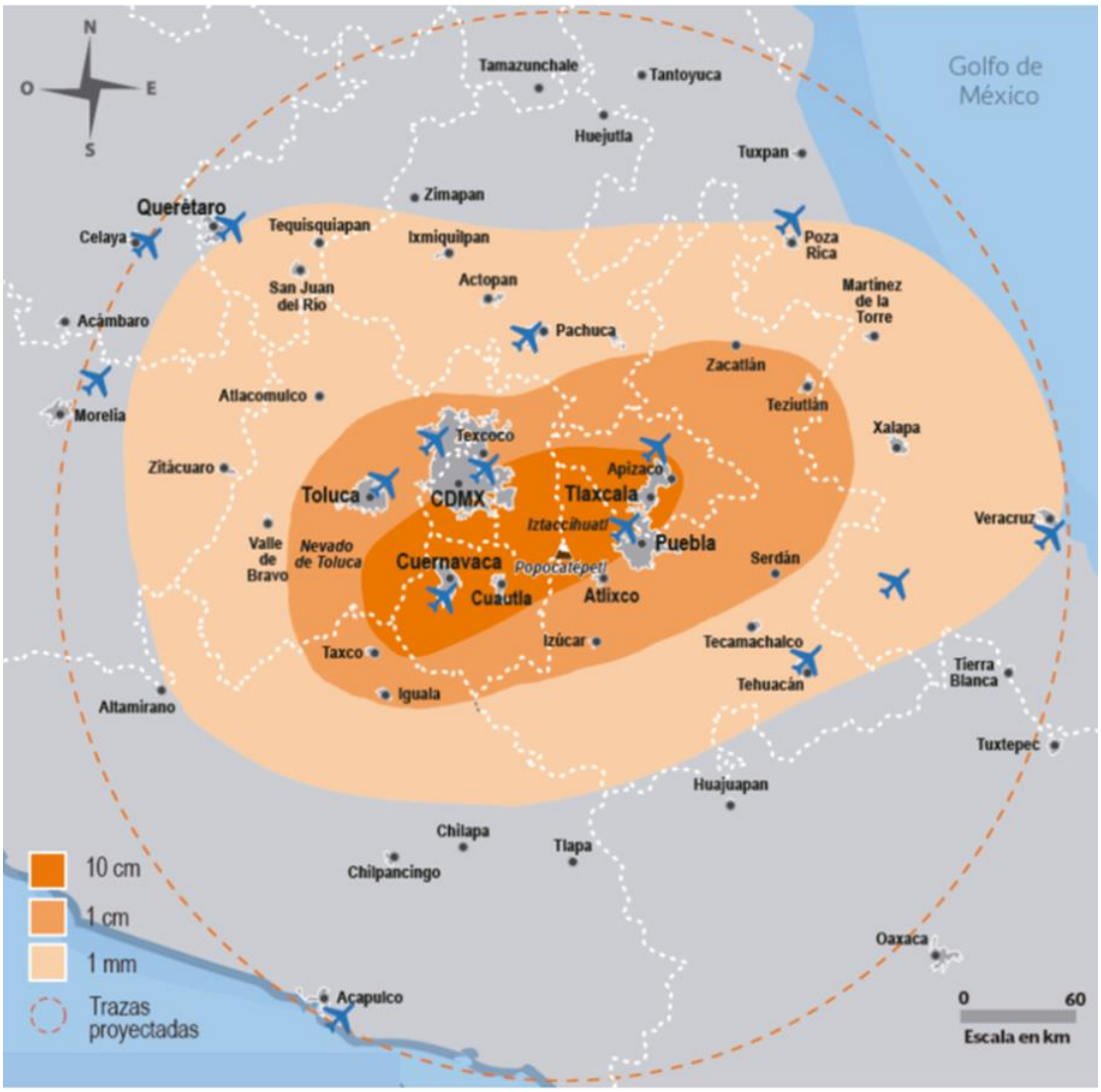
Mapa 56. Escenario 1 de probabilidad Baja.



Para determinar la peligrosidad volcánica para el municipio de San Juan Yatzona se ubicó su posición geográfica respecto a uno o varios volcanes, de estar en el rango de una distancia de entre 35 a 100 km. Por estar a más de 100 km de distancia desde un volcán hacia el área de interés se descarta la elaboración de un mapa de peligros volcánicos.

El municipio de San Juan Yatzona, no se localiza dentro de la zona volcánica activa por lo tanto no se considera en riesgo por erupciones de volcanes.

Mapa 57. Escenario 2 de probabilidad Baja.



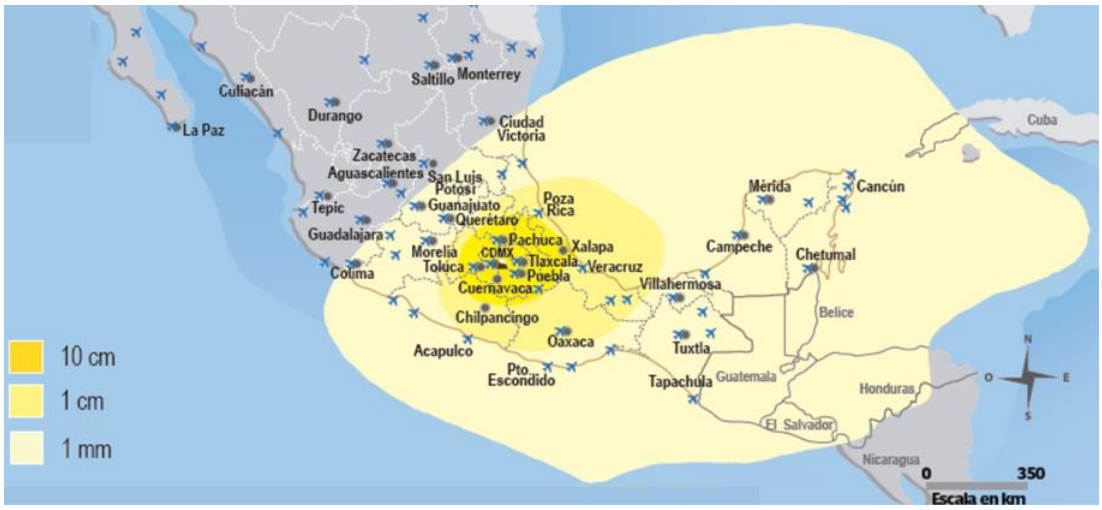
En la figura anterior es el escenario de ***probabilidad intermedia*** (mapa en color naranja), muestra zonas en las que se puede depositar cenizas de erupciones con columnas con alturas entre 10 y 20 Km. Los diferentes tonos en naranja indican áreas con caída probable de 10 cm, 1 cm, 1mm y trazas (menores a 1mm), San Juan Yatzona no se haya en los límites de caída de ceniza de 1mm.

Tabla 40. Resumen de los efectos de cenizas volcánicas

Efectos de la caída de cenizas (Varía dependiendo del volumen del material expulsado y la duración o intensidad de la erupción)
1. La inhalación de la ceniza puede provocar el empeoramiento de enfermedades pulmonares, asma, silicosis por exposición prolongada al aire libre
2. Puede provocar trastornos gastrointestinales por la ingestión de agua contaminada con flúor y posiblemente con metales pesados (arsénico, mercurio, etc.) o por la ingestión de alimentos contaminados
3. Capas de ceniza de 2 a 3 cm de espesor pueden causar el colapso de tejados con pendientes menores a 20°; y/o con estructuras de mala calidad
4. Daños oculares como conjuntivitis y abrasiones en la córnea
5. Daños a equipos electrónicos por la capacidad abrasiva de la ceniza como por su comportamiento eléctrico, ya que la ceniza humedecida es altamente conductiva pudiendo provocar cortocircuitos
6. Capas de 1 a 2 cm. de ceniza puede provocar daños de suma importancia en la industria con equipamiento mecánico, eléctrico o químico.
7. La ceniza fina puede causar contaminación en ambientes interiores limpios como quirófanos, laboratorios farmacéuticos, mecánica de precisión, óptica, en la industria de la alimentación, etc.
8. La ceniza disminuye la capacidad de filtración del suelo, tapona cañerías y cauces de agua, aumentando considerablemente el riesgo de inundaciones.
9. Los efectos sobre la agricultura dependen del tipo de cultivo, de su grado de desarrollo y evidentemente del espesor de la capa de cenizas caída. Sin embargo, en climas cálidos la vegetación se recupera en muy poco tiempo
10. Se debe tener especial cuidado con sistemas de agua, bombas, filtros y válvulas muy susceptibles a sufrir daños por la caída de cenizas
11. Interferencias de radio y televisión, así como fallas en el suministro eléctrico
12. Afectación a la ganadería, arruinando pastos y dañando considerablemente la lana de los animales
13. Los gases retenidos en las cenizas se liberan lentamente, pudiendo provocar problemas respiratorios y asfixia, especialmente en las zonas donde la acumulación de ceniza es importante.
14. El cloro y los sulfatos, por su alta capacidad de disolución, son los más propensos a generar esta contaminación
15. Los depósitos de ceniza pueden permanecer mucho tiempo sin solidificarse, especialmente en zonas áridas, siendo removidos fácilmente por el viento y propagándose a distancias mayores durante un largo periodo después de la erupción

Debe considerarse que las cenizas volcánicas pueden afectar áreas muy extensas y provocar algunos efectos nocivos a la salud de personas y animales, afectar el clima, obstruyen las corrientes de agua, presas, alcantarillas, plantas de aguas; acumulación en caminos obstruyendo el paso, al mezclarse con agua puede conducir la electricidad produciendo corto-circuitos en líneas de transmisión de energía y de comunicaciones; también se acumulan en techos, donde 10 cm de espesor representará una carga extra de 40-70 kg/m^2 si está seca, y de 100-125 kg/m^2 si está húmeda, llegando en ocasiones a provocar el colapso de los techos, sin embargo, en contraste con otros peligros volcánicos, los efectos de la ceniza pueden ser mitigados mediante una adecuada planificación y preparación (Martínez y Gómez, 2006). En la tabla se resumen algunos efectos de este peligro.

Mapa 58. Escenario 3 de probabilidad Baja.



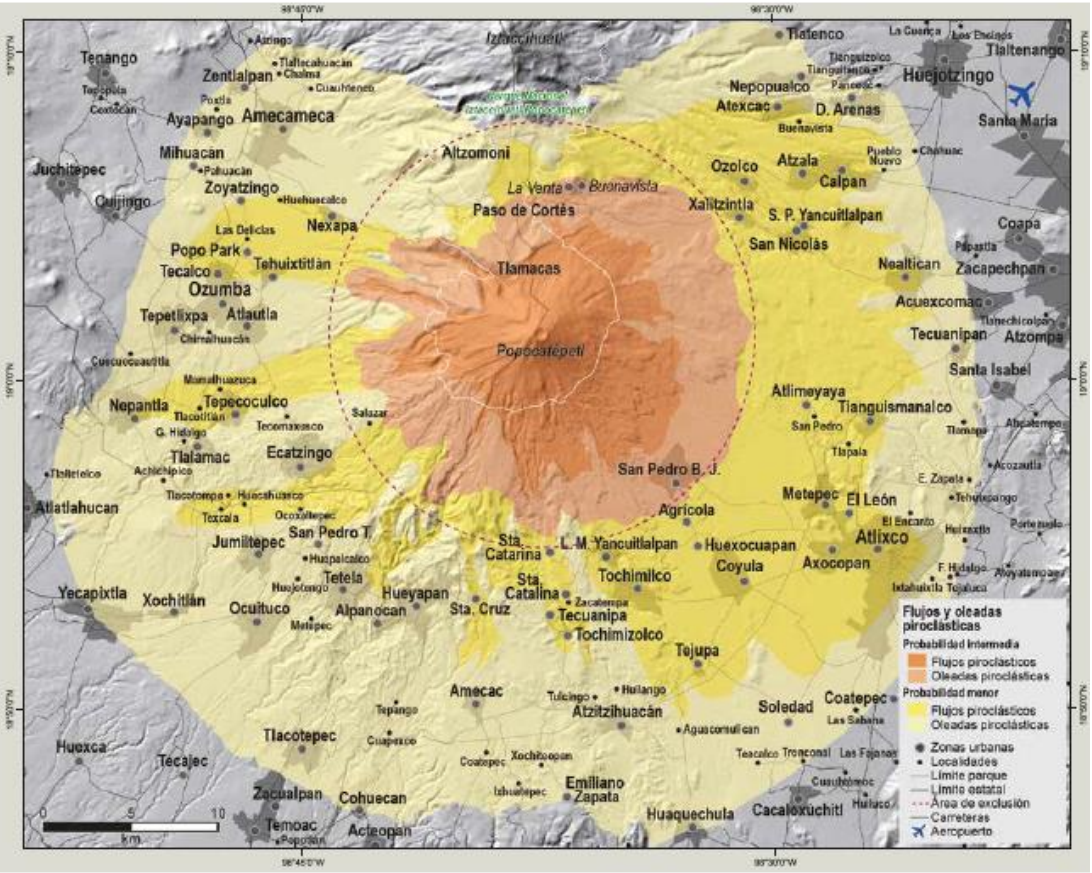
El escenario 3 menos probable (mapa en amarillo) muestra las zonas en las que caería ceniza en caso de una erupción de gran magnitud con columnas de erupción mayores a 20 km de altura. Se indican en tonos amarillos las áreas con probabilidad de caída de ceniza con espesores de 10 cm, 1cm y 1 mm. Las trazas tendrán una distribución geográfica mayor (espesores menores a 1 mm), como se mostró en la figura de arriba.

Para elaborar el mapa de peligro volcánico, se siguió la metodología del CENAPRED, que consiste en lo siguiente:

1. Identificación de volcanes activos a menos de 100 km de la zona de interés,
2. Reconstrucción del comportamiento eruptivo de los volcanes detectados,
3. Determinar las amenazas volcánicas, e identificar si afectan el área de interés.

Los vientos sobre el Popocatépetl generalmente soplan en dirección Este-Oeste. La dirección dominante de los vientos de octubre a abril es hacia el oriente, mientras que de mayo a septiembre es hacia el poniente del volcán como se observa en la figura.

Mapa 59. Peligros volcán Popocatépetl.

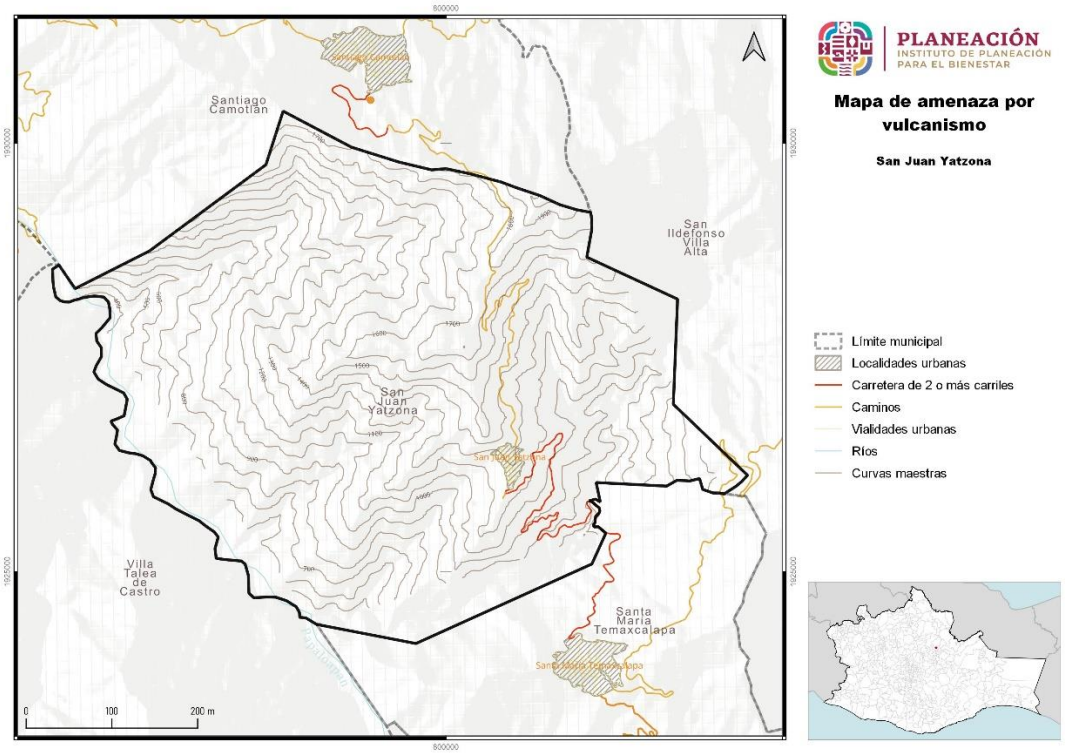


La figura anterior muestra el mapa de peligros del volcán Popocatépetl, en el que se observa que el peligro volcánico potencial para la el municipio son los materiales volcánicos de caída (ceniza volcánica). El municipio se ubica dentro de un área la cual no sería menos afectada por la caída de arena volcánica y pómez. No habría caída durante erupciones pequeñas, pero podrían acumularse varios centímetros durante erupciones muy grandes (Macías, et al., 1997b). Los vientos sobre el Popocatépetl generalmente soplan en dirección este-oeste. La dirección dominante de los vientos de octubre a abril es hacia el oriente, mientras que de mayo a septiembre es hacia el poniente del volcán. Por lo que, durante una erupción de magnitud mayor, con columnas de cenizas que rebasen los 10 km de altura, podría esperarse caída de ceniza importante, particularmente si ocurriera entre los meses de mayo a septiembre.

Peligro por ceniza volcánica

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

Mapa 60. Peligro / Amenaza por vulcanismo



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

Vulnerabilidad y Riesgo por Vulcanismo

La vulnerabilidad a fenómenos volcánicos para el Municipio de San Juan Yatzona es **MUY BAJO**, debido a que un evento de caída de cenizas (es el único al que está expuesto considerando los alcances de esta metodología de evaluación), con un grado de estudio de nivel 1.

En función de la baja probabilidad y de lo anterior, se estima que el **RIESGO POR VULCANISMO ES MUY BAJO** para todo el Municipio de San Juan Yatzona, debido a las siguientes consideraciones y sustentándose en el mapa de La figura anterior.

- Vulnerabilidad baja a los fenómenos volcánicos debido a una posible afectación a las actividades económicas.
- Peligro bajo en base al mapa del escenario 2,
- Peligro bajo por caída de ceniza de menos de 1 mm de espesor,
- El territorio municipal no es susceptible a la aparición de volcanes, o a la erupción de los volcanes activos cercanos por no encontrarse en el cinturón de fuego. Sin embargo, antes de una erupción, los volcanes presentan disturbios precursores que si son detectados y analizan a tiempo permiten prevenir a las comunidades en riesgo implementando planes de emergencia y medidas de mitigación.

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:

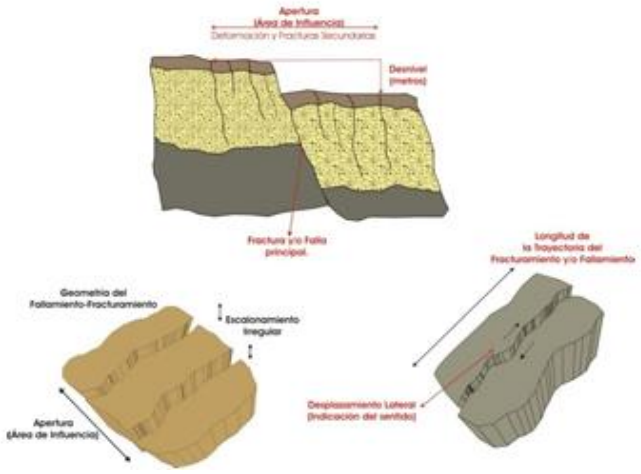
- Modelo Digital de Elevación (MDE): obtenido de Shuttle Radar Topography Mission (SRTM GL1)
- Niveles piezométricos: información oficial de redes piezométricas de la Comisión Nacional del Agua (Conagua)
- Sequía: vulnerabilidad a sequía por municipio de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Cartografía 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

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

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



La susceptibilidad por hundimientos, en el municipio de San Juan Yatzona es afectado al 100% (2910.96 hectáreas) con un nivel de susceptibilidad **Muy Baja**, en el territorio municipal.

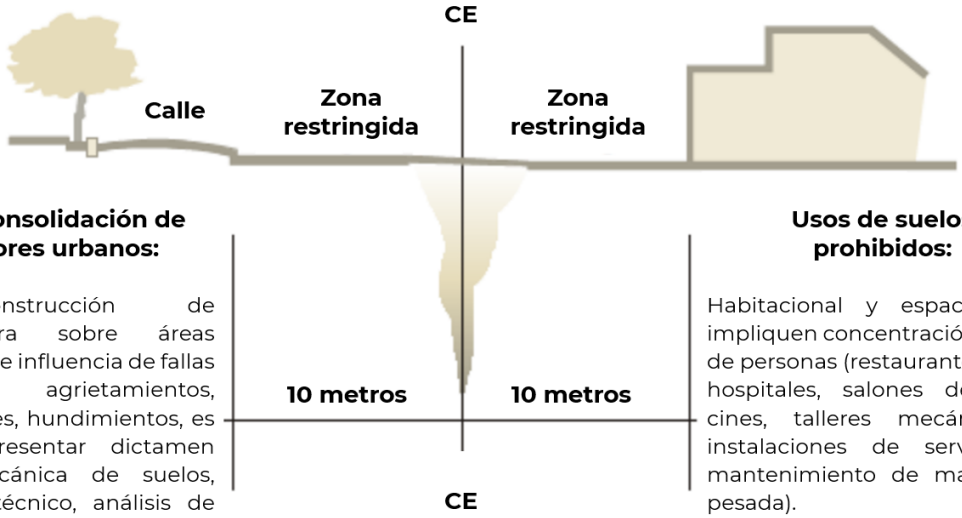


El acceso a la comunidad se presenta hundimiento del concreto hidráulico.



Cimentación presenta hundimiento, así como, del concreto hidráulico.

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



Para la consolidación de corredores urbanos:

Para construcción de infraestructura sobre áreas contiguas o de influencia de fallas geológicas, agrietamientos, ramificaciones, hundimientos, es necesario presentar dictamen técnico, mecánica de suelos, estudio geotécnico, análisis de riesgos geológicos y responsiva de perito en mecánica de suelos.

Usos de suelos prohibidos:

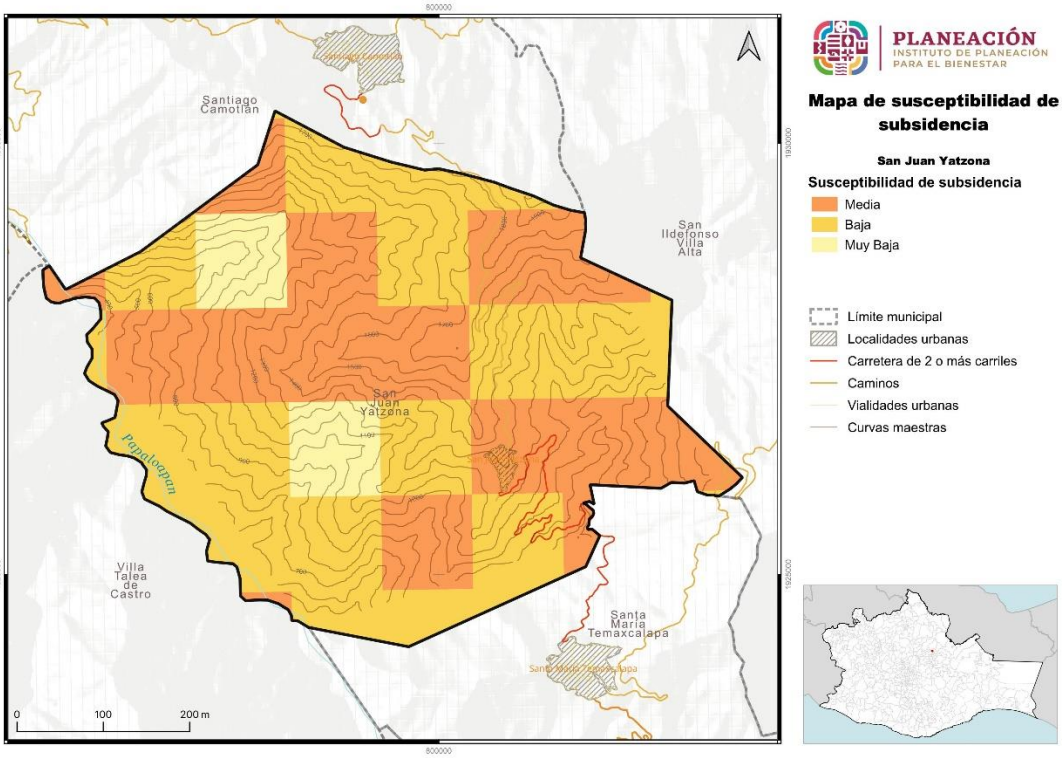
Habitacional y espacios que impliquen concentración masiva de personas (restaurantes, bares, hospitales, salones de fiesta, cines, talleres mecánicos, o instalaciones de servicio de mantenimiento de maquinaria pesada).

SAN JUAN YATZONA

Para conocer a detalle el comportamiento sísmico del área urbana y su zona de influencia, es necesario realizar estudios geofísicos a detalle para determinar el comportamiento potencial de las ondas sísmicas y la resistencia de los materiales de construcción, y así establecer una zonificación sísmica precisa de la ciudad.

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

Mapa 61. Mapa de susceptibilidad de subsidencia



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

Erosión

El término “erosión remontante” o “regresiva” describe el proceso de expansión de una cuenca hidrográfica, relacionado con el progreso gradual hacia la cabecera de la cuenca, mediante la incisión fluvial en la parte alta de los ríos o escurrimientos como consecuencia directa de la caída del nivel base por causas climáticas y/o tectónicas (Chen & Chen, 2006).

Además de estos peligros propiamente naturales, se presentan otros dos que derivan del uso humano: 1) Explotación de materiales, el cual se observa en la periferia formado por taludes de material poco consolidado, 2) Desmonte para agricultura.

Por su posición geográfica el territorio de San Juan Yatzona se ve afectado por este tipo de fenómeno con un nivel de erosión moderado y la información presentada sobre el fenómeno, por lo que el grado de peligro es ***Bajo.***

Se continua con el estudio de este fenómeno, por lo que cuando se tengan resultados finales se actualizará la información del Atlas.

Deslizamiento (Inestabilidad de laderas)

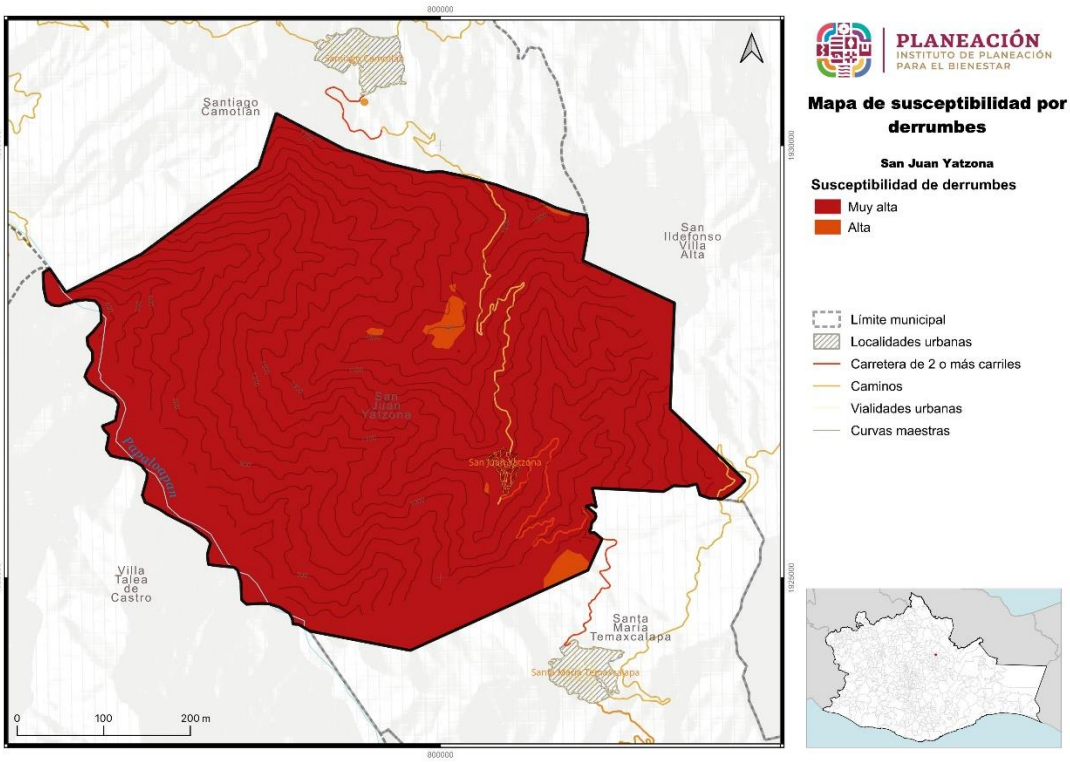
La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción de masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. La inestabilidad de laderas se refiere al movimiento, pendiente abajo, de una porción de los materiales (suelo o roca) que componen la superficie inclinada de una montaña, de una depresión, del flanco de una barranca, etc., a lo largo de una superficie de falla o de deslizamiento. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: caídos, deslizamientos y flujos.

Los procesos que ocasionan la inestabilidad de las laderas están determinados por dos tipos de factores; externos e internos. Los factores externos ocasionan un incremento en los esfuerzos o acciones que se dan en una ladera, es decir, producen una mayor concentración de las fuerzas motoras o actuantes, mientras que los factores internos reducen la resistencia de los materiales, en otras palabras, disminuyen la concentración de fuerzas resistentes.

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

De los fenómenos geológicos, los deslizamientos de laderas son los más frecuentes en el país y su tasa de mayor ocurrencia es en la temporada de lluvias. Aunque también pueden ocurrir durante sismos intensos, erupciones volcánicas y por actividades humanas como cortes, colocación de sobrecargas (viviendas, edificios, materiales de construcción, etc.), escurrimientos, filtraciones de agua, excavaciones, etc. Debido a que el agua juega el papel más importante en la inestabilidad de una ladera, las medidas de prevención y mitigación deben ser orientadas a reducir al mínimo su ingreso al interior de las laderas.

Mapa 62. Mapa de susceptibilidad de derrumbes



La inestabilidad de laderas está determinada, tanto en su origen como en su desarrollo, por diferentes mecanismos. Estos mecanismos sirven a su vez para clasificar los tipos de procesos de ladera existentes. De tal modo que se agrupan en cuatro categorías principales y una derivada de la combinación de estas. Los

mecanismos básicos de inestabilidad son los caídos o derrumbes, flujos, deslizamientos y las expansiones o desplazamientos laterales.

Mediante la información proporcionada por el CENAPRED y a las condiciones del terreno y las propiedades mecánicas de suelo, el Municipio de San Juan Yatzona presenta una susceptibilidad ***Muy ALTA*** *en derrumbes.*

Flujos de azolve.

Los flujos son movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus granos o fragmentos tienen movimientos dentro de la masa que se mueve o desliza. Casi siempre ocurren durante lluvias muy intensas, por lo que el material movilizado adquiere gran poder erosivo y velocidad, encausándose por barrancas, cañadas y valles, destruyendo y sepultando lo que encuentra a su paso.

Los deslizamientos de los flujos adquieren grandes velocidades y que se comportan como fluidos viscosos en movimiento. Las masas se comportan como un fluido, pero su comportamiento es diferente al de los fluidos convencionales como el agua. Los deslizamientos tipo flujo (Flujos de rocas y residuos, flujos de residuos y de lodo y flujos hiperconcentrados) son fenómenos muy complejos que involucran grandes volúmenes de roca, residuos y suelo. Estos fenómenos presentan diferentes tipos de movimiento inicial (caídos, deslizamientos trasnacionales, etc.) seguidos de un movimiento de flujo de fragmentos de roca o residuos con una movilidad anormal. Los flujos comúnmente se relacionan con lluvias ocasionales de índices pluviométricos excepcionales muy altos, deshielo de nevados o movimientos sísmicos en zonas de alta montaña y aunque la ausencia de vegetación es un factor influyente, no es un prerrequisito para que ocurran. Generalmente, los flujos se originan en otros tipos de deslizamiento, los cuales, al desintegrarse la masa deslizada, forman el flujo a lo largo de un canal. Algunos flujos pueden resultar, además, de la alteración de suelos muy sensitivos, tales como sedimentos no consolidados.

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

Caídos o Derrumbes

Los caídos o derrumbes son movimientos abruptos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes pronunciadas y acantilados, por lo que el movimiento es de caída libre, rodando y rebotando. Se producen de modo natural. La acumulación de agua en el terreno convierte la capa superficial del suelo en un río de lodo o barro provocando el deslizamiento desde un punto de origen, aumentando de tamaño a medida que arrastra plantas, árboles y escombros en su camino. Los derrumbes ocurren por gravedad, en lugares montañosos con pendientes fuertes o barrancos, cuando a la pendiente le es imposible retener el material de tierra. Incluso hay lugares con pendientes de pocos grados que han tenido derrumbes.

En el Municipio de San Juan Yatzona*, dentro de las localidades urbanas y rural cercanas a los ríos y arroyos ha presentado este tipo de fenómeno por la acumulación de agua debido a las lluvias extraordinarias.*

Hundimientos

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

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

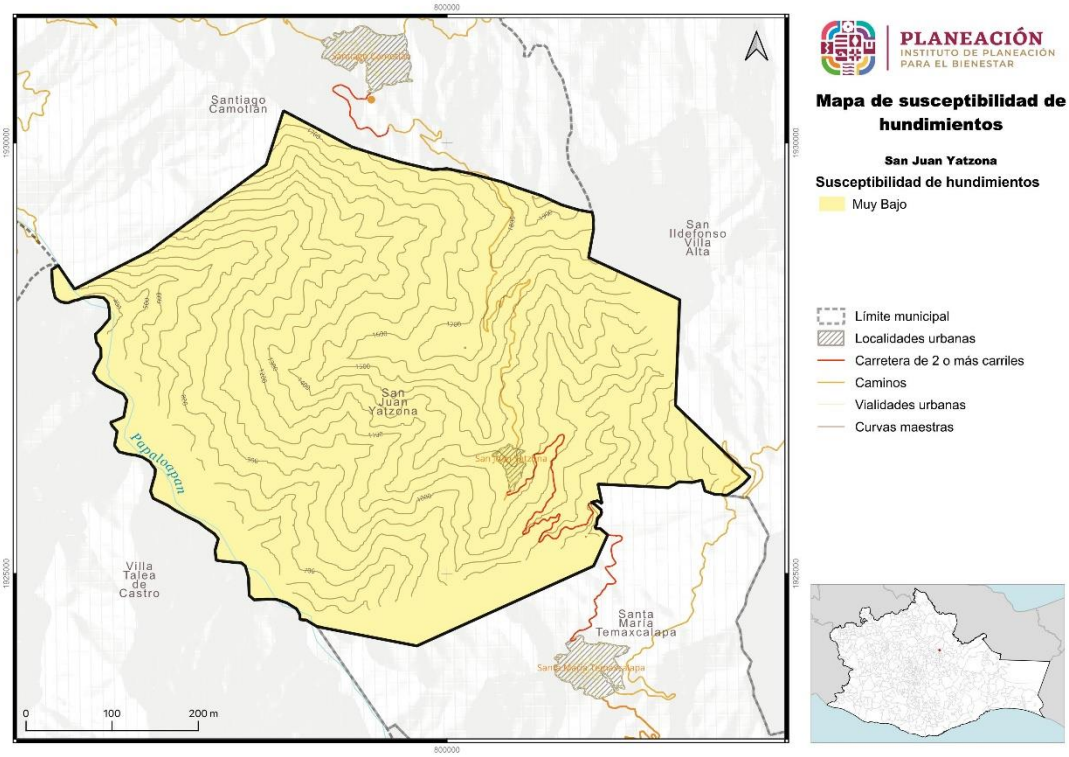


Hundimientos de concreto hidráulico



Hundimientos de concreto hidráulico

Mapa 63. Susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas en el municipio



*En el Municipio de San Juan Yatzona, el grado de peligro por Hundimiento es **Muy Bajo**, como se observa en el mapa; sin embargo, se debe de realizar estudios geotécnicos para determinar su nivel de riesgo.*

Agrietamientos

Los agrietamientos se manifiestan por una serie de grietas en el suelo que se profundizan hacia el subsuelo. Tienen forma alargada y abertura variable de unos pocos centímetros a decenas de centímetros. El conjunto de grietas puede adquirir una forma lineal que puede extenderse por cientos de metros a pocos kilómetros. Suelen manifestarse junto con hundimientos del suelo, socavones, colapsos del subsuelo por licuefacción, corrimientos de tierra y oquedades.

Las aberturas del subsuelo, corrimientos de tierra y desniveles del suelo, se transmiten a las edificaciones generando cuarteaduras en su estructura y desplomes. De aquí la peligrosidad de este fenómeno en las zonas urbanas. Difícilmente podría ocurrir de manera espontánea, por lo que su origen siempre está ligado a otro fenómeno causante de su detonación. Así como también son fenómenos difíciles de predecir debido a que su determinación requiere del conocimiento preciso de las propiedades mecánicas de resistencia y deformación del subsuelo, de su distribución estratigráfica, del conocimiento de las variaciones o anomalías subterráneas, de la determinación de la forma y distribución del basamento, del conocimiento del nivel freático y de su variación con el tiempo y de la determinación de las propiedades hidráulicas del terreno, entre otras.

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

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

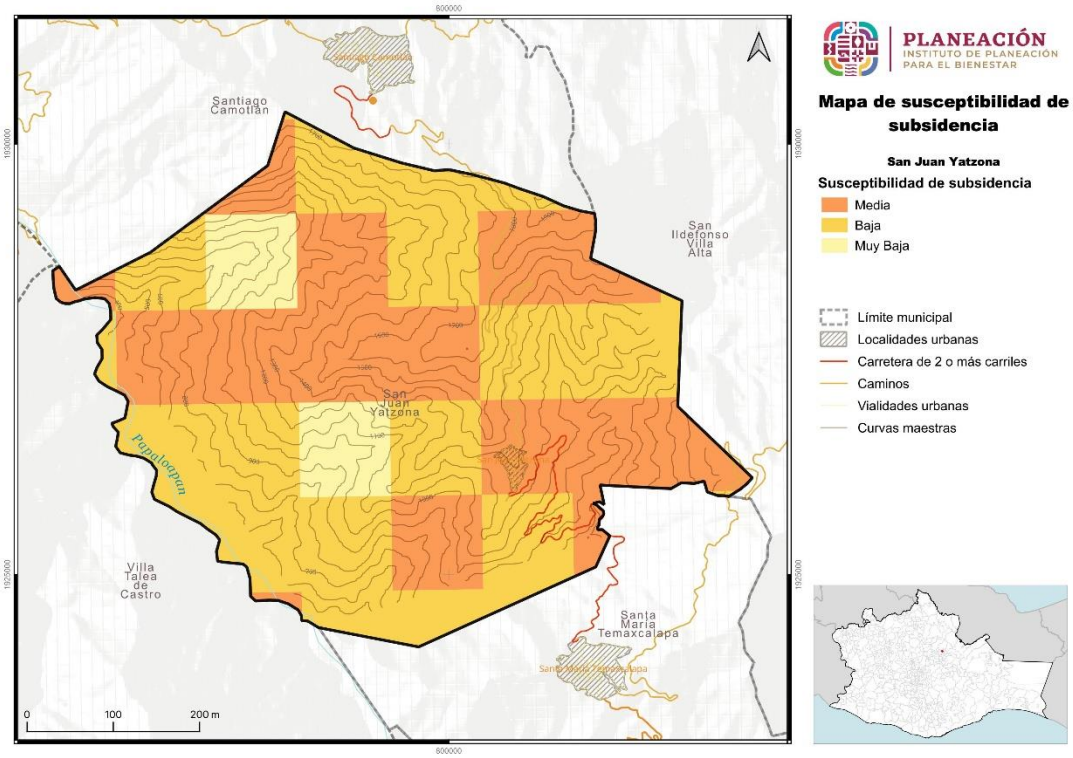
V.1.5.2. Susceptibilidad por subsidencia de suelo en el municipio.

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

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

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

Mapa 64. Mapa de susceptibilidad por subsidencia en el municipio



El municipio de San Juan Yatzona cuenta con una susceptibilidad por subsidencia Media con un 43.3% (1260.45 hectáreas); **Baja** con 48.77% (1419.55 hectáreas); Muy Baja con 7.93% (230.93 hectáreas) del territorio municipal.

En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por subsidencia en una superficie de 1260.45 hectáreas como **Media**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y el resto del territorio en Baja y Muy Baja.

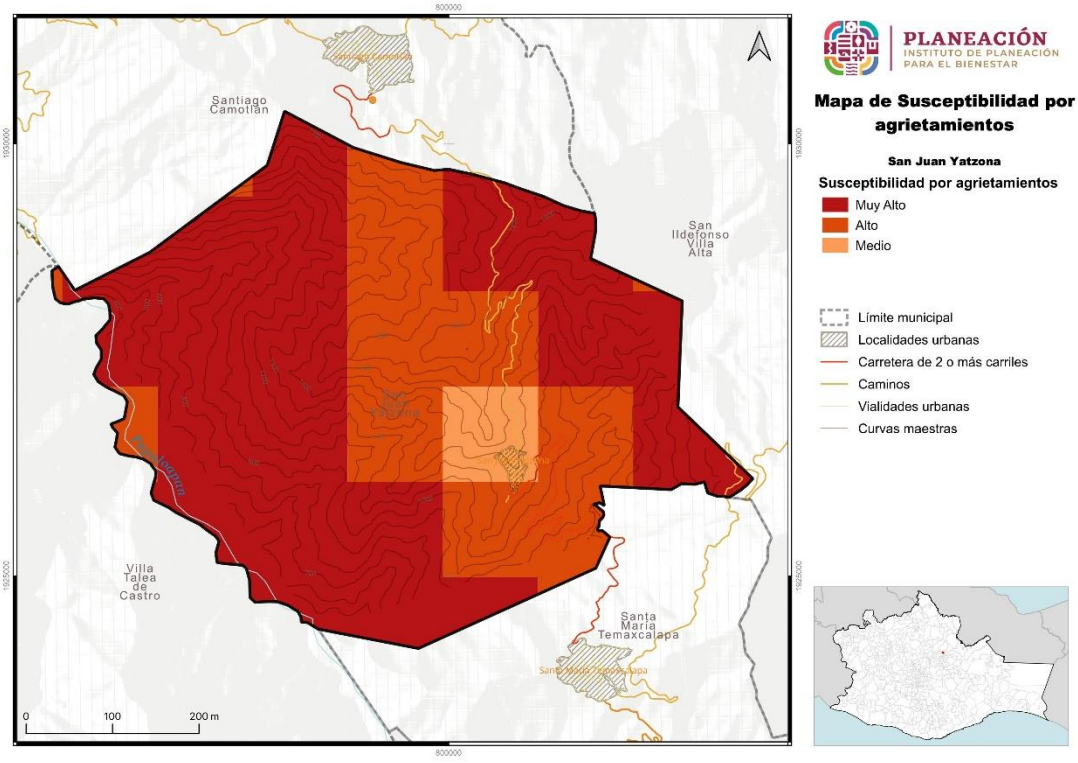
En el Municipio de San Juan Yatzona, no se ha presentado este fenómeno, aunque se ha ubicado en el territorio municipal compactación antrópica, no hay evidencia histórica de dicho fenómeno en el municipio por lo que el grado de peligro es ***Baja****, y al ser una zona sísmica lleva consigo riesgos geológicos, por lo que se recomienda para todo proyecto de infraestructura a desarrollarse en un futuro, se realicen estudios de mecánica de suelos.*

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

Los peligros geomorfológicos se derivan en dos grandes grupos: los procesos de remoción en masa y los hundimientos. Los primeros refieren a un transporte o movimiento que puede ser lento o rápido de material en ambientes de ladera, por acción de la gravedad y el agua; en tanto que los hundimientos son movimientos bruscos del terreno de manera vertical, como producto de asentamientos locales y factores geológicos subterráneos, para el municipio tiene un nivel de agrietamiento **Muy Alto** con 64.69% (1882.99 hectáreas); con un nivel Alto 31.15% (906.77 hectáreas); Medio 4.16% (121.2 hectáreas), para todo el territorio.

En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por agrietamiento en una superficie de 121.2 hectáreas como **Media**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona, barrio San Juan y Venustiano G.; y el resto del territorio en Muy Alto y Medio.

Mapa 65. Susceptibilidad por agrietamientos



En el Municipio de San Juan Yatzona, no se ha presentado este fenómeno, aunque se ha ubicado en el territorio municipal, hay evidencia histórica de dicho fenómeno en el municipio por lo que el grado de peligro es ***Muy Alta****, y al ser una zona sísmica lleva consigo riesgos geológicos, por lo que se recomienda para todo proyecto de infraestructura a desarrollarse en un futuro, se realicen estudios de mecánica de suelos.*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ciclones tropicales.

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

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

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

Tabla 43. 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 44. Alturas de marea de tormenta y pleamar a nivel municipal (m)

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

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

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

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

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

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

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

Sequías

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

que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.

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

Tabla 45. 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 46. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza de heladas

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

Temperaturas Máximas y Temperaturas Mínimas

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

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

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

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

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

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

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

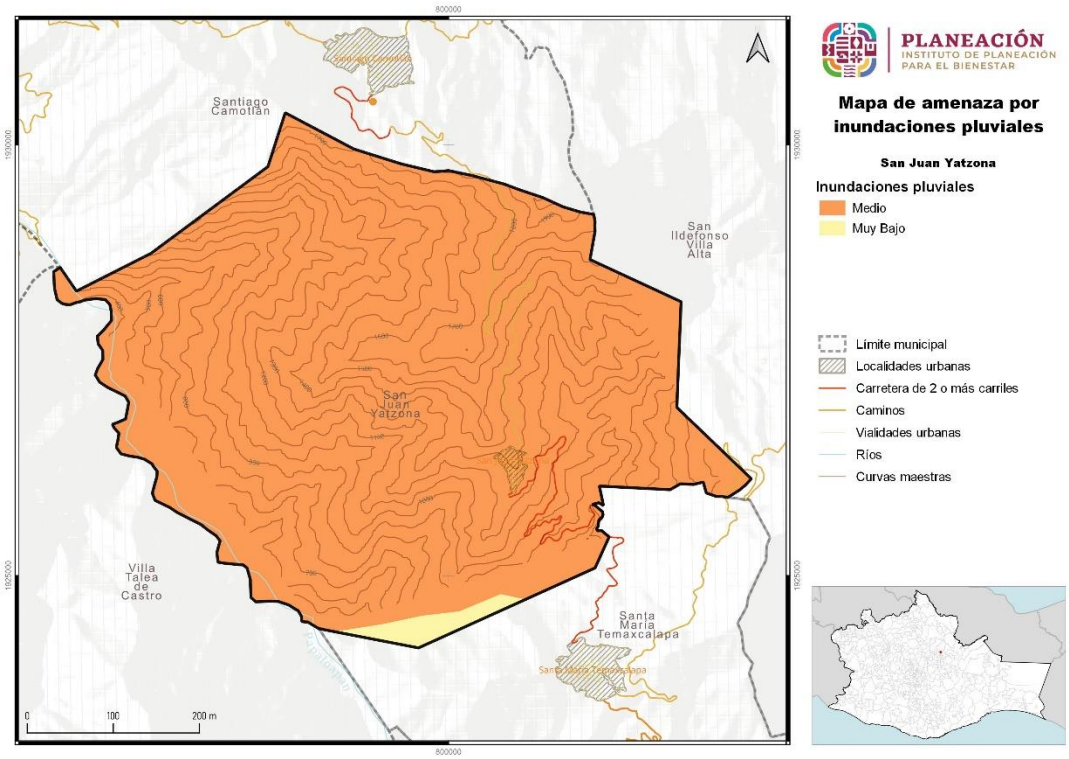
V.2.1 Inundaciones pluviales

Las inundaciones son un fenómeno en el cual se anega un área determinada que generalmente está libre de ésta. El agua proviene del desbordamiento de arroyos, ríos o represas, o bien de escurrimientos de partes altas y se asocia a lluvias intensas en el área o incluso en otras lejanas.

A pesar de considerarse un fenómeno natural, tiene una alta influencia de los procesos de ocupación del territorio y construcción de infraestructura, ya que a menudo el riesgo existe cuando se establecen viviendas en zonas inundables y se crean embudos artificiales que impiden el libre tránsito de las avenidas de agua.

Con respecto a las amenazas por inundaciones pluviales, el municipio de San Juan Yatzona tiene una probabilidad de riesgo **Medio** a una afectación al territorio en 98.51% (2871.71 hectáreas); y con un 1.49% (43.37 hectáreas) de la superficie municipal.

Mapa 66. Mapa de amenaza por inundaciones pluviales en el municipio



En el mapa se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por inundaciones pluviales en una superficie de 2871.71 hectáreas como **Media**, abarcando en su totalidad la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y una pequeña porción del territorio al sur del municipio con un grado de peligro Muy Bajo.

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.

Se entiende por inundación: aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

México se encuentra entre dos grandes océanos, por ello, cada año se forman ciclones tropicales que causan lluvias intensas, además de que la topografía del territorio nacional, en su mayoría, es escarpada. Ambos factores propician que las inundaciones afecten gran parte del país.

La Ley General de Protección Civil reconoce varios tipos de inundación:

Inundaciones pluviales: Suceden cuando el terreno se ha saturado de agua y no puede absorberla, lo que provoca que la lluvia excedente se acumule durante horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte.

Inundaciones 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.

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

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

Inundaciones de áreas ribereñas

Las inundaciones en áreas ribereñas ocurren cuando el escurrimiento alcanza niveles superiores al lecho menor causando afectaciones en el lecho mayor; los impactos debido a la inundación ocurren cuando esta área de riesgo es ocupada por la población como se muestra en la figura. Este tipo de inundación generalmente ocurre en cuencas medianas y grandes (> 100 km2).

Imagen 6. Inundaciones áreas ribereñas



La inundación del lecho mayor de los ríos es un proceso natural, como consecuencia del ciclo hidrológico del agua; cuando la población ocupa el lecho mayor, que son áreas de riesgo, los impactos son reincidentes, por lo debe de respetarse el derecho de cauce de los arroyos y ríos.

Inspección de cauces: recorrido en campo

Todos los ríos hidrológicamente se comportan de diferentes maneras, y con el tiempo van sufriendo cambios en la búsqueda de la estabilidad hidráulica. Estos cambios se deben a dos factores principales, los primeros asociados con fenómenos naturales y los segundos por causas antropogénicas.

La importancia de la exploración o conocimiento de los cauces es de gran beneficio ya que antes y durante la ocurrencia de eventos extremos, posibilita la prevención o reducción de daños en los ámbitos económicos y de infraestructura, y principalmente, en la prevención de pérdidas humanas.

Los escurrimientos pluviales pueden llegar a producir inundaciones o encharcamientos, debido a dos aspectos que se pueden presentar en conjunto o aisladamente.

Inundaciones debido a la urbanización

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

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

- Aumento de los caudales máximos (hasta 7 veces), así como su frecuencia, debido al aumento de la capacidad de escurrimiento a través de conductos y canales e impermeabilidad de la superficie de escurrimiento.
- Aumento en la generación de sedimentos debido a la falta de protección natural de las superficies del suelo expuestas (deforestadas), así como la producción de residuos sólidos (basura).
- Deterioro de la calidad del agua superficial y subterránea debido al lavado de las calles, transporte de material sólido y de la conjunción clandestina de descargas sanitarias y pluviales en los escurrimientos.

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

Afectando de manera directa el ciclo del escurrimiento hacia zonas de desfogue de la cuenca en estudio.

En el Municipio de San Juan Yatzona se han presentado inundaciones del tipo Pluvial, debido a los escurrimientos. Por lo que este fenómeno se presenta en un grado ***MEDIO***.

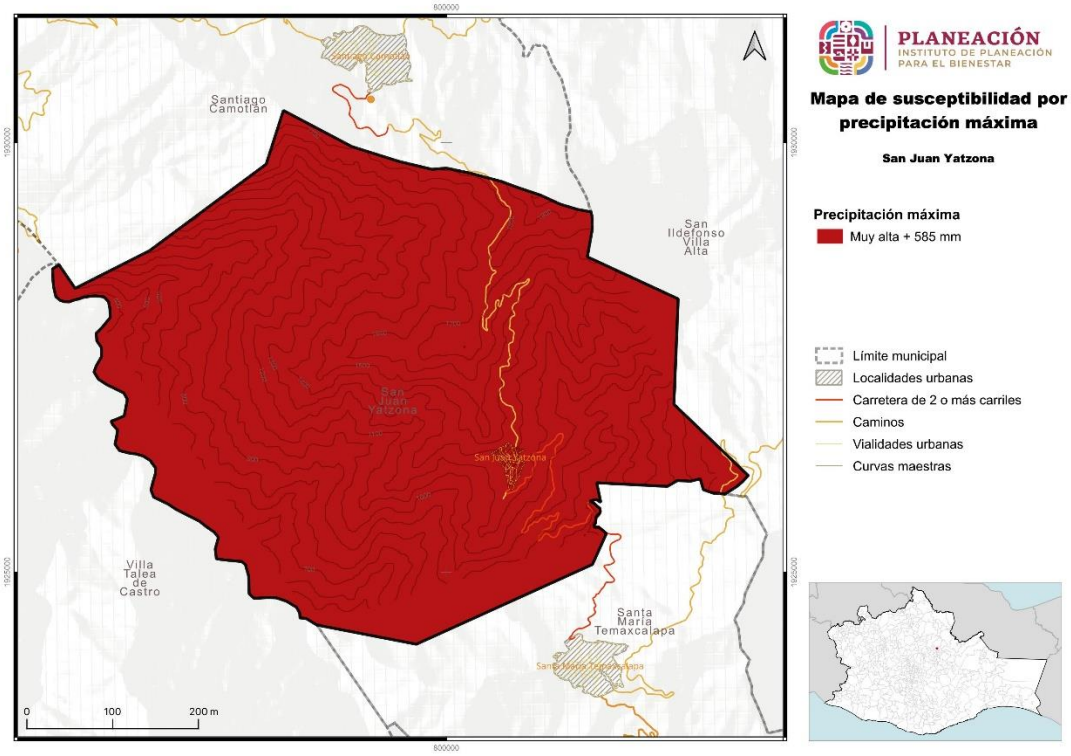
V.2.1.1. Amenaza por precipitación máxima en el municipio

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.

Con respecto al caso de susceptibilidad por precipitación máxima en el municipio de San Juan Yatzona tiene una probabilidad de riesgo **MUY ALTO** en el rango de precipitación de **+585 mm** afectando al 100% (2910.96 hectáreas) del territorio.

Mapa 67. Mapa de amenaza por precipitación máxima

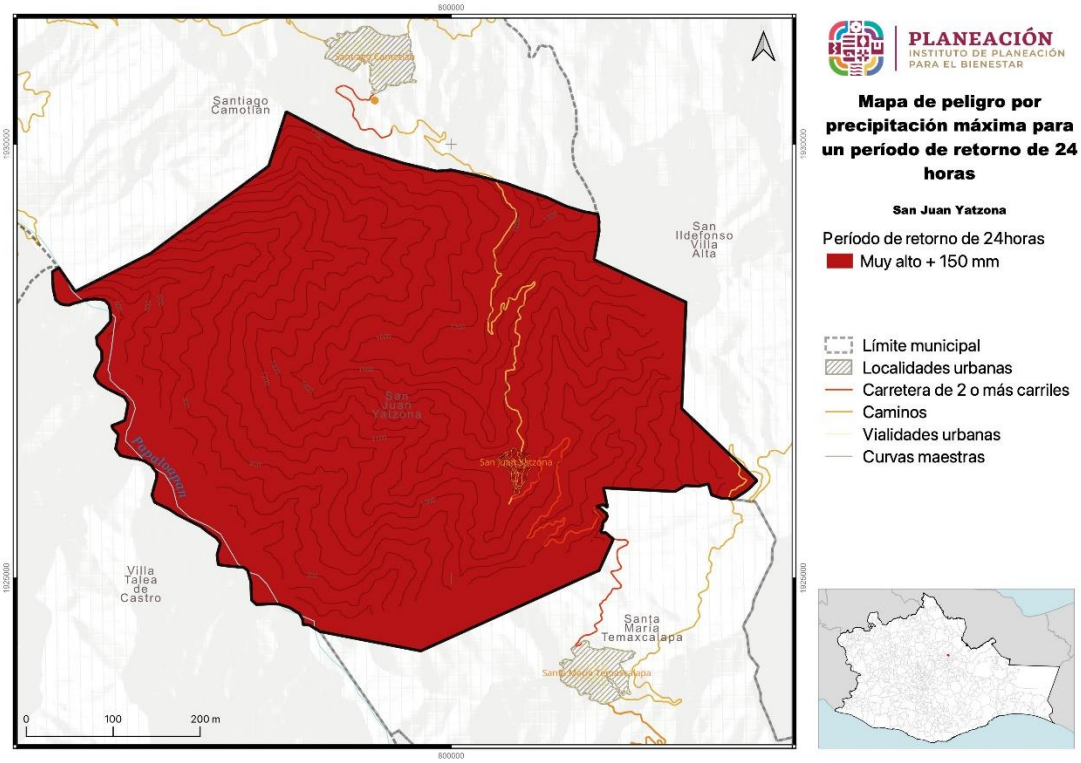


En el mapa se puede observar que, en el municipio de San Juan Yatzona, todo el territorio del municipio presenta un riesgo de precipitación máxima **Muy Alta + 585 mm**, por lo que los habitantes de la cabecera municipal y sus barrios son vulnerables ante este fenómeno hidrometeorológico, ya que se esperan como mínimo 585 mm de precipitación.

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

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

Mapa 68. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 24 horas



Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por 24 horas **(PR 24 horas)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 2910.96 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Barrios, tal como se muestra en el mapa.

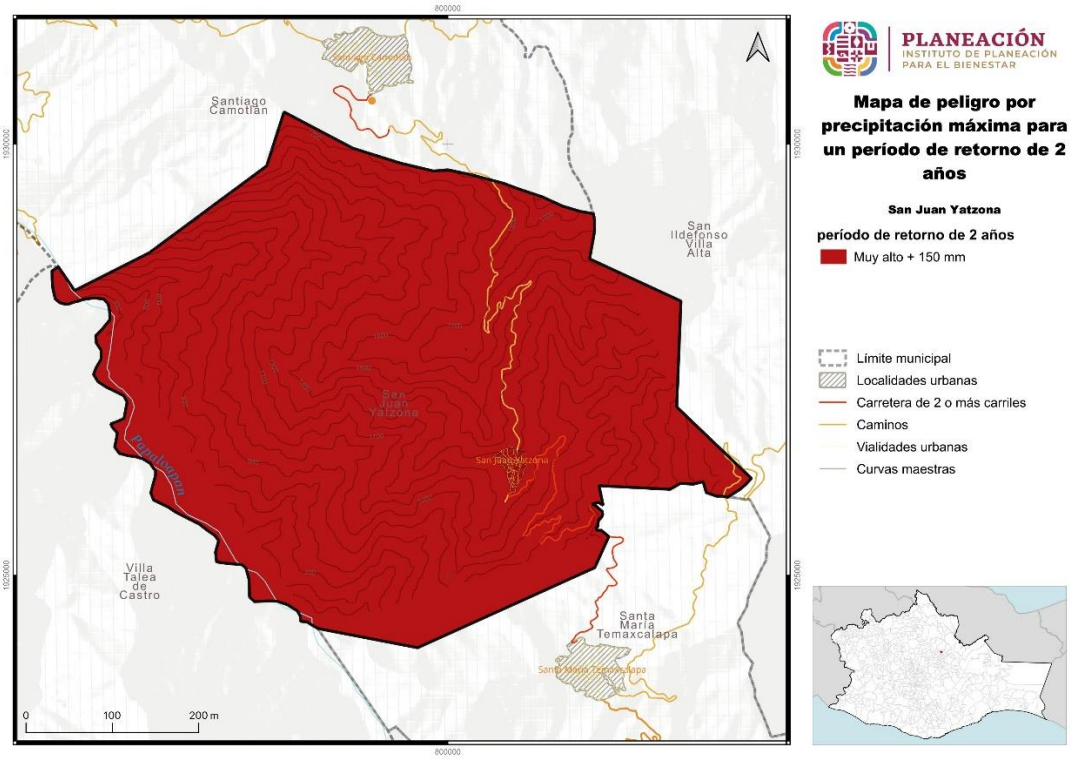
En el territorio, se espera un peligro por precipitación máxima para un periodo de retorno de 24 horas como **Muy Alta + 150 mm**, abarcando el 100% del territorio y de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios, por lo que presentan un peligro **Muy Alto** ante este fenómeno hidrometeorológico en este periodo de retorno donde se esperan como mínimo 150 mm de precipitación.

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

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

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por dos años **(PR 2 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 2910.96 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Barrios, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 69. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



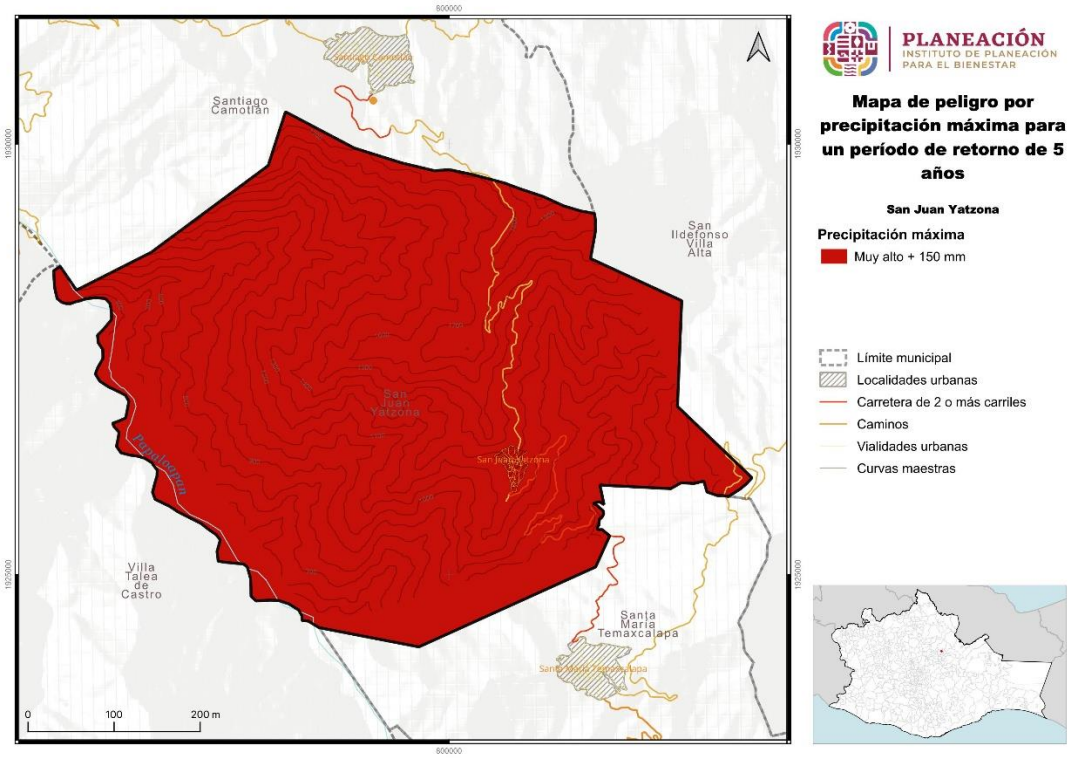
En el territorio, se espera un peligro por precipitación máxima para un periodo de retorno de 2 años como **Muy Alta + 150 mm**, abarcando el 100% del territorio y de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios, por lo que presentan un peligro **Muy Alto** ante este fenómeno hidrometeorológico en este periodo de retorno, donde se espera como mínimo 150 mm de precipitación.

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

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

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por cinco años **(PR 5 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 2910.96 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Barrios, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 70. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



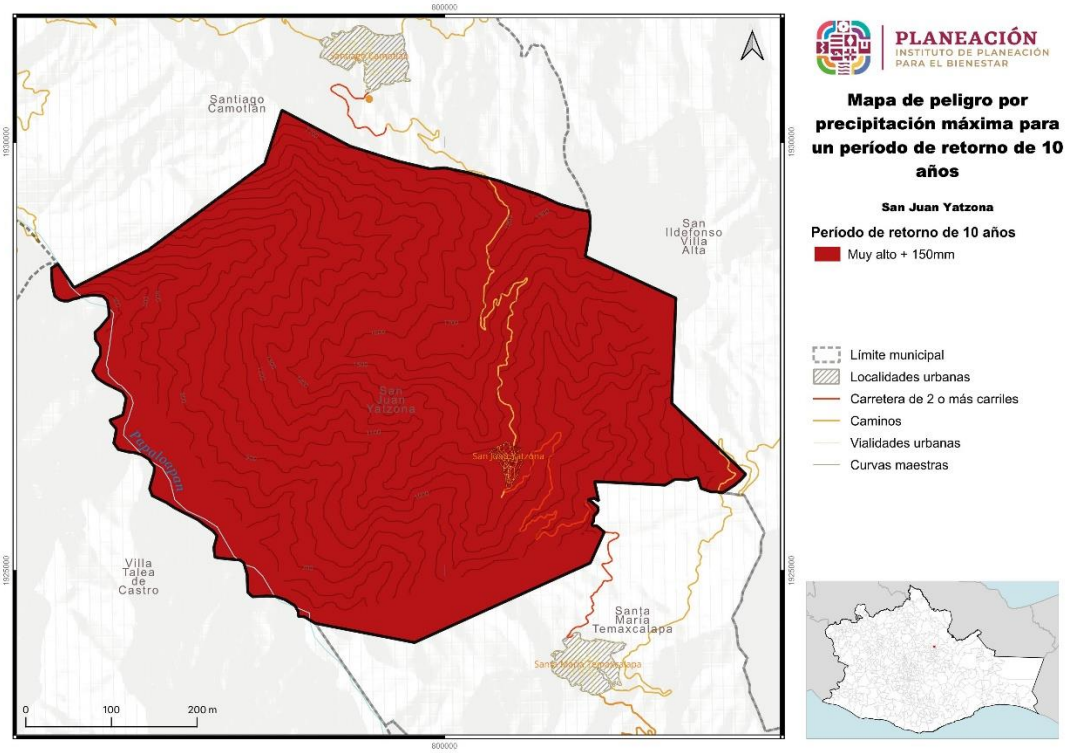
En el territorio, se espera un peligro por precipitación máxima para un periodo de retorno de 5 años como **Muy Alta + 150 mm**, abarcando el 100% del territorio y de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios, por lo que presentan un peligro **Muy Alto** ante este fenómeno hidrometeorológico en este periodo de retorno, donde se espera como mínimo 150 mm de precipitación.

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

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

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por diez años **(PR 10 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 2910.96 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Barrios, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 71. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



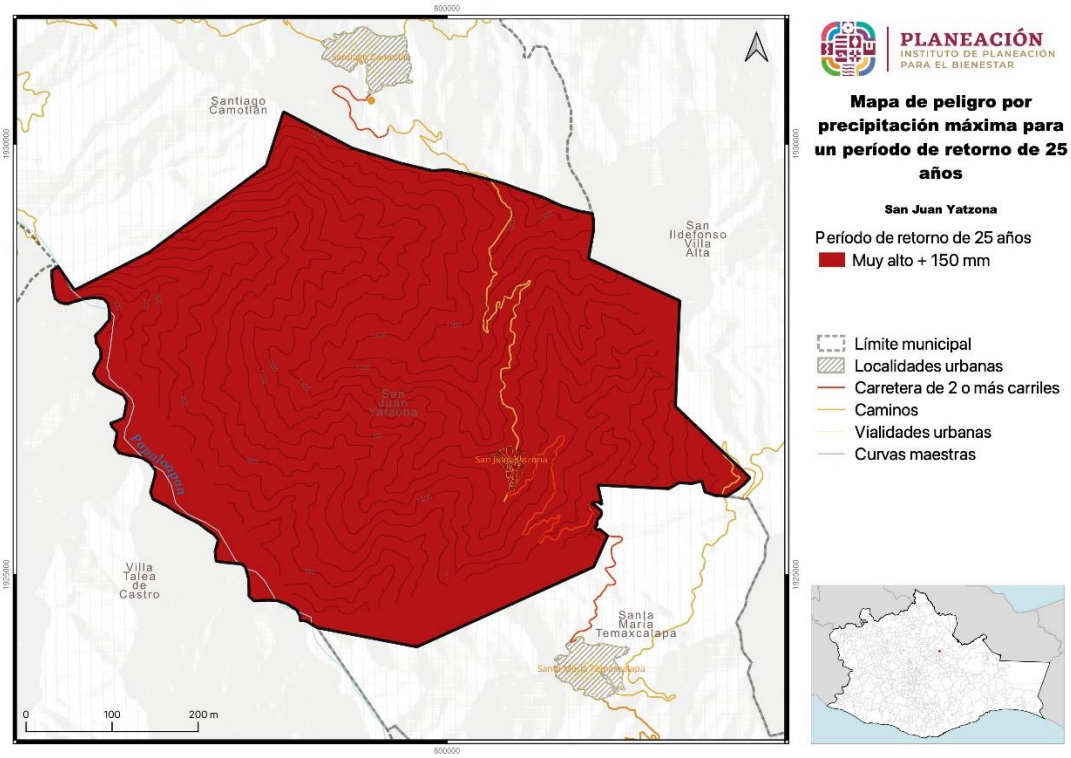
En el territorio, se espera un peligro por precipitación máxima para un periodo de retorno de 10 años como **Muy Alta + 150 mm**, abarcando el 100% del territorio y de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios, por lo que presentan un peligro **Muy Alto** ante este fenómeno hidrometeorológico en este periodo de retorno, donde se espera como mínimo 150 mm de precipitación.

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

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

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 2910.96 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Barrios, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 72. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



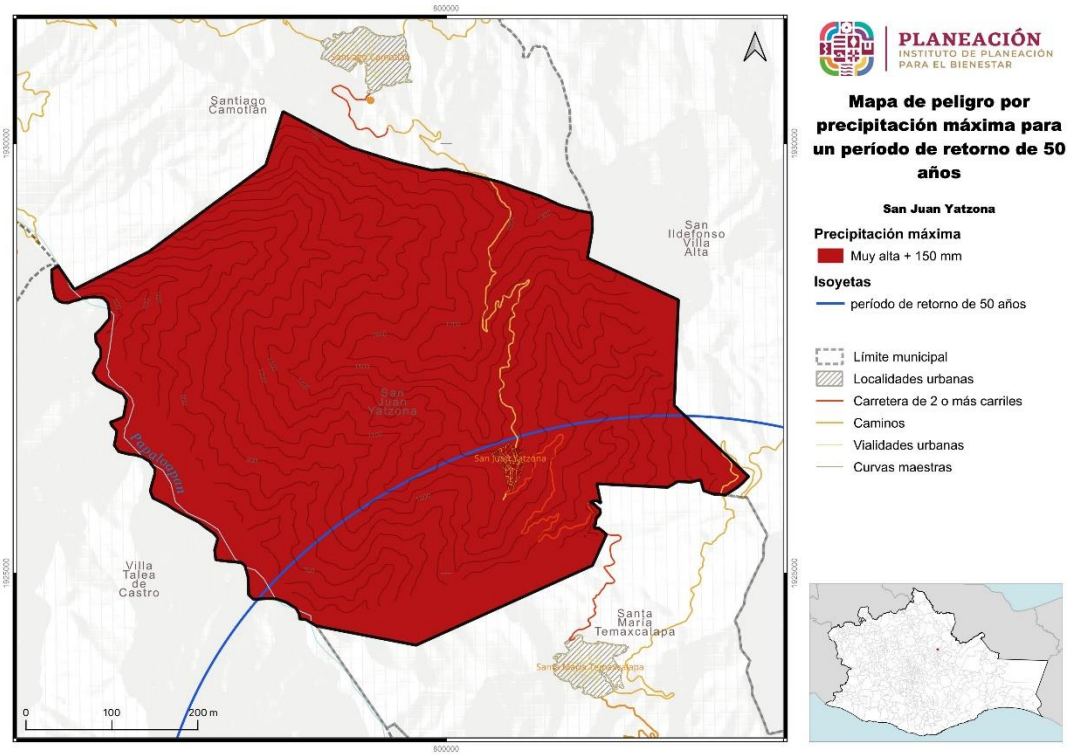
En el territorio, se espera un peligro por precipitación máxima para un periodo de retorno de 25 años como **Muy Alta + 150 mm**, abarcando el 100% del territorio y de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios, por lo que presentan un peligro **Muy Alto** ante este fenómeno hidrometeorológico en este periodo de retorno, donde se espera como mínimo 150 mm de precipitación.

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

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

Finalmente, para peligros por precipitación máxima en un período de retorno por 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por precipitación máxima, clasificado como nivel **Muy Alto +150 mm**. Este peligro afectará una extensión territorial de 2910.96 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Barrios, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 73. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



En el territorio, se espera un peligro por precipitación máxima para un periodo de retorno de 50 años como **Muy Alta + 150 mm**, abarcando el 100% del territorio y de la

totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios, por lo que presentan un peligro **Muy Alto** ante este fenómeno hidrometeorológico en este periodo de retorno, donde se espera como mínimo 150 mm de precipitación.

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

V.2.2 Inundaciones fluviales *

(No aplica en este municipio)

V.2.3 Inundaciones costeras *

(No aplica en este municipio)

V.2.4 Inundaciones lacustres *

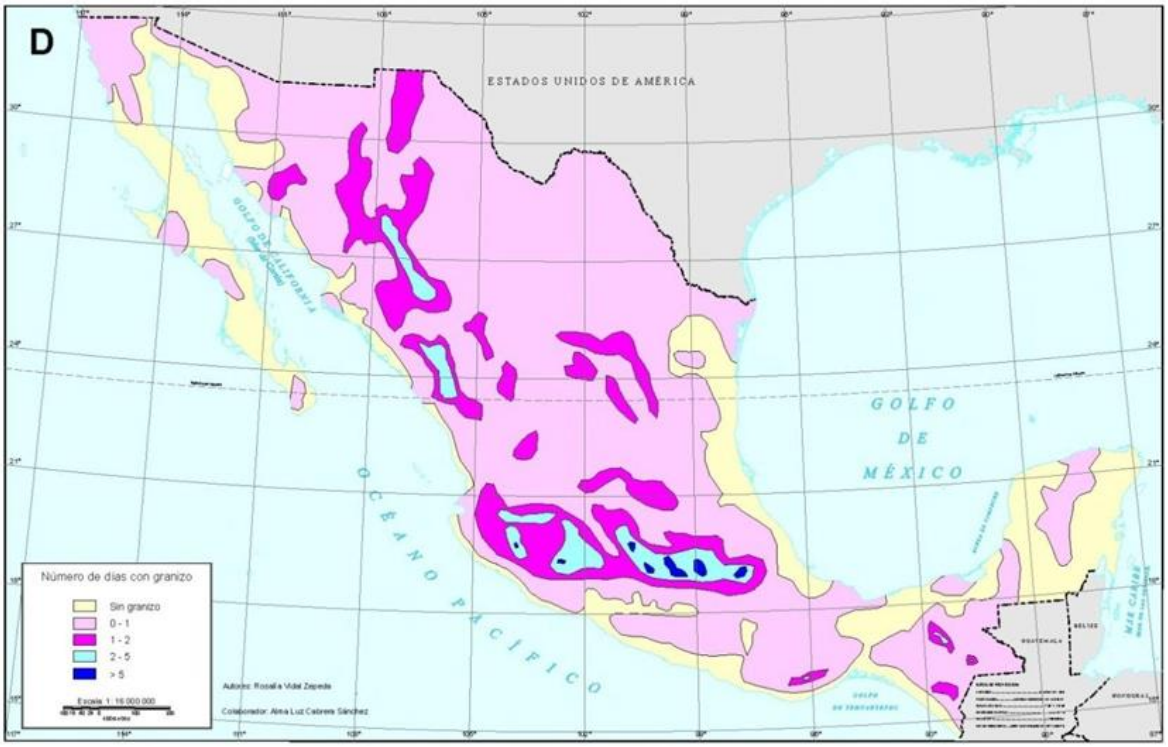
(No aplica en este municipio)

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.

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

Mapa 74. Días con Granizo

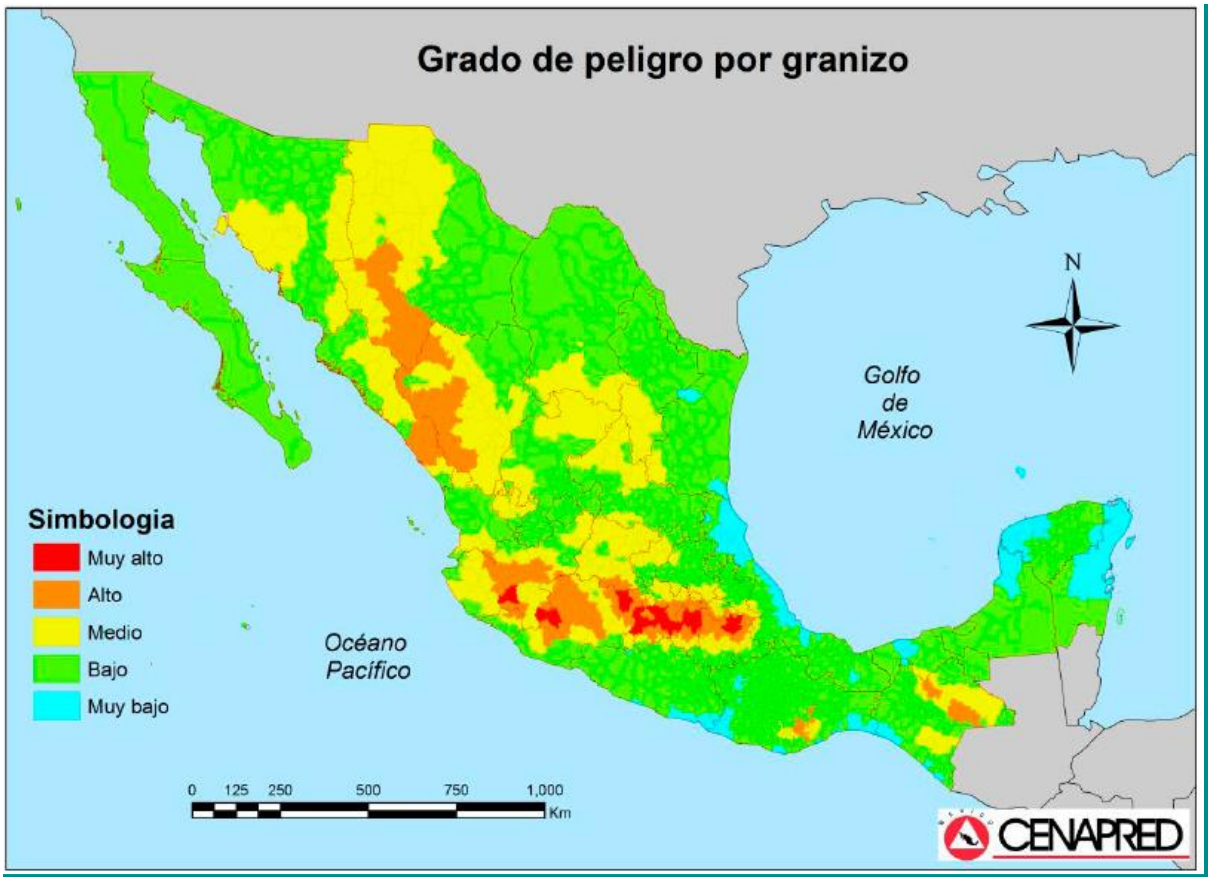


En la República Mexicana se producen granizadas principalmente en la región del altiplano, particularmente en los valles de la porción sureste y en la Sierra Madre Occidental, así como en la Sierra Madre del Sur y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora. Las ciudades que con mayor frecuencia son afectadas son Puebla, Pachuca, Tlaxcala, Zacatecas y el Distrito Federal, donde se tiene la mayor incidencia, durante los meses de mayo, julio y agosto.

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

En estado de Oaxaca las tormentas de granizo tienen una alta exposición y se presenta en algunas zonas altas del estado; en lo que respecta al municipio, la frecuencia en la región se localiza en el rango de 0 a 2 días al año. Su distribución es muy irregular y no guarda un patrón de comportamiento definido.

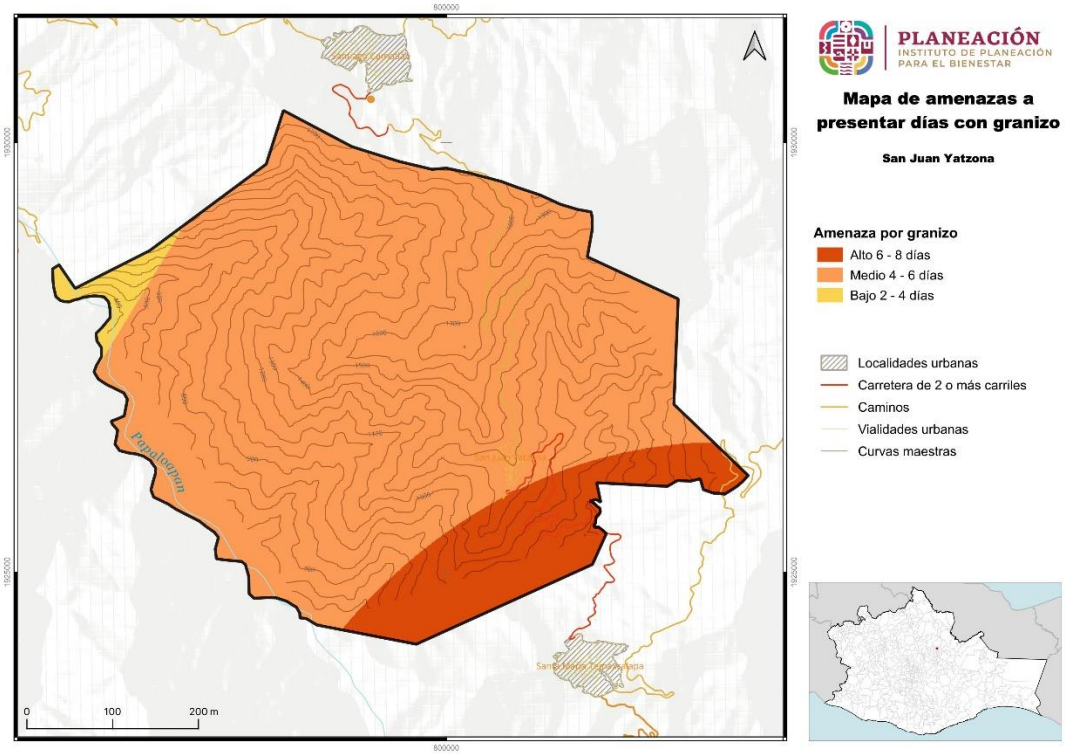
Mapa 75. Grado de peligro por granizo



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

Entendida que las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. San Juan Yatzona presenta estas características con días de granizo en una escala de amenaza BAJA (2 – 4 días) con 1.97% (57.32 hectáreas); **MEDIA** (4-6 días), con 85.17% (2479.22 hectáreas); y ALTA (6 – 8 días), con 12.86% (374.42 hectáreas); como se muestra en el mapa.

Mapa 76. Amenaza por días con granizo en el municipio

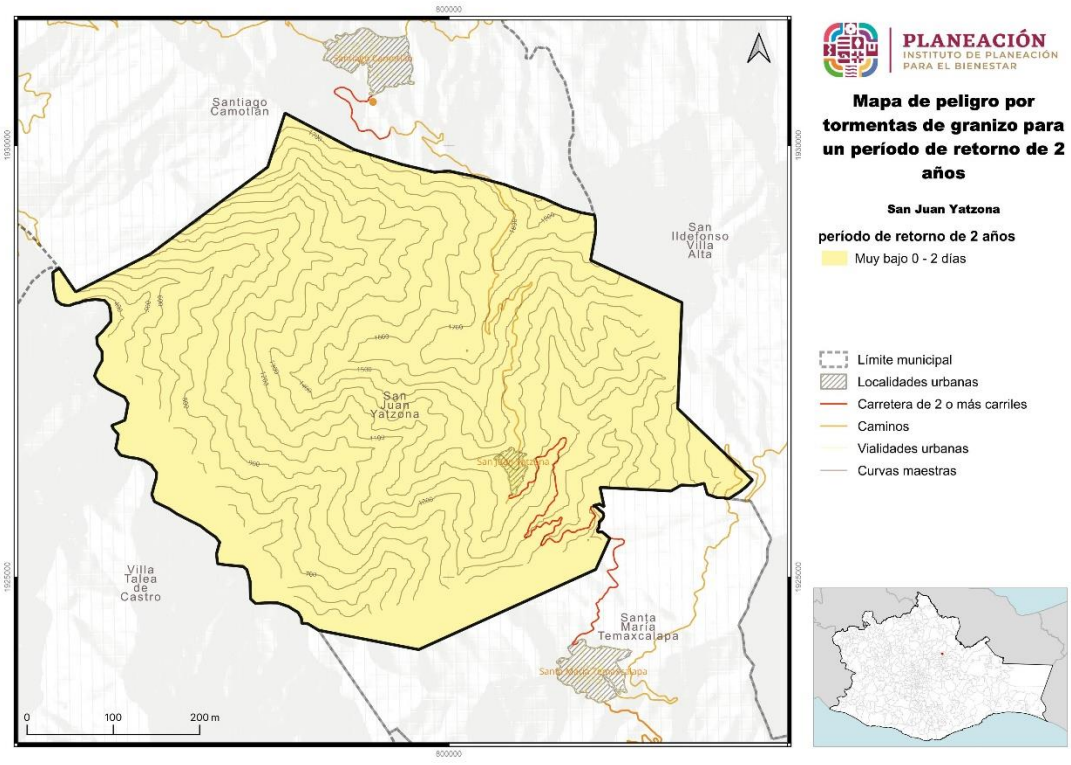


En el territorio, se espera un peligro por días con granizo como **Medio 4 – 6 días**, abarcando la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios, por lo que presentan un peligro **Medio** y se espera como máximo 6 días con granizo; Alto en el sureste del territorio con 8 días como máximo; y Bajo con 4 días como máximo de días con granizo en el noroeste ante este fenómeno hidrometeorológico en este periodo de retorno.

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

Para peligros por precipitación máxima en un período de retorno de 2 años **(PR 2 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Muy Bajo (0 -2 días)**. Este peligro afectará una extensión territorial de 2910.96 hectáreas, las cuales incluyen la cabecera municipal y Barrios, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 77. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 2 años



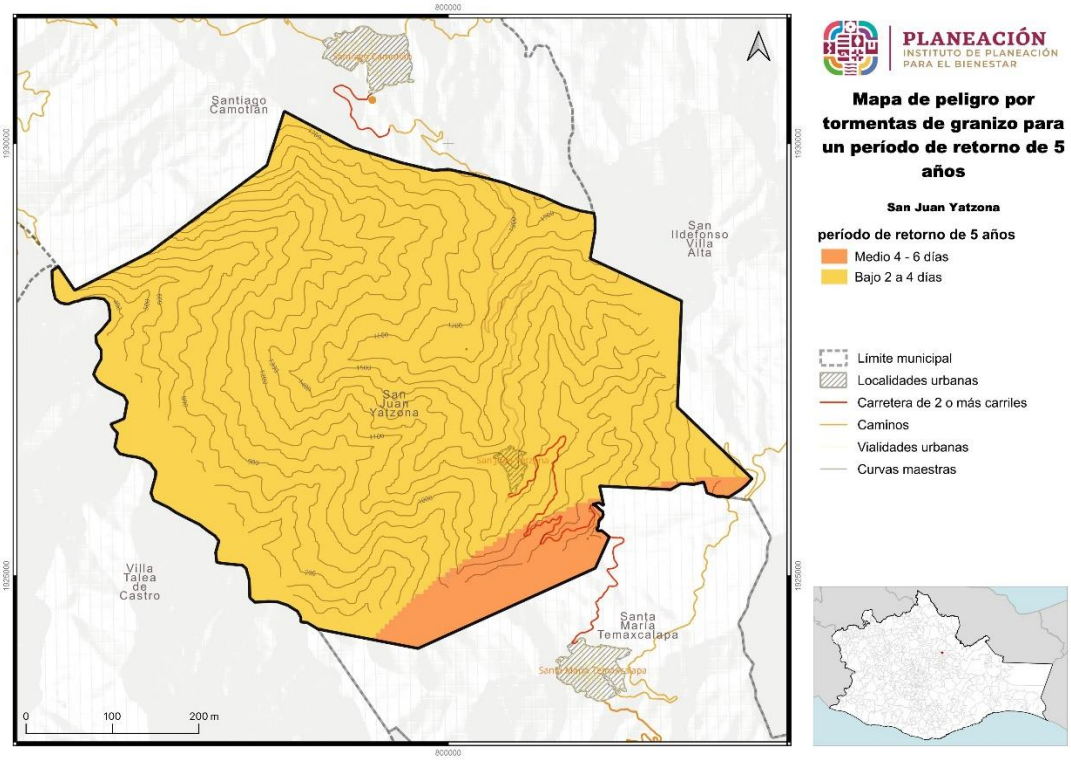
En el territorio, se espera un peligro por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años como **Muy Bajo** se espera como máximo **2 días** de tormenta con granizo, abarcando el 100% del territorio y de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios, por lo que presentan un peligro **Muy Bajo** ante este fenómeno hidrometeorológico en este periodo de retorno.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 2 años, significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de cinco años **(PR 5 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 6.88% (200.15 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel Medo 4 - 6 días; con 93.12% (2710.81 hectáreas), clasificado como nivel **Medio 4 - 6 días**, como se muestra en el mapa.

Mapa 78. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 5 años



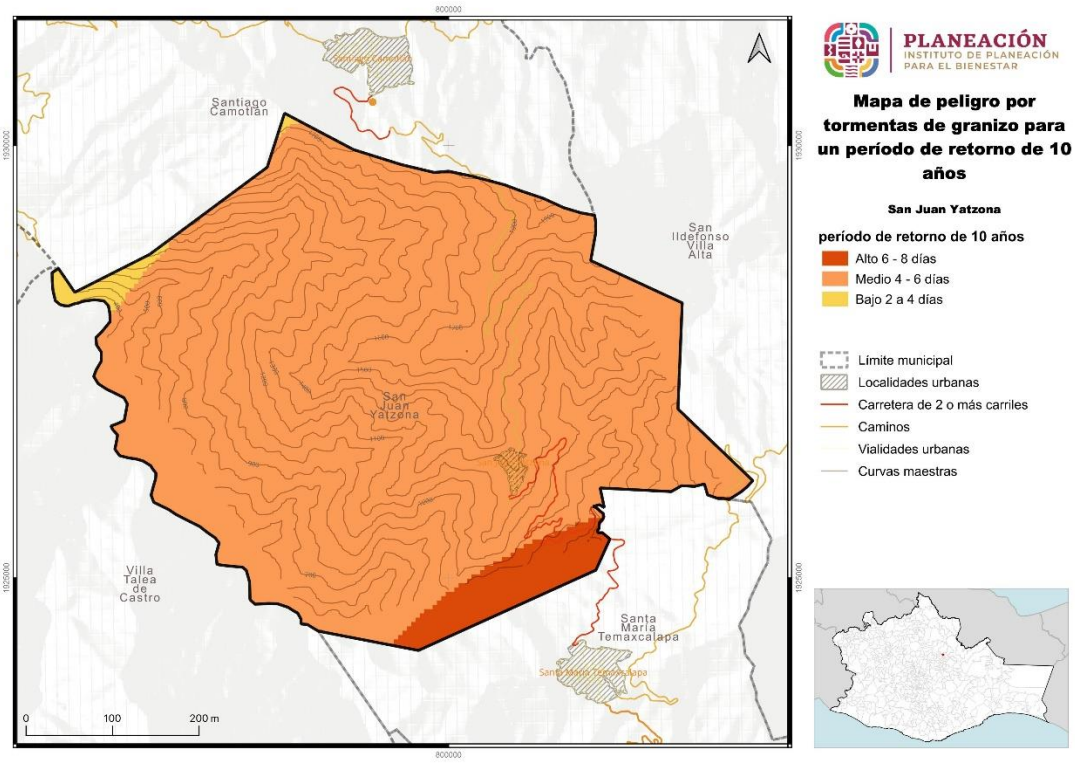
En el territorio, se espera un peligro por tormentas de granizo en una superficie de 2439.91 hectáreas para un periodo de retorno de 5 años como **Bajo** se espera como máximo **4 días** de tormentas con granizo, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; en el sureste del municipio se presentará un peligro Medio con un máximo de 6 días de tormentas de granizo.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 5 años, significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de 10 años **(PR 10 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 4.54% (132.2 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel Alto 6 - 8 días; con 94.22% (2742.85 hectáreas), clasificado como nivel **Medio 4 - 6 días**; y en 1.23% (35.91 hectáreas) como nivel Bajo 2 - 4 días, como se muestra en el mapa.

Mapa 79. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 10 años



En el territorio, se espera un peligro por tormentas de granizo en una superficie de 2742.85 hectáreas para un periodo de retorno de 10 años como **Medio** y se espera como máximo **6 días** de tormentas con granizo, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; en el sureste del municipio se presentará un peligro Alto con 8 días máximo de tormentas de granizo y Bajo con 4 días en el noroeste.

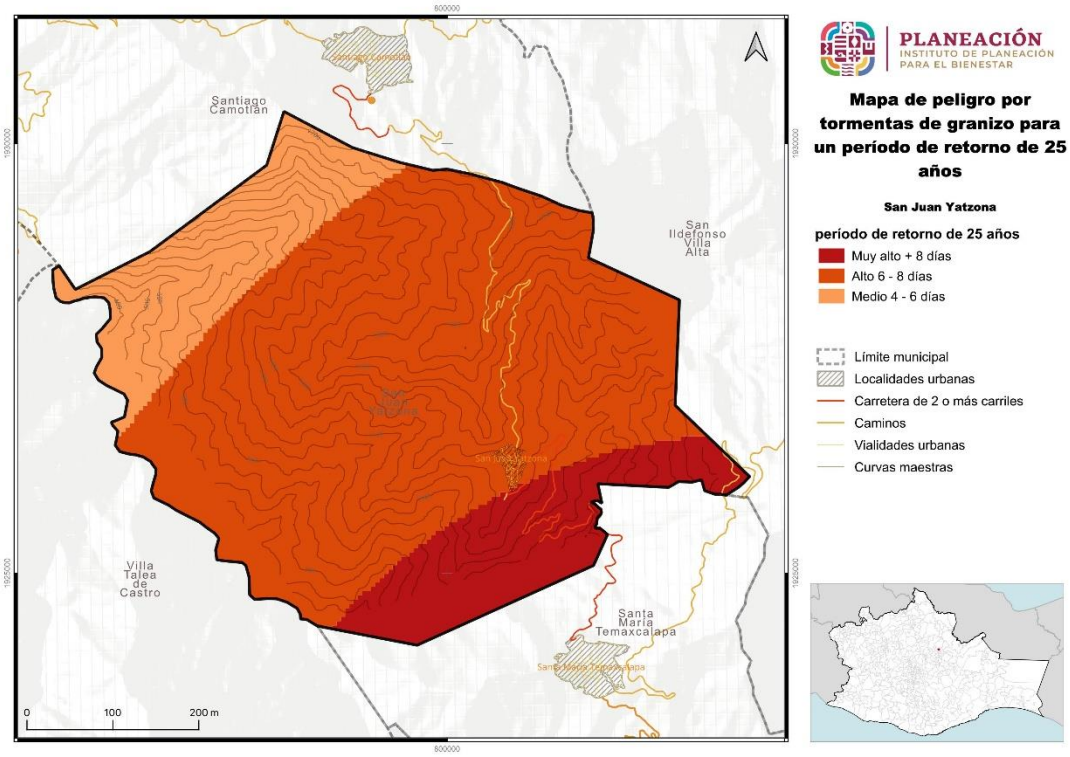
Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 10 años, significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 14.1% (410.34 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Muy Alto + 8 días**; con 70.63% (2055.97

hectáreas), clasificado como nivel Alto 6 -8 días; en 15.28% (444.65 hectáreas) como nivel Medio 4 - 6 días, como se muestra en el mapa.

Mapa 80. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 25 años



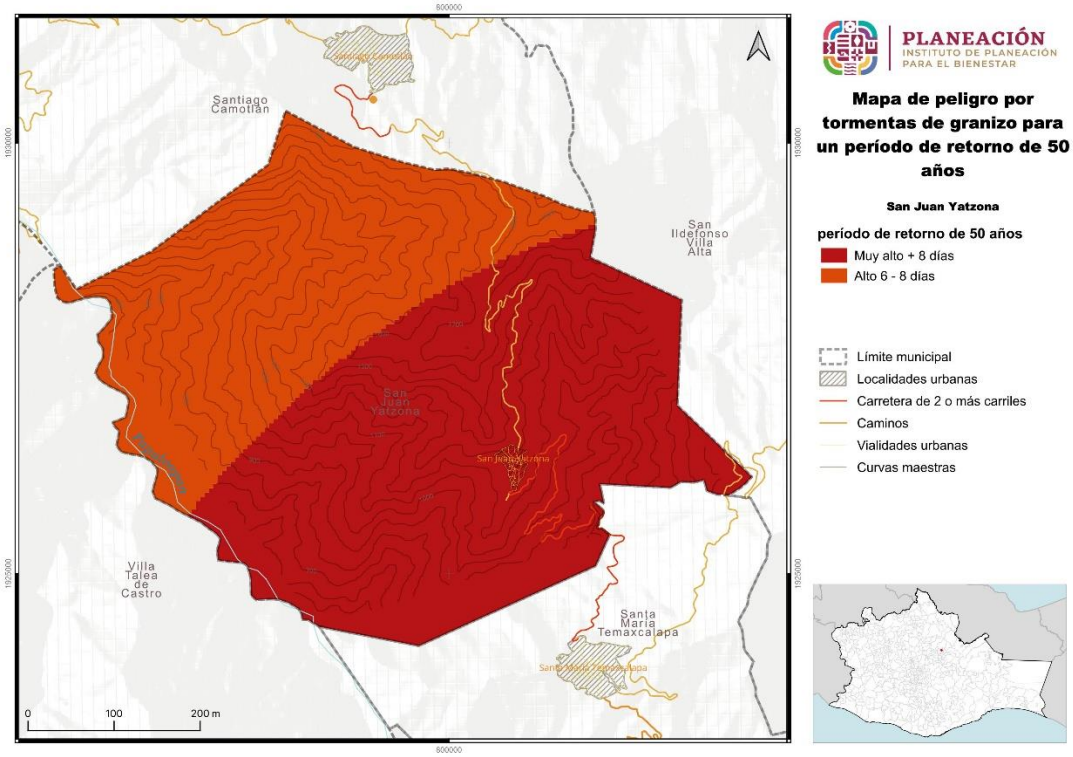
En el territorio, se espera un peligro por tormentas de granizo en una superficie de 2742.85 hectáreas para un periodo de retorno de 25 años como **Alto** y se espera como máximo **8 días** de tormentas con granizo, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; en el sureste del municipio se presentará un peligro Alto esperando como mínimo 8 días de tormentas y Medio con un máximo de 6 días de tormentas de granizo en el noroeste.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 25 años, significa que podrá ser afectada 4 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 59.9% (1743.76 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Muy Alto + 8 días**; con 40.1% (1167.2 hectáreas), clasificado como nivel Alto 6 -8 días, como se muestra en el mapa.

Mapa 81. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 50 años



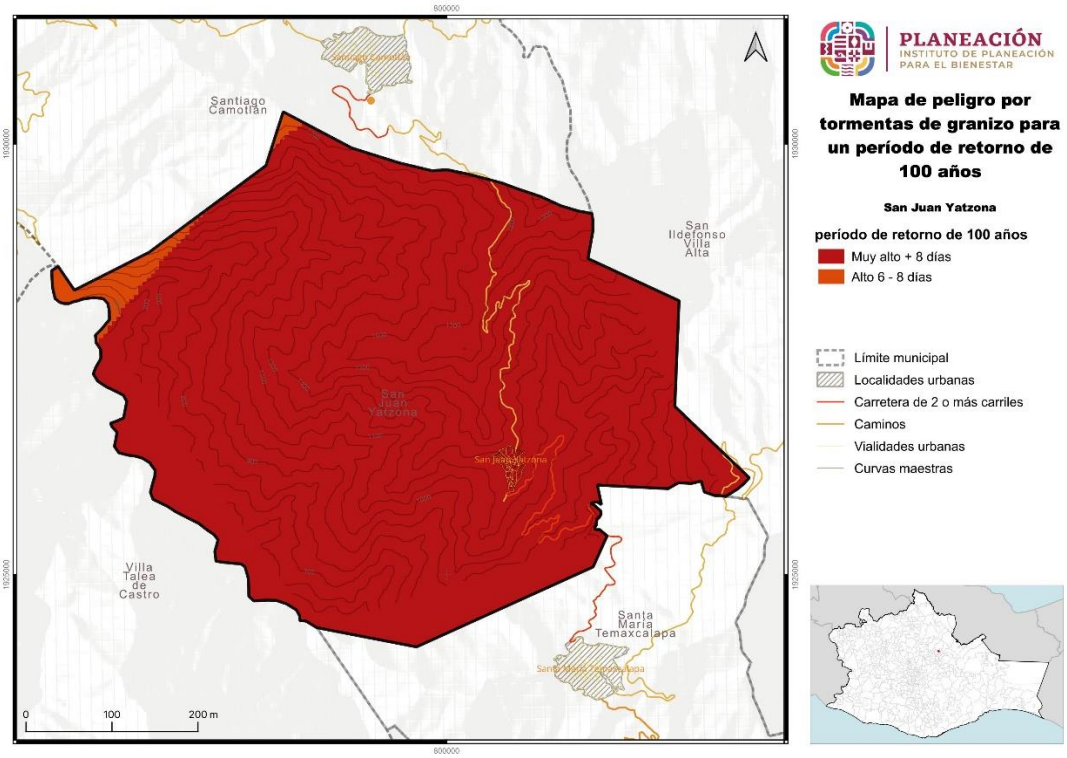
En el territorio, se espera un peligro por tormentas de granizo en una superficie de 1743.76 hectáreas para un periodo de retorno de 50 años como **Muy Alto** y se espera como mínimo **8 días** de tormentas con granizo, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; en el Noroeste del municipio se presentará un peligro Alto y se espera como máximo 8 días con tormentas de granizo.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 50 años, significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

Para peligros por tormentas de granizo en un período de retorno de 100 años **(PR 100 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 98.14% (2856.73 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta de granizo, clasificado como nivel **Muy Alto + 8 días**; con 1.86% (54.22 hectáreas), clasificado como nivel Alto 6 -8 días, como se muestra en el mapa.

Mapa 82. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 100 años



En el territorio, se espera un peligro por tormentas de granizo en una superficie de 2856.73 hectáreas para un periodo de retorno de 100 años como **Muy Alto** y se espera como mínimo **8 días** de tormentas con granizo, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; en el Noroeste del municipio se presentará un peligro Alto y se espera como máximo 8 días con tormentas de granizo.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 100 años, significa que podrá ser afectada 1 vez en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas de granizo en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

San Juan Yatzona *se considera por las evidencias presentadas de ser una zona propensa a la susceptibilidad de peligro por granizo, por lo que se considera un nivel de peligro* ***MEDIO****, cuando se presenta causa daños.*

V.2.6 Nevadas

Las tormentas de nieve son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de la solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones.

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

Etapas de la formación de una tormenta de nieve:

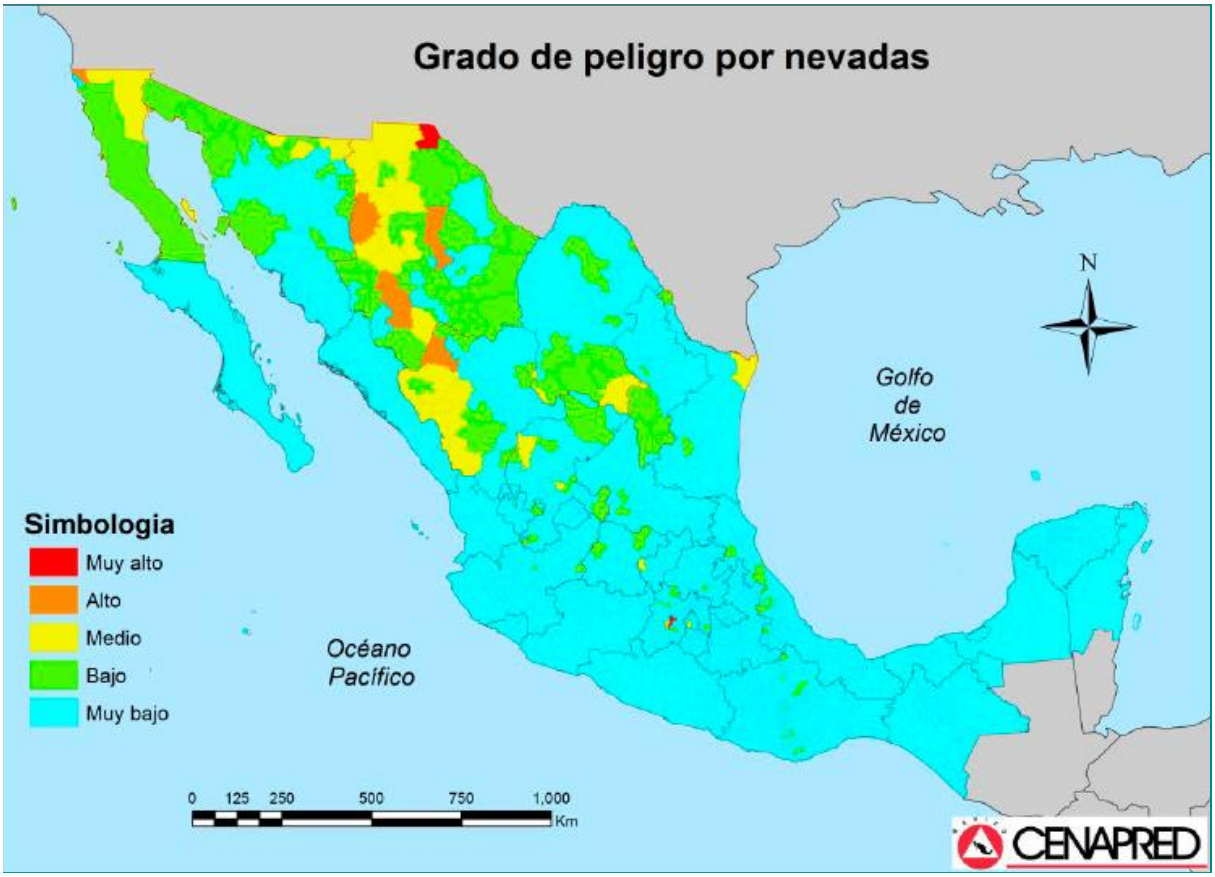
- **Fase inicial:** en la que comienza la formación de nubes grandes de desarrollo y crecimiento en vertical, conocidas como cumulonimbos que almacenan gran cantidad de vapor de agua.
- **Fase de madurez:** en la segunda fase se desarrolla el fenómeno en sí, el vapor de agua cae en forma de nieve y se desencadenan fuertes vientos capaces de llegar a la superficie disminuyendo su temperatura.
- **Fase final:** en esta última fase la tormenta comienza a disiparse, debido a que las diferencias entre las masas de aire se igualan, cesando la precipitación y los vientos.

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

Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras, principalmente, durante el invierno. Como se ve en la siguiente imagen en el

estado de Oaxaca, es poco frecuente la presencia de nieve. Al respecto, en el Municipio, no se han registrado tormentas de nieve en los últimos 10 años, por lo que peligro es muy bajo.

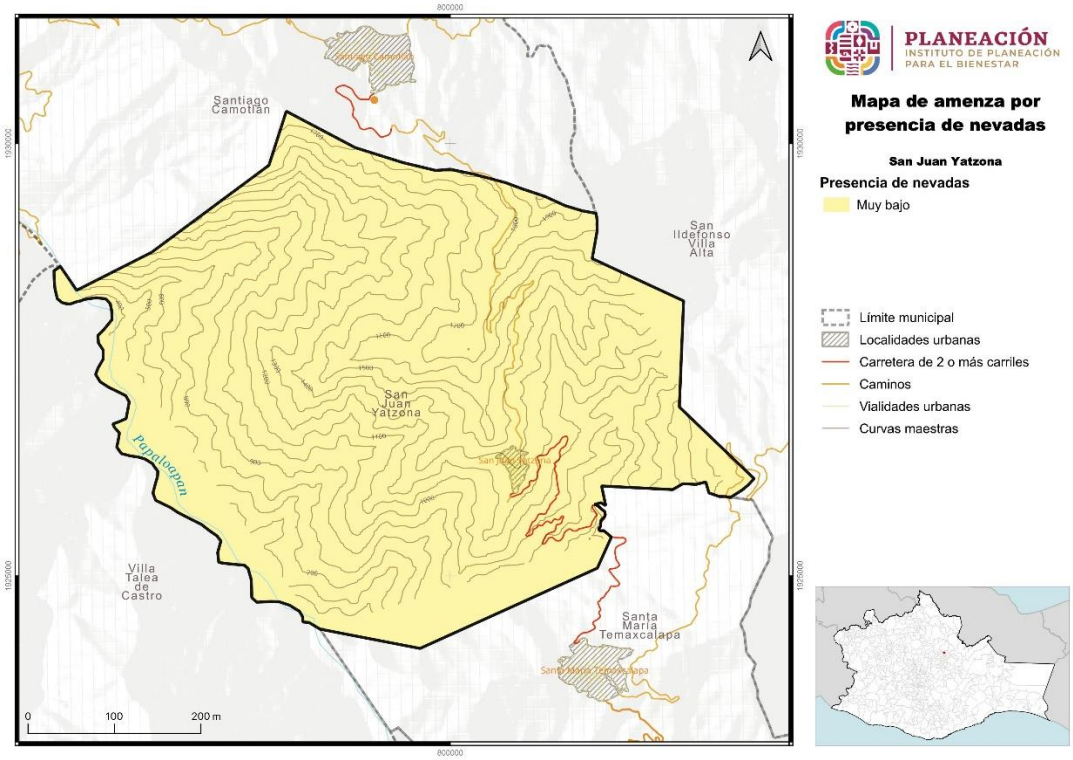
Mapa 83. Grado de peligro por nevada



V.2.6.1. Amenaza por nevadas en el municipio

Para la amenaza por nevadas en el municipio se estima que el 100% (2910.95 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por nevada, clasificado como nivel **Muy Baja**, como se muestra en el mapa.

Mapa 84. Amenaza por nevadas en el municipio



*San Juan Yatzona se considera por las evidencias presentadas de ser una zona no muy propensa a la susceptibilidad de peligro por nevada, por lo que se considera un nivel de peligro **MUY BAJO**, aunque cuando se pueda presentar puede causar daños.*

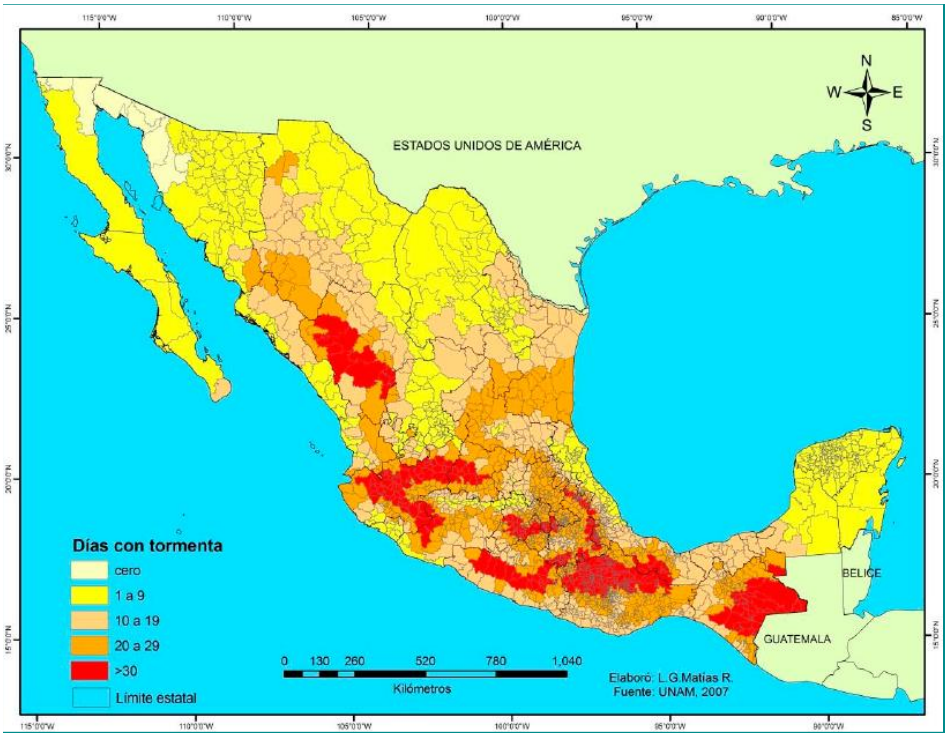
V.2.7 Tormentas eléctricas

Las tormentas son descargas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Las tormentas se asocian a nubes convectivas tipo cumulonimbos y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo. Generalmente son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados.

V.2.7.1. Amenaza por tormentas eléctricas

Entendida que las tormentas eléctricas se asocian a nubes convectivas tipo cumulonimbos y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo. Generalmente son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados. San Juan Yatzona presenta características por amenaza por tormentas eléctricas en una escala **Alta 20 – 30 días** con el 100% (2910.96 hectáreas) del territorio municipal.

Mapa 85. Grado de peligro con tormentas

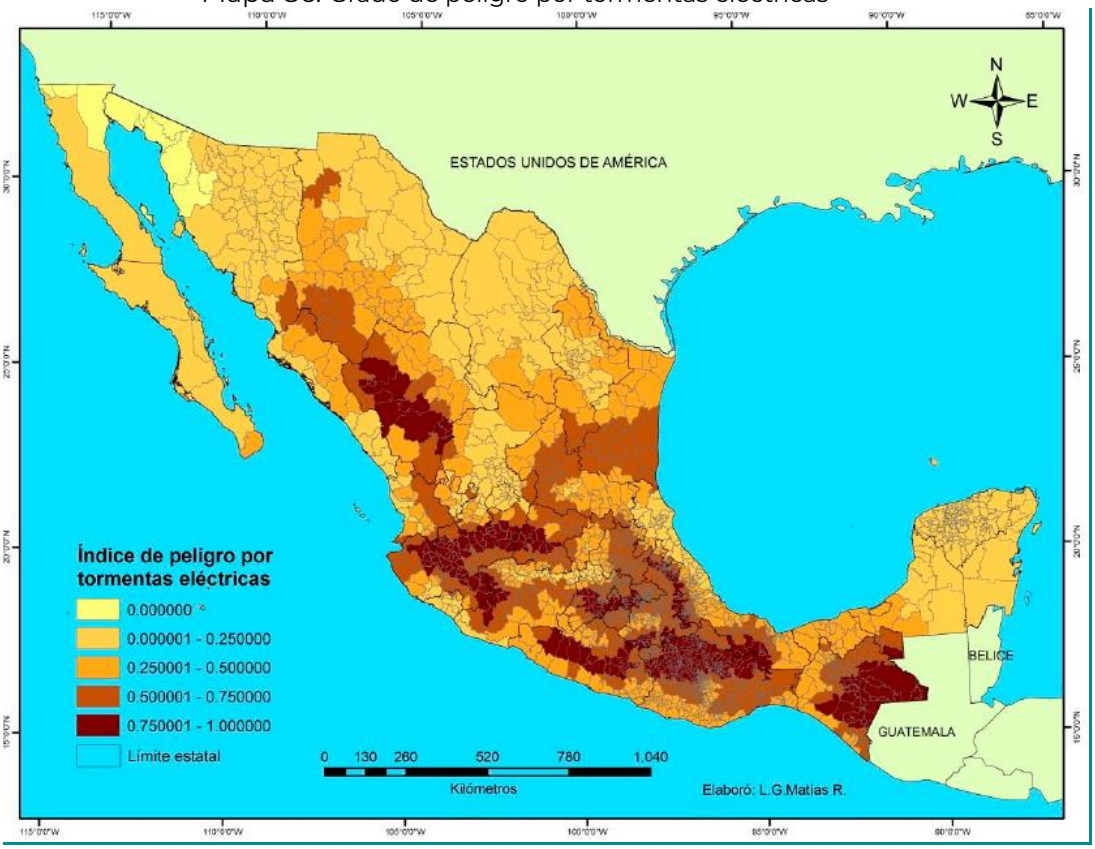


En la figura anterior muestra el número de municipios y cantidad de población que podría estar expuesta al peligro por tormentas eléctricas con un índice de peligrosidad

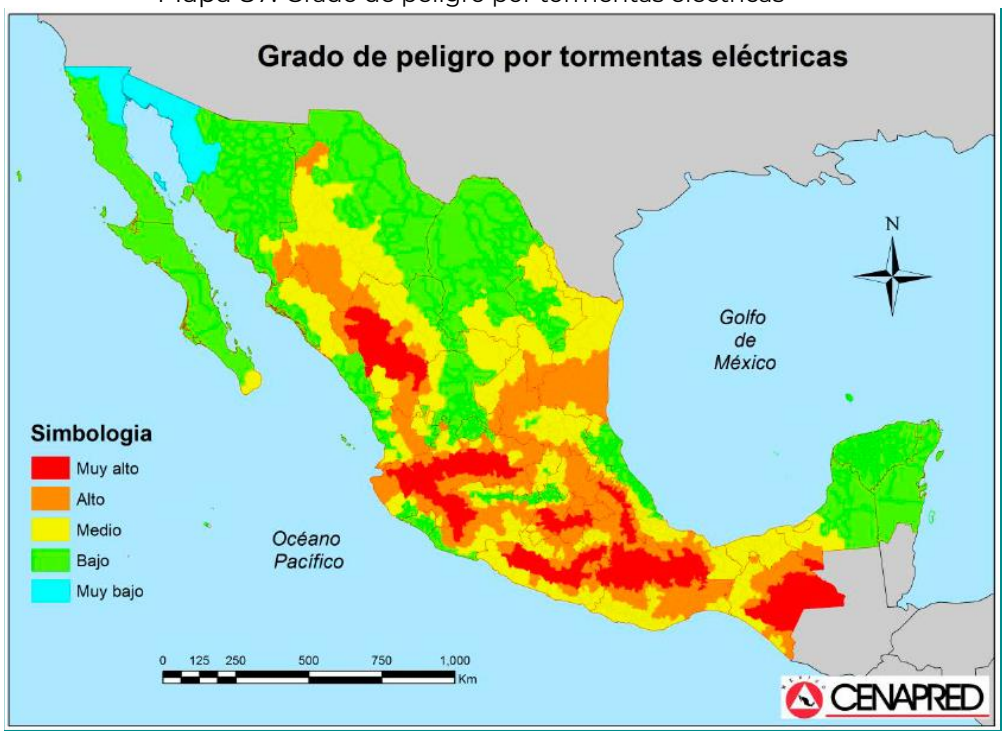
en el rango de 0.75 a 1.0; así como de los días con tormentas como se muestra en la tabla y los resultados geográficos en la figura de abajo.

El 57.4% de los municipios del país muestran una condición de peligro alto y muy alto, donde los habitantes expuestos son 64, 173,495, que corresponde al 57.1% de la población total de México.

Mapa 86. Grado de peligro por tormentas eléctricas



Mapa 87. Grado de peligro por tormentas eléctricas



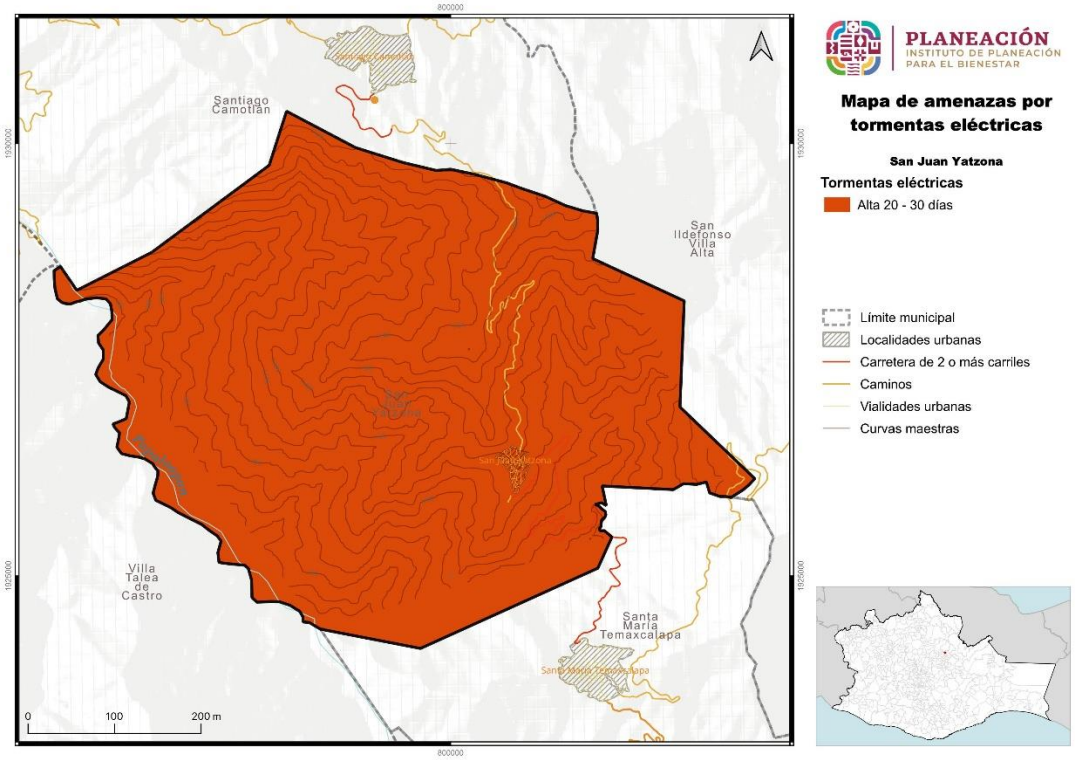
De la figura de arriba se destaca la región de peligro muy alto, localizada en el estado de Oaxaca, debido a que concentra el mayor número de municipios con 265, y una población de 1, 215,946, además de estar sobre los principales sistemas montañosos del estado.

A continuación, se muestra en la tabla la asignación de valores para el número de días con tormentas eléctricas y categorías sugeridas para el índice de peligro por tormentas eléctricas.

Tabla 47. Días con tormentas eléctricas

Asignación de valores para el número de días con tormentas eléctricas y categorías sugeridas para el índice de peligro por tormentas eléctricas			
Número de días con tormentas	valor	índice	Categoría
Cero	0	0	Muy baja o nula
1 – 9	1	0.25	Baja
10 – 19	2	0.50	Media
20 – 29	3	0.75	Alta
>30	4	1.0	Muy alta

Mapa 88. Amenaza por tormentas eléctricas en el municipio



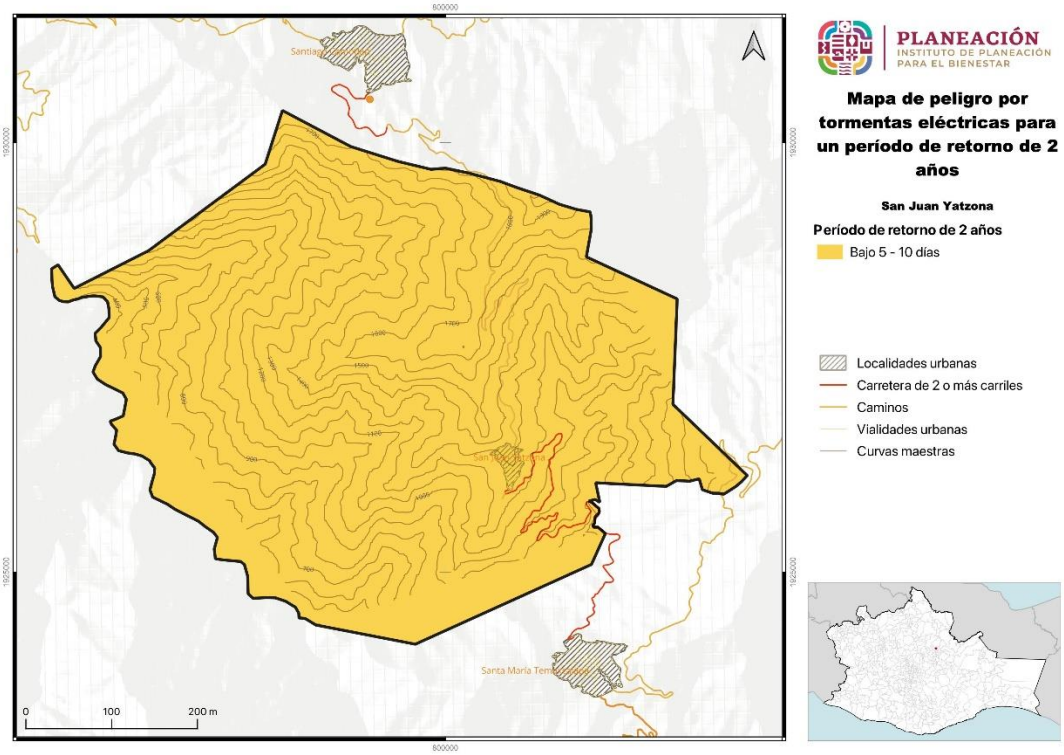
En el mapa previo se puede apreciar que la amenaza catalogada como **Alto** se espera se presente como máximo **30 días**, abarca todo el territorio municipal y en donde se ubican la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios. Lo que debe de considerarse medidas preventivas al impacto que pueda ocasionar en la población y su entorno.

En San Juan Yatzona, las precipitaciones que se han registrado en la estación climatológica tienen observaciones de hasta 20 - 30 tormentas eléctricas; en general es un fenómeno que se presenta en el territorio municipal, se considera por las evidencias presentadas de ser una zona propensa a la susceptibilidad de peligro por Tormentas eléctricas, por lo que se considera un nivel de peligro ***ALTO****.*

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

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de dos años **(PR 2 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% (2910.96 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Bajo 5 – 10 días**, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 89. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 2 años



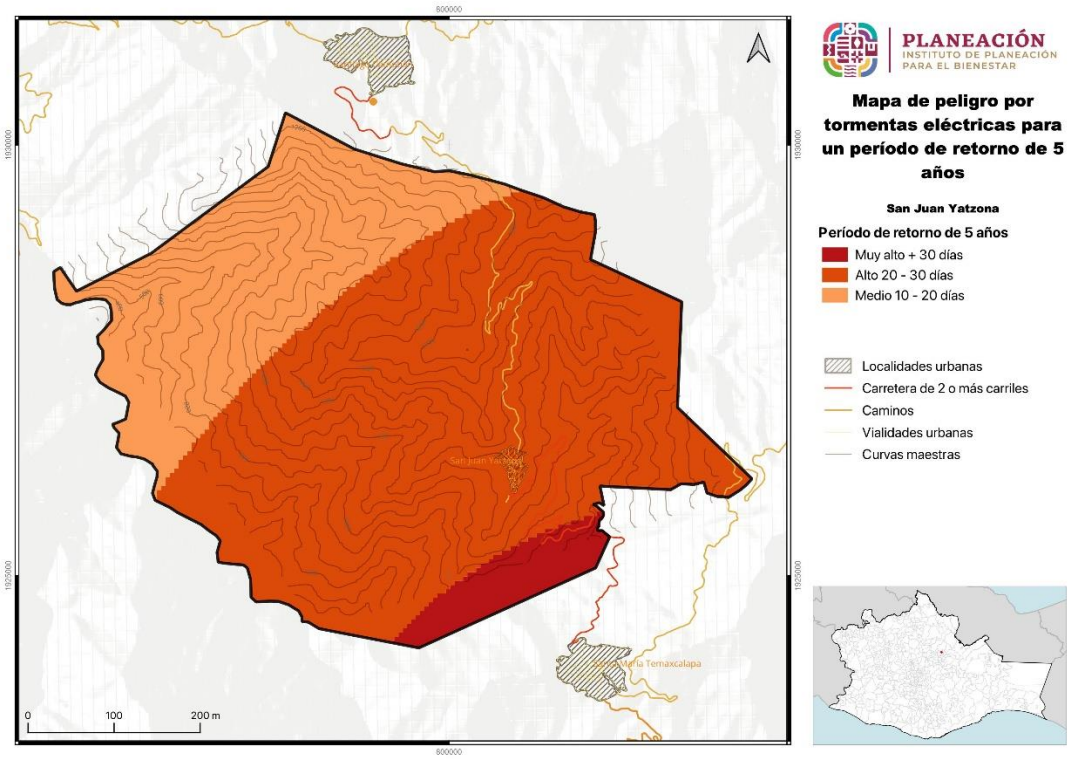
En el territorio, se espera un peligro por tormentas eléctricas en una superficie de 2910.96 hectáreas para un periodo de retorno de 2 años como **Bajo** y se espera como máximo **10 días** de tormentas eléctricas, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 2 años, significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 5 años **(PR 5 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 4.75% (138.17 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel Muy Alto +30 días; con 67.11% (1953.64 hectáreas), clasificado como nivel **Alto 20 - 30 días**; y con 28.14% (819.15 hectáreas) como Medio 10 – 20 días, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 90. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 5 años



En el territorio, se espera un peligro por tormentas eléctricas en una superficie de 1953.64 hectáreas para un periodo de retorno de 5 años como **Alto** y se espera como máximo **30 días** de tormentas eléctricas, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; en el sureste del municipio se presentará un peligro Muy Alto esperando como mínimo 30 días de tormentas y Medio con un máximo de 20 días de tormentas de granizo en el noroeste.

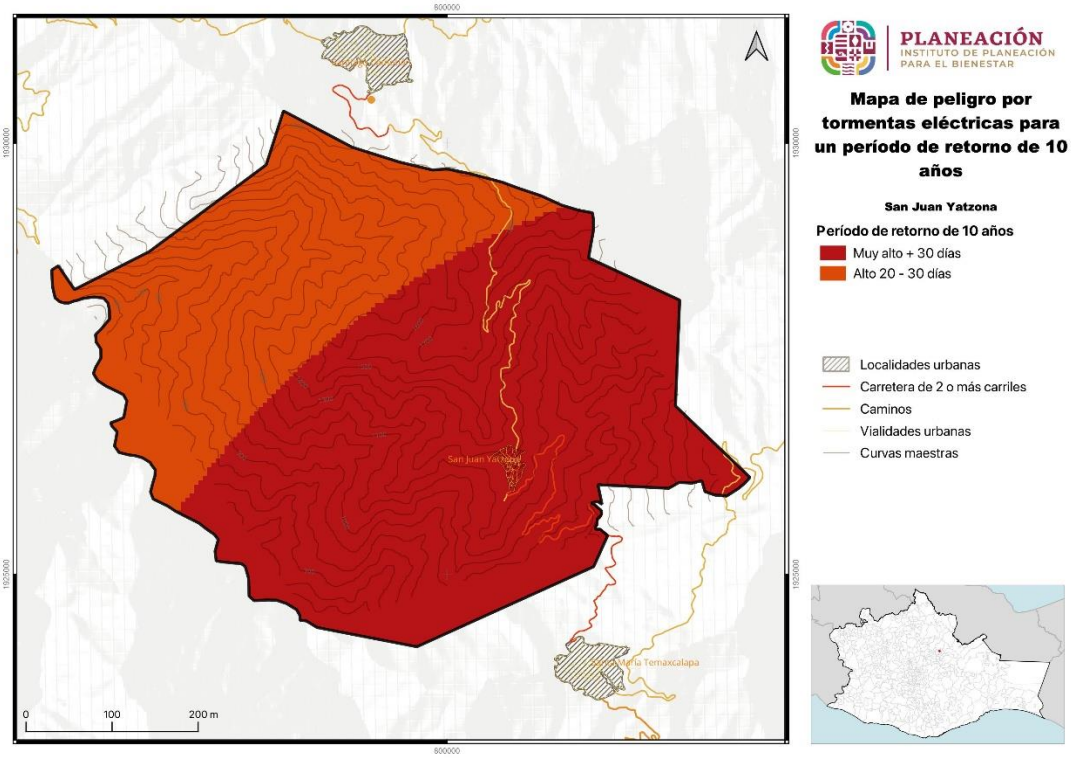
Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 5 años, significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 10 años **(PR 10 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 64.71% (1883.54 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Muy Alto +30**

días; con 35.29% (1027.42 hectáreas), clasificado como nivel Alto 20 - 30 días, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 91. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 10 años



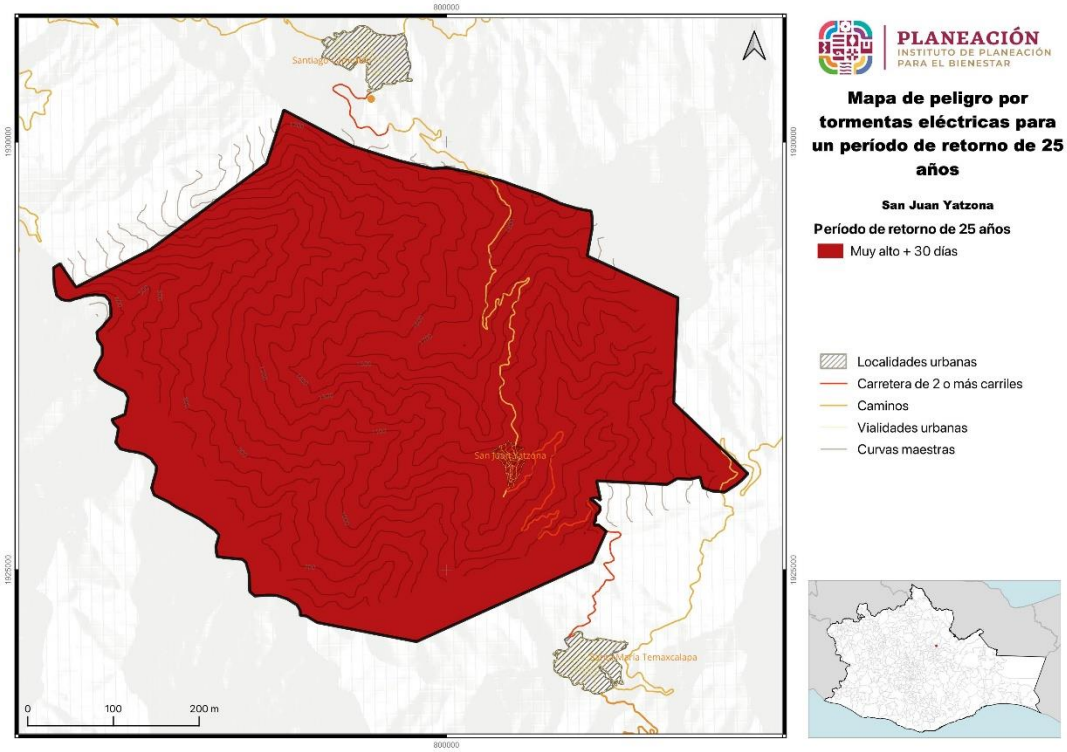
En el territorio, se espera un peligro por tormentas eléctricas en una superficie de 1883.54 hectáreas para un periodo de retorno de 10 años como **Muy Alto** y se espera como mínimo **30 días** de tormentas eléctricas, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y Alto con un máximo de 30 días de tormentas de granizo en el noroeste.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 10 años, significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% (2910.96 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Muy Alto + 30 días**, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 92. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 25 años



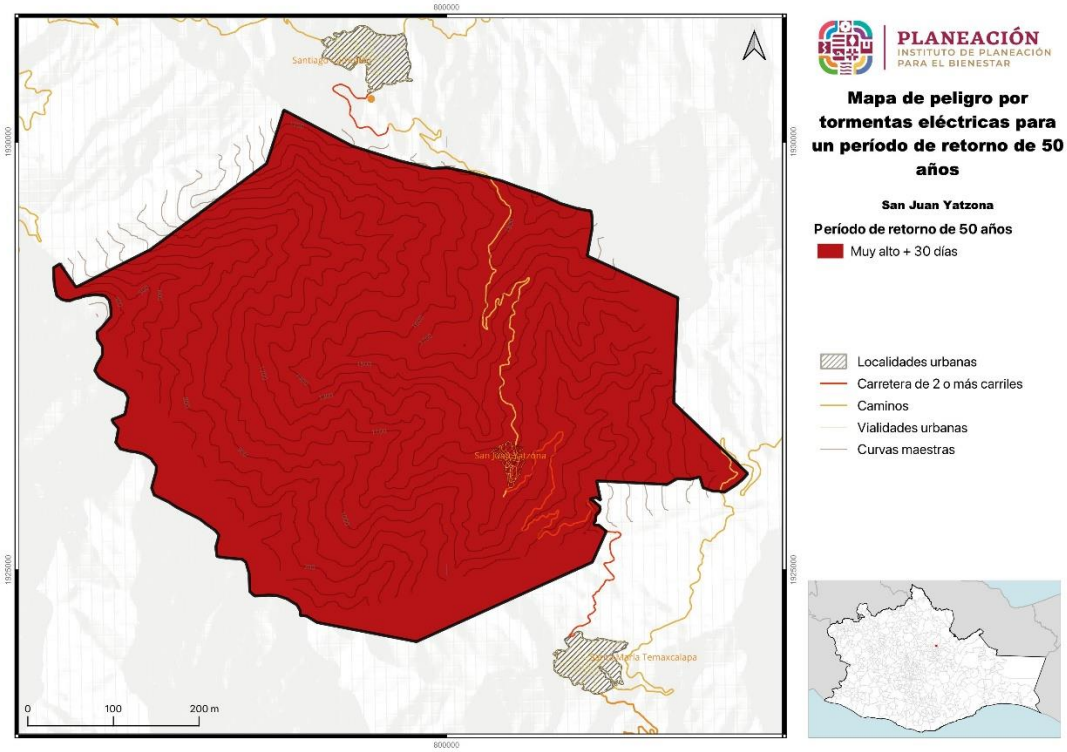
En el territorio, se espera un peligro por tormentas eléctricas en una superficie de 2910.96 hectáreas para un periodo de retorno de 25 años como **Muy Alto** y se espera como mínimo **30 días** de tormentas eléctricas, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 25 años, significa que podrá ser afectada 4 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% (2910.96 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Muy Alto + 30 días**, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 93. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 50 años



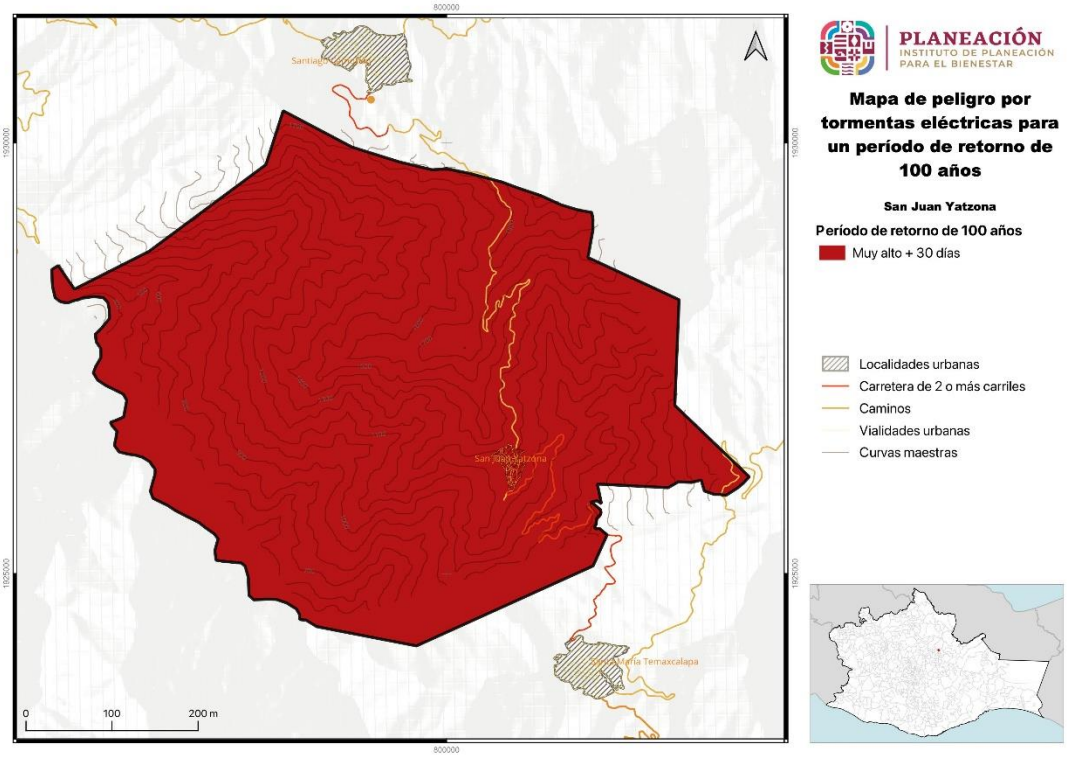
En el territorio, se espera un peligro por tormentas eléctricas en una superficie de 2910.96 hectáreas para un periodo de retorno de 50 años como **Muy Alto** y se espera como mínimo **30 días** de tormentas eléctricas, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 50 años, significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

De acuerdo con las proyecciones para peligros por tormentas eléctricas en un período de retorno de 100 años **(PR 100 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% (2910.96 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por tormenta eléctrica, clasificado como nivel **Muy Alto + 30 días**, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 94. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 100 años



En el territorio, se espera un peligro por tormentas eléctricas en una superficie de 2910.96 hectáreas para un periodo de retorno de 100 años como **Muy Alto** y se espera como mínimo **30 días** de tormentas eléctricas, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 100 años, significa que podrá ser afectada 1 vez en un siglo, a consecuencia de peligros por tormentas eléctricas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

V.2.8 Sequías

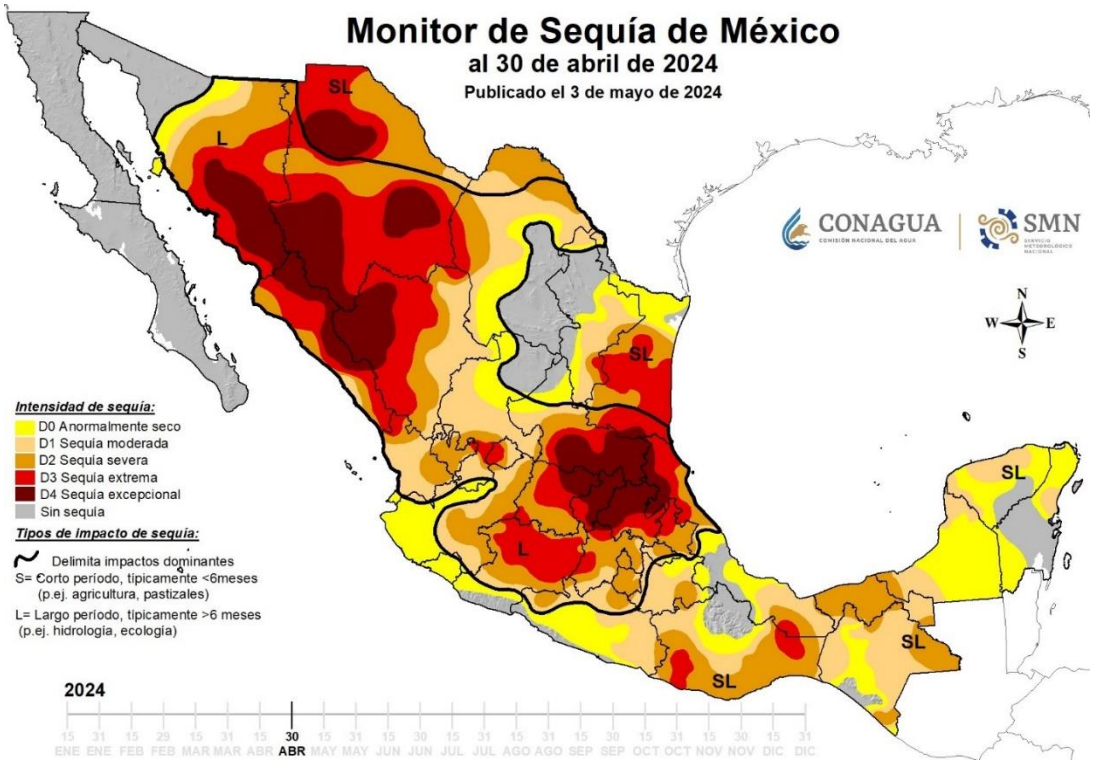
La sequía es un lapso caracterizado por un prolongado y anormal déficit de humedad. Su magnitud, duración y severidad se consideran relativos, ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas; es decir, si no hay requerimientos por satisfacer, aun habiendo carencia total 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.

Tabla 48. Porcentaje de área con sequía

		Porcentaje de área (%) al 31 de enero de 2024					
Clave	Organismo de cuenca	Sin afectación	D0	D1	D2	D3	D4
I	Península de baja California	100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
II	Noroeste	2.2	1.7	3.8	13.9	52.4	26.0
III	Pacífico Norte	0.0	9.3	12.4	28.9	21.5	27.9
IV	Balsas	3.1	40.3	27.7	13.7	15.2	0.0
V	Pacífico Sur	16.0	18.1	11.2	45.6	9.1	0.0
VI	Río Bravo	16.3	13.9	16.0	17.2	27.0	9.6
VII	Cuencas Centrales del Norte	7.5	25.5	22.9	16.7	13.3	14.1
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	7.8	29.1	22.7	31.5	17.3	0.6
IX	Golfo Norte	0.0	5.4	11.1	23.2	42.8	17.5
X	Golfo centro	42.8	23.1	16.7	11.9	5.5	0.0
XI	Frontera Sur	34.0	44.6	17.7	3.7	0.0	0.0
XII	Península de Yucatán	83.3	9.4	7.3	0.0	0.0	0.0
XIII	Aguas del Valle de México	0.0	8.6	33.7	37.2	20.5	0.0

El porcentaje de área con sequía en los Organismos de Cuenca (CONAGUA), se presenta en la tabla anterior.

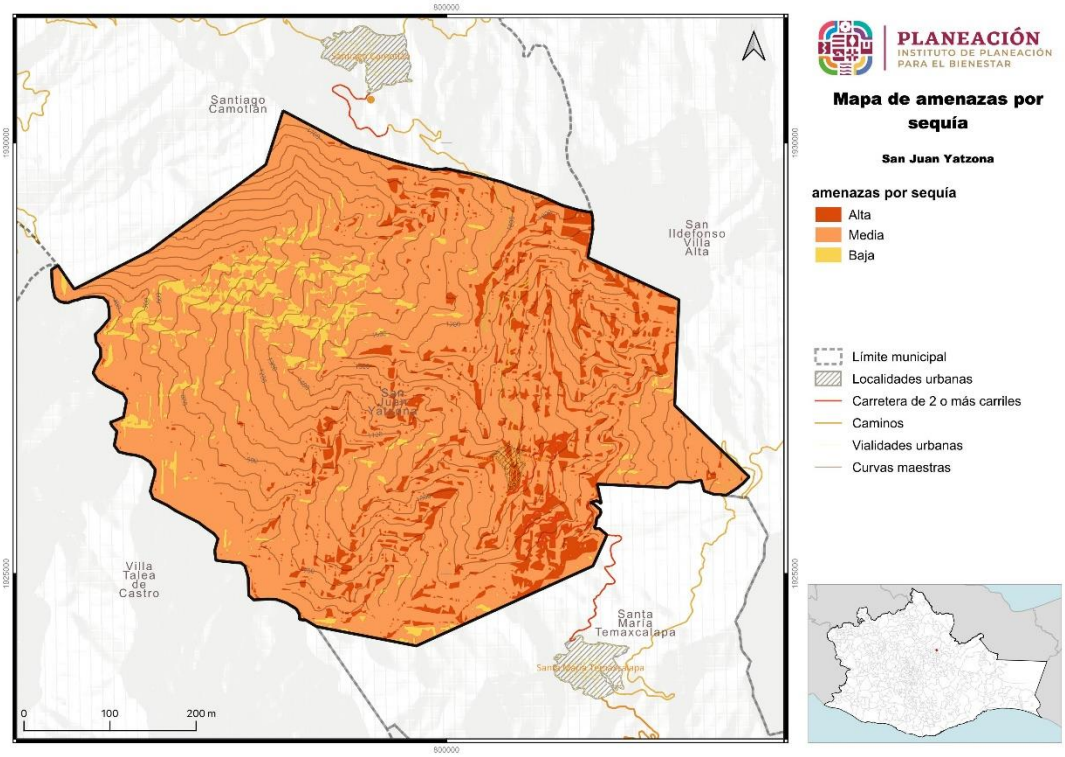


La Comisión Nacional del Agua señala que, de seguir los patrones actuales de sobreexplotación de acuíferos y contaminación de los cuerpos superficiales, en 25 años México padecerá escasez del recurso en varias ciudades, verá frenado su desarrollo, sufrirá el colapso de varios de sus ecosistemas y registrará problemas de salud pública.

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios en las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, así como modificaciones en la cantidad de luz solar reflejada en la superficie de la Tierra, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera, que a su vez ocasionan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones.

Para la susceptibilidad de peligro por sequía en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por sequía, clasificado como nivel Alto, con 10.37% (301.97 hectáreas); con un 84.09% (2449.3 hectáreas), clasificado con un nivel **Medio**; y 5.54% (161.5 hectáreas) en nivel Bajo, tal como se muestra en el mapa.

Mapa 95. Amenaza peligro por sequía



En el territorio, se espera un peligro de amenaza por sequía en una superficie de 301.97 hectáreas como **Alto** abarca casi el 50% de la zona urbana de la cabecera municipal

San Juan Yatzona, con 84% del resto del territorio con un grado de amenaza grado **Medio**.

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios en las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, así como modificaciones en la cantidad de luz solar reflejada en la superficie de la Tierra, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera, que a su vez ocasionan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones.

Mediante los reportes que emite el Monitor de Sequias en México (MSM), el municipio de San Juan Yatzona*, presenta amenaza al fenómeno climático de sequias, que van desde una sequía normalmente seco hasta sequias moderada, según la intensidad y clasificación de sequias que maneja la CONGUA, el municipio se encuentra en el rango* ***MEDIO*** *de peligro provocados por dicho fenómeno en todo el territorio, pero con un grado de peligro* ***Alto*** *en casi el 50% de la zona urbana.*

V.2.9 Ondas cálidas

Por lo general las temperaturas máximas extremas que se presentan en un lugar son consecuencias de sistemas atmosféricos atípicos que se asientan en una región y pueden dar lugar en el verano a ondas cálidas. Generalmente las temperaturas extremas que se presentan son de una magnitud de dos a tres desviaciones estándar, respecto a los valores normales de temperaturas máximas.

Las temperaturas máximas que se presentan durante una onda de calor podrían generar un escenario crítico y dar lugar a una mayor incidencia de casos como el golpe de calor, agotamiento, sincope, calambres, enfermedades gastrointestinales, deshidratación, etc. las cuales incrementan la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebes, ancianos y personas en situación de alta marginación; adicionalmente pueden causar la desecación de la vegetación lo que provoca incendios forestales.

Dentro de las ondas cálidas y gélidas se analizan las variaciones en las temperaturas, enfocándose en las temperaturas máximas y el impacto que provoca en las actividades económicas y en el propio ser humano.

La onda u ola de calor es un periodo de temperatura excesiva, casi siempre combinada con humedad, que se mantiene durante varios días consecutivos, a continuación, se muestra en la tabla los rangos de vulnerabilidad por altas temperaturas.

Tabla 49. Vulnerabilidad por altas temperaturas

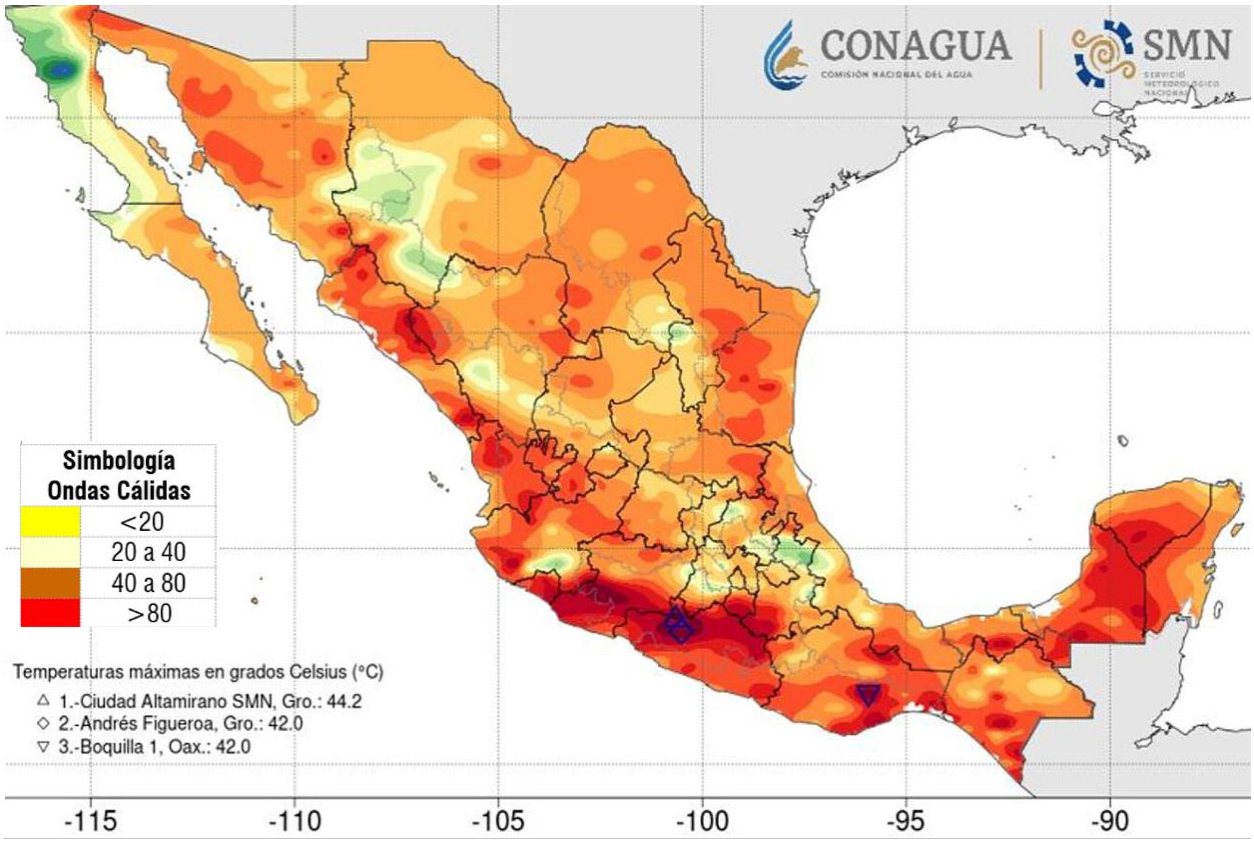
Vulnerabilidad por Altas Temperaturas		
Temperaturas	**Sensación**	**Vulnerabilidad**
28°C ≤ 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1°C ≤ 33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolvaneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1°C ≤ 35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
>35°C	Límite Superior de Tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Aumentando las enfermedades.

Una onda de calor se interpreta cuando el umbral de temperatura está presente durante tres días continuos, para ello se establecieron ciertos umbrales que aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 50. Umbrales de temperatura

Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas de calor	
Intervalos de temperatura °C	Tipo o grado de severidad
6 – 29.9	1
30 – 33.9	2
34 – 34.9	3
>40	4

Mapa 96. República Mexicana de Ondas Cálidas



Como se observa en la figura, el municipio de San Juan Yatzona se haya en el rango de 20 a 40.

Mientras que las ondas u olas gélidas son eventos de muy baja temperatura, junto con los vientos secos y fríos del norte que provocan sensaciones térmicas excesivas en la gente, dando lugar a un clima que parece aún más frío de lo que es, como se muestra en la figura.

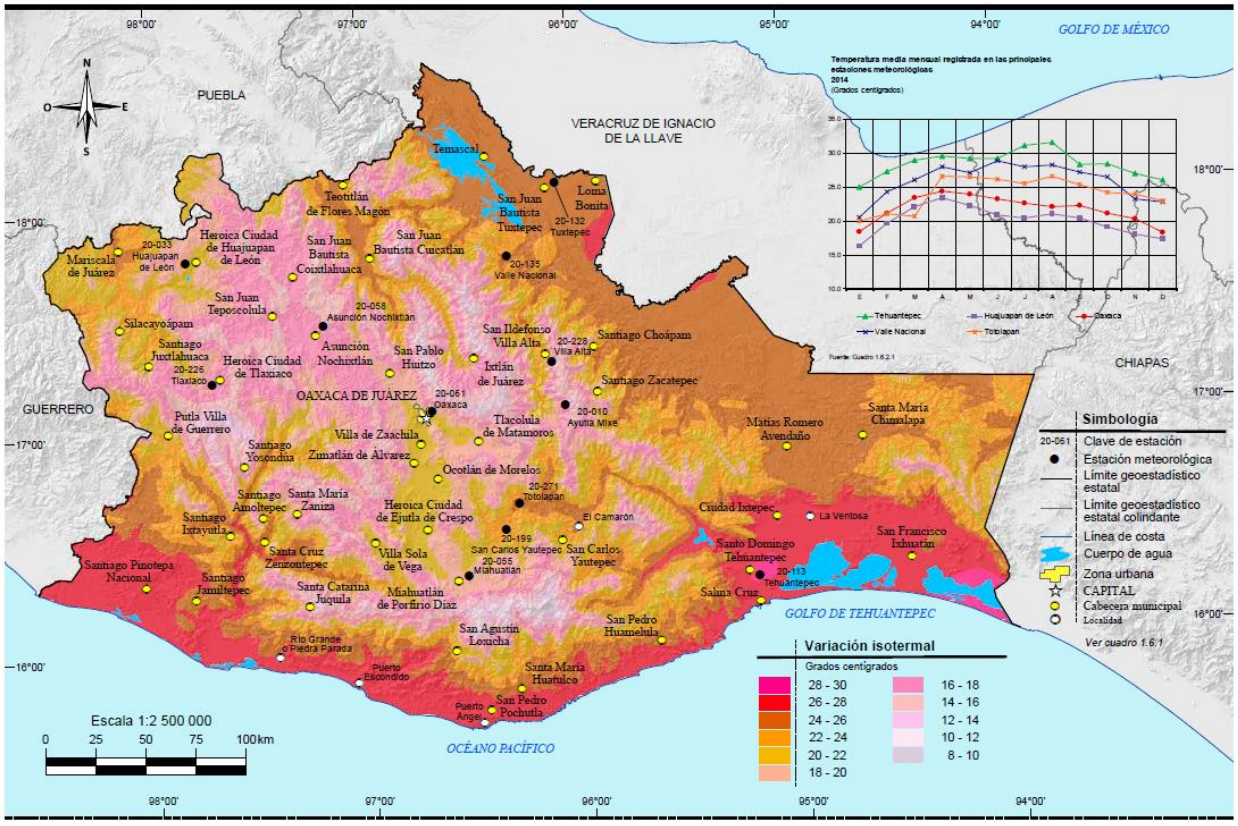
Mapa 97. República Mexicana días con heladas.



En el municipio de San Juan Yatzona, se presenta el fenómeno con un mínimo de días con ondas gélidas, por lo que el grado de peligro es ***BAJO.***

V.2.9.1. Amenaza por temperaturas máximas extremas

Las oscilaciones térmicas en la zona no representan un peligro para los habitantes de la zona de estudio, ya que no se registran cambios importantes a lo largo del año ni tampoco temperaturas extremas en comparación con otras zonas del país, donde el calor o el frío excesivo causa continuamente afecciones a la sociedad.



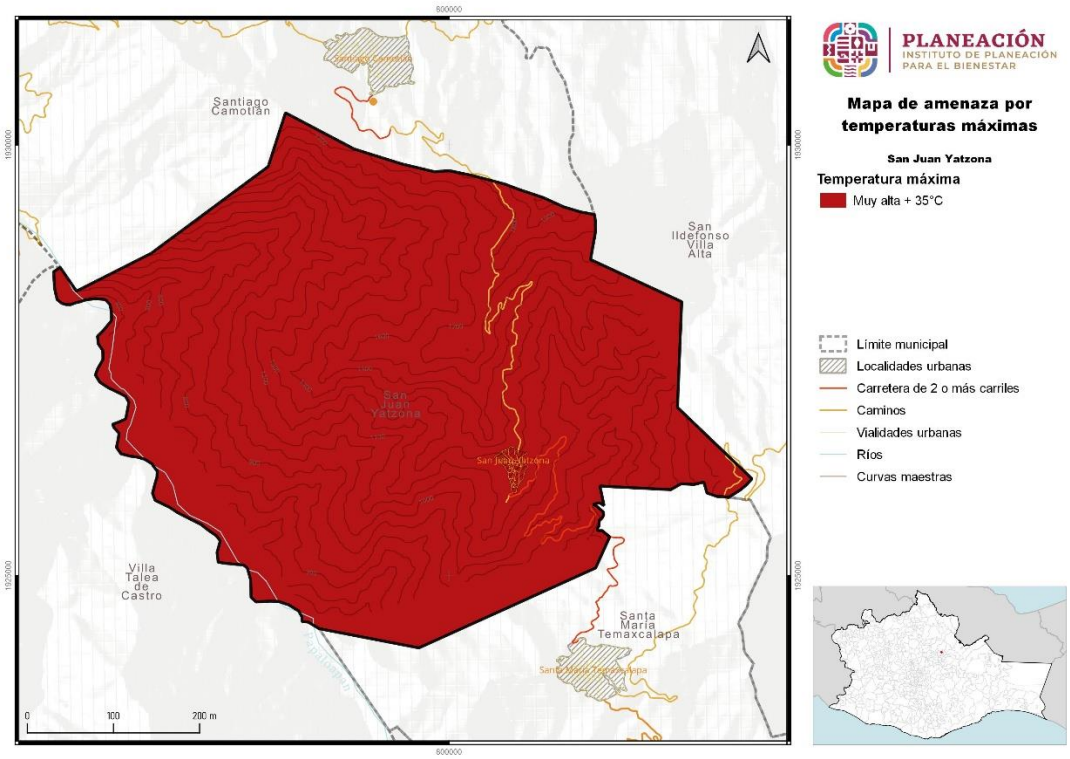
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	35	34	37.3	40.3	39.3	39.3	37	38	37.3	37.3	39	41.3	41.3
Temp. máx. media (°C)	27.2	28	29.6	31	31.3	29.4	28.6	28.9	27.7	28.1	28.2	26.9	28.7
Temp. media (°C)	16.4	17.4	19.7	21.4	22.2	21.6	20.7	20.8	20.2	19.6	18.1	16.6	19.6
Temp. mín. media (°C)	5.7	6.8	9.8	11.8	13.1	13.7	12.9	12.6	12.7	11.1	8	6.3	10.4
Temp. mín. abs. (°C)	-1	-5	1	2	4	7.6	9	0.9	2	1	0	-1	'
Precipitación total (mm)	7	4	4	21	68	159	94	142	148	70	15	4	736
Días de precipitaciones (≥ 1 mm)	0.9	0.7	1.1	3.5	7.8	14.1	10.5	10.6	12.9	6.9	3	1.2	73.2

Carta de Temperaturas Medias Anuales)

En el municipio de San Juan Yatzona la temperatura máxima esperada según los periodos de retorno obtenidos, se comporta de acuerdo al componente altitudinal que controla al clima en general dentro de los límites territoriales, donde las mayores temperaturas se localizan en las partes que presentan menores altitudes y las condiciones del relieve son suaves sin cambios abruptos de elevación.

De acuerdo con la amenaza temperaturas máximas extremas, el 100% (2910.96 hectáreas) del territorio es afectado por el nivel de riesgo **Muy Alto + 35°C**, como se presenta en el mapa correspondiente.

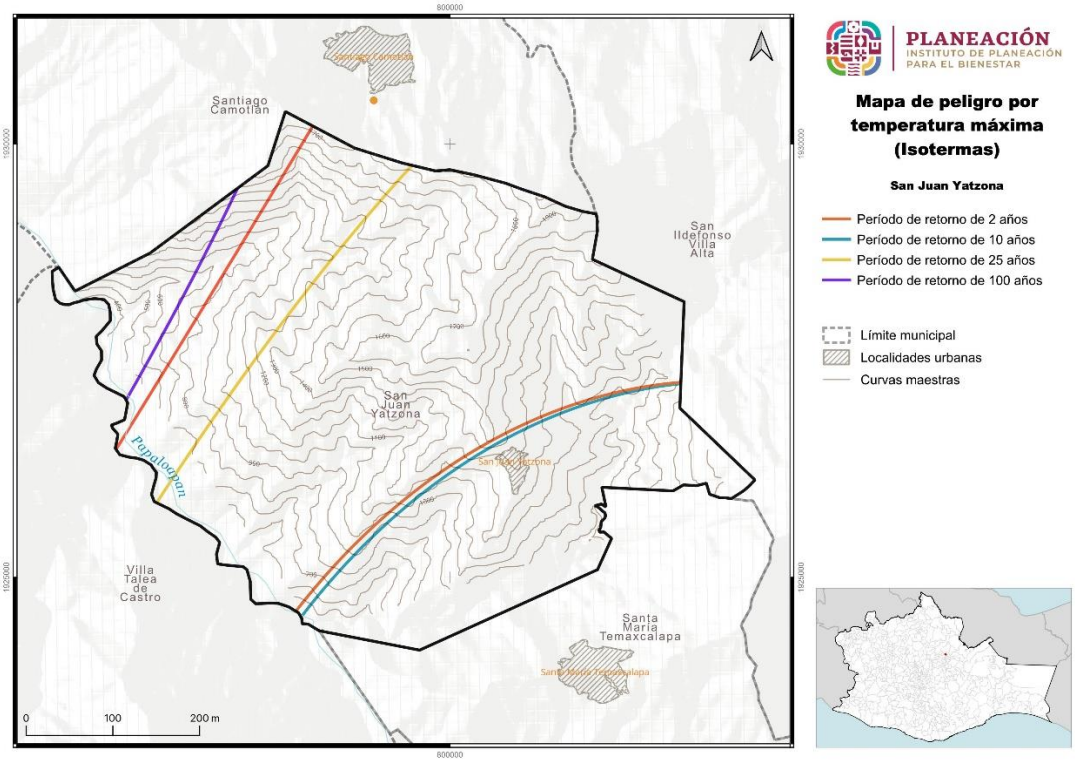
Mapa 98. Amenaza peligro por temperaturas máximas en el municipio



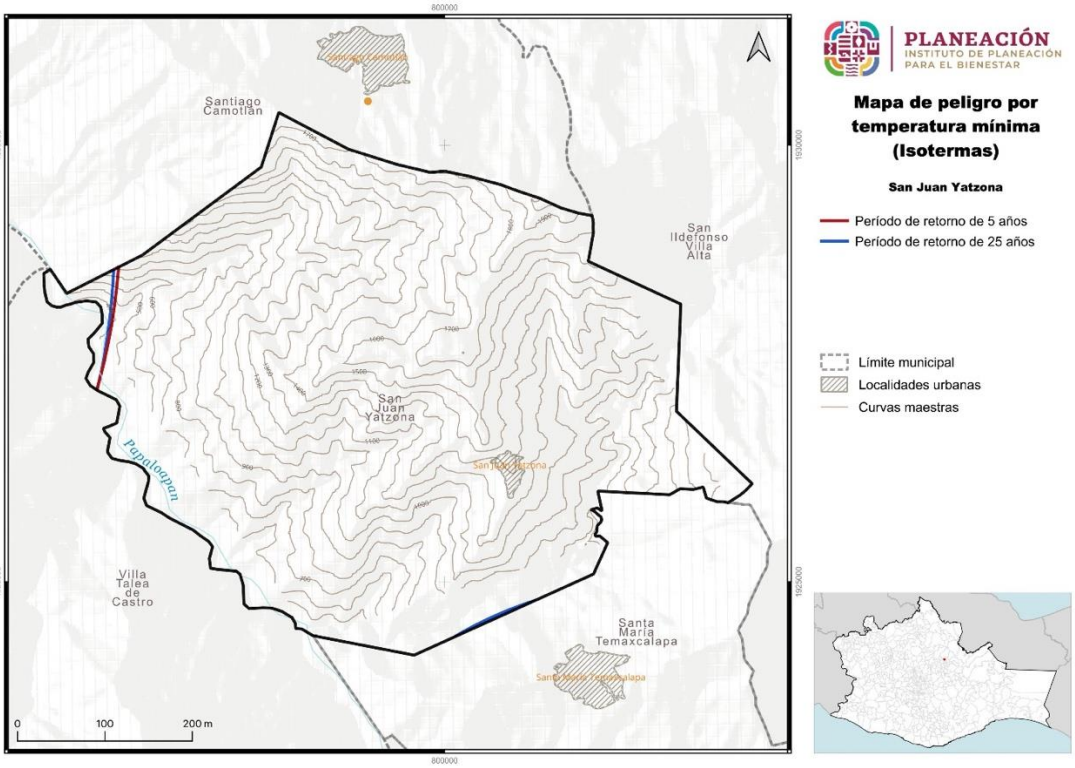
En el territorio, se espera un peligro por temperaturas máximas en una superficie de 2910.96 hectáreas como **Muy Alto** y se espera como mínimo **35°C** de temperaturas máximas, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios.

En el mapa se observa que el municipio de San Juan Yatzona es afectado por peligros de temperaturas máximas **(isotermas)**, para un periodo de retorno de **10 años**; para un periodo de retorno de **2 años** hacia el periodo de retorno de **25 años** y para resto del territorio con **100 años**.

Mapa 99. Amenaza peligro por temperaturas máximas (Isotermas)



Mapa 100. Amenaza peligro por temperaturas máximas (Isotermas)



La temperatura es un factor decisivo para la configuración del clima y de la propia actividad humana, tanto en el poblamiento como en las actividades económicas, desde la agricultura hasta el turismo.

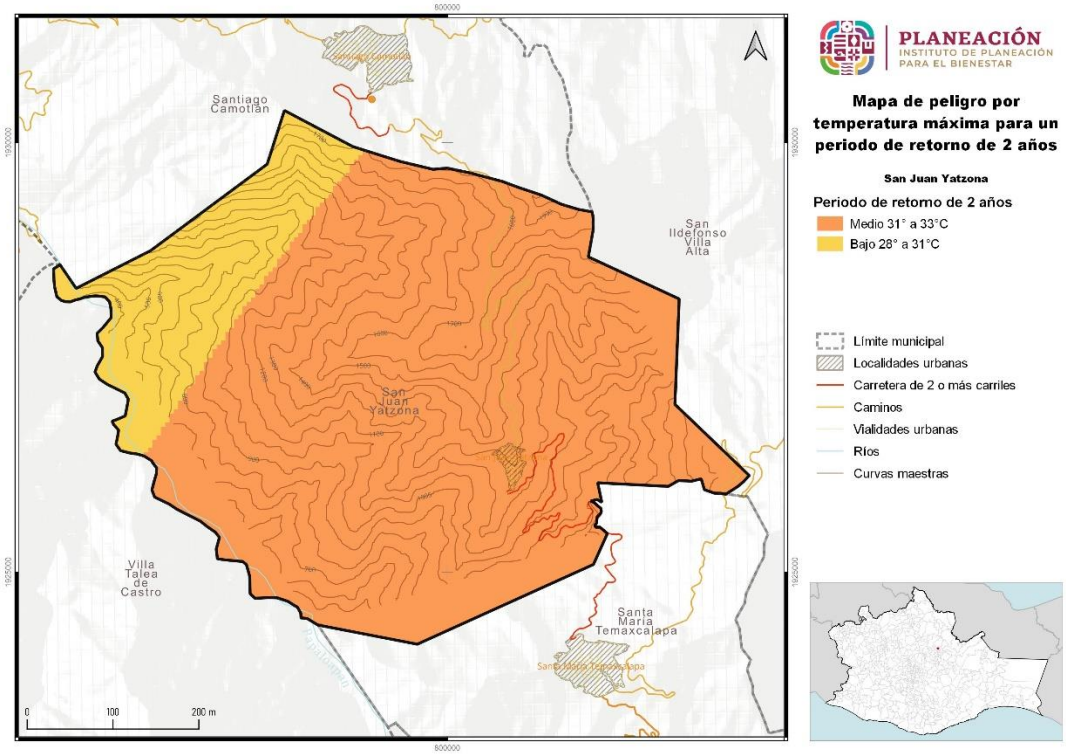
Para la cabecera municipal de San Juan Yatzona, que se localiza en la zona con menor altitud del territorio 1300 m, se espera una temperatura minima de **35°C**.

En el mapa se observa que el municipio de San Juan Yatzona siendo afectado por los periodos de retorno de **5** y **25** años en la porción noroeste del territorio municipal por temperaturas mínimas **(isotermas)**.

V.2.9.2. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 2 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 2 años **(PR 2 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 84.01% (2448.96 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas extremas, clasificado como nivel **Medio 31° - 33°C**; con 15.99% (466.12 hectáreas), Bajo 28° – 31°C en el territorio.

Mapa 101. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



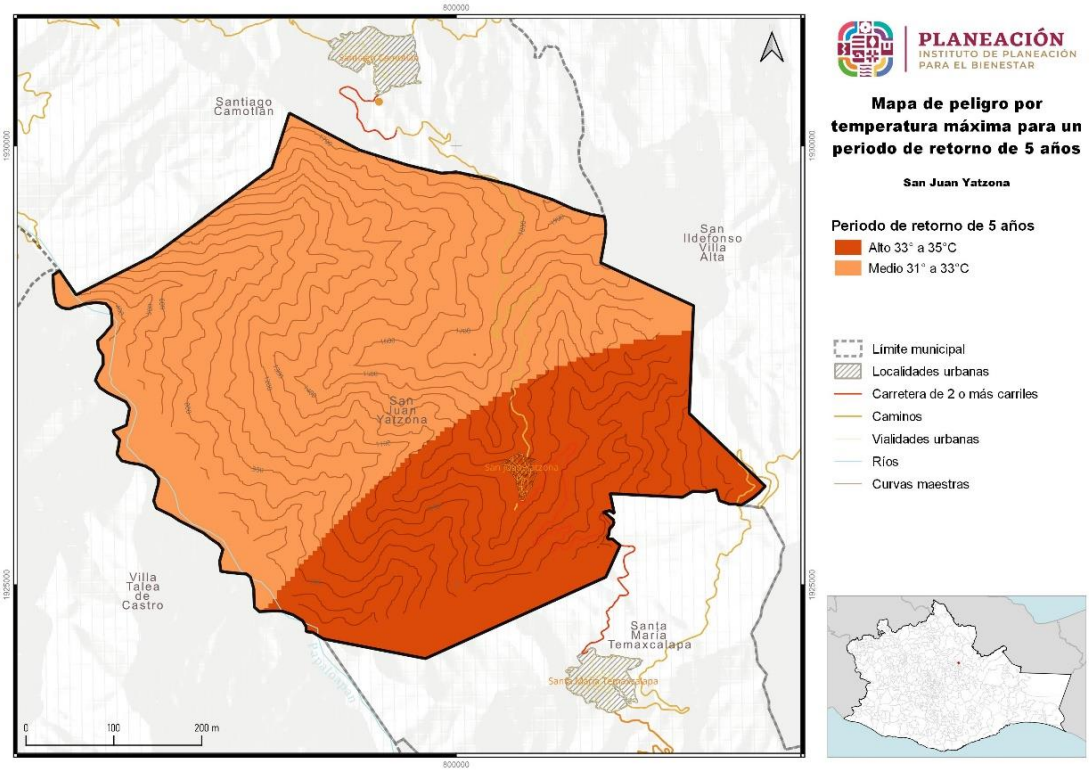
En el mapa previo se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por temperatura máxima en una superficie de 2448.96 hectáreas para un periodo de retorno de 2 años como **Medio** y se espera como mínimo **33°C** de temperaturas, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y en el Noreste como máximo de 31°C catalogado como Bajo.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 2 años, significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

V.2.9.3. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 5 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por temperaturas máximas extremas en un período de retorno de 5 años **(PR 5 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 34.43% (1003.69 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas extremas, clasificado como nivel Alto 33° - 35°C; con **65.57%** (1911.39 hectáreas), con un nivel **Medio 31° - 33°C**, en todo el territorio.

Mapa 102. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio, periodo de retorno de 5 años



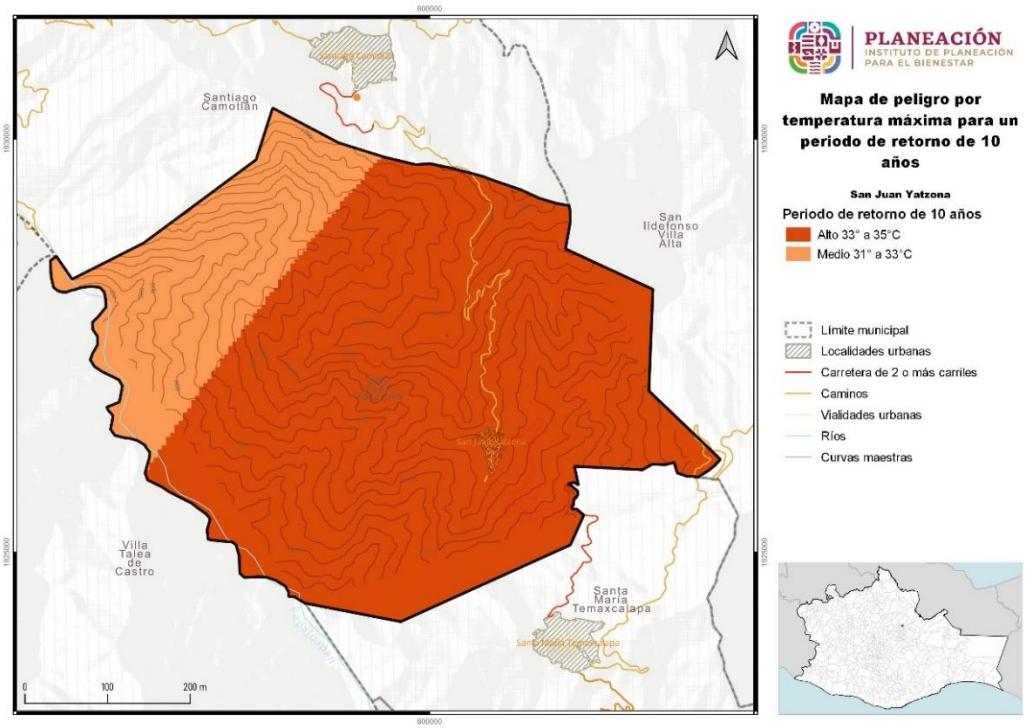
En el mapa previo se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por temperatura máxima en una superficie de 1003.69 hectáreas para un periodo de retorno de 5 años como **Alto** y se espera como máximo **35°C** de temperaturas, abarcando el 100% de la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y en el Noreste como máximo de 33°C catalogado como Medio.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 5 años, significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

V.2.9.4. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 10 años

De acuerdo con las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 10 años **(PR 10 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el **79.02%** (2303.52 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas extremas, clasificado como nivel **Alto 33° - 35°C**; con 20.98% (611.57 hectáreas) con un nivel Medio 31° – 33°C, para todo el territorio.

Mapa 103. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio, periodo de retorno de 10 años



En el mapa previo se puede apreciar que, en el territorio, se espera un peligro por temperatura máxima en una superficie de 1003.69 hectáreas para un periodo de

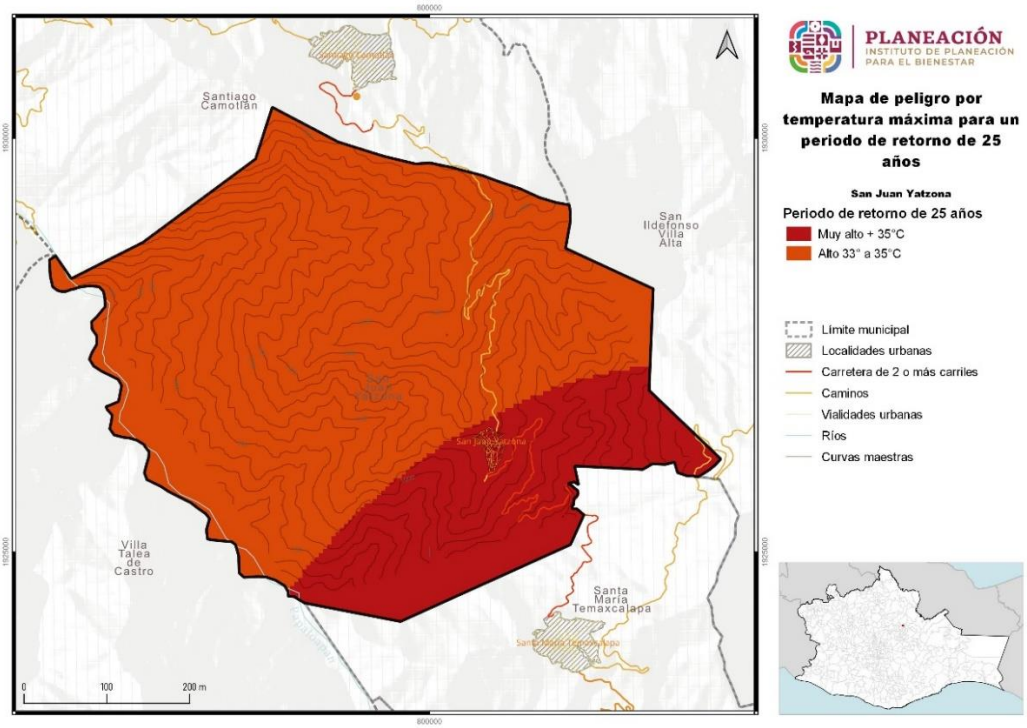
retorno de 10 años como **Alto** y se espera como máximo **35°C** de temperaturas, abarcando la totalidad de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios; y en el Noreste como máximo de 33°C catalogado como Medio.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 10 años, significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

V.2.9.5. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 25 años

En las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 23.83% (694.81 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas extremas, clasificado con un grado Muy Alto + 35°C; con un **76.17%** (2220.28 hectáreas), clasificado con un grado **Alto 33° a 35°C**, como se muestra en el mapa.

Mapa 104. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio periodo de retorno de 25 años



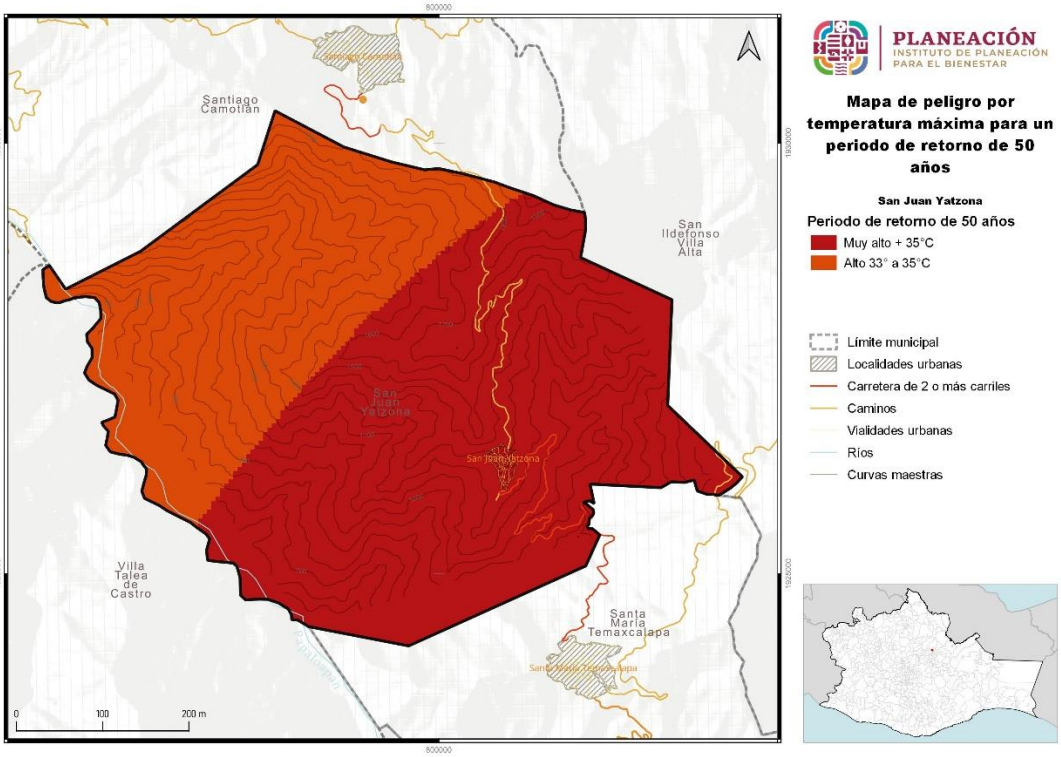
En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 35°C**, en el territorio que comprende esta amenaza se ubica la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se espera una temperatura minima para un periodo de retorno de 25 años de **35°C**, y el resto del territorio en zona de peligro Alto y se esperan temperaturas máximas de **35°C**.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 25 años, significa que podrá ser afectada 4 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

V.2.9.6. Peligro por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 50 años

En las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el **62.25%** (1814.65 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas extremas, clasificado con un grado **Muy Alto + 35°C**; con un 37.75% (1100.43 hectáreas), clasificado con un grado Alto 33° a 35°C.

Mapa 105. Amenaza peligro temperaturas máximas extremas, periodo de retorno de 50 años



En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 35°C**, en el territorio que comprende esta amenaza se ubica la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se espera una temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años de **35°C**, y el resto del territorio en zona de peligro Alto, se esperan temperaturas máximas de **35°C**.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 50 años, significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

En las proyecciones para peligros por temperaturas máximas en un período de retorno de 100 años **(PR 100 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el **94.73%** (2761.41 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas máximas máximas, clasificado con un grado **Muy Alto + 35°C**; con un 5.27% (153.67 hectáreas), clasificado con un grado Alto 33° a 35°C.

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	2761.41	94.73
Alto 33° a 35°C	153.67	5.27

En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Alto + 35°C**, en el territorio que comprende esta amenaza se ubica la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se espera una temperatura minima para un periodo de retorno de 100 años de **35°C**, y el resto del territorio en zona de peligro Alto se esperan temperaturas máximas de **35°C**.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 100 años, significa que podrá ser afectada 1 vez en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas máximas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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.

Mapa 106. Número de días con heladas



Este fenómeno representa un riesgo para la población debido a que origina enfermedades en las vías respiratorias, incrementando la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebes, ancianos y personas en situación de alta marginación.

Al igual que en el apartado de nevadas, el municipio por su ubicación geográfica y a las condiciones climáticas que predominan en la región, no favorecen la acumulación de bajas temperaturas y por ende no permiten periodos prolongados de frío extremo que se caracteriza por un frío persistente que dura varios días o incluso semanas.

Además, la presencia de masas de aire cálido y sistemas de alta presión limitan la presencia de frentes fríos intensos, que son esenciales para el descenso de la temperatura.

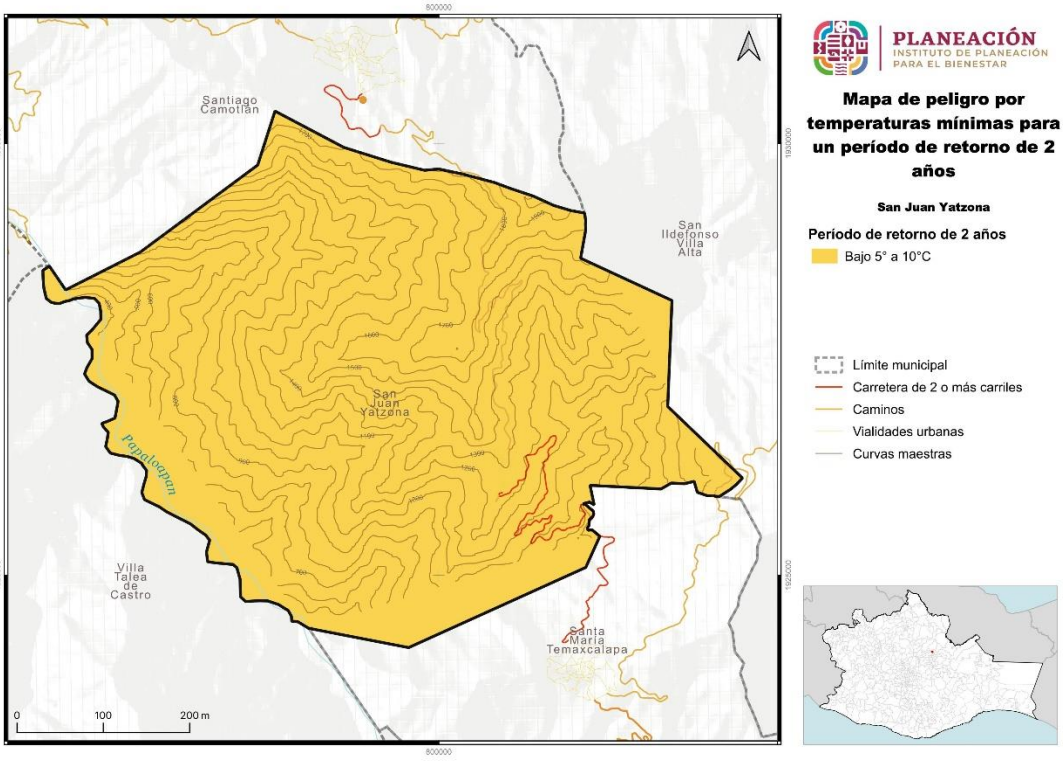
Mientras que las ondas u olas gélidas son eventos de muy baja temperatura, junto con los vientos secos y fríos del norte que provocan sensaciones térmicas excesivas en la gente, dando lugar a un clima que parece aún más frío de lo que es, como se muestra en la figura.

En el municipio se presenta el fenómeno con un mínimo de días con ondas gélidas, por lo que el grado de peligro es ***BAJO.***

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

En las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 2 años **(PR 2 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% (2911 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas mínimas, clasificado con un grado **Bajo 5°C a 10°C**.

Mapa 107. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años



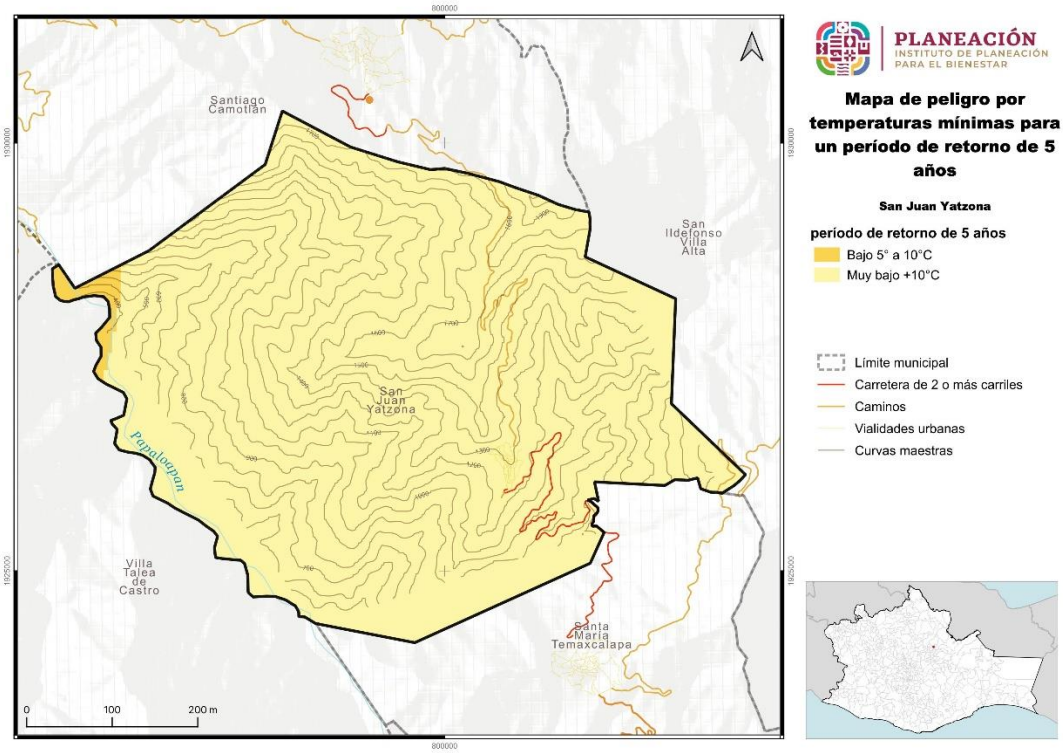
En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Bajo 5°C a 10°C**, en el territorio que comprende esta amenaza se ubica la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se espera una temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años de **5°C**.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 2 años, significa que podrá ser afectada 50 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 5 años **(PR 5 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 1.14% (33.12 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas mínimas, clasificado con un grado Bajo 5° a 10°C; con un **98.86%** (2877.84 hectáreas), clasificado con un grado **Muy Bajo + 10°C**.

Mapa 108. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años



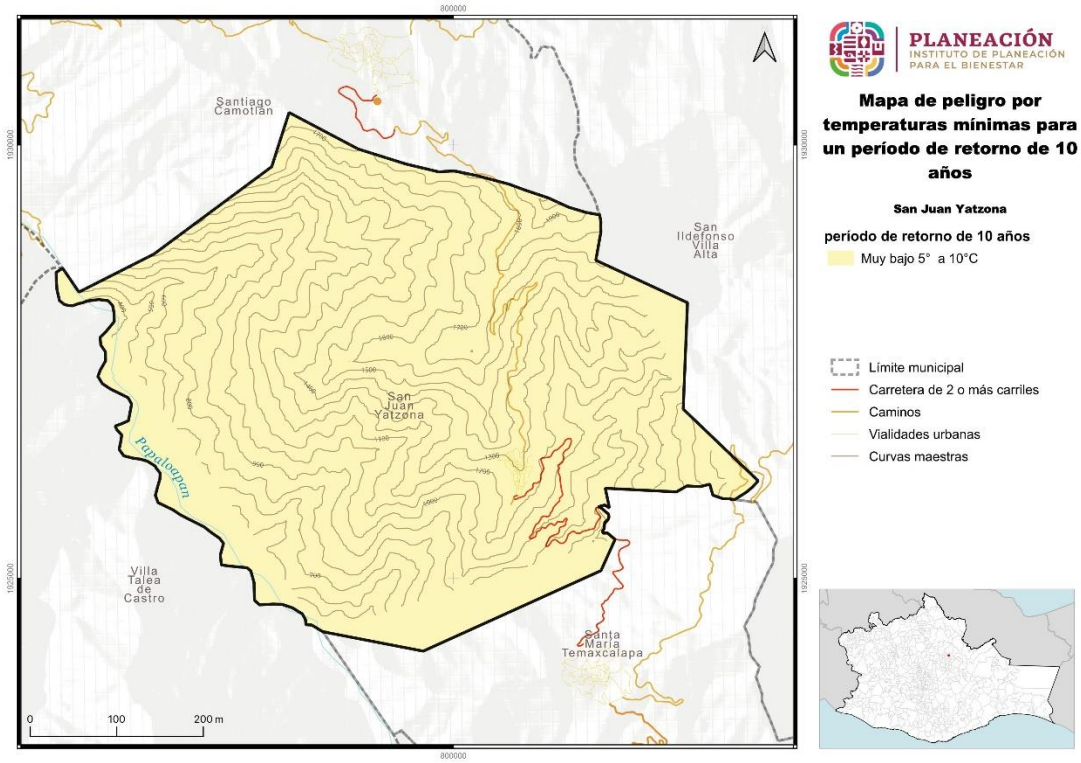
En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Bajo + 10°C**, en el territorio que comprende esta amenaza se ubica la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se espera una temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años de **10°C** y una porción del territorio en zona de peligro Bajo en donde se esperan temperaturas máximas de **10°C**.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 5 años, significa que podrá ser afectada 20 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 10 años **(PR 10 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% (2911 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas mínimas, clasificado con un grado **Muy Bajo 5°C a 10°C**.

Mapa 109. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años



En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Bajo 5°C a 10°C**, en el territorio que comprende esta amenaza se ubica la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se espera una temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años de **5°C**.

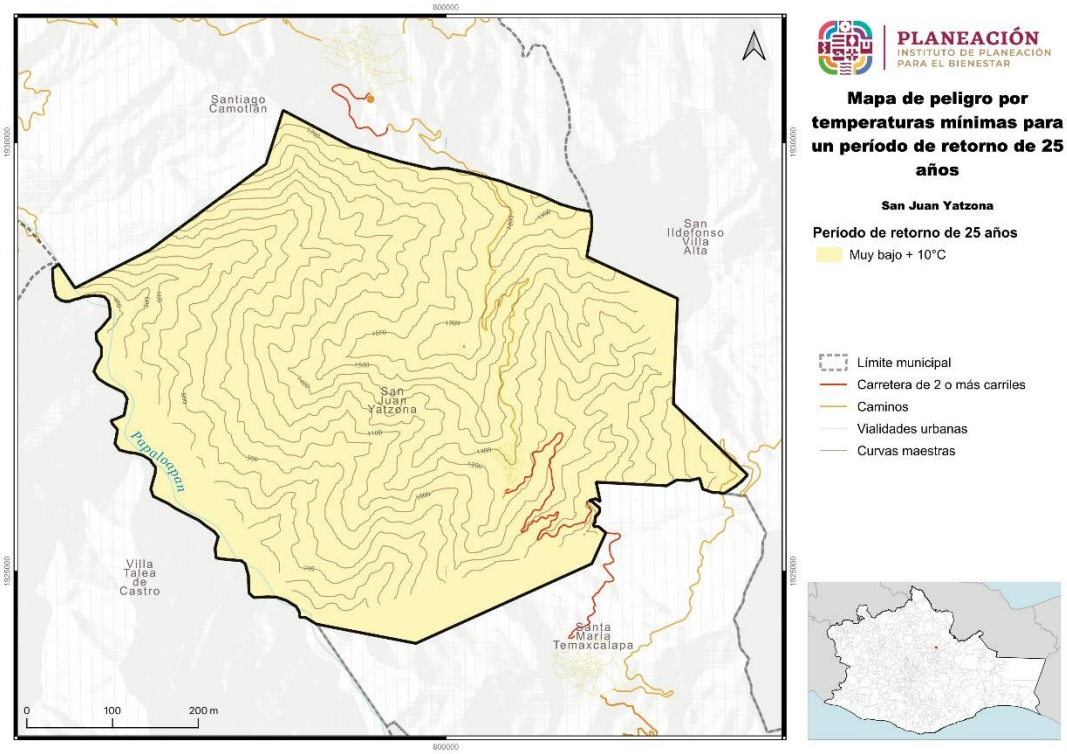
Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 10 años, significa que podrá ser afectada 10 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 25 años **(PR 25 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% (2910.96 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad

significativa de peligro por temperaturas mínimas, clasificado con un grado **Muy Bajo + 10°C**.

Mapa 110. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años



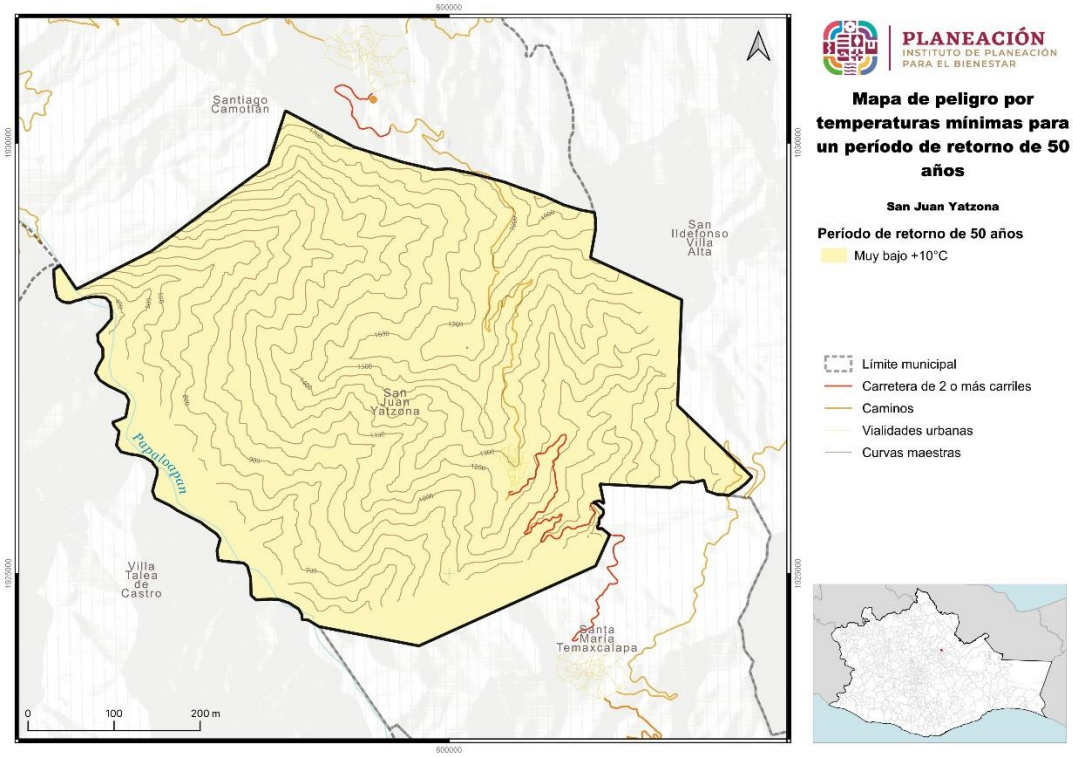
En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Bajo + 10°C**, en el territorio que comprende esta amenaza se ubica la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se espera una temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años de **10°C** para todo el territorio.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 25 años, significa que podrá ser afectada 4 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 50 años **(PR 50 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% (2911 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas mínimas, clasificado con un grado **Muy Bajo + 10°**.

Mapa 111. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años



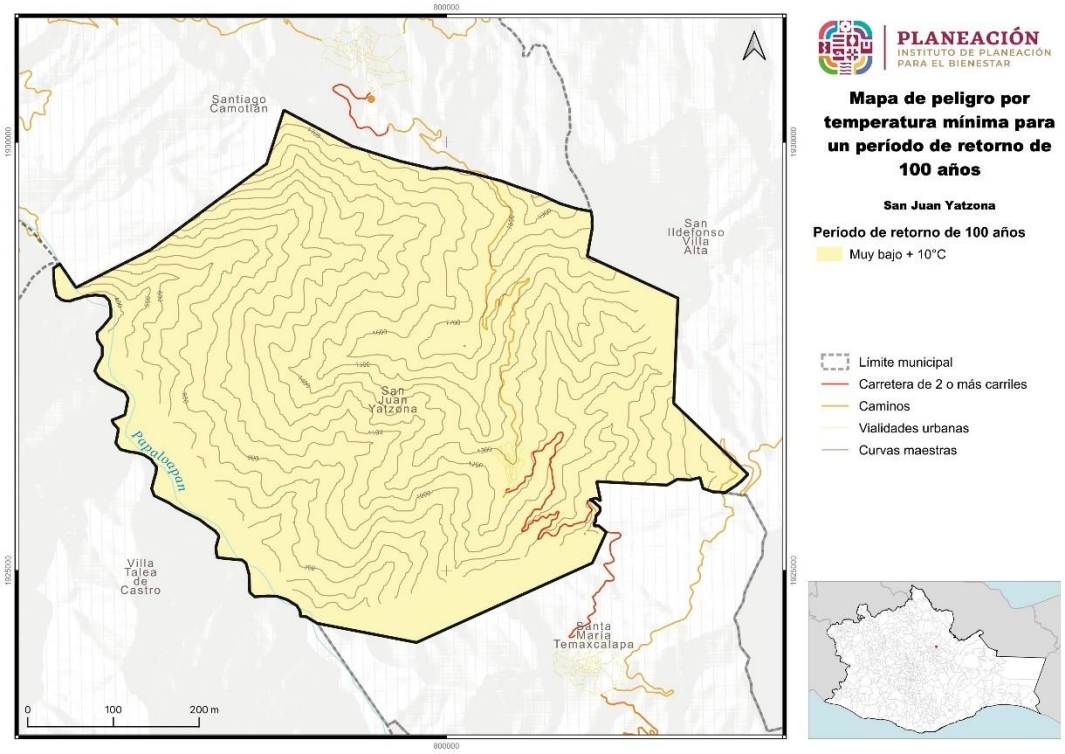
En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Bajo + 10°C**, en el territorio que comprende esta amenaza se ubica la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se espera una temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años de **10°C** para todo el territorio.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 50 años, significa que podrá ser afectada 2 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

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

En el caso de las proyecciones para peligros por temperaturas mínimas en un período de retorno de 100 años **(PR 100 años)**, en este lapso de tiempo se estima que el 100% (2910.96 hectáreas) del territorio en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por temperaturas mínimas, clasificado con un grado **Muy Bajo + 10°C**.

Mapa 112. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años



En el mapa previo se puede apreciar que la probabilidad de peligro catalogada como **Muy Bajo + 10°C**, en el territorio que comprende esta amenaza se ubica la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se espera una temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años de **10°C** para todo el territorio.

Para una localidad donde el periodo de retorno indicado de 100 años, significa que podrá ser afectada 1 veces en un siglo, a consecuencia de peligros por temperaturas mínimas en un cierto entorno de localidades o agencias del municipio de San Juan Yatzona.

V.2.11 Heladas

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

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más. Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el sector agrícola. Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío.

Las heladas no tienen un patrón anual ni una frecuencia definida; existiendo años sin presentarse y otros en que suceden tres o más eventos en un mismo invierno.

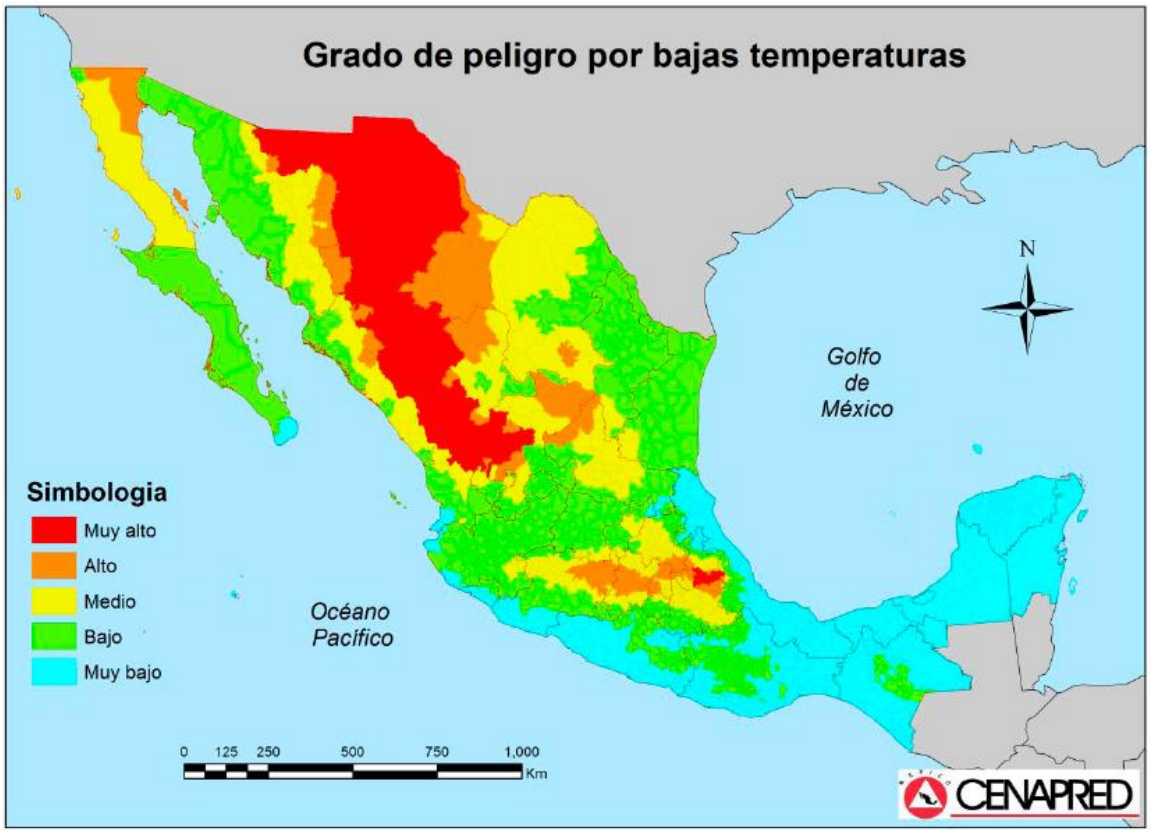
Tabla 51. Efectos ambientales por Heladas

Efectos Ambientales por Heladas		
Temperaturas	**Designación**	**Vulnerabilidad**
0°C a -3.5°C	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad, el ambiente se torna blanco por la escarcha.
-3.6°C a -6.4°C	Moderada	Los pastos, hierbas y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café en su follaje. Aparecen los problemas de enfermedades en los humanos, principalmente de vías respiratorias.
-6.5°C a -11.5°C	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles frutales. Se dañan (rompen) tuberías de agua poa aumento de volumen del hielo. Se incrementan enfermedades respiratorias, existiendo decesos por hipotermia.
<-11.5°C	Muy Severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños son elevados en algunas zonas tropicales.

Tabla 52. Umbrales de temperatura

Asignación de valores para el número de días con heladas			
Número de días con heladas	Valor	Ihel	Categoría
>120	3	0.5	Alta
61 – 120	2	0.375	Media
1 – 60	1	0.25	Baja
cero	0	0.125	Muy baja o nula

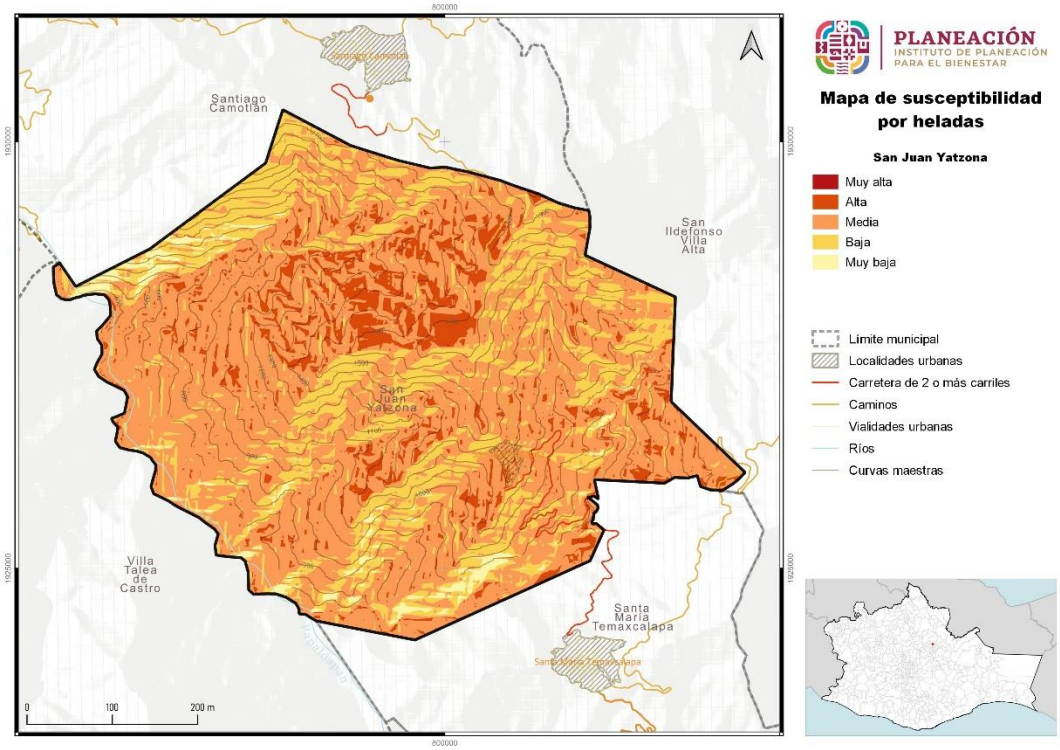
Mapa 113. Grado de peligro por bajas temperaturas



V.2.11.1. Susceptibilidad por heladas en el municipio

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Para la susceptibilidad de peligro por heladas en San Juan Yatzona estará sujeto a una posibilidad significativa de peligro por heladas, clasificado como nivel Muy Alta con 0.02% (0.64 hectáreas); con un 10.4% (303.3 hectáreas), clasificado con un nivel Alto; con **63.32%** (1845.86 hectáreas) en un grado **Medio**; con 23.86% (695.68 hectáreas) en un grado Baja; y con 2.39% (69.6 hectáreas) en un grado Muy Baja.

Mapa 114. Susceptibilidad por heladas en el municipio



En el mapa previo se puede apreciar que la susceptibilidad catalogada como **Media**, en el territorio que comprende esta amenaza un 80% de la zona urbana de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios se ubica en ella y un 20% de la zona urbana con un grado Alto.

En el municipio no se presenta el fenómeno de heladas, por lo que se omite su análisis.

Lluvias Extraordinarias (extremas)

La lluvia es una precipitación de agua líquida en forma de gotas que caen con velocidad apreciable y de modo continuo. Según el tamaño de las gotas se califican de llovizna, lluvia o chubasco. La lluvia depende de tres factores: la presión atmosférica, la temperatura y la humedad atmosférica.

Las lluvias se pueden clasifican por su intensidad como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 53. Clasificación de lluvias según su intensidad en 24 h

Clasificación de lluvias según su intensidad en 24 h	
Clasificación	**Intensidad**
Lluvias Intensas	Lluvia mayor de 70 mm
Lluvias Muy Fuertes	Lluvia entre 50 y 70 mm
Lluvias Fuertes	Lluvia entre 20 y 50 mm
Lluvias Moderadas	Lluvia entre 10 y 20 mm
Lluvias Ligeras	Lluvia entre 5 y 10 mm
Lluvias Escasas	Lluvia menor de 5 mm

La cantidad de lluvia que se precipita en cierto tiempo es conocida como la intensidad de la precipitación. Sus unidades son mm/h, mm/día, etc. Un fluviógrafo es un instrumento medidor de lluvia electrónico ideal para registrar la lluvia, ya que, al medir la intensidad de ésta, es posible saber cuándo y cuánto llovió en cada instante, durante una tormenta. Otra forma de medir la intensidad de la lluvia es mediante el radar meteorológico, que además brinda información referente a la distribución espacial de la intensidad de la lluvia.

Cuando hablamos de lluvias extremas, estamos hablando de que la caída de agua es superior a los 50 mm en el transcurso de una hora, que puede provocar inundaciones y detonar la inestabilidad de laderas, fenómenos muy frecuentes en nuestro país, y de elevados costos económicos y sociales.

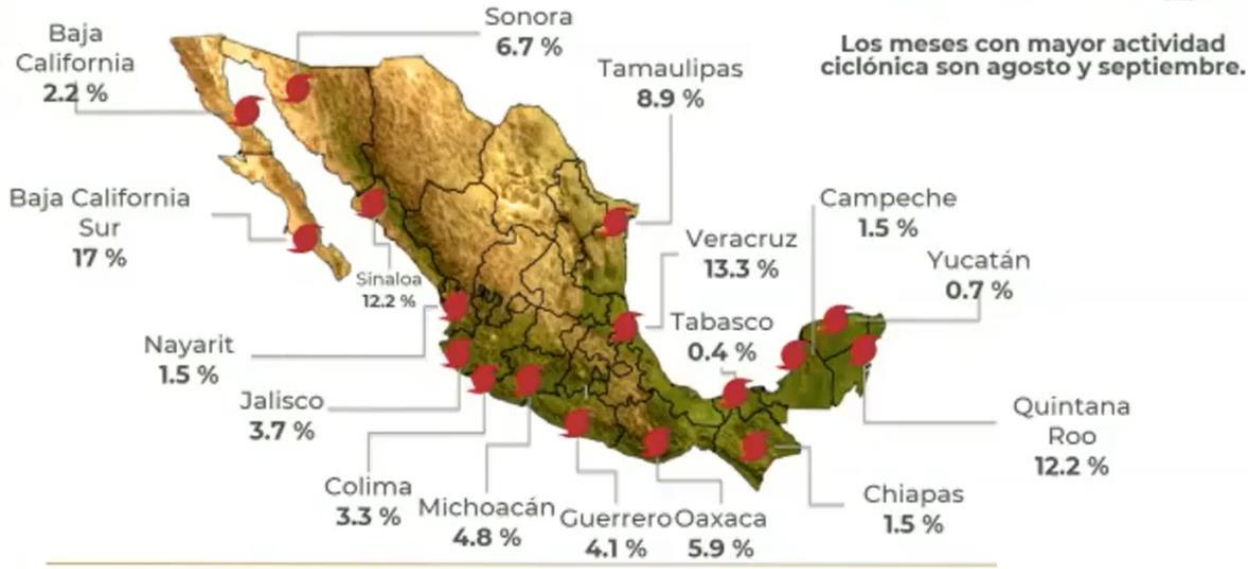
Ciclones Tropicales

A pesar de que la zona se encuentra distante al área de influencia de los huracanes del Pacífico y del Atlántico (de acuerdo con los datos del Atlas de Huracanes), ha habido reportes de lluvias muy intensas en 24 horas, habiéndose reportado hasta 262 milímetros. Este fenómeno, asociado con la topografía y litología propia de la zona, puede desencadenar avenidas, socavación en los cauces, derrumbes en los escarpes y movimiento de tierras, aunque estas lluvias extraordinarias no han causado daños significativos hasta el momento.

Los ciclones tropicales se forman por una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central. En el hemisferio norte giran en sentido contrario a las manecillas del reloj. Se forman en el mar, cuando la temperatura es superior a los 26° C. La energía de los ciclones tropicales proviene esencialmente del calor y la humedad que transfiere el océano al aire en los niveles

bajos de la atmósfera. Al transportar grandes cantidades de humedad, los ciclones tropicales pueden provocar tormentas de larga duración, del orden de varios días y abarcar grandes extensiones. Por lo que pueden ser causa de inundaciones en las principales cuencas del país, principalmente en aquéllas que vierten hacia el Golfo de México o al Océano Pacífico.

La escala de Saffir clasifica los ciclones tropicales en tres etapas, de acuerdo con la velocidad de sus vientos máximos; la primera etapa se llama depresión tropical, cuando sus vientos son menores a 63 km/h; la siguiente fase es tormenta tropical, que comprende vientos entre 63 km/h y 118 km/h; la última categoría es cuando se adquiere la categoría de huracán al presentar vientos con una velocidad mayor a los 118 km/h. En esta etapa se generan los efectos destructivos, al provocar vientos fuertes, lluvias torrenciales, marea de tormenta y oleaje altos, como se observa en la figura.



Los porcentajes contemplan los registros de 1971 a 2020, donde en promedio, anualmente ingresan a tierra 5.4 ciclones tropicales.

Mapa 115. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales



La temporada de ciclones comienza en el mes de mayo en el Océano Pacífico, mientras que, en el Océano Atlántico es en junio. Para ambos océanos la actividad concluye a finales de noviembre.

La frecuencia de huracanes corresponde a uno cada tres años, en los últimos 100 años. El municipio se establece vulnerable o zona afectable por perturbaciones ciclónicas tropicales por remanentes de los que ocurren en las costas a lo largo del año.

En el municipio no se presenta el fenómeno de ciclones tropicales de forma directa, pero sí de forma indirecta por tormentas debido a remanentes de dicho fenómeno en las costas por lo que se omite su análisis.

V.2.12 Tornados

Un tornado se define como la perturbación atmosférica más violenta, se origina en la base de una nube de tormenta cuando dos masas de aire de diferente temperatura, humedad y velocidad chocan entre sí formando una gran inestabilidad, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. Los tornados o remolinos de aire en forma de embudo, los cuales se generan desde la base de una nube conocida como

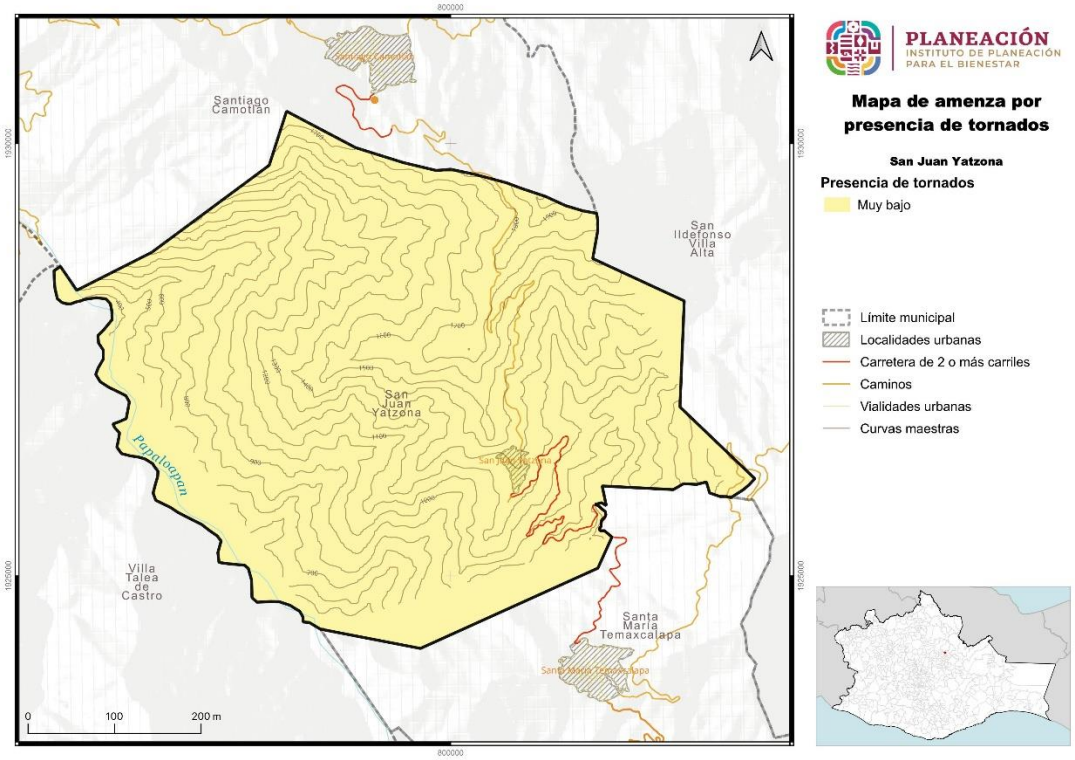
cumulonimbus y de ahí se extienden hasta tocar el suelo; el aire gira a tal velocidad que sus fuertes vientos pueden arrancar árboles, postes, destruir viviendas e incluso volcar vehículos de carga. La velocidad de sus vientos puede variar desde los 100 km/h hasta más de 450 km/h, su duración va desde algunos minutos hasta horas; el diámetro promedio de los tornados es de 250m, oscilando entre los 100m y 1 km. La intensidad de los tornados se mide utilizando la escala conocida como “Escala Fujita Mejorada”, la cual va del nivel cero al cinco (EF-0 a EF-5).

La probabilidad de ocurrencia de un tornado en México se extiende a todo el territorio, sin embargo, los más fuertes han tenido presencia en el norte del país, generalmente los tornados se desarrollan entre marzo y junio en el norte y el noreste de la República Mexicana, es decir, en Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, sin embargo, también se han registrado en Veracruz, Hidalgo, Estado de México y Chiapas, aunque podrían ocurrir en cualquier otro mes y sitio, por lo que para el municipio este fenómeno no se ha presentado en el municipio.

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

En el caso de amenaza por vientos fuertes y tornados, el 100% del territorio municipal está clasificado como grado **Muy Baja**, por lo que las 2910.96 hectáreas, son las que no están expuestas al riesgo de ser afectadas.

Mapa 116. Amenaza por presencia de tornados en el municipio



En el municipio de San Juan Yatzona no se presenta el fenómeno de Tornados, por lo que se omite su análisis.

Vientos Fuertes

El viento depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento por hora en tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. El periodo más ventoso del año dura 6,2 meses (septiembre a marzo), con una velocidad promedio de 10.5 Km/h, y el día más ventoso promedio es de 12.3 Km/h; mientras que el tiempo más calmado dura 5.8 meses (marzo a septiembre) con una velocidad 8.6 Km/h.

Identificándose peligros por caída por viento están las estructuras de anuncios, techos de auditorios, techos de casas de materiales ligeros etc. Debe ser considerado el factor viento para el diseño de cualquier estructura que pueda ser vulnerable a ráfagas de viento.

En el Municipio de San Juan Yatzona, los vientos fuertes no son muy recurrentes, excepto cuando se acompaña de tormentas intensas, es cuando han ocurrido daños, por lo que este fenómeno tiene un grado de peligro ***MUY BAJO***.

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

De acuerdo con la International Social Security Association (ISSA), las sustancias peligrosas son todos aquellos líquidos, gases o sustancias sólidas que perjudican la salud o la seguridad de los trabajadores.

Por lo que las sustancias peligrosas se refieren a aquellos materiales o compuestos químicos que, debido a sus características físico-químicas, representan un riesgo potencial para la salud humana y el medio ambiente. Entre las que se pueden encontrar mas no limitar a:

- **Sustancias Inflamables:** como gasolina, diésel, alcohol y otros solventes que puedan arder o explotar.
- **Sustancias Corrosivas:** Ácidos y bases fuertes capaces de corroer metales o dañar la piel al contacto.

- **Sustancias Reactivas:** Químicos que pueden causar reacciones violentas, como explosiones, al mezclarse con otros químicos o al estar expuestos a calor, presión o choque.
- **Sustancias Tóxicas:** Compuestos que pueden causar daños a la salud o la muerte cuando se inhalan, se ingieren o entran en contacto con la piel.
- **Sustancias Oxidantes:** Como los peróxidos, que pueden causar o intensificar un fuego.
- **Sustancias Radiactivas:** Materiales que emiten radiación ionizante y pueden ser perjudiciales para la salud.
- **Bio peligrosos:** Incluyen materiales biológicos que pueden causar enfermedades en seres humanos o animales.
- **Eco-tóxicos:** Sustancias que pueden causar daños graves a los ecosistemas, como pesticidas o herbicidas.

V.3.1.1 Amenaza por flujo sustancias peligrosas *

(No aplica en el municipio)

V.3.1.2 Amenaza por derrame de sustancias peligrosas *

(No aplica en el municipio)

V.3.1.3 Amenaza por explosión de sustancias peligrosas *

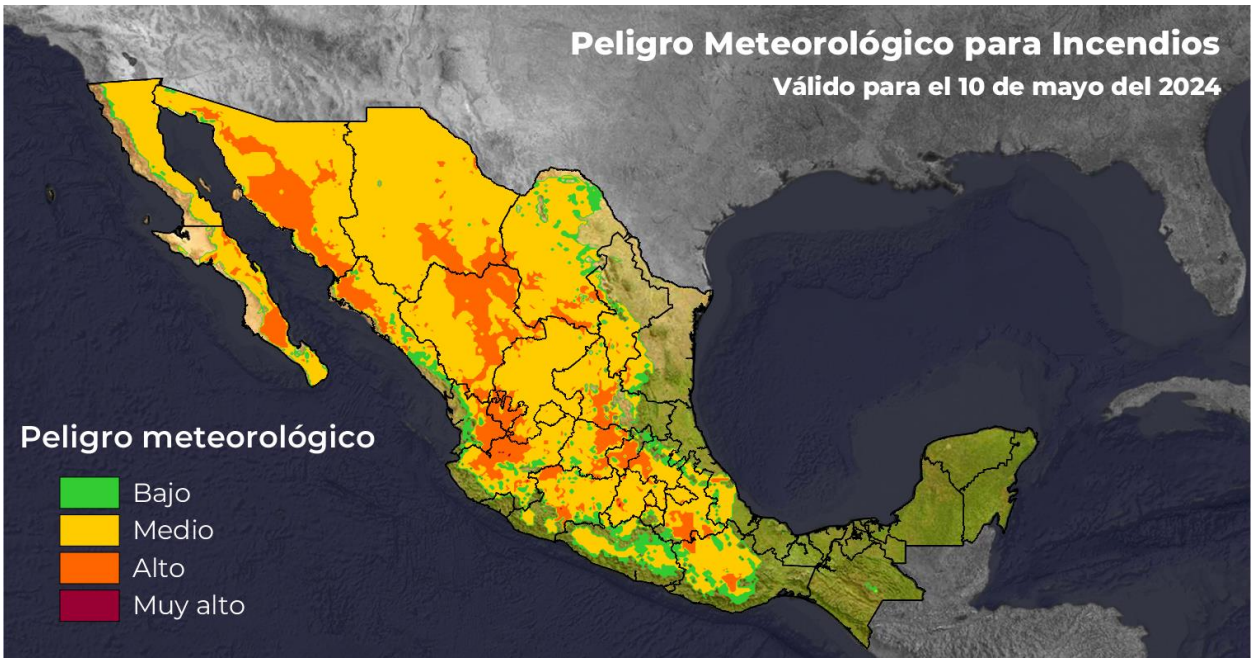
(No aplica en el municipio)

V.3.1 4 Amenaza por transporte de sustancias peligrosas *

(No aplica en el municipio)

V.3.2 Incendios forestales

Los incendios forestales ocurren de manera natural en muchos ecosistemas boscosos de México y el mundo; forman parte importante de su dinámica natural de regeneración. Bajo condiciones naturales, los bosques son capaces de amortiguar los impactos del fuego y, después de un tiempo, regresar a un estado similar al que se encontraban antes del incendio, en la figura se observa el grado de peligro para incendio, que para donde se ubica el municipio es de un grado medio.



Fuente: Subgerencia de Monitoreo Atmosférico Ambiental

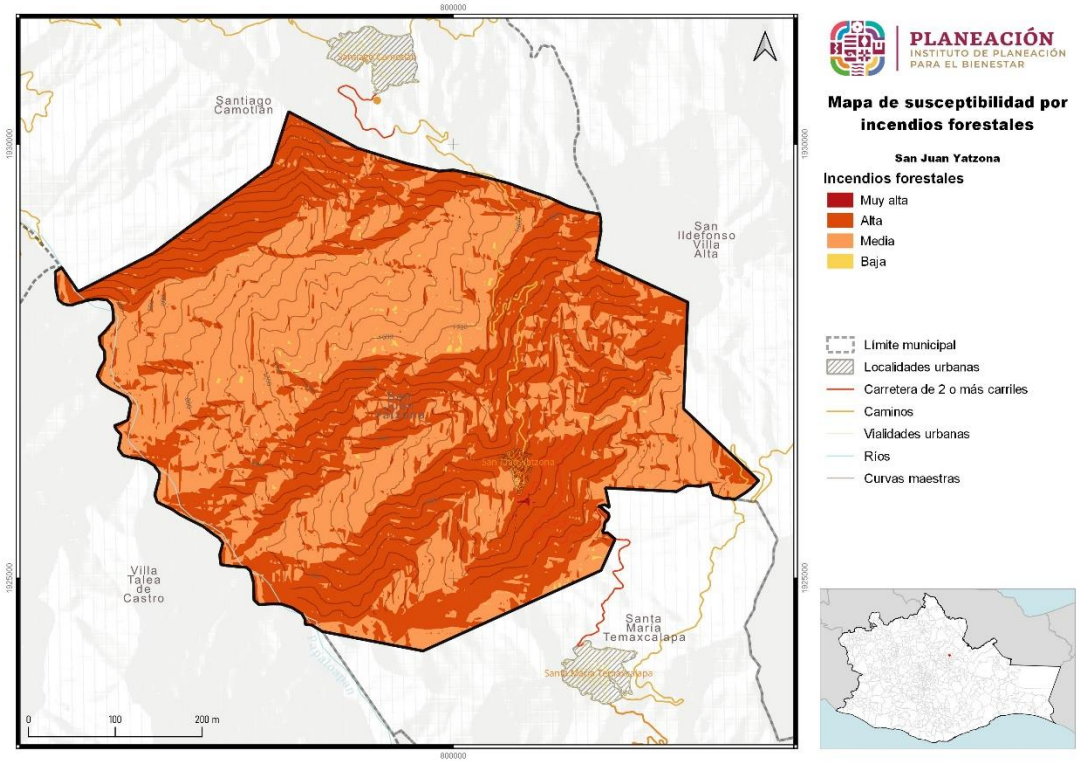
Aunque en muchos casos el origen de los incendios es natural, un número importante de ellos se asocia a actividades humanas, entre las que destacan el uso del fuego en las prácticas agropecuarias para la habilitación de terrenos cultivables o de pastoreo, la quema de basura o las fogatas no controladas.

Actualmente, es cada vez más frecuente que los incendios forestales ocurran en zonas en donde antes no se registraban o incluso se produzcan con mayor intensidad. Bajo estas circunstancias, pueden provocar la degradación de los ecosistemas, además de la pérdida de vidas humanas, infraestructura y de cuantiosas pérdidas económicas. En muchos de estos casos, la recuperación de los bosques y otros ecosistemas puede ser muy lenta o, incluso, imposible de alcanzarse.

V.3.2.1 Susceptibilidad por incendios forestales

Para el caso de la Susceptibilidad de incendios forestales, el grado Muy Alto; afecta a un 0.04% (1.2 hectáreas); con **51.78%** (1508.25 hectáreas) clasificado con un grado **Alto**; con 47.82 (1392.9 hectáreas) clasificado con un grado Media; con 0.37% (10.71 hectáreas) clasificado con un grado Bajo, para el territorio municipal.

Mapa 117. Amenaza susceptibilidad por incendios forestales



En el mapa previo se puede apreciar que la superficie urbana de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios está en el área de susceptibilidad por incendio forestal catalogada como **Alta** en un 90% y un 10% en la zona de susceptibilidad **Media**.

*En el Municipio de San Juan Yatzona, la susceptibilidad por incendio forestal se presenta en la zona urbana en un 90% del municipio con una susceptibilidad **Alta**, y para el resto del territorio este fenómeno tiene un grado de peligro **ALTO**.*

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

La contaminación del ambiente es un problema cada vez más relevante en todo el mundo. La actividad humana ha generado una serie de emisiones contaminantes que están afectando seriamente la calidad del aire, agua y suelo, lo que a su vez está teniendo un impacto negativo en la salud humana, la biodiversidad y el clima global.

El fenómeno Sanitario-Ecológico se presenta cuando se producen cambios drásticos en el equilibrio de los ecosistemas y trae consigo consecuencias fatales para las especies más vulnerables del sistema.

Una de las principales causas es la acción patógena de agentes biológicos, así como las plagas y epidemias en sus distintos vectores de transmisión; de igual manera, este fenómeno considera la contaminación como factor de análisis, particularmente lo referente a contaminación del aire, agua y suelo.

V.4.1.1 Amenaza por contaminación del agua

La contaminación del agua es un problema grave que afecta a millones de personas en todo el mundo. Cada año, miles de personas mueren como resultado de enfermedades relacionadas con el agua contaminada. Esta se produce cuando sustancias nocivas como químicos, bacterias y otros contaminantes entran en el agua y la hacen peligrosa para el consumo humano y animal.

Algunas de las fuentes de contaminación son:

1. **Biológica:** este tipo se produce cuando las bacterias, virus y parásitos entran en el agua y pueden causar enfermedades en los seres humanos y los animales.
2. **Química:** este tipo se produce cuando sustancias químicas tóxicas entran en el agua y pueden causar problemas de salud en los seres humanos y los animales.
3. **Térmica:** este tipo se produce cuando se vierte agua caliente en un cuerpo de agua, lo que puede dañar la vida acuática y reducir la cantidad de oxígeno en el agua.
4. **Radiactiva:** este tipo se produce cuando sustancias radiactivas entran en el agua y pueden causar enfermedades graves como el cáncer.

Algunas de las causas de la contaminación del agua son:

1. Vertidos industriales: las fábricas y las plantas industriales a menudo vierten productos químicos tóxicos en el agua, lo que puede contaminar ríos y arroyos cercanos.
2. Vertidos de aguas residuales: las ciudades y los pueblos a menudo vierten aguas residuales en ríos y lagos cercanos, lo que puede contaminar el agua.
3. Vertidos agrícolas: los productos químicos utilizados en la agricultura pueden entrar en el agua y contaminarla.
4. Derrames de petróleo: los derrames de petróleo pueden causar daños graves al medio ambiente y contaminar el agua.

Efectos en la salud humana

El consumo de agua contaminada puede tener graves consecuencias en la salud humana. Los contaminantes del agua pueden causar enfermedades como la diarrea, el cólera, la fiebre tifoidea, la hepatitis A y la disentería. Estas enfermedades pueden ser graves y a menudo resultan en hospitalización y, en casos extremos, la muerte.

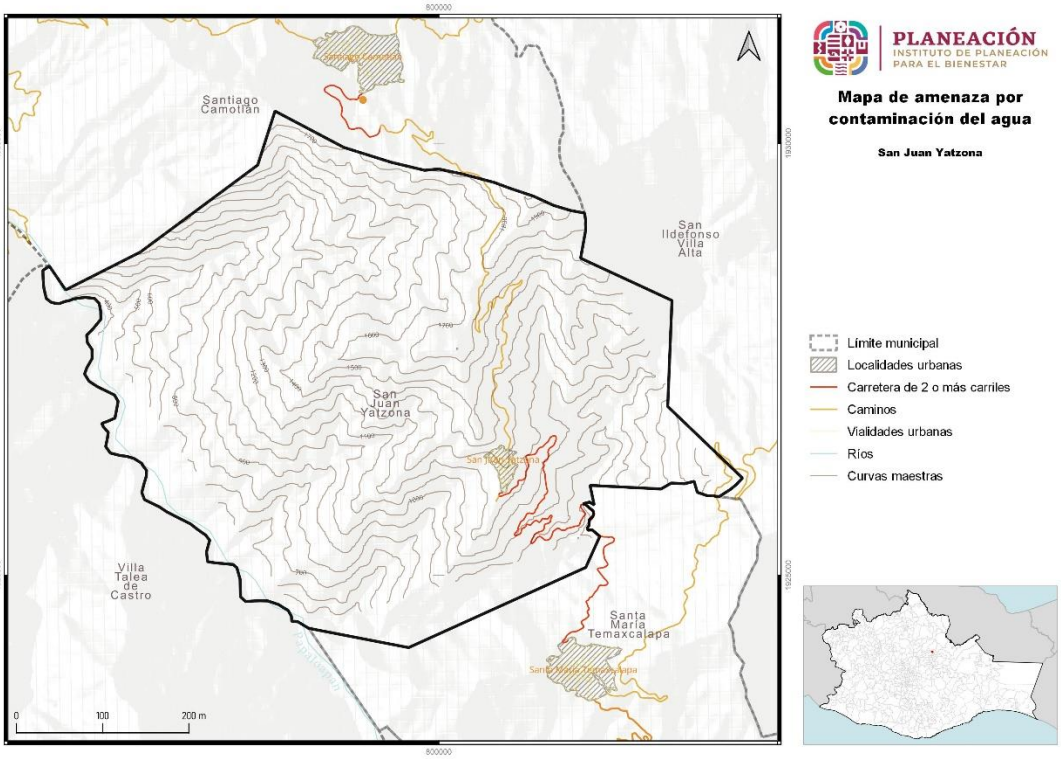
Los niños, las personas mayores y aquellos con sistemas inmunológicos debilitados son especialmente vulnerables a las enfermedades causadas por el agua contaminada. El plomo, el arsénico y el mercurio son algunos de los contaminantes del agua que pueden ser perjudiciales para la salud humana, y pueden causar daño cerebral y nervioso, problemas reproductivos y trastornos del aprendizaje.

Efectos en la agricultura

La agricultura también se ve afectada por la contaminación del agua. Los pesticidas y fertilizantes utilizados en la agricultura pueden filtrarse en los cuerpos de agua y contaminarlos. Esto no solo puede matar la vida acuática, sino también afectar la calidad del agua utilizada para el riego. La contaminación del agua también puede afectar los cultivos y reducir su rendimiento y calidad.

En el mapa se observa que el municipio no es afectado por amenazas de contaminación del agua, lo que quiere decir que este riesgo no aplica para el municipio.

Mapa 118. Amenaza por contaminación del agua



En el Municipio de San Juan Yatzona, la amenaza por contaminación del agua se presenta en un mínimo grado por vertidos de la agricultura y aguas residuales en el municipio, por lo que este fenómeno tiene un grado de peligro ***BAJO***.

V.4.1.2 Amenaza por contaminación del aire

Los principales contaminantes del aire se clasifican en:

- **Primarios:** son los que permanecen en la atmósfera tal y como fueron emitidos por la fuente. Para fines de evaluación de la calidad del aire se consideran: óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas.
- **Secundarios:** son los que han estado sujetos a cambios químicos, o bien, son el producto de la reacción de dos o más contaminantes primarios en la atmósfera. Entre ellos destacan oxidantes fotoquímicos y algunos radicales de corta existencia como el ozono.

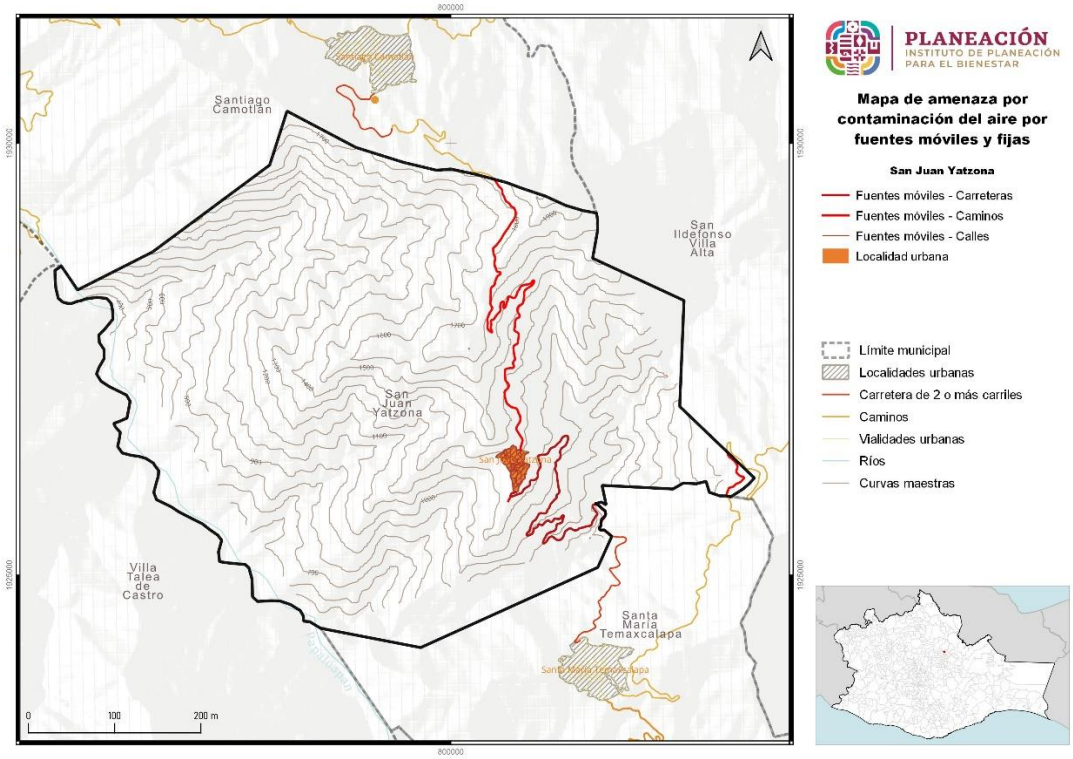
Los factores contaminantes que han merecido mayor importancia son los siguientes:

- Compuestos Clorofluorcarbonados (CFC): los equipos de enfriamientos (heladeras, acondicionadores de aire) utilizan estos compuestos y, cuando los equipos tienen pérdidas, estos compuestos son liberados a la atmósfera.
- Ozono (O_3): los equipos que trabajan con tensiones eléctricas altas producen descargas sobre el aire, que hacen que las moléculas de oxígeno reaccionen formando ozono.
- Dióxido de carbono (CO_2): la combustión genera grandes cantidades de este gas.
- Óxidos de azufre y nitrógeno: por combustibles que contengan azufre o nitrógeno, se formarán óxidos de azufre y nitrógeno (también se pueden formar en la combustión a partir del nitrógeno del aire).
- Combustión incompleta: la combustión incompleta forma monóxido de carbono, polvo de carbón en forma de hollín y sustancias orgánicas parcialmente oxidadas.
- La degradación del ambiente en lugares cerrados se produce por mala combustión, humo de cigarrillos, uso de artefactos eléctricos, insecticidas, adhesivos, solventes y otros compuestos orgánicos provenientes de artículos de limpieza.

La contaminación del aire es uno de los mayores problemas ambientales que enfrenta el mundo hoy en día. Afecta tanto a las áreas urbanas como a las rurales, y es causada por una variedad de fuentes, como la quema de combustibles fósiles, las emisiones de vehículos y las actividades industriales.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación del aire es responsable de aproximadamente 7 millones de muertes prematuras cada año en todo el mundo. Además, se ha demostrado que la exposición prolongada a la contaminación del aire aumenta el riesgo de enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón y enfermedades respiratorias crónicas como el asma y la bronquitis.

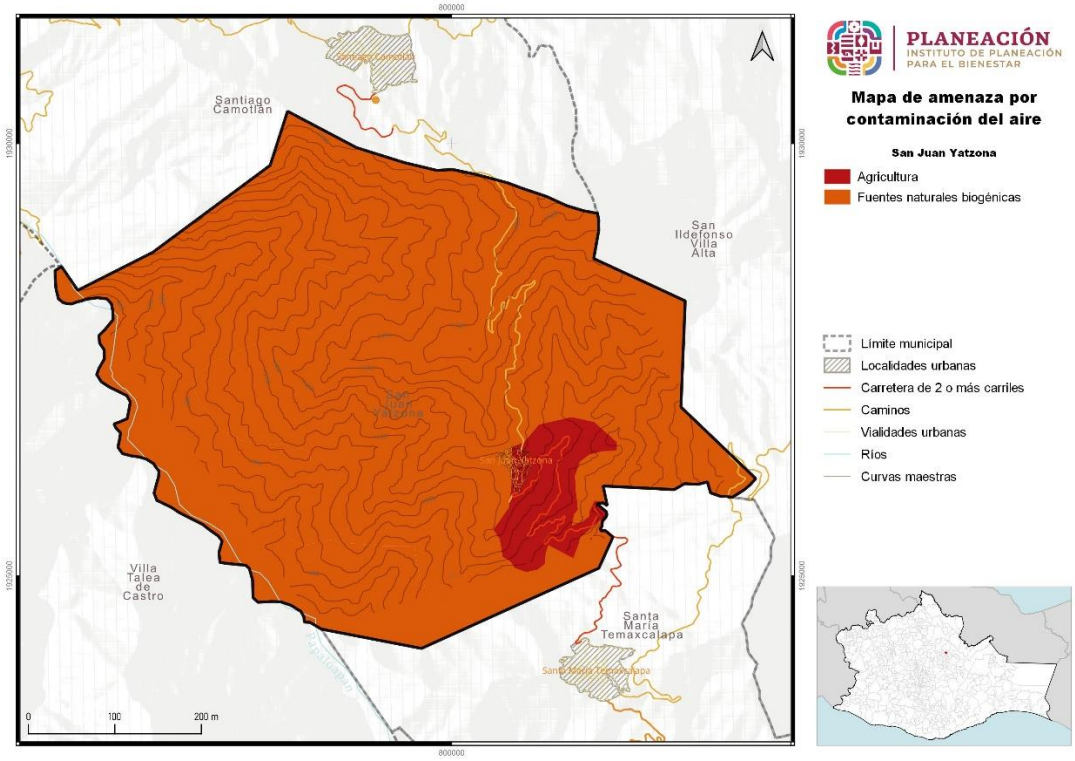
Mapa 119. Amenaza por contaminación del aire por fuentes móviles y fijas



Los niños y los ancianos son especialmente vulnerables a los efectos de la contaminación del aire. Los niños que viven en áreas con altos niveles de contaminación del aire tienen un mayor riesgo de desarrollar asma y otros problemas respiratorios. Los ancianos, por otro lado, son más propensos a desarrollar enfermedades cardíacas y respiratorias como resultado de la exposición a la contaminación del aire.

El mapa anterior se ilustra visualmente la amenaza relacionada con la contaminación del aire, presentando dos categorías distintas. La primera, denominada ‘Fuentes móviles’, la cual se extiende por el centro del municipio, abarcando incluso la zona urbana a través de sus calles, caminos y carreteras. Por otro lado, la segunda categoría, conocida como ‘fuentes fijas’, cubre la mayor parte la zona urbana. Este análisis cartográfico destaca las áreas críticas y las fuentes de contaminación del aire en la región, proporcionando información crucial para la gestión y la mitigación de riesgos ambientales.

Mapa 120. Amenaza por contaminación del aire



El mapa ilustra visualmente la amenaza relacionada con la contaminación del aire, presentando dos categorías distintas. La primera, denominada 'Agricultura', la cual se extiende por el centro del municipio, (abarcando incluso 80% de la zona urbana). Por otro lado, la segunda categoría, conocida como 'Fuentes naturales Biogénicas', cubre la mayor parte del territorio municipal. Este análisis cartográfico destaca las áreas críticas y las fuentes de contaminación del aire en la región, proporcionando información crucial para la gestión y la mitigación de riesgos ambientales.

V.4.1.3 Amenaza por contaminación del suelo

La contaminación del suelo es un problema ambiental grave que afecta a millones de personas en todo el mundo. Se produce cuando se introduce en el suelo sustancias tóxicas que pueden dañar el medio ambiente y la salud humana. Los contaminantes del suelo incluyen una amplia variedad de sustancias, desde productos químicos industriales hasta residuos orgánicos.

Los contaminantes del suelo pueden ser naturales o artificiales. Los contaminantes naturales incluyen elementos como el plomo y el mercurio, que se encuentran naturalmente en el suelo. Los contaminantes artificiales, por otro lado, son producidos por la actividad humana y pueden ser mucho más peligrosos. Algunos ejemplos de contaminantes artificiales incluyen:

1. Pesticidas y herbicidas: son productos químicos utilizados en la agricultura para matar insectos y malezas. Estos productos químicos pueden filtrarse en el suelo y contaminar el agua subterránea.
2. Petróleo y productos derivados: los vertidos de petróleo y los derrames de productos derivados del petróleo son una fuente importante de contaminación del suelo. El petróleo puede tardar décadas en descomponerse y puede afectar seriamente la calidad del suelo.
3. Metales pesados: los metales pesados, como el plomo, el mercurio y el cadmio, son tóxicos para los seres humanos y pueden ser peligrosos en cantidades elevadas. Estos metales se encuentran a menudo en las pilas y baterías, así como en otros productos industriales.
4. Residuos tóxicos: los residuos tóxicos incluyen sustancias químicas peligrosas como el ácido clorhídrico y el cianuro. Estos residuos se producen a menudo en los procesos industriales y pueden filtrarse en el suelo y contaminar el agua subterránea.

La contaminación del suelo es un problema ambiental que tiene efectos perjudiciales en la salud humana, la biodiversidad y la economía. Los contaminantes del suelo pueden afectar los cultivos, los ecosistemas naturales y los animales que dependen del suelo para sobrevivir. Además, la contaminación del suelo también puede tener un impacto negativo en la calidad del agua potable y en la salud humana.

La contaminación del suelo puede reducir la biodiversidad de los ecosistemas naturales y tener un efecto dominó en la cadena alimentaria. Los contaminantes del suelo pueden dañar la estructura del suelo y reducir su capacidad para sostener la vida vegetal. Como resultado, los animales que dependen de plantas para alimentarse pueden verse afectados y su población puede disminuir.

Además, la contaminación del suelo también puede afectar a los microorganismos que viven en el suelo, como bacterias y hongos. Estos microorganismos son importantes para la descomposición de la materia orgánica y para la formación de nutrientes que son esenciales para el crecimiento de las plantas. Si los microorganismos del suelo se ven afectados por la contaminación, pueden producirse efectos adversos en los ecosistemas naturales.

La contaminación del suelo puede tener un impacto negativo en los cultivos y la agricultura. Los contaminantes del suelo pueden acumularse en los cultivos y pueden ser tóxicos para los animales y humanos que los consumen. Además, los cultivos pueden verse afectados por la contaminación del suelo y producir menos cosechas y de menor calidad.

La contaminación del suelo también puede afectar a los sistemas de riego y al agua utilizada en la agricultura. Los contaminantes del suelo pueden filtrarse en el agua subterránea y contaminar las fuentes de agua utilizadas para el riego. Como resultado, los cultivos pueden absorber los contaminantes del suelo a través del agua utilizada para su riego.

La contaminación del suelo también puede tener efectos perjudiciales sobre la salud humana. Los contaminantes del suelo pueden ser tóxicos para los seres humanos y pueden causar una serie de problemas de salud, como enfermedades respiratorias, cáncer y otros trastornos.

En la tabla siguiente describe la característica de la degradación del suelo, muy importante a considerar.

Tabla 54. Degradación de suelo

Formas de degradación del suelo	Características
Daños Físicos	Suceden cuando se trabaja repetidamente con equipos pesados en condiciones climáticas húmedas, en los suelos compactados es muy difícil restituir su productividad.
Acumulación salina	Es provocada por la evaporación de agua por efecto del sol en tierras de riego mal drenadas.
Daños biológicos	Se atribuye a los suelos que han perdido los nutrientes indispensables para los vegetales y la materia orgánica que contienen.
Erosión	Consiste en el desprendimiento, transporte y depósito de los materiales del suelo por agentes que causan el intemperismo (viento, agua, temperatura extrema, etc).
Erosión Geológica	Esta es provocada por los procesos de formación del suelo que lo mantienen en el equilibrio adecuado.
Erosión acelerada	Es inducida por el hombre con severos desequilibrios mediante la destrucción de los agregados del suelo y la eliminación acelerada de partículas minerales y orgánicas, consecuencia de una labranza inadecuada y la extinción de la vegetación natural.
Erosión eólica	Se produce cuando el suelo ha perdido la cubierta vegetal, dejando paso libre al viento, que llega a desplazar hasta 150 toneladas de tierra en una hora.
Erosión Hídrica	Cuando se cultiva sin tomar las debidas precauciones y exponiendo el terreno a la acción de la lluvia.
Contaminación por residuos sólidos	Se presenta en los tiraderos a cielo abierto carentes de planeación e infraestructura que permita un mejor trato y manejo de tales residuos.
Contaminación química	Por el resultado del exceso en el uso de fertilizantes y pesticidas utilizados en los procesos agrícolas y ganaderos.

V.4.2 Epidemias y plagas

Las epidemias se definen como el incremento considerable de casos de alguna enfermedad infecto-contagiosa y a que su vez tienen un alcance territorial elevado; las epidemias se generan mediante dos mecanismos, por contagio persona a persona y/o la bacteria o el virus se transmiten por aire, agua o alimentos; y a través de vectores como los mosquitos y otros insectos; un ejemplo de esto son el zika, dengue y Chikunguña que en los últimos años ha provocado severos problemas sanitarios, sin olvidar la pandemia SARS-CoV-2 cuyos efectos negativos en la salud, económicos, educativos fue de muy alto impacto, que hoy en día se sigue viviendo el efecto postpandemia.

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

Uno de los peligros que impacta, de forma directa e indirecta a la población, son las plagas en cultivos que, derivado de la falta de elementos para dimensionar adecuadamente los problemas fitosanitarios, se traducen en pérdidas económicas para los productores y en el desabasto de ciertos alimentos que demanda la población.

Las plagas son organismos con la capacidad de afectar de forma sustancial a las personas o a sus actividades agropecuarias mediante la pérdida de cosechas o la mortandad de animales para consumo humano; el impacto negativo de las plagas radica en la producción de alimentos y por consecuente impacta en el desarrollo económico.

V.4.2.2 Amenaza por plagas forestales *

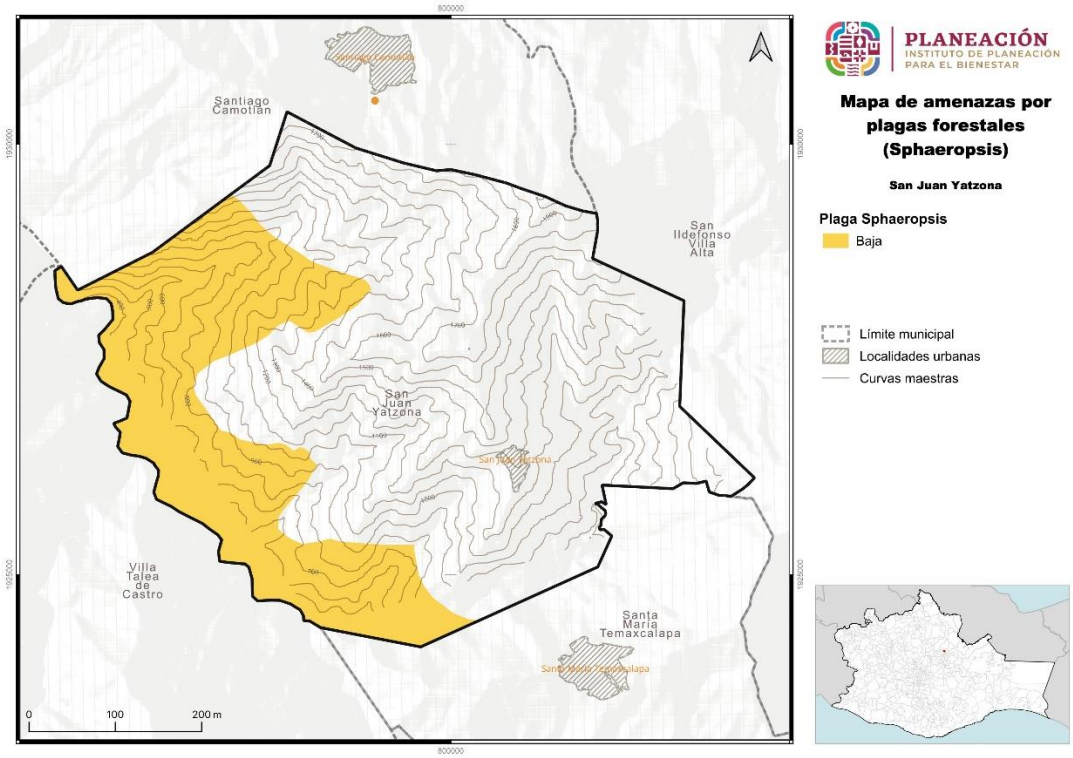
(No aplica en el municipio)

V.4.2.3 Amenaza por plagas Sphaeropsis.

El hongo Sphaeropsis sapinea se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo, es un patógeno de coníferas principalmente del género Pinus. (Anderson etal. 1984, Fraedrich et al. 1994). Puede alcanzar territorios donde el hospedador es cultivado como una especie exótica, lo que ha hecho que se expanda ampliamente asociada a cultivos forestales de coníferas, tanto en el hemisferio norte como en el sur (Paoletti et al. 2001). Es un importante patógeno en repoblaciones forestales de coníferas.

Con respecto a la amenaza por plagas Sphaeropsis se muestra en el mapa correspondiente en hectáreas del municipio. Para el caso de la Susceptibilidad a la amenaza por plagas Sphaeropsis, el grado **Bajo**; afecta a un **100%** (855.39 hectáreas), para el territorio municipal.

Mapa 121. Amenaza por plagas forestales (Sphaeropsis)



En el mapa previo se puede apreciar que la superficie urbana de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios está exenta al área de susceptibilidad por plagas Sphaeropsis, un 29.38% del territorio que colinda con Villa Talea de Castro catalogada como susceptibilidad **Baja.**

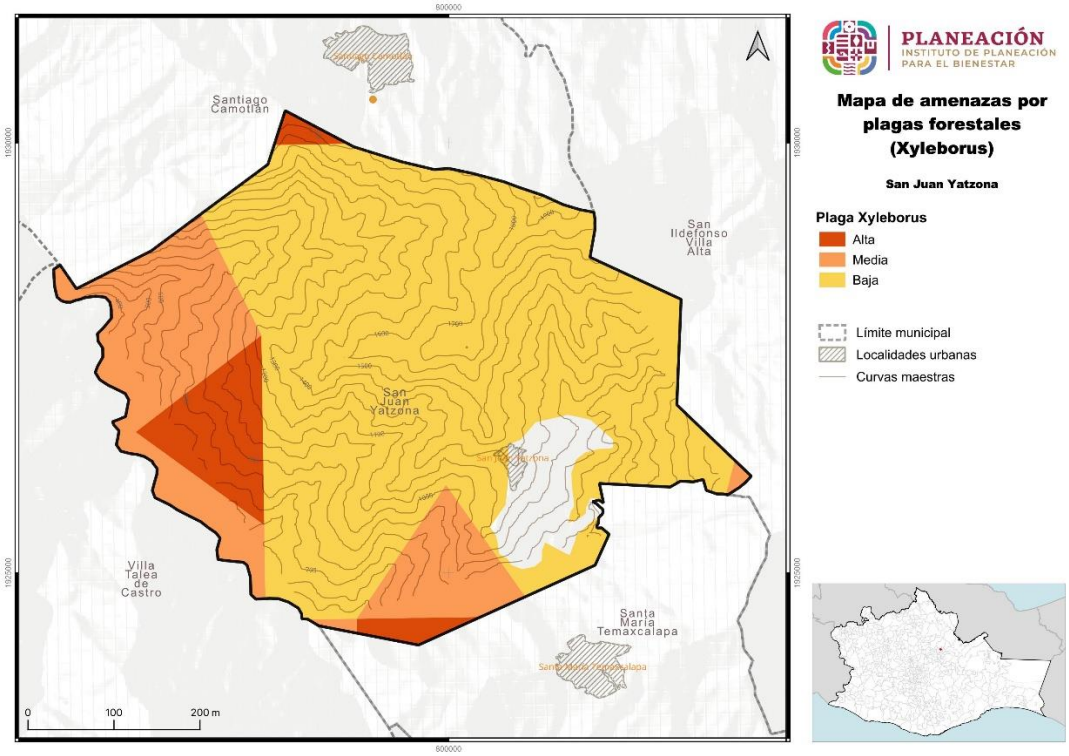
V.4.2.2.4 Amenaza por plagas Xyleborus.

Xyleborus glabratus es un insecto barrenador, vector del hongo Raffaelea lauricola el cual es el agente causal de la marchitez del laurel, una enfermedad vascular letal de árboles de la familia Lauraceae (Kendra et al., 2014).

El escarabajo ambrosio del laurel rojo (Xyleborus glabratus), así como su simbionte Raffaelea lauricola son plagas nativas del Suroeste Asiático presentes en árboles de la familia Lauraceae. Su introducción a Estados Unidos de América, la cual pudo haber sido a través de embalaje de madera, ha ocasionado cuantiosas pérdidas ambientales y económicas superiores al 80% en áreas naturales con laurel rojo.

En lo que respecta a la amenaza de Xyleborus que tiene un riesgo clasificado como Alta, con afectación alrededor del 7.55% (208.86 hectáreas) de la extensión total del municipio; el riesgo Medio, con 19.81% (547.96 hectáreas); con 72.64% (2009.63 hectáreas) con un grado de amenaza **Baja**, como se presenta en el mapa correspondiente.

Mapa 122. Amenaza por plagas forestales (Xyleborus)



En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal está exenta en un 80% de esta amenaza de Xyleborus; sin embargo, presenta un 20 % de la zona urbana con grado **Bajo** y para el resto de la zona de bosque de la zona centro del territorio municipal; con grado **Medio** Colinda con Villa Talea de Castro y Santiago Camotlán, y Alta con una porción en la zona este y sur del municipio.

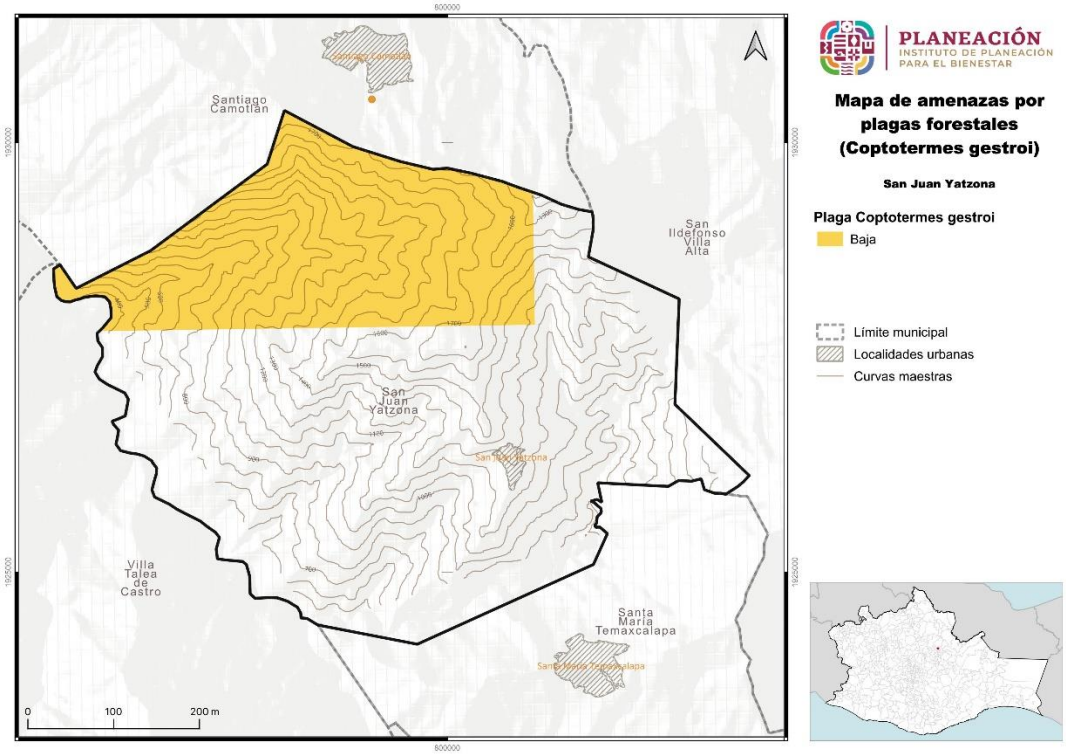
V.4.2.2.5 Amenaza por plagas, zonas de atención prioritaria *

(No aplica en el municipio)

V.4.2.2.6 Amenaza por plagas Coptotermes gestrio.

En lo que respecta a la amenaza de Coptotermes gestroi que tiene un riesgo clasificado como **Baja**, con afectación alrededor del 100% (862.16 hectáreas) de la extensión total del municipio, como se presenta en el mapa correspondiente.

Mapa 123. Amenaza por plagas forestales (Coptotermes gestroi)



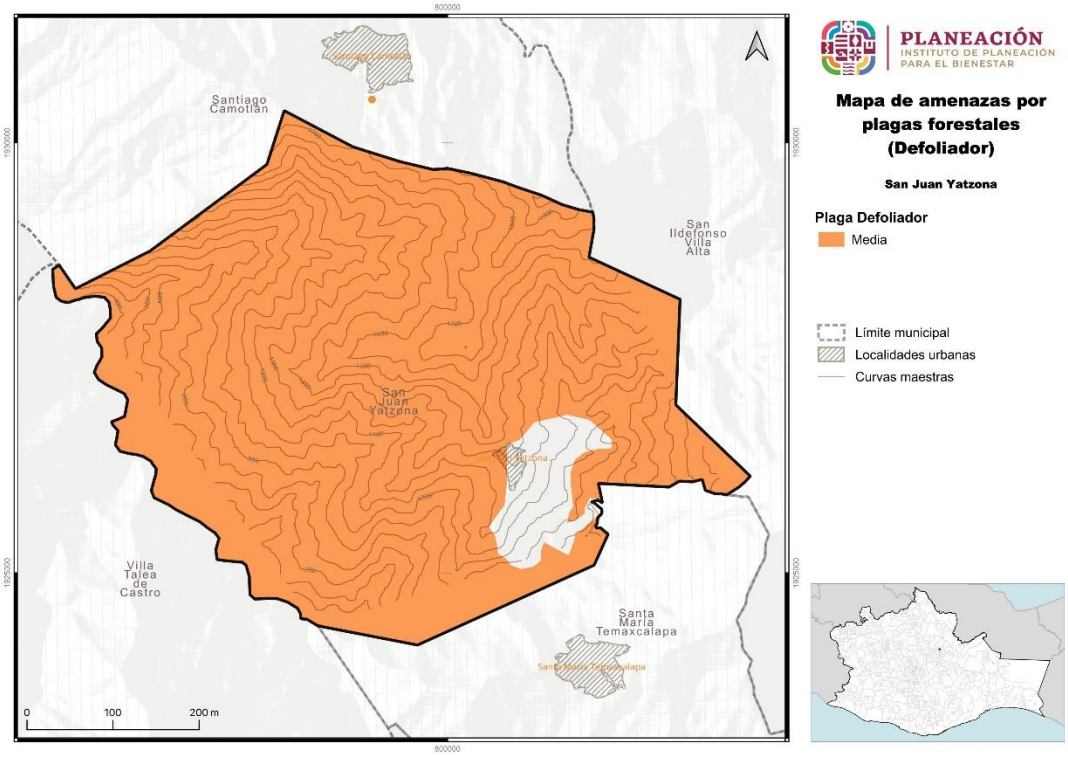
En el mapa previo se puede apreciar que la superficie urbana de la cabecera municipal San Juan Yatzona y sus barrios está exenta al área de susceptibilidad por plagas Coptotermes gestroi, un 29.61% del territorio que colinda con Santiago Camotlán catalogada como susceptibilidad **Baja.**

V.4.2.2.7 Amenaza por plagas defoliador.

Son insectos que, al alimentarse del follaje de los árboles, ocasionan una reducción de su superficie foliar, y dependiendo de su intensidad y la época de ocurrencia, puede traer como consecuencia el debilitamiento del arbolado, incrementando su vulnerabilidad al ataque de otras plagas que pueden causar su muerte (CONAFOR, 2019).

Con respecto a la amenaza por plaga defoliador, afecta con un grado de amenaza **Media** a 100% (2766.45 hectáreas) del municipio de San Juan Yatzona, como se presenta en mapa correspondiente.

Mapa 124. Amenaza por plagas forestales (Defoliador)



En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal está exenta en un 80% de esta amenaza de Defoliador; sin embargo, presenta un 20 % de la zona urbana con grado y para el resto de la zona de bosque de todo el territorio municipal con grado **Medio**.

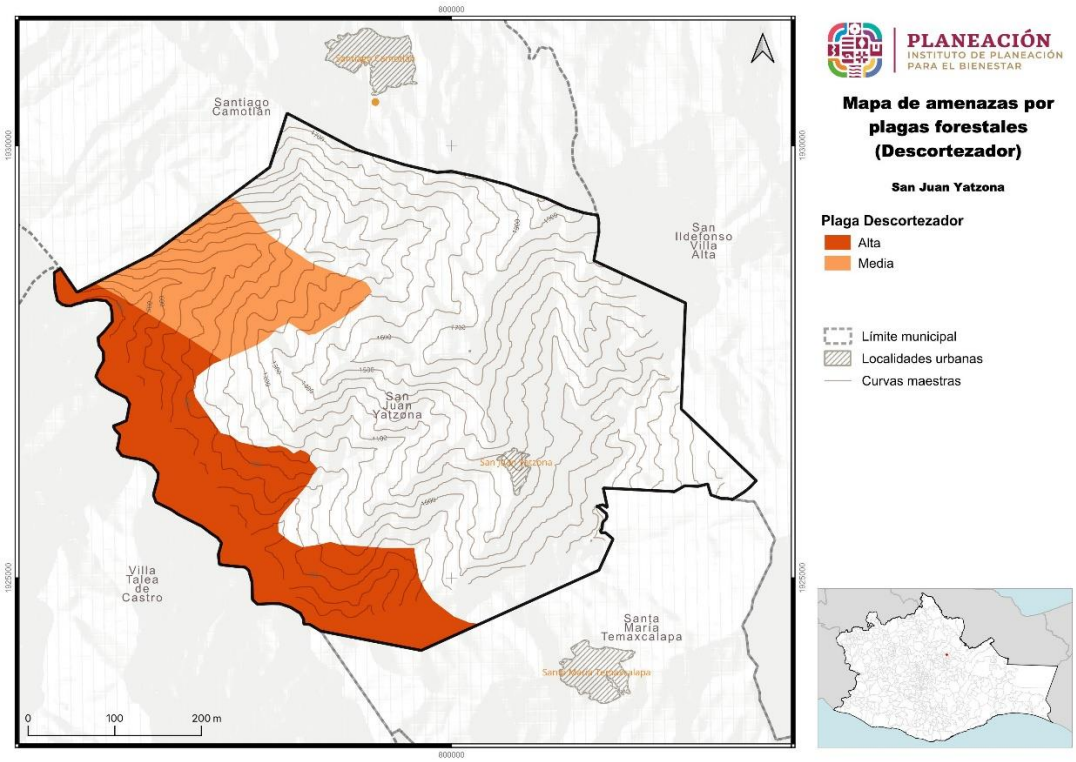
V.4.2.2.8 Amenaza por plagas descortezador.

Este tipo de plagas toman una gran relevancia en cuanto a su atención, ya que sus infestaciones contribuyen a la deforestación de regiones completas. El impacto que causa en la producción de madera es relevante, ya que con frecuencia obliga a realizar podas o talas de saneamiento y aprovechamiento de maderas muertas. Generalmente atacan a árboles de madera dura y, en algunos casos de madera blanda, en los cuales realizan perforaciones y formación de galerías dentro de los árboles, los cuales limitan a la capacidad del árbol para el transporte de nutrientes y agua, lo que puede debilitar el árbol y hacerlo susceptible a enfermedades y a otros tipos de daños que pudieran

causar la muerte del arbolado. Son conocidos por su capacidad para colonizar una amplia variedad de especies arbóreas forestales, tanto nativas como introducidas.

La amenaza por plagas descortezador afecta con un grado clasificado como Alta, con 65.96% (564 hectáreas); Media con 34.04% (291 hectáreas) del municipio de San Juan Yatzona, como se presenta en mapa correspondiente.

Mapa 125. Amenaza por plagas forestales (Descortezador)



En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal está exenta de esta amenaza de plaga Descortezador, sin embargo, presenta un grado **Alto** en la zona de bosque del territorio municipal que colinda con Villa Talea de Castro catalogada como susceptibilidad; y **Media** con bosques que colindan con Santiago Camotlán.

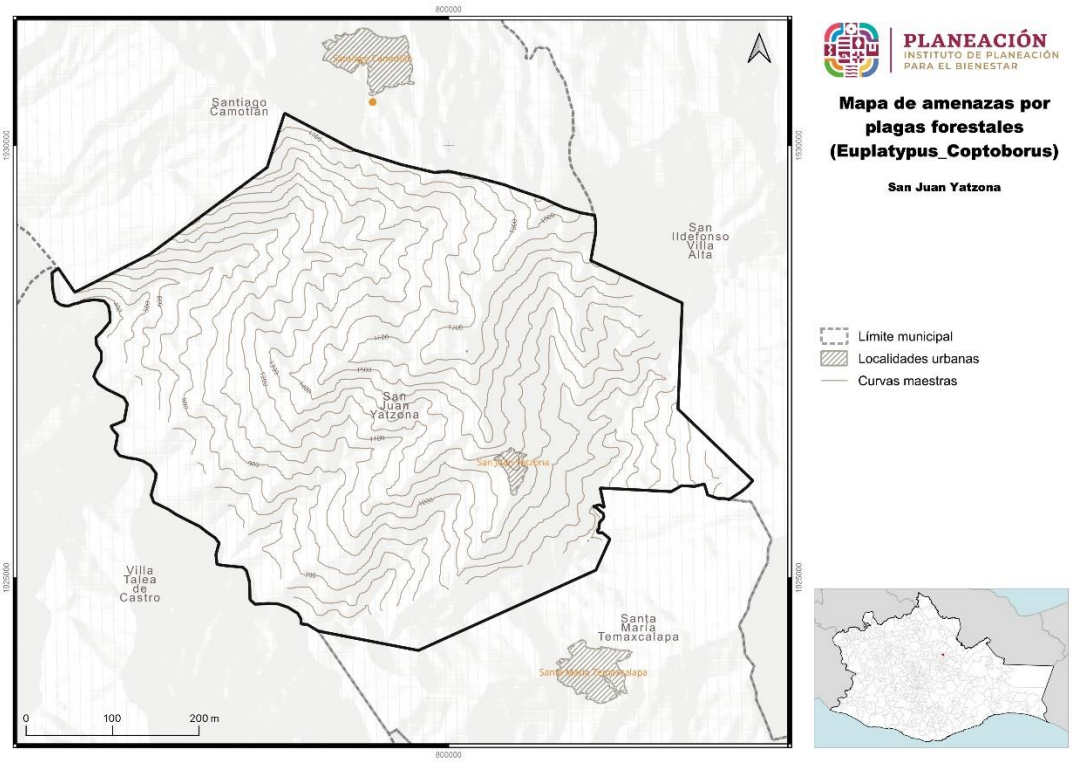
V.4.2.2.9 Amenaza por plagas Euplatypus Coptoborus.

Mientras que para el barrenador *Euplatypus coptoborus.* es un escarabajo ambrosía neotropical perteneciente a la familia Curculionidae, originario de América Central y del Sur, que se está extendiendo rápidamente por todo el mundo, es un importante vector fúngico; este escarabajo es considerado como uno de los más destructivos de la subfamilia Platypodinae ya que es capaz de matar a árboles sanos que presentan

estrés por inundaciones y otros factores. Estos insectos son conocidos por perforar la madera, donde crean sistemas de galerías y se alimentan de los tejidos del árbol e incluso transportan hongos específicos que cultivan para alimentarse.

En lo que respecta a la amenaza de La plaga de euplatypus coptoburus en el municipio no presenta zonas de peligro de riesgo ante esta plaga, como se muestra en el mapa.

Mapa 126. Amenaza por plagas forestales (euplatypus coptoburus)



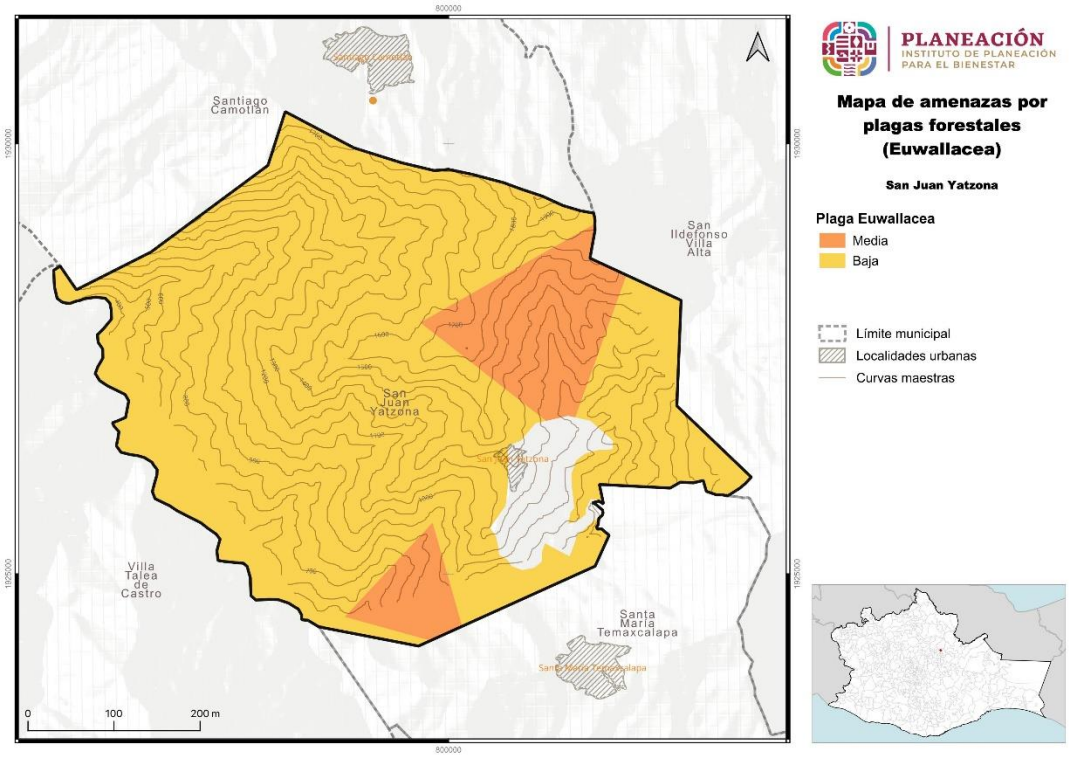
En el Municipio de San Juan Yatzona, la amenaza por plagas en zonas de Euplatypus coptoborus no se presenta el municipio, por lo que este fenómeno tiene un grado de peligro ***BAJO***.

V.4.2.2.10 Amenaza por plagas Euwallacea.

Plaga exótica de importancia cuarentenaria originaria del Sudeste de Asia. En América se detectó por primera vez en el 2003 en el Estado de California, E.U. afectando árboles de falsa acacia (Robinia pseudoacacia) lychee (Litchi chilensis) y acer (Acer negudo). Hospeda 52 familias taxonómicas.

Con respecto a la plaga euwallacea tiene un grado Media que afecta al 13.37%, pone en riesgo aproximadamente a 369.99 hectáreas del municipio, mientras que el 86.63% del territorio municipal no es afectado por un grado categorizado como **Baja**, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 127. Amenaza por plagas forestales (Euwallacea)



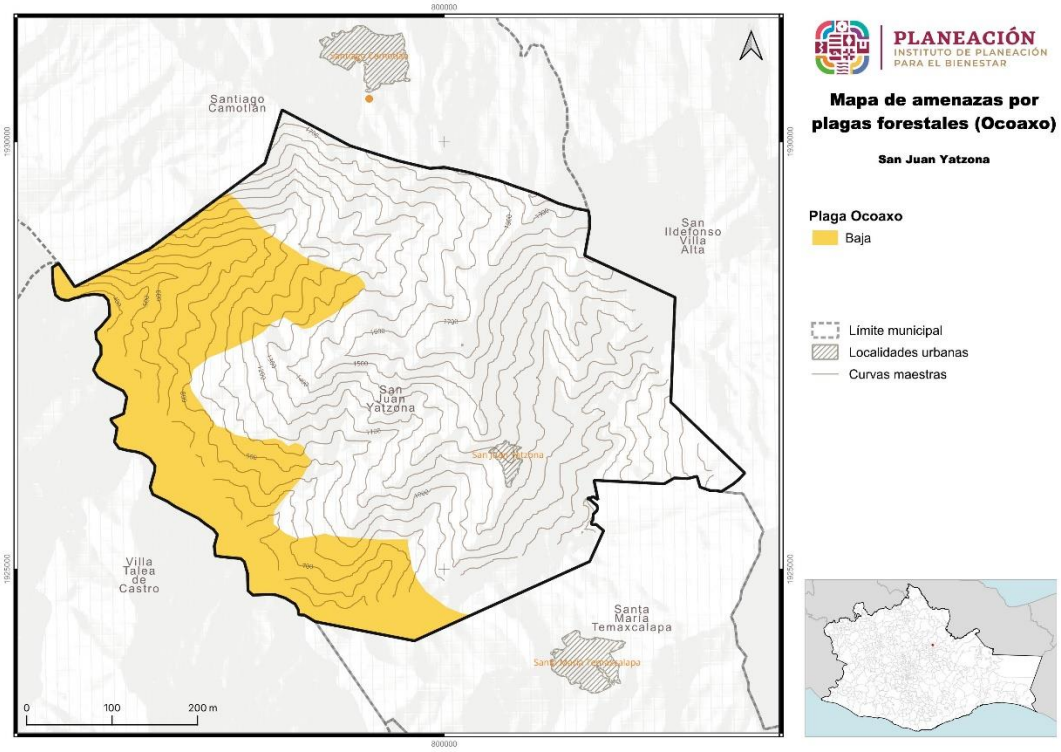
En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal está exenta en un 80% de esta amenaza de plaga Euwallacea; sin embargo, presenta un 20 % de la zona urbana y para el resto de la zona de bosque de todo el territorio municipal con grado **Bajo**; también presenta un grado medio una porción de territorio al noreste colindancia con San Ildefonso Villa Alta y al sur con Santa María Temaxcalapa.

V.4.2.2.11 Amenaza por plagas Ocoaxo.

El complejo Ocoaxo de los pinos está integrado por 3 especies (O. assimilis, O. cardonai, O. varians) que se alimentan de la savia provocando clorosis y su eventual caída. Los crecimientos poblacionales de estos insectos han provocado la defoliación de grandes superficies de bosque en varias localidades del país, por lo cual se les ha dado el estatus de plaga, a pesar de que aún se desconocen aspectos básicos de su biología y distribución.

Con respecto a la plaga Ocoaxo tiene una amenaza **Baja** que afecta al 100%, lo que pone en riesgo a aproximadamente a 855 hectáreas del municipio, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 128. Amenaza por plagas forestales (Ocoaxo)

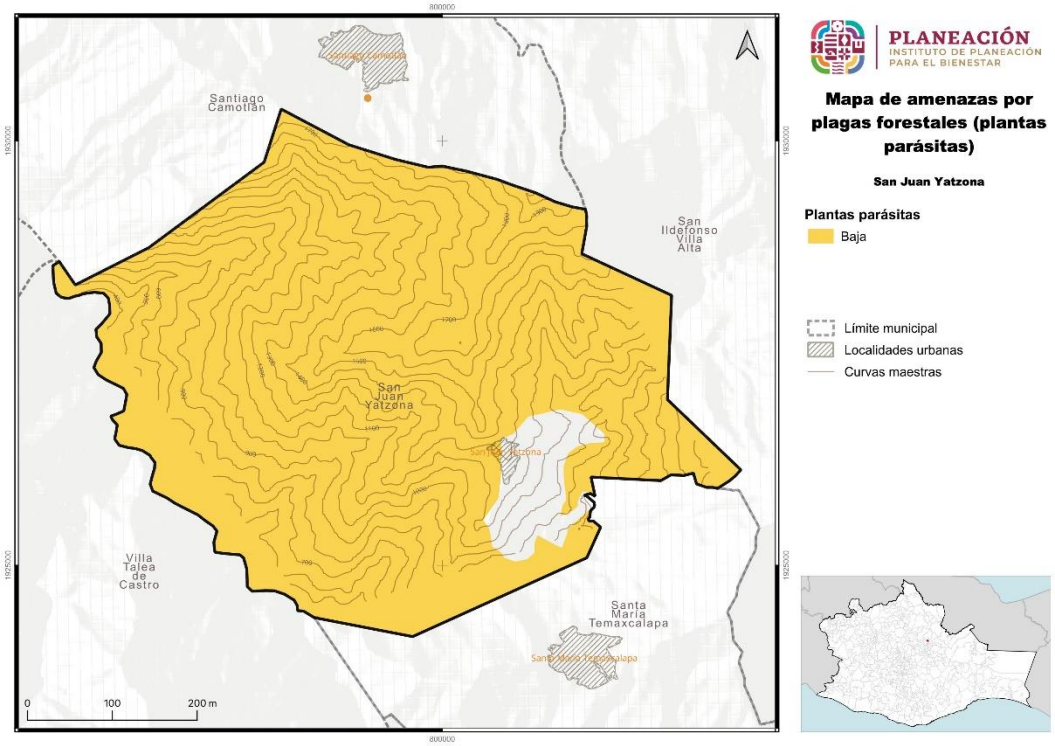


En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal está exenta de esta amenaza de plaga Ocoaxo, con un grado **Bajo** en la zona de bosque del territorio municipal que colinda con Villa Talea de Castro catalogada como susceptibilidad; y **Media** con bosques que colindan con Santiago Camotlán.

V.4.2.2.12 Amenaza por plagas plantas parásitas.

Las plantas parásitas, llamadas comúnmente muérdago, son aéreas hemiparasitas y crecen sobre distintas especies de Gimnospermas y Angiospermas además de otras especies de muérdago (Geils & Vazquez, 2002). Los muérdagos perjudican a sus hospederos en menor o mayor grado, produciéndoles en ocasiones la muerte (García E., 1998). En los últimos años, estas plantas han incrementado su presencia colonizando nuevos y distintos ambientes, así como la supervivencia de sus hospederos.

Mapa 129. Amenaza por plagas plantas parásitas



Las plantas parásitas son plantas que han modificado su raíz para penetrar en los tejidos de los árboles y obtener de ellos sus nutrimentos, agua y compuestos orgánicos; causando su debilitamiento y susceptibilidad al ataque de otras plagas, o hasta su muerte.

Con respecto a la plaga por amenazas por plantas parásitas tiene un grado **Bajo** que afecta al 100%, lo que pone en riesgo a aproximadamente a 2766.45 hectáreas del municipio, como se muestra en el mapa correspondiente.

En el mapa anterior se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal está exenta en un 80% de esta amenaza de plantas parásitas, sin embargo, presenta un 20 % de la zona urbana con grado **Bajo** y para el resto de la zona de bosque de todo el territorio municipal.

V.4.2.2.13 Amenaza por plagas enfermedades de cultivos.

Uno de los peligros que impacta, de forma directa e indirecta a la población, son las plagas agrícolas que, derivado de la falta de elementos para dimensionar adecuadamente los problemas fitosanitarios, se traducen en pérdidas económicas para los productores y en el desabasto de ciertos alimentos que demanda la población.

Por lo anterior, resulta fundamental la importancia de atender estos problemas con base en mediciones o estimaciones cuantitativas que reflejen la frecuencia con que se presentan en las regiones afectadas, así como la magnitud de su efecto sobre la producción y la seguridad alimentaria (SIAFEG, 2021).

De acuerdo a los datos recabados en el municipio, el cultivo de maíz y frijol presentaron varias plagas y enfermedades entre las que destacan Antracnosis (Colletotrichum), barrenador del tallo, chapulín (Sphenarium purpurascens), conchuela del frijol, diabrotica, gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), gusano soldado (Mythimna unipuncta), plagas rizófagas-gallinas ciegas (Phyllophaga spp.), pudrición de raíz, roya del frijol, secadera de raíz (Fusarium Sp y Sphenarium Sp.).

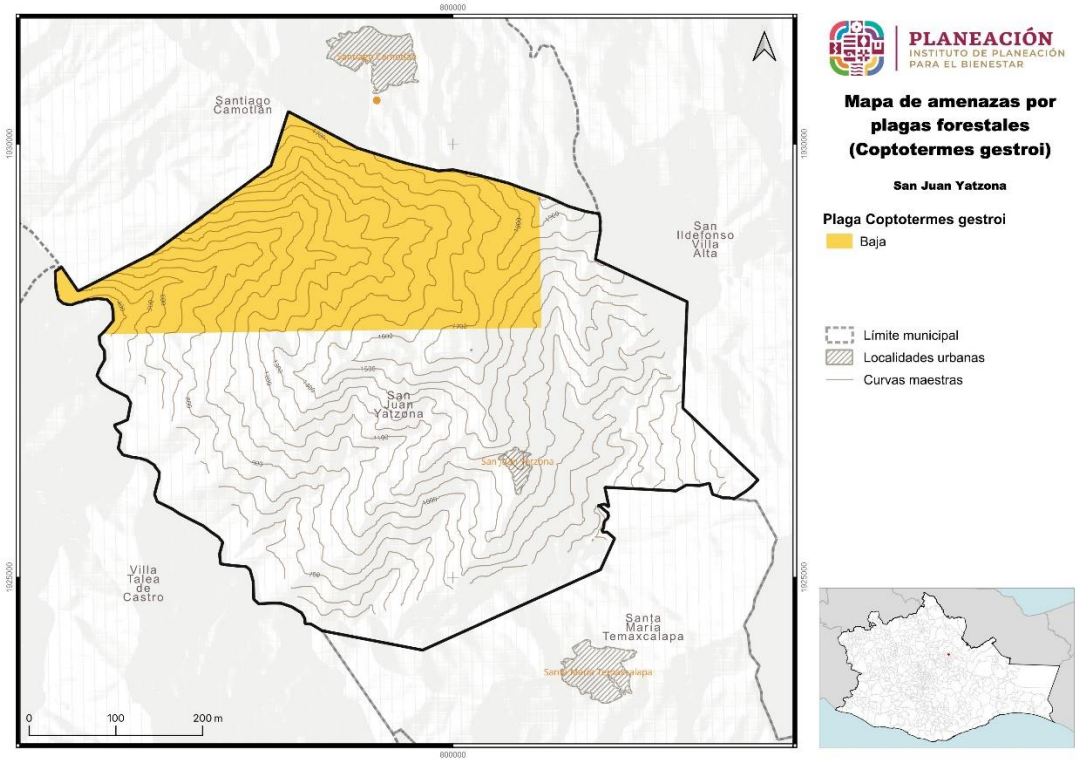
V.4.2.2.14 Amenaza por plagas Coptotermes Gestroi.

El Coptotermes gestroi es una plaga agrícola y forestal. Se alimenta de madera, raíces de plantas y materiales de celulosa como papel y cartón. Prefiere un hábitat húmedo y excava árboles vivos o muertos para construir una colonia debajo del suelo, los obreros atraviesan el suelo hasta los edificios cercanos en busca de alimentos, es decir, madera y productos de madera. Causan daños en árboles vivos o muertos, casas, muebles, cultivos, especies forestales, museos, iglesias y áreas verdes.

El daño resultante de una infestación de Coptotermes gestroi puede volverse severo en un tiempo relativamente corto, especialmente cuando una estructura es invadida por una colonia grande y madura (Rudolf H. Scheffrahn y Nan-Yao Su, 2000).

Con respecto a la plaga por amenazas por Coptotermes gestroi tiene un grado **Bajo** que afecta al 100%, lo que pone en riesgo a aproximadamente a 862.16 hectáreas del municipio, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 130. Amenaza por plagas forestales (Coptotermes gestroi)



En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal está exenta de esta amenaza de plaga Coptotermes gestroi, con un grado **Bajo** en la zona de bosque del territorio municipal que colinda con Villa Talea de Castro y Santiago Camotlán.

En el mapa previo se puede apreciar que en el municipio no se presenta esta amenaza, por lo que se omite su análisis.

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

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.

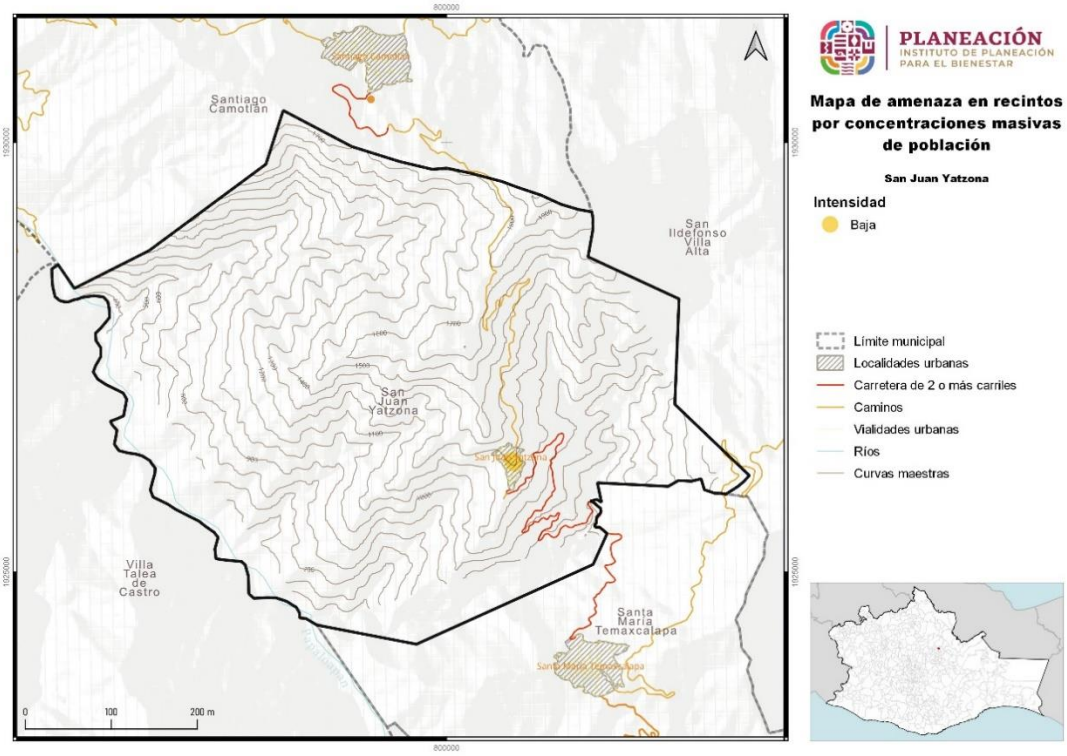
La aplicación del método de Jerarquías analíticas de Satty, permitió con base en la jerarquización previa, determinar el peso correspondiente a cada variable para aplicarlo en la suma ponderada necesaria para realizar el procedimiento analítico jerárquico.

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.

Mapa 131. Amenaza en recintos por concentraciones masivas de población



La amenaza en recintos por concentraciones masivas de población se presenta en la zona urbana con 2 localidades rurales por categoría en el municipio de San Juan Yatzona, con una intensidad de afectación en concentraciones masivas **Baja**, como se muestra en el mapa correspondiente.

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

De acuerdo con la Coordinación Nacional de Protección Civil de México, los servicios básicos son los que se necesitan para vivir de manera cómoda, de acuerdo con los criterios propuestos por la Comisión Nacional de Vivienda (Conavi) el agua, el drenaje y el combustible. Así, la Ley General de Protección Civil en su artículo 2 fracción XXXI nos dice que la infraestructura estratégica “es aquella que es indispensable para la

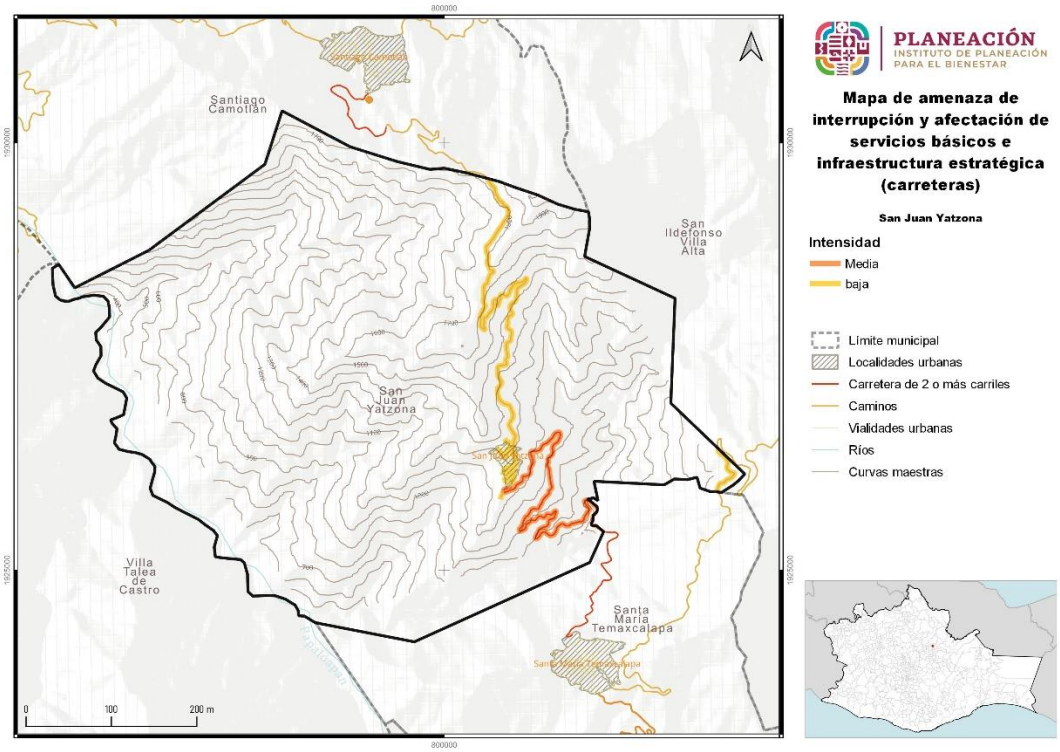
provisión de bienes y servicios públicos y cuya destrucción o inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad nacional".

Por otra parte, la Ley General del Sistema Nacional de Seguridad Pública en su artículo 146 dice: Se consideran instalaciones estratégicas, a los espacios, inmuebles, construcciones, muebles, equipo y demás bienes, destinados al funcionamiento, mantenimiento y operación de las actividades consideradas como estratégicas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como de aquellas que tiendan a mantener la integridad, estabilidad y permanencia del Estado Mexicano, en términos de la Ley de Seguridad Nacional.

V.5.2.1 Amenaza afectación a carreteras

En el mapa podemos observar las afectaciones en carreteras, las líneas de color anaranjado muestras las de media intensidad y amarillo mostrando la intensidad baja. También se observa el límite municipal, localidades urbanas, localidades urbanas, carreteras, caminos, vialidades y curvas con una intensidad de afectación **Media** con una extensión de 4.78 Km; y para una afectación **Baja**, una extensión de 8.08 Km, como se muestra el mapa correspondiente.

Mapa 132. Intensidad de afectación en carreteras



V.6. Vulnerabilidad social del Municipio

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.

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.

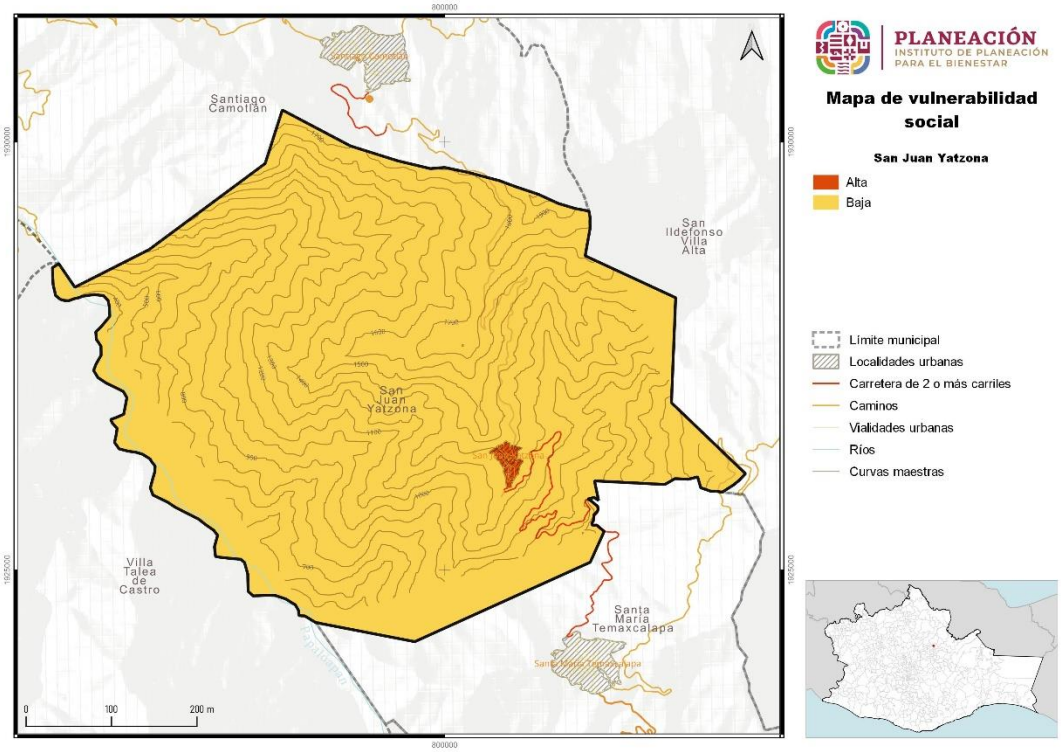
La estimación de la vulnerabilidad asociada a desastres se analiza en tres partes; **la primera** permitirá una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones sociales y económicas, la cual proporcionará un parámetro para medir las posibilidades de organización y 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 los mismos. La insuficiencia de servicios de salud reflejará directamente parte de la vulnerabilidad de la población. Este punto presenta tres indicadores: Médicos por cada 1,000 habitantes, Tasa de mortalidad infantil y Porcentaje de la población no derechohabiente.

Educación. Las características educativas influirán directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, asimismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos. Es un derecho fundamental de todo individuo el tener acceso a la educación y es una herramienta que influirá en los niveles de bienestar del individuo. Se consideran 3 indicadores que proporcionarán un panorama general del nivel educativo en cada región, el porcentaje de analfabetismo, el porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela y el grado promedio de escolaridad.

En la vulnerabilidad social se considera Muy Alta con un 0.34% equivalente a 10 hectáreas, **Baja** con 99.66% equivalente a 2905 hectáreas, como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 133. Vulnerabilidad social

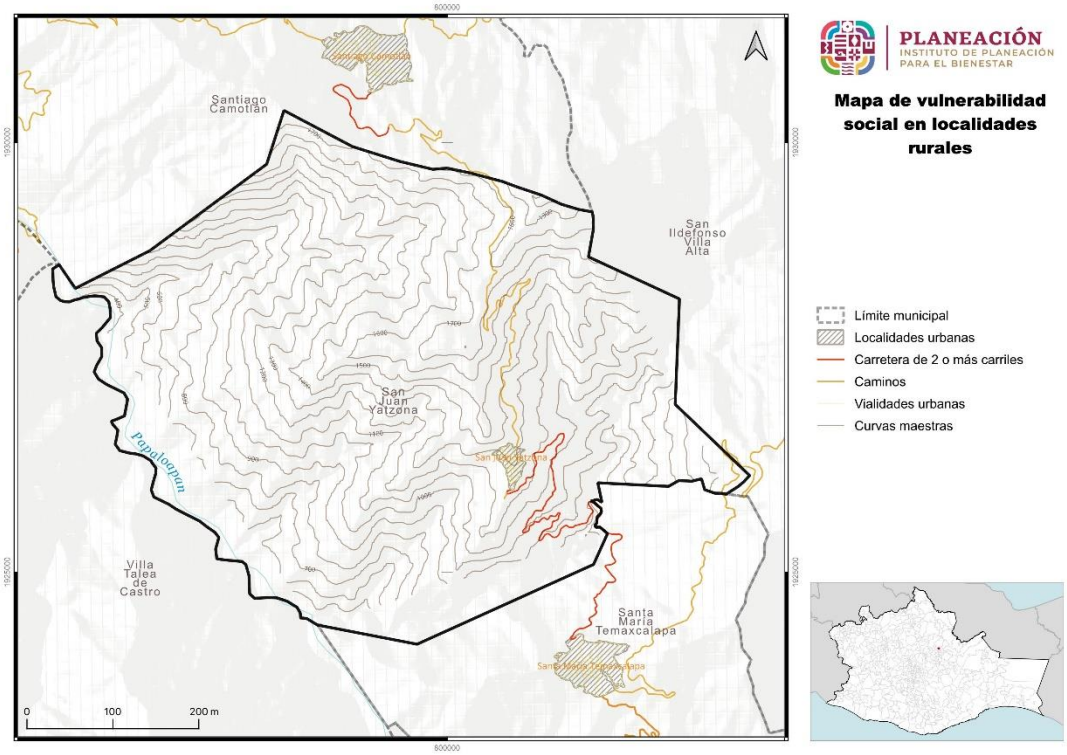


En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal tiene una amenaza de vulnerabilidad social **Alta**, sin embargo, para el resto del territorio municipal en **Baja**.

En la vulnerabilidad social en localidades urbana y rurales se considera Muy **Alta** con 1 localidades por categoría, como se muestra en el mapa correspondiente.

Los impactos en los espacios rurales se relacionan con la disponibilidad y el suministro de agua, la seguridad alimentaria y los ingresos agrícolas, especialmente en relación con cambios de las zonas de producción de cultivos alimentarios y no alimentarios (IPCC, 2014).

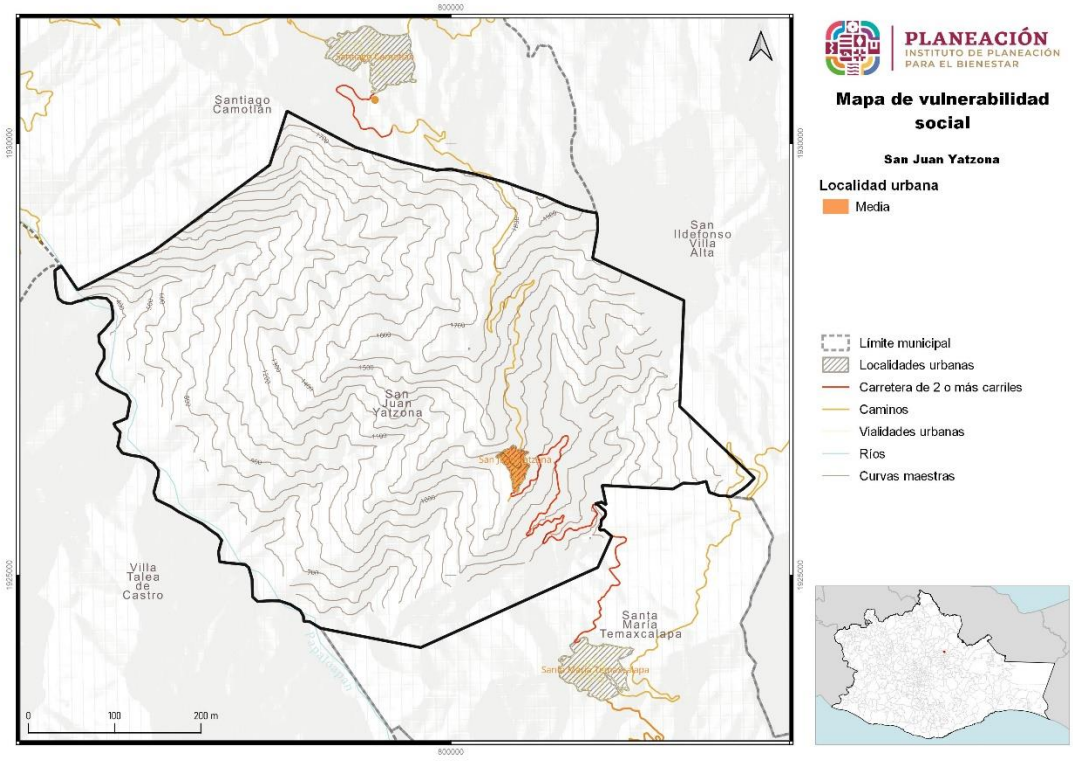
Mapa 134. Vulnerabilidad social localidades rurales



En el mapa previo se puede apreciar que la zona rural del municipio tiene una amenaza de vulnerabilidad social **Baja**, y para el resto del territorio municipal.

La vulnerabilidad social en localidades urbanas se considera Media en 100% (9.69 hectáreas), como se muestra en el mapa correspondiente.

Mapa 135. Vulnerabilidad social localidades Urbanas



En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal tiene una amenaza de vulnerabilidad social **Media**, sin embargo, para el resto del territorio municipal en **Baja**.

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:

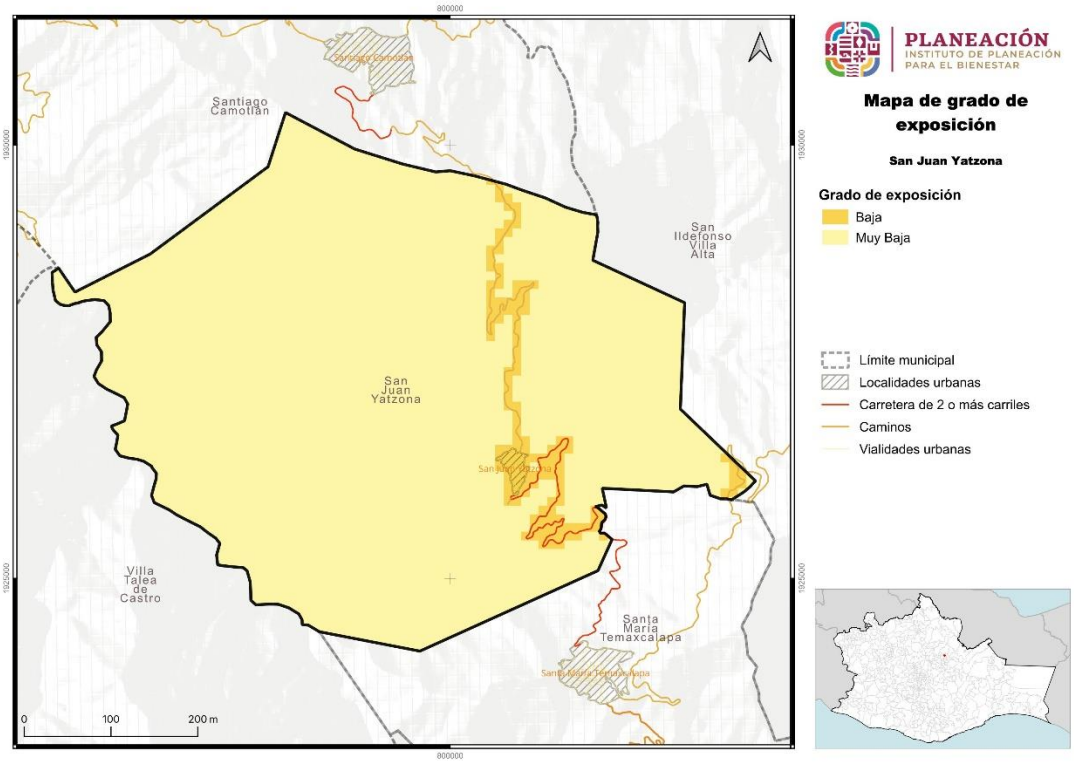
Tabla 55. Rangos para asignar a cada categoría de exposición en el municipio

Exposición		Equipamiento	Establecimientos Comerciales	Vías de Comunicación (metros)
Cualitativo	Cuantitativo			
Muy baja	1	0 – 1	0 – 2	0 – 50
Baja	2	1 – 2	2 – 3	50 – 100
Media	3	2 – 3	3 – 4	100 – 150
Alta	4	3 – 5	4 – 5	150 – 200
Muy alta	5	Mayor a 5	Mayor a 6	Mayor a 200

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

Para el caso de la vulnerabilidad por exposición **Baja** el 4.75%, afecta aproximadamente de superficie municipal en 138.47 hectáreas. Por otro lado, el riesgo categorizado **Muy Bajo**, afecta al 95.25% aproximadamente de la superficie del municipio lo que quiere decir que cerca de 2776.61 hectáreas son las que se ven afectadas del territorio municipal, como se presenta en el mapa correspondiente.

Mapa 136. Mapa vulnerabilidad por exposición



En el mapa previo se puede apreciar que la zona urbana de la cabecera municipal, carretera y caminos tiene una amenaza de vulnerabilidad de exposición **Baja**, y para el resto del territorio municipal en **Muy Baja**.

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 1. 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 2. Resultados para la estimación del riesgo para los componentes de inestabilidad de laderas

Peligro			Riesgo										
Muy alto	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	Muy alto	29 a 50
Alto	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	Alto	15 a 28
Medio	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	Medio	8 a 14
Bajo	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	Bajo	4 a 7
Muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muy bajo	2 a 3
		2	3	4	5	6	7	8	9	10		
		Muy bajo	Bajo		Medio		Alto		Muy alto			
		Vulnerabilidad + Exposición										

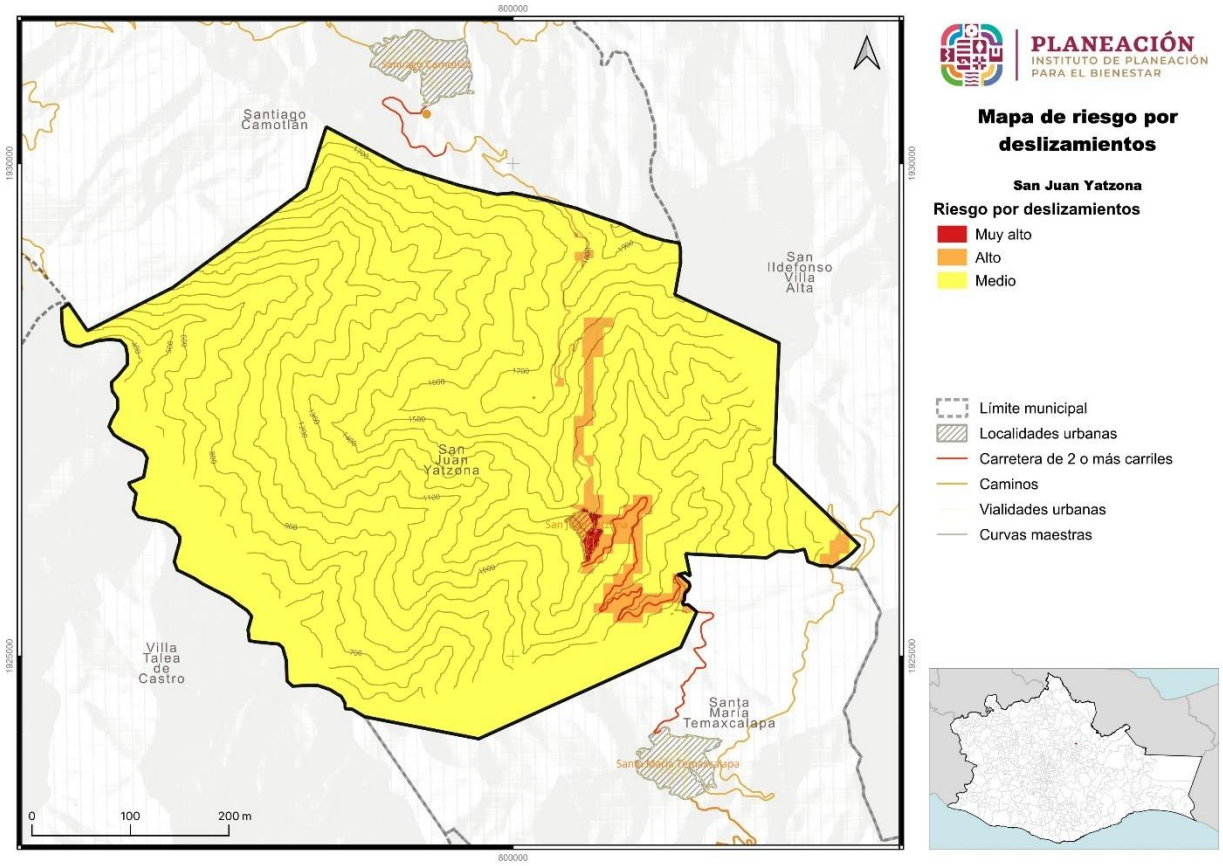
V.8.1 Inestabilidad de Laderas

Cómo se ha venido analizando, la inestabilidad de laderas está determinada, tanto en su origen como en su desarrollo, por diferentes mecanismos, los cuales se han utilizado para clasificar y analizar los tipos de procesos de ladera existentes. De tal modo que se han agrupado en cuatro categorías: deslizamientos, derrumbes, caída de detritos y flujos (CNPC, CENAPRED, SSPC, 2021).

Se realizaron las proyecciones correspondientes al riesgo por deslizamiento para el municipio. A continuación, se indican, por cada periodo de retorno (PR) los niveles de riesgo obtenidos, el porcentaje y la correspondiente superficie en que puede presentarse.

V.8.1.1 Riesgo por deslizamientos en el municipio

Mapa 137. Riesgo por deslizamientos en el municipio



En lo relativo al riesgo por deslizamientos la mayor parte del territorio municipal tiene un nivel medio ya que se estima en el 96.59% (2,815.75 has.) localizándose en prácticamente toda la extensión territorial exceptuando las áreas de las carreteras y la cabecera municipal; por otro lado, el 3.24% del territorio se encuentra en un nivel de riesgo alto, que representan 94.43 has. que se localizan en una pequeña área al sudeste de la demarcación, sobre el camino de acceso a la cabecera municipal y alrededor de la mitad del polígono de esta. Por último, el nivel de riesgo muy alto se estima impacte en el 0.17% del territorio, que equivalen a 4.92 has. cubriendo la mitad de norte a sur al este de la cabecera municipal.

Tabla 3. Riesgo por deslizamientos en el municipio

Riesgo por deslizamientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	4.92	0.17
Alto	94.43	3.24
Medio	2815.75	96.59

V.8.1.2 Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años

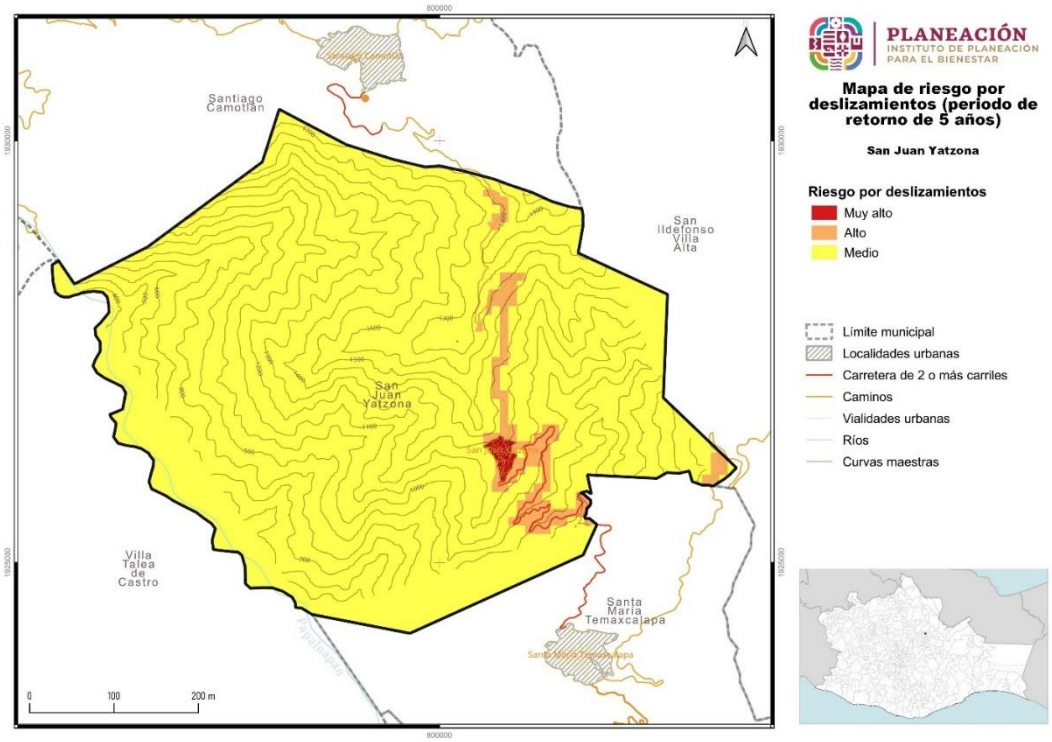
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de deslizamientos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por deslizamientos muestra niveles de muy alto en apenas 0.33% (9.66 has.) que se localizan en el territorio de la cabecera municipal; el área con nivel de riesgo alto es de 3.65%, que representan 106.5 has. que se localizan en el camino de acceso a la cabecera municipal, en la mayor parte del camino a Santiago Camotlán y en una pequeña parte al sudeste de la demarcación; el resto del territorio se estima en un nivel de riesgo medio con el 96.02% que equivalen a 2,798.92 has. y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

Tabla 4. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años

Riesgo por deslizamientos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.66	0.33
Alto	106.5	3.65
Medio	2798.92	96.02

Mapa 138. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años



V.8.1.3 Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años

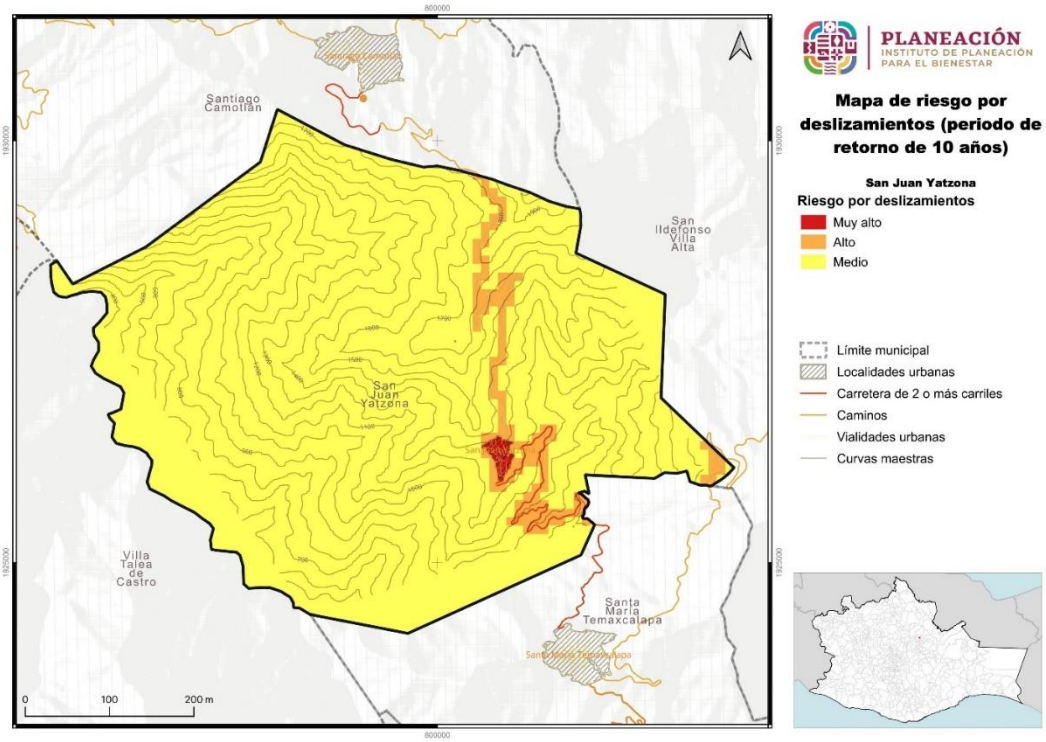
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de deslizamientos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por deslizamientos muestra niveles de muy alto en apenas 0.33% (9.66 has.) que se localizan en el territorio de la cabecera municipal; el área con nivel de riesgo alto es de 4.42%, que representan 128.77 has. que se localizan en el camino de acceso a la cabecera municipal, en la mayor parte del camino a Santiago Camotlán y en una pequeña parte al sudeste de la demarcación; el resto del territorio se estima en un nivel de riesgo medio con el 95.25% que equivalen a 2,776.6 has. y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

Tabla 5. Riesgo por deslizamiento para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por deslizamientos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.6	95.25

Mapa 139. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años



V.8.1.4 Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años

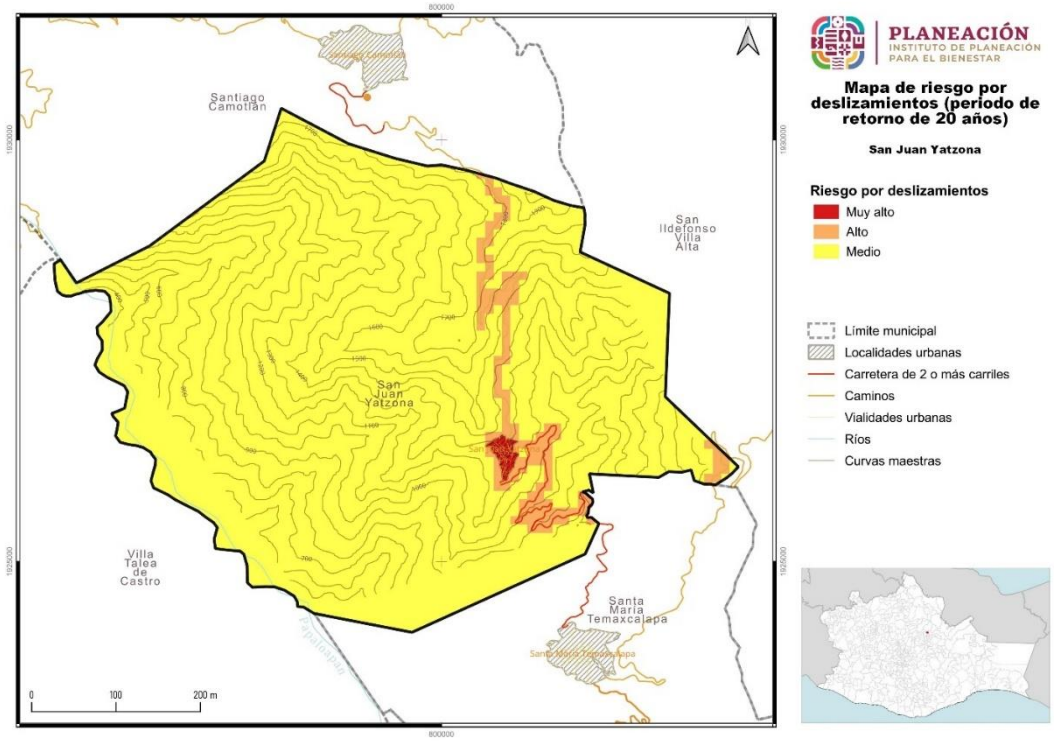
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 5 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de deslizamientos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 20 años, el riesgo por deslizamientos muestra niveles de muy alto en apenas 0.33% (9.66 has.) que se localizan en el territorio de la cabecera municipal; el área con nivel de riesgo alto es de 4.42%, que representan 128.77 has. que se localizan en el camino de acceso a la cabecera municipal, en la mayor parte del camino a Santiago Camotlán y en una pequeña parte al sudeste de la demarcación; el resto del territorio se estima en un nivel de riesgo medio con el 95.25% que equivalen a 2,776.6 has. y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

Tabla 6. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años

Riesgo por deslizamientos (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

Mapa 140. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años



V.8.1.5 Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de deslizamientos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por deslizamientos muestra niveles de muy alto en apenas 0.33% (9.66 has.) que se localizan en el territorio de la cabecera municipal; el área con nivel de riesgo alto es de 4.42%, que representan 128.77 has. que se localizan en el camino de acceso a la cabecera municipal, en la mayor parte del camino a Santiago Camotlán y en una pequeña parte al sudeste de la demarcación; el resto del territorio se estima en un nivel de riesgo medio con el 95.25% que equivalen a 2,776.6 has. y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

Mapa 141. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años

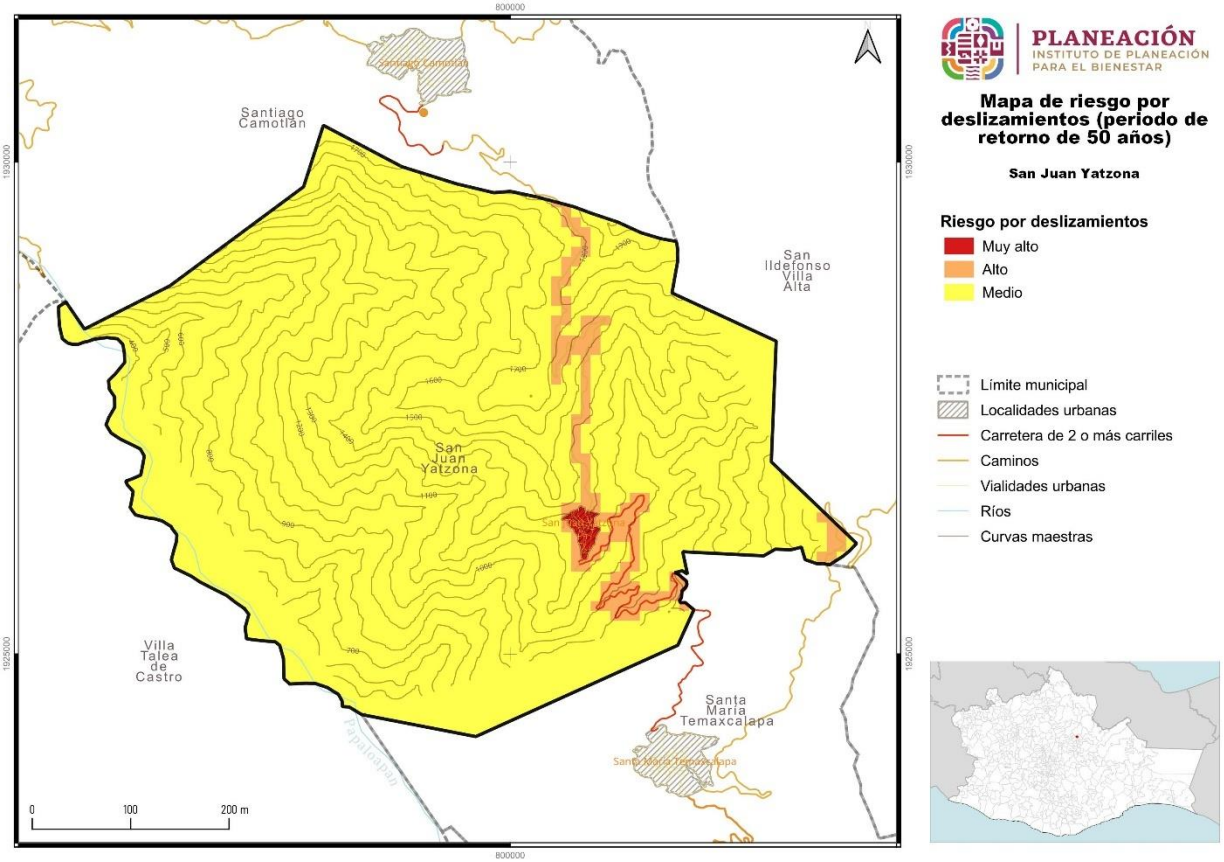


Tabla 7. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años

Riesgo por deslizamientos (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

V.8.1.6 Riesgo por derrumbes en el municipio

En lo relativo al riesgo por derrumbes, la mayor parte del territorio municipal tiene un nivel medio ya que se estima en el 95.25% (2,776.61 has.) localizándose en prácticamente toda la extensión territorial exceptuando las áreas de las carreteras y la cabecera municipal; por otro lado, el 4.42% del territorio se encuentra en un nivel de riesgo alto, que representan 128.77 has. que se localizan sobre el camino de acceso a la cabecera municipal y el que lleva a Santiago Camotlán, además de una pequeña área al sudeste del municipio. Por último, el nivel de riesgo muy alto se estima impacte en el 0.33% del territorio, que equivalen a 9.69 has. cubriendo la totalidad del territorio de la cabecera municipal.

Mapa 142. Riesgo por derrumbes en el municipio

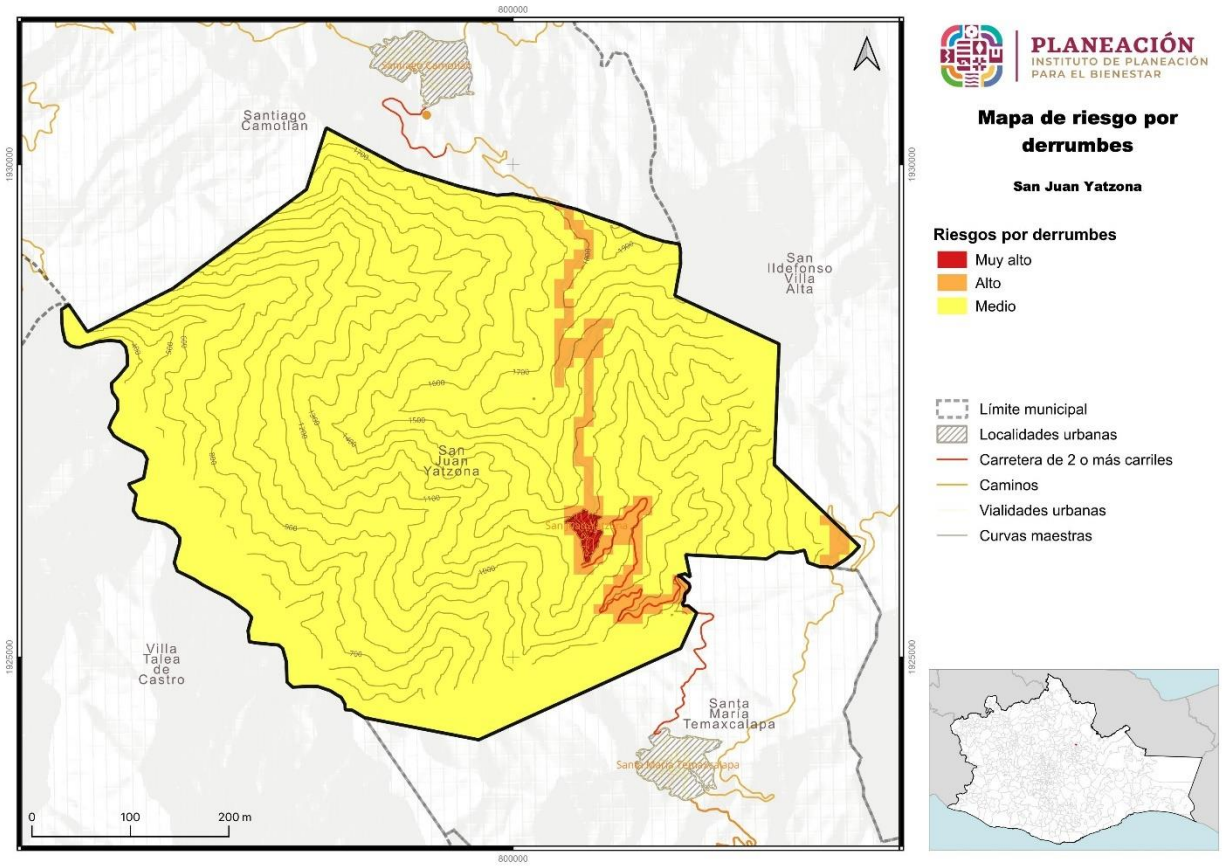


Tabla 8. Riesgo por derrumbes en el municipio

Riesgo por derrumbes	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

V.8.1.7 Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de derrumbes que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por derrumbes muestra niveles de muy alto en 9.69 has. que equivalen al 0.33% del territorio municipal, y que cubren la totalidad de la cabecera municipal; adicionalmente, el riesgo alto se estima para 128.77 has. que representan el 4.42% del total de la superficie municipal, en el área donde se ubican las carreteras que llevan a la cabecera municipal y a Santiago Camotlán, además de una pequeña área al sudeste del municipio; por último, el nivel de riesgo medio, que es el que cubre el resto del territorio, se prevé impacte en 95.25% del mismo que equivale a 2,776.62 has.

Mapa 143. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años

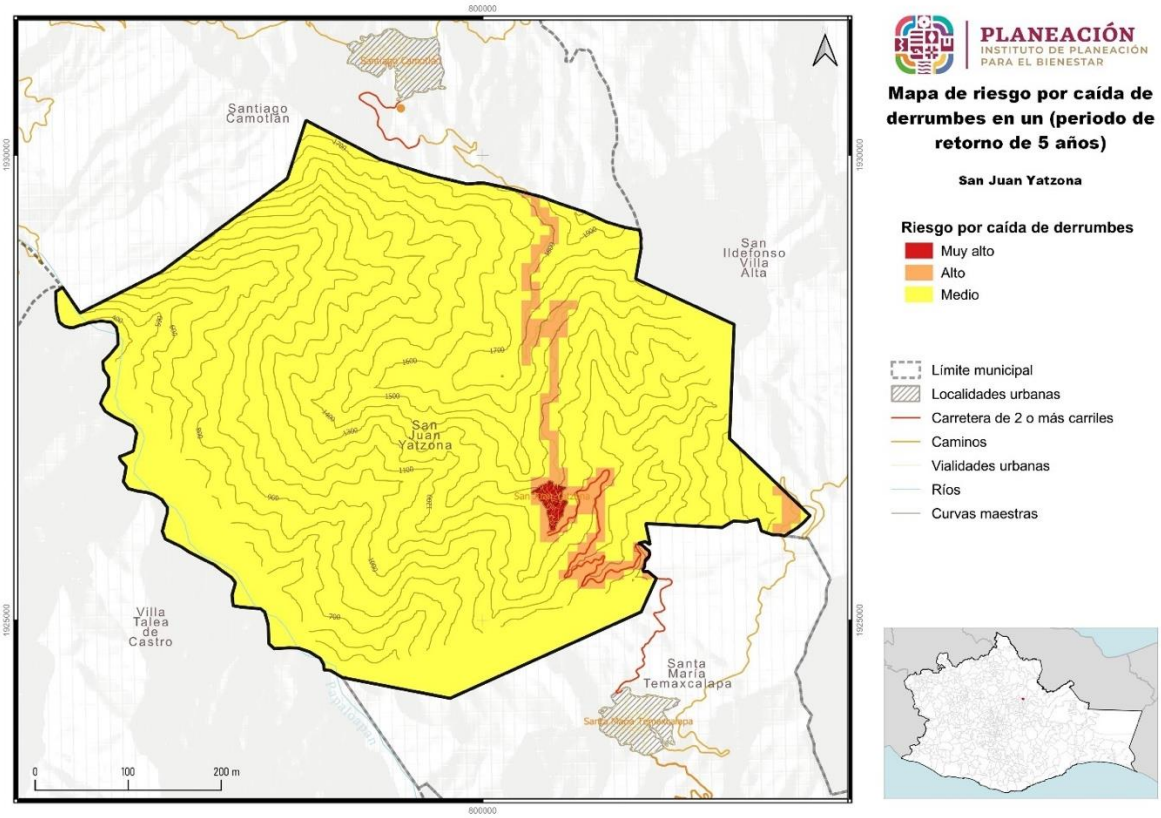


Tabla 9. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años

Riesgo por caída de derrumbes (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.62	95.25

V.8.1.8 Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de derrumbes que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por derrumbes muestra niveles de muy alto en 9.69 has. que equivalen al 0.33% del territorio municipal, y que cubren la totalidad de la cabecera municipal; adicionalmente, el riesgo alto se estima para 128.77 has. que representan el 4.42% del total de la superficie municipal, en el área donde se ubican las carreteras que llevan a la cabecera municipal y a Santiago Camotlán, además de una pequeña área al sudeste del municipio; por último, el nivel de riesgo medio, que es el que cubre el resto del territorio, se prevé impacte en 95.25% del mismo que equivale a 2,776.62 has.

Mapa 144. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años

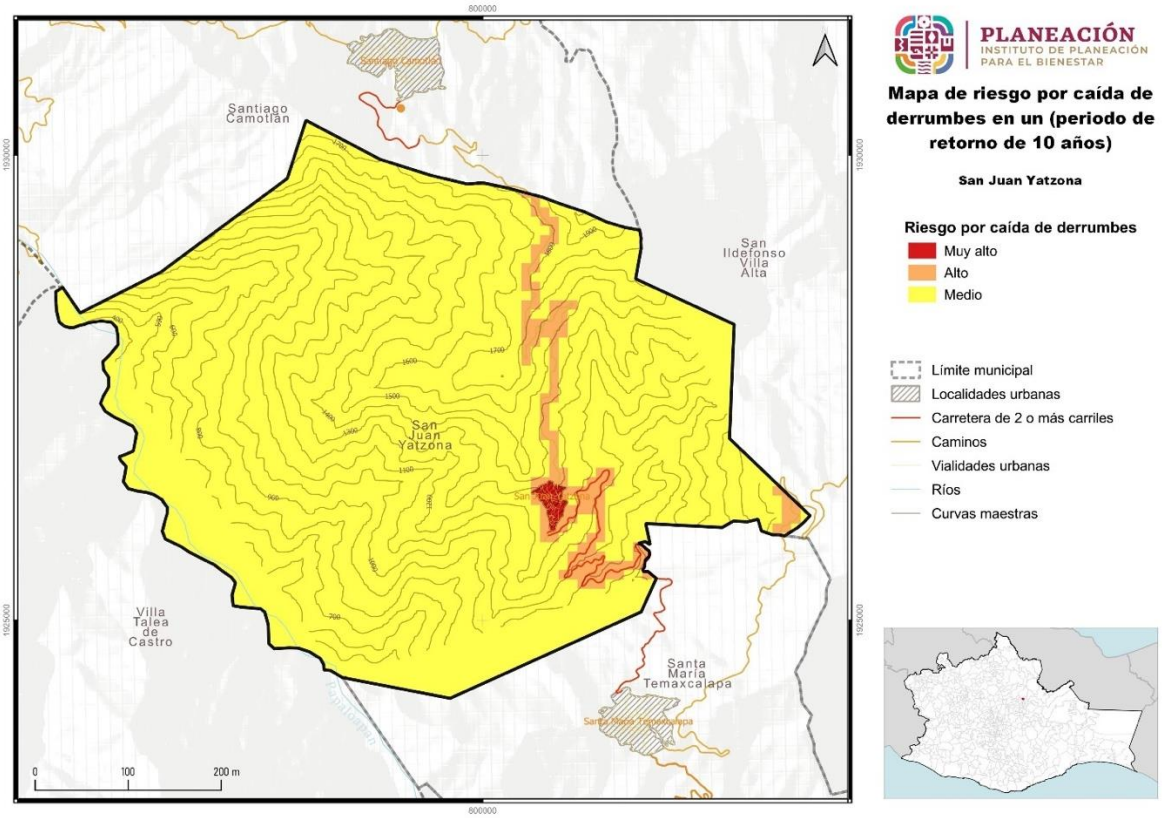


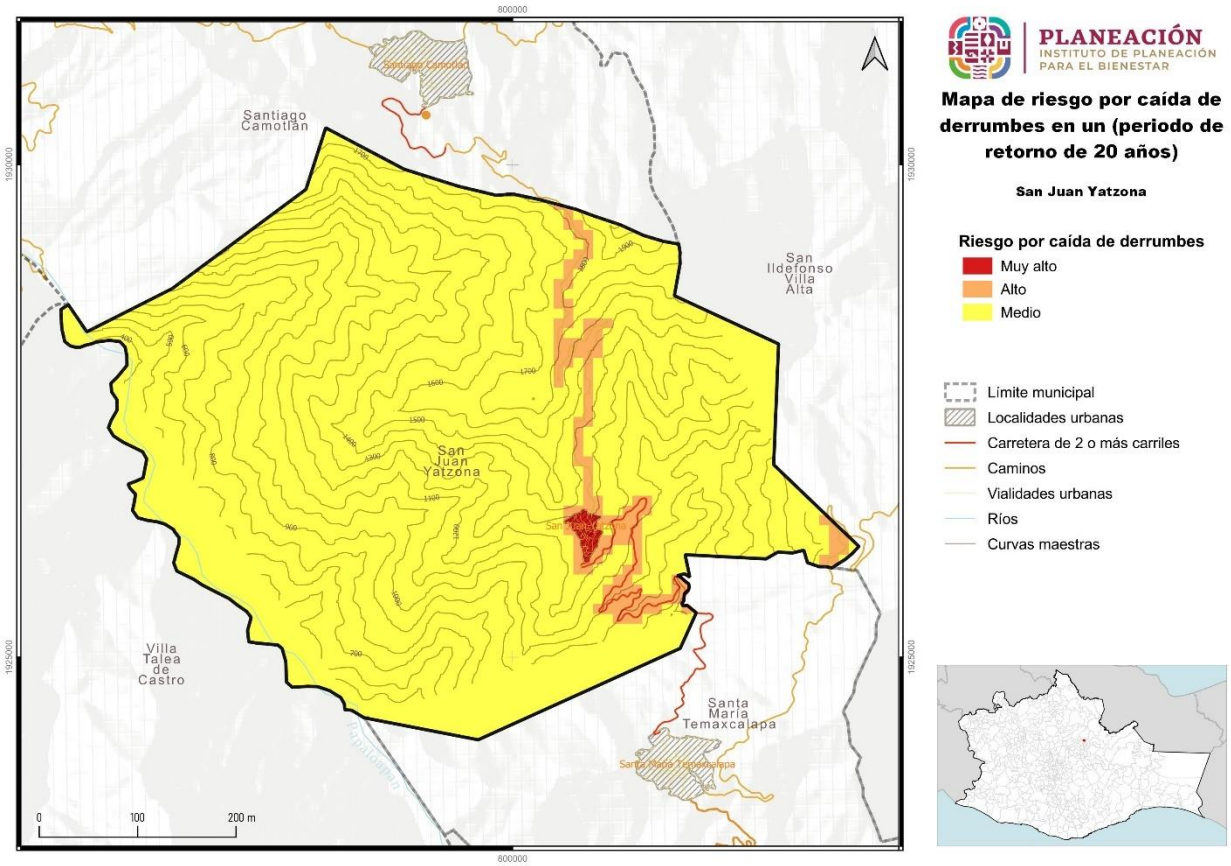
Tabla 10. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por caída de derrumbes (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

V.8.1.9 Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 5 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de derrumbes que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 145. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 20 años, el riesgo por derrumbes muestra niveles de muy alto en 9.69 has. que equivalen al 0.33% del territorio municipal, y que cubren la totalidad de la cabecera municipal; adicionalmente, el riesgo alto se estima para 128.77 has. que representan el 4.42% del total de la superficie municipal, en el área donde se ubican las carreteras que llevan a la cabecera municipal y a Santiago Camotlán, además de una pequeña área al sudeste del municipio; por último, el nivel de riesgo medio, que es el que cubre el resto del territorio, se prevé impacte en 95.25% del mismo que equivale a 2,776.62 has.

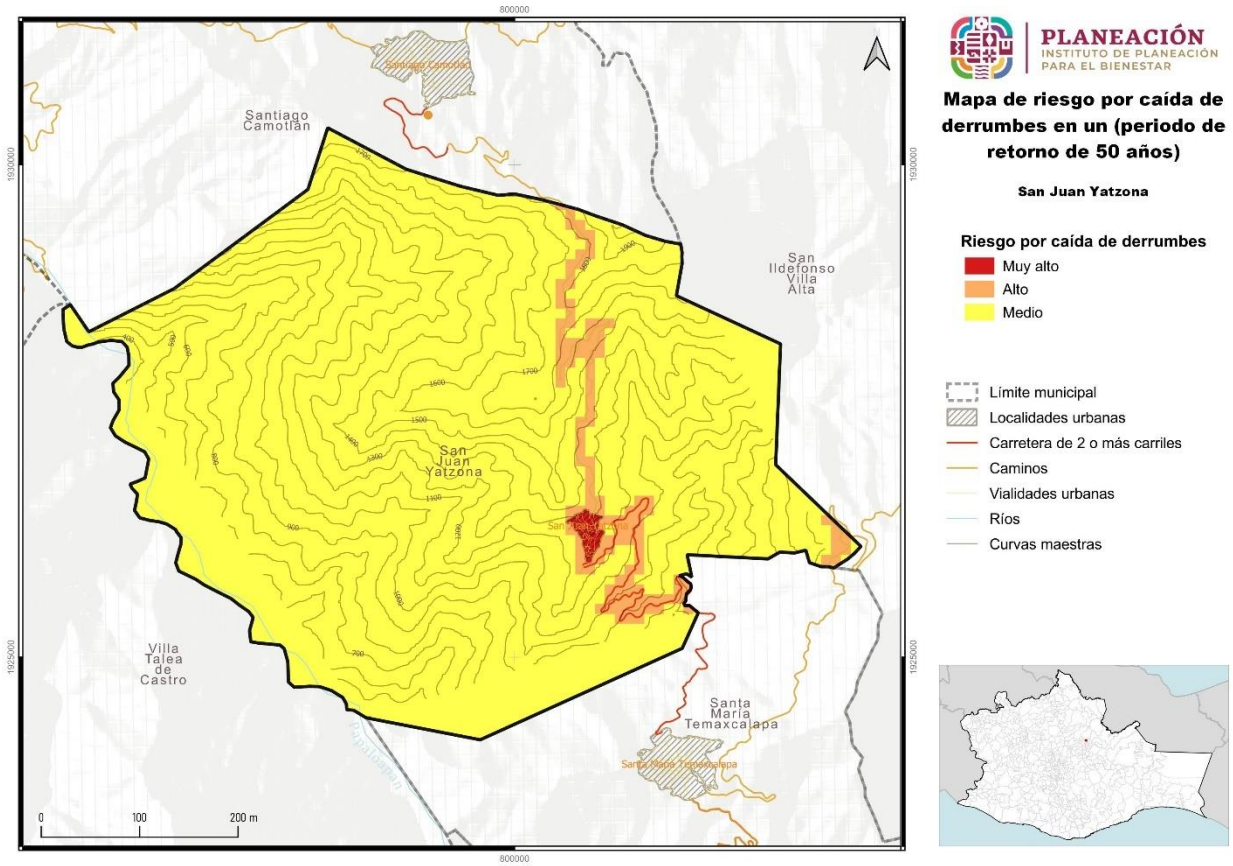
Tabla 11. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años

Riesgo por caída de derrumbes (PR 20 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

V.8.1.10 Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de derrumbes que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 146. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años



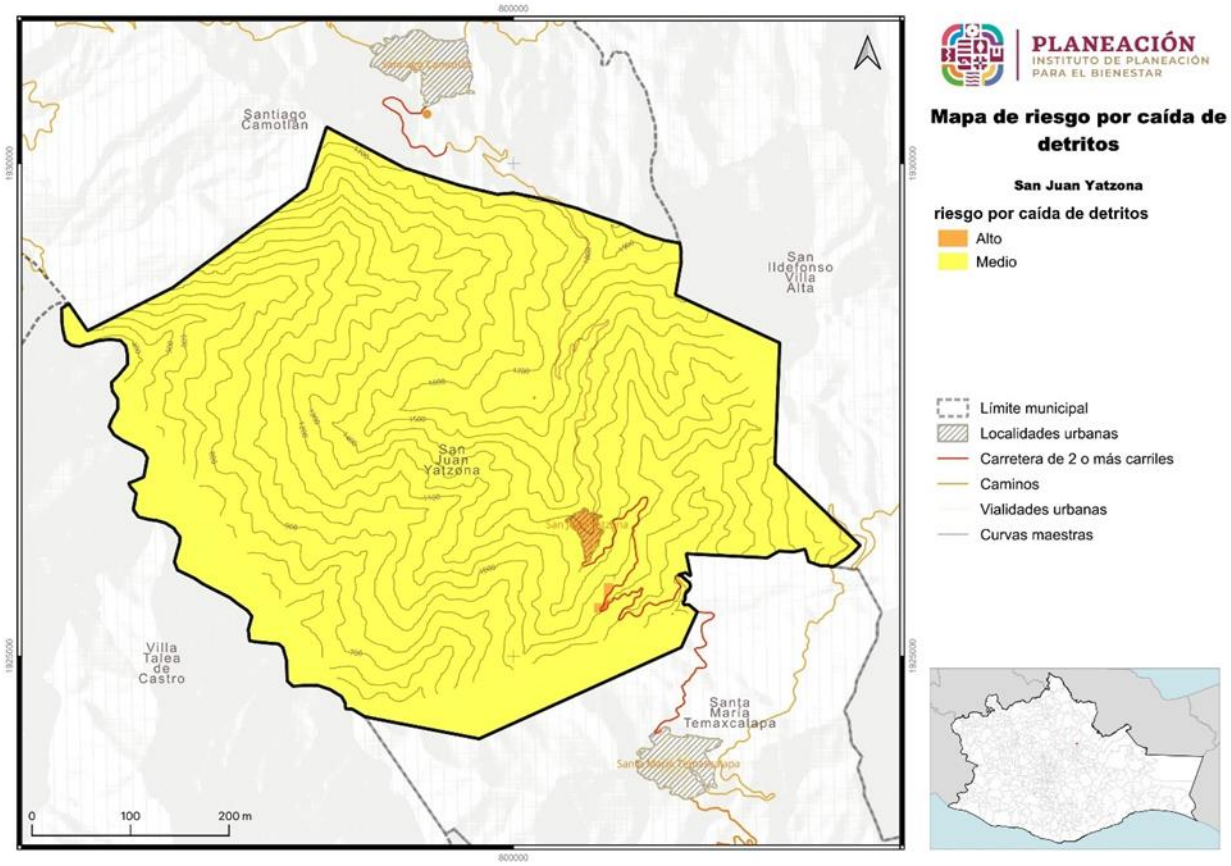
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por derrumbes muestra niveles de muy alto en 9.69 has. que equivalen al 0.33% del territorio municipal, y que cubren la totalidad de la cabecera municipal; adicionalmente, el riesgo alto se estima para 128.77 has. que representan el 4.42% del total de la superficie municipal, en el área donde se ubican las carreteras que llevan a la cabecera municipal y a Santiago Camotlán, además de una pequeña área al sudeste del municipio; por último, el nivel de riesgo medio, que es el que cubre el resto del territorio, se prevé impacte en 95.25% del mismo que equivale a 2,776.62 has.

Tabla 12. 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	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

V.8.1.11 Riesgo por caída de detritos en el municipio

Mapa 147. Riesgo por caída de detritos en el municipio



En lo relativo al riesgo por caída de detritos, el nivel de riesgo medio es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en 2,902.59 has. que representan el 99.57% del mismo y salvo el área habitada de San Juan Yatzona, se distribuye en la totalidad del mismo; en cobertura, le sigue el nivel de riesgo alto que se presenta en 12.45 has. que representan el 0.43% del territorio municipal impactando principalmente en el polígono de la cabecera municipal y una pequeña área de la carretera que conduce a ésta.

Tabla 13. Riesgo por caída de detritos en el municipio

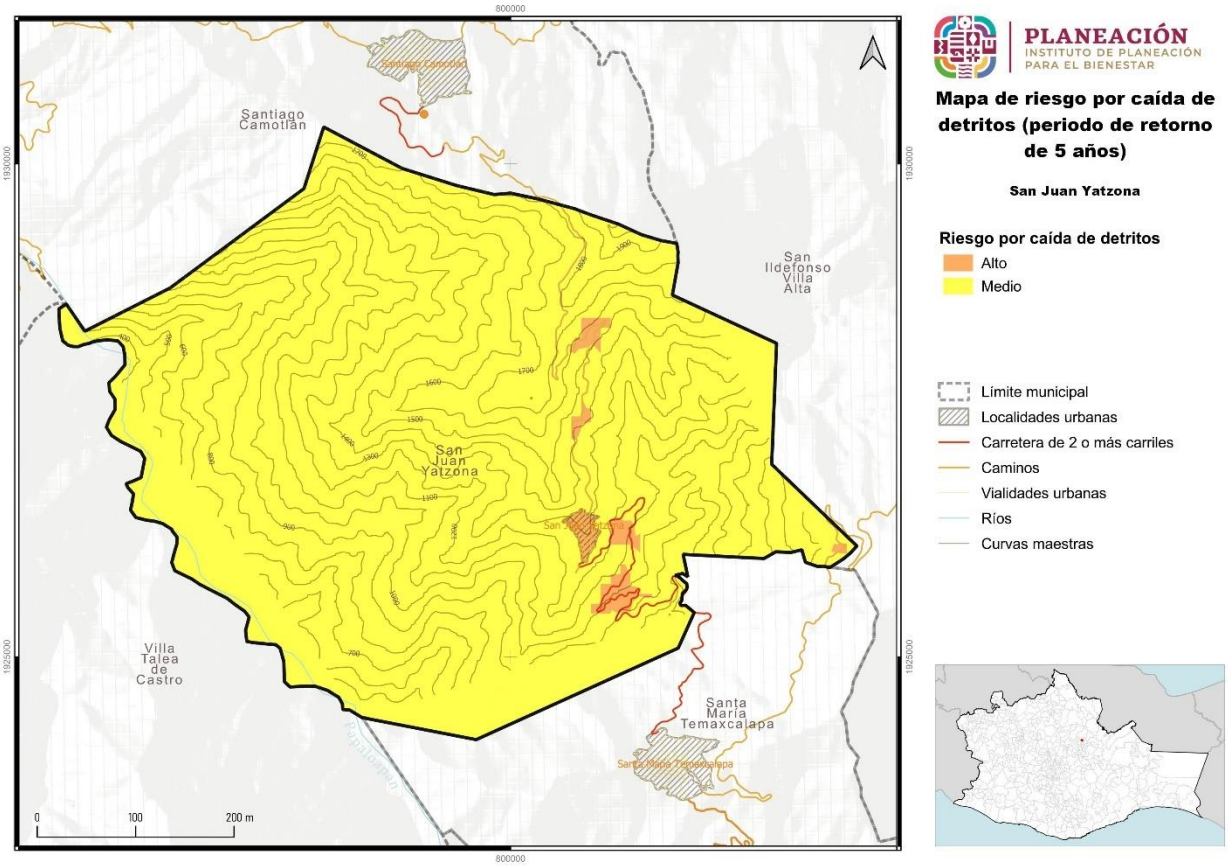
Riesgo por caída de detritos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	12.45	0.43
Medio	2902.59	99.57

V.8.1.12 Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se

indican, a consecuencia de caída de detritos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 148. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por caída de detritos muestra nivel alto que se estima pueda afectar a 44.75 has. que representan el 1.54% del territorio y se localizan principalmente en las zonas habitadas de la cabecera municipal y en áreas aisladas al este, sudeste y norte de la misma. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,870.33 has. que representan el 98.46% distribuidas en todo el territorio municipal.

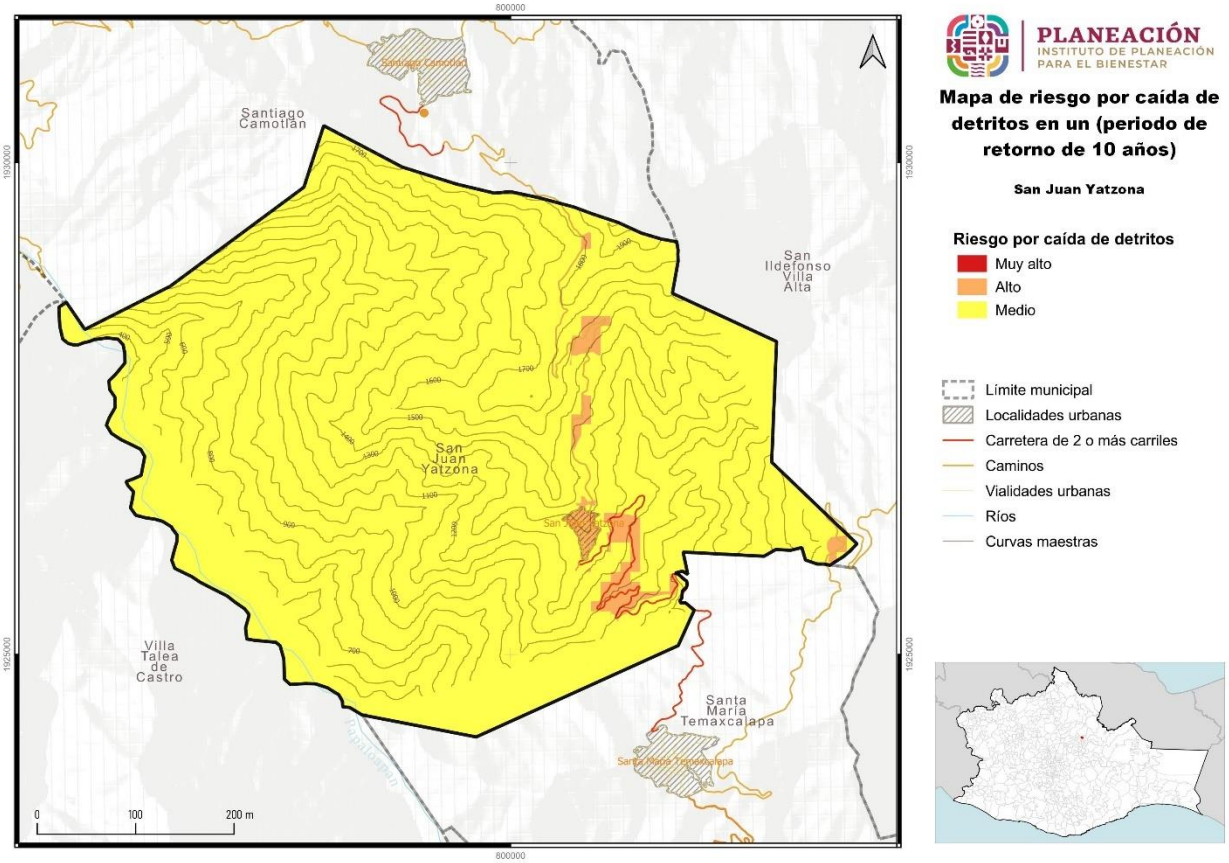
Tabla 14. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años

Riesgo por caída de detritos (PR 5 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	44.75	1.54
Medio	2870.33	98.46

V.8.1.13 Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de caída de detritos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 149. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por caída de detritos muestra nivel alto que se estima pueda afectar a 65.5 has. que representan el 2.25% del territorio y se localizan principalmente en las zonas habitadas de la cabecera municipal y en áreas aisladas al este, sudeste y norte de la misma. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,849.58 has. que representan el 97.75% distribuidas en todo el territorio municipal.

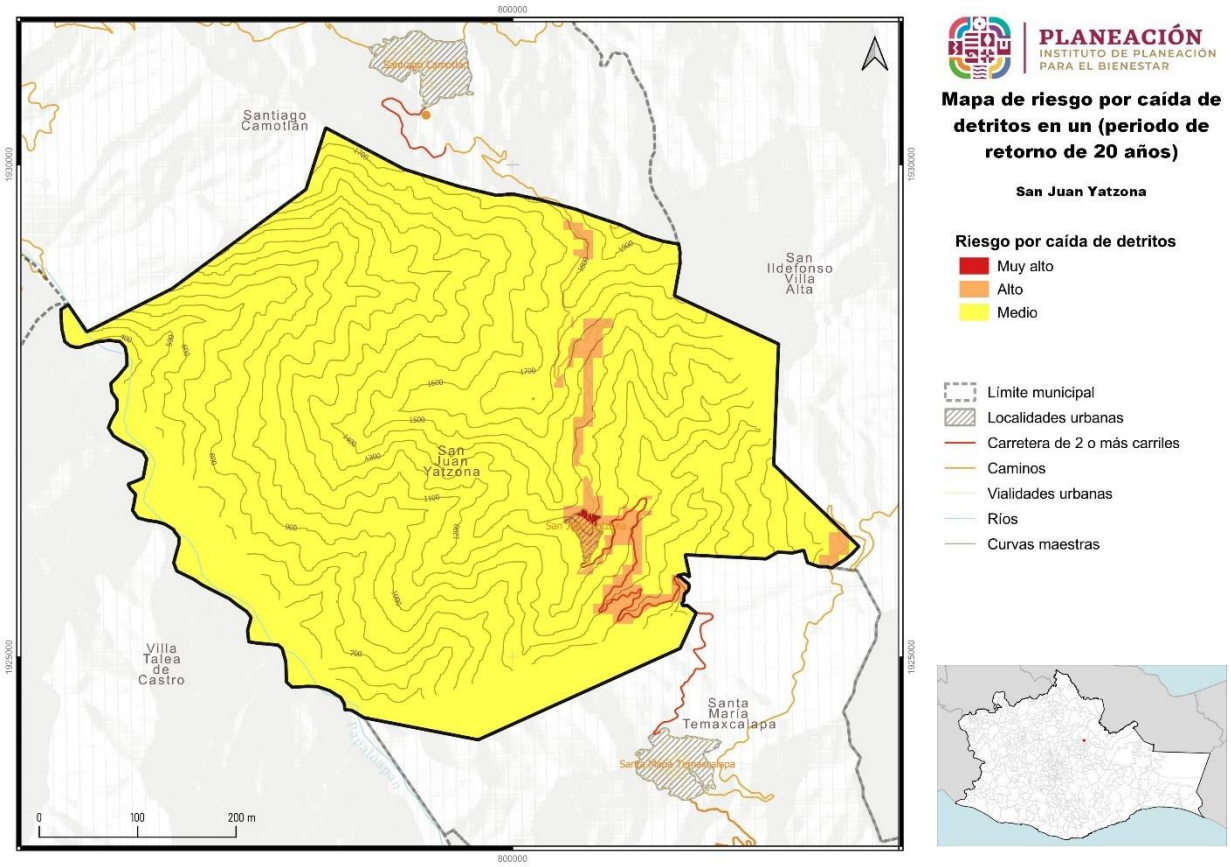
Tabla 15. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por caída de detritos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0	0
Alto	65.5	2.25
Medio	2849.58	97.75

V.8.1.14 Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 5 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de caída de detritos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 150. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 20 años, el riesgo por caída de detritos muestra niveles de muy alto en 1.72 has. que representan el 0.06% del territorio, mismas que se localizan en alrededor de una cuarta parte al norte de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 97.36 has. que representan el 3.34% del territorio y se localizan en el resto de la cabecera municipal, un área que cubre la mayor parte de la carretera que conduce a ésta y áreas aisladas al norte de la misma. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,815.97 has. que representan el 96.6% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 16. 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	1.72	0.06
Alto	97.36	3.34
Medio	2815.97	96.6

V.8.1.15 Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 50 años

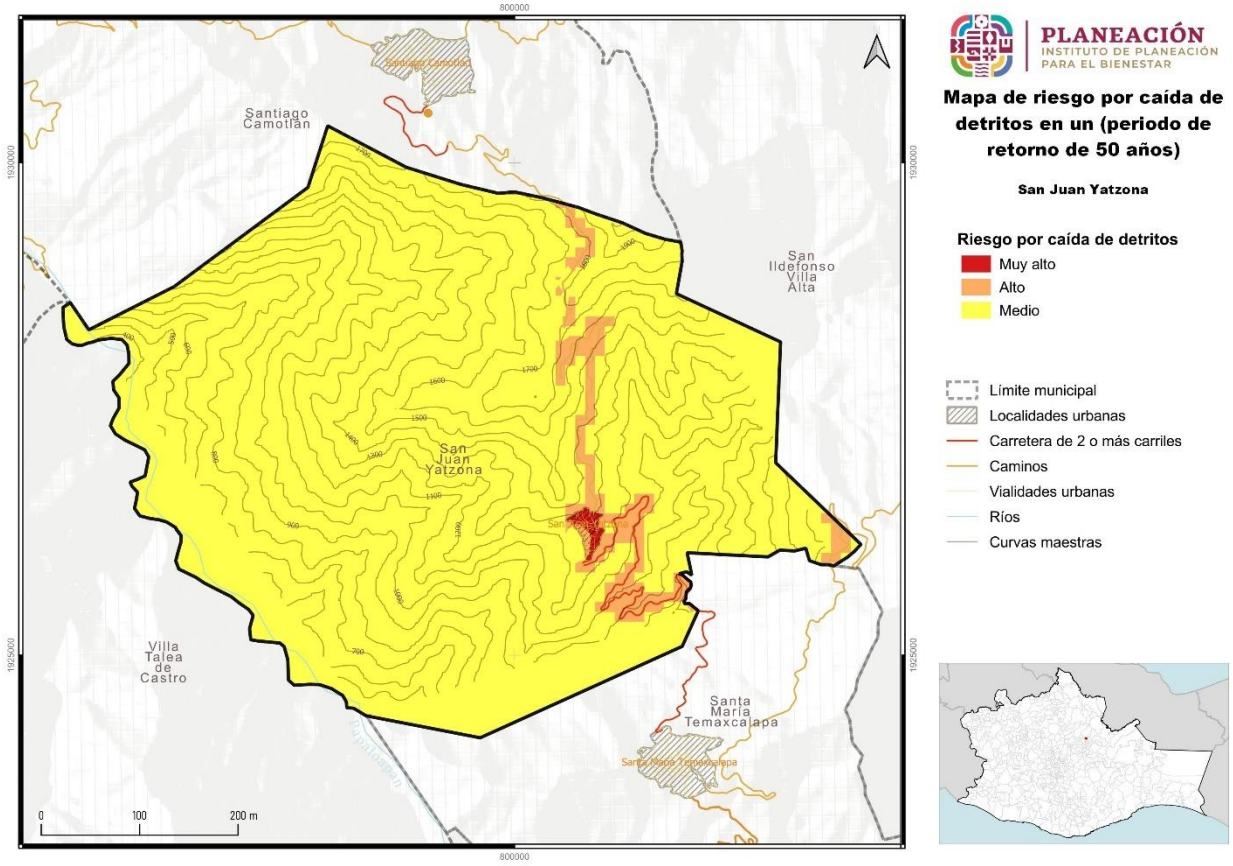
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de caída de detritos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por caída de detritos muestra niveles de muy alto en 7.32 has. que representan el 0.25% del territorio, mismas que se localizan en poco más de la mitad este de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 120.85 has. que representan el 4.15% del territorio y se localizan en el resto de la cabecera municipal, una pequeña área al extremo sudeste del municipio y en la mayor parte de las áreas de las carreteras, tanto la que lleva a la cabecera municipal como la que conduce a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,786.93 has. que representan el 95.6% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 17. 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	7.32	0.25
Alto	120.85	4.15
Medio	2786.93	95.6

Mapa 151. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 50 años



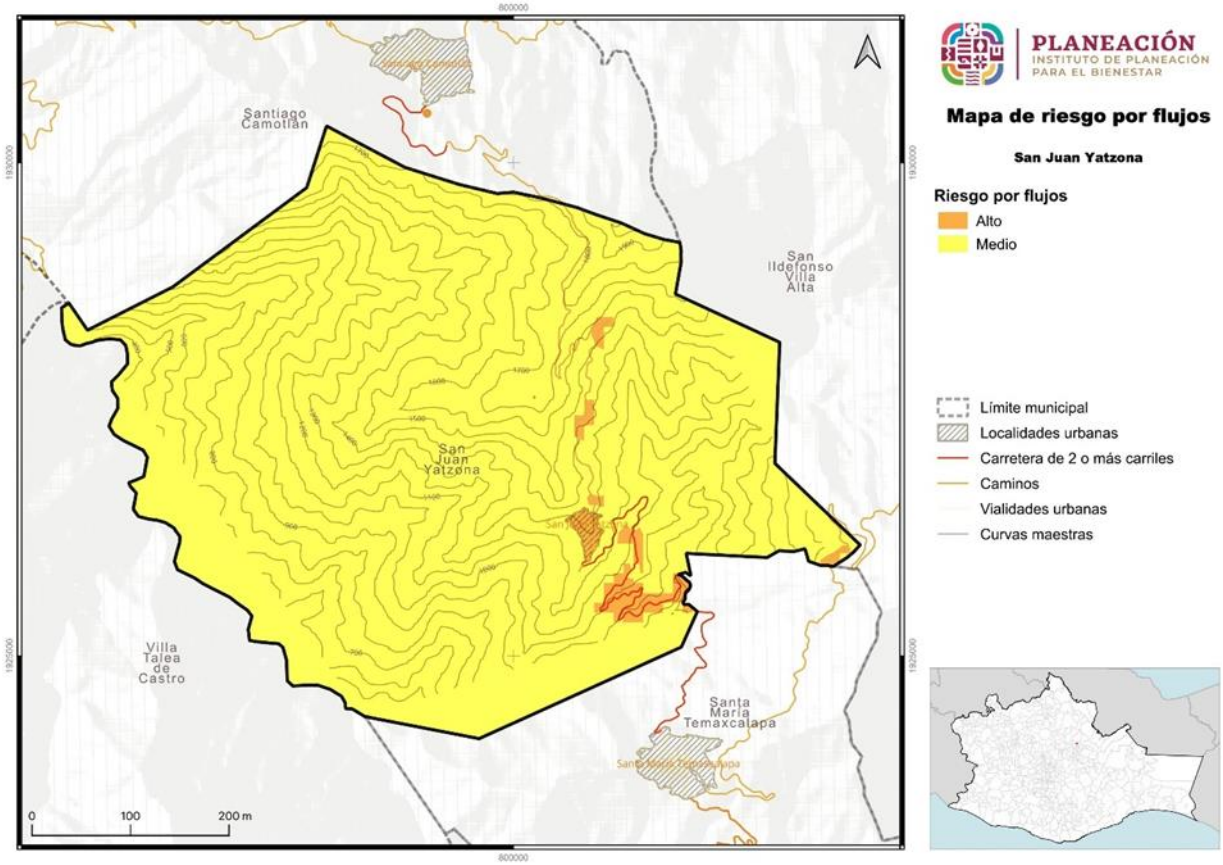
V.1.1.16 Riesgo por flujos en el municipio

En lo relativo al riesgo por flujos, el nivel de riesgo medio es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en 2,857.21 has. que representan el 98.01% del mismo y salvo el área habitada de San Juan Yatzona, se distribuye en la totalidad del mismo; en cobertura le sigue el nivel de riesgo alto que se presenta en 57.85 has. que representan el 1.98% del territorio municipal impactando principalmente en el polígono de la cabecera municipal, áreas al este y sudeste de ésta y pequeñas áreas al norte de la misma, sobre la carretera que conduce a Santiago Camotlán.

Tabla 18. Riesgo por flujos en el municipio

Riesgo por flujos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	57.85	1.98
Medio	2857.21	98.01

Mapa 152. Riesgo por flujos en el municipio



V.1.1.17 Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 5 años

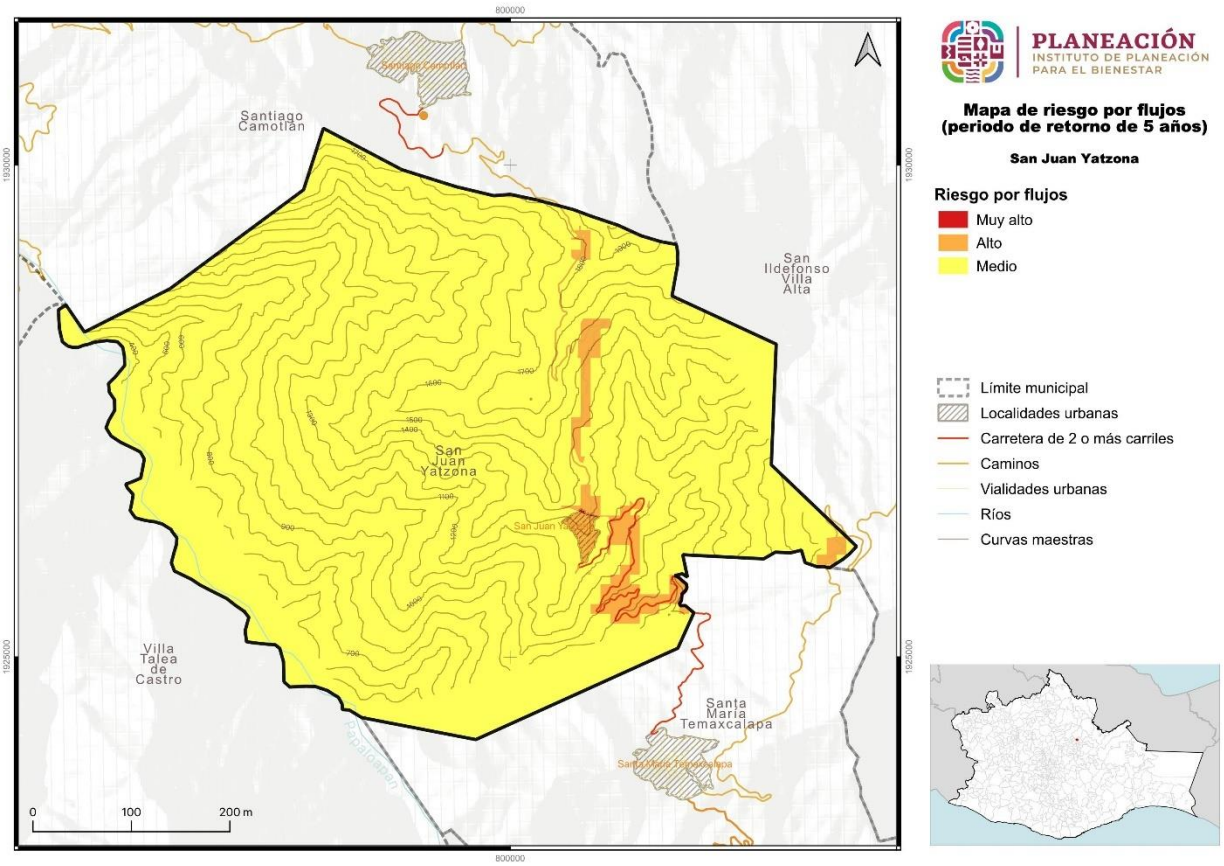
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por flujos muestra niveles de muy alto en 0.3 has. que representan el 0.01% del territorio, mismas que se localizan en una pequeña área al norte de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 89.83 has. que representan el 3.08% del territorio y se localizan en poco menos de la totalidad de la cabecera municipal, un área que cubre la mayor parte de la carretera que conduce a ésta y áreas aisladas al norte de la misma, sobre la carretera a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,824.94 has. que representan el 96.91% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 19. 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	0.3	0.01
Alto	89.83	3.08
Medio	2824.94	96.91

Mapa 153. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 5 años



V.1.1.18 Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

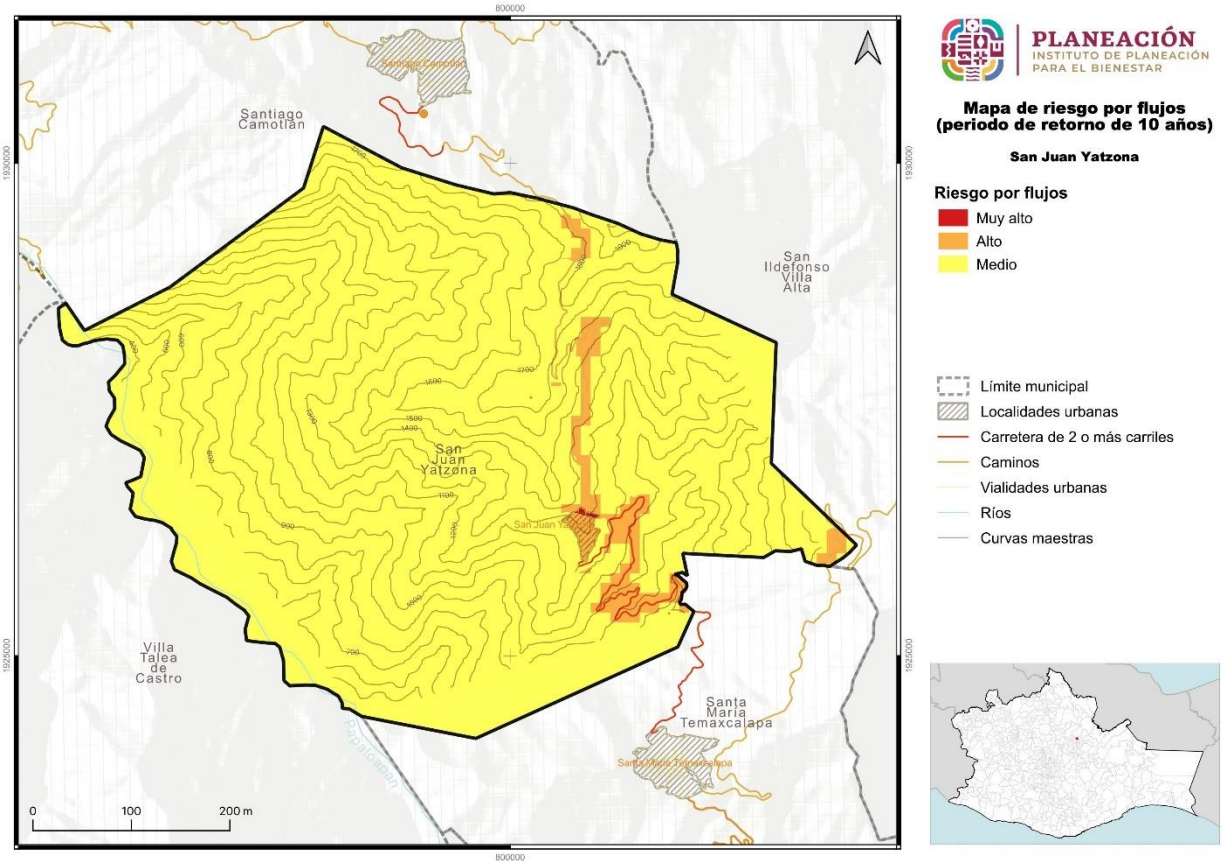
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por flujos muestra niveles de muy alto en 0.86 has. que representan el 0.03% del territorio, mismas que se localizan en una pequeña área al norte de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 102.86 has. que representan el 3.53% del territorio y se localizan en poco menos de la totalidad de la cabecera municipal, un área que cubre la mayor parte de la carretera que conduce a ésta y áreas aisladas al

norte de esta, sobre la carretera a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,811.35 has. que representan el 96.44% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 20. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por flujos (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.86	0.03
Alto	102.86	3.53
Medio	2811.35	96.44

Mapa 154. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años



V.1.1.19 Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 20 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 20 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 5 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

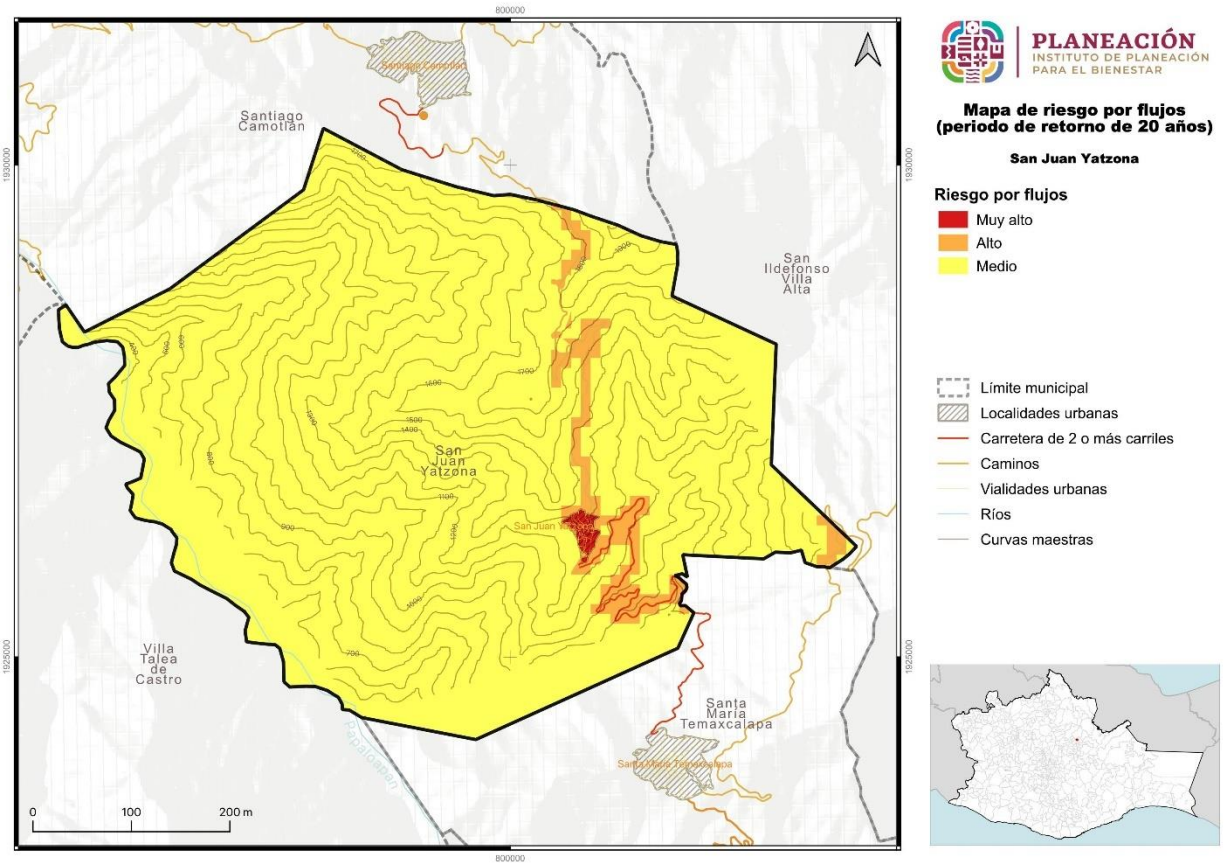
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 20 años, el riesgo por flujos muestra niveles de muy alto en 9.1 has. que representan el 0.31% del territorio, mismas

que se localizan la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 116.62 has. que representan el 4% del territorio y se localizan en áreas al extremo sudeste del municipio, en donde se ubica la carretera de acceso a la cabecera municipal y en áreas aisladas sobre la carretera a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,789.34 has. que representan el 95.69% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 21. 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	9.1	0.31
Alto	116.62	4
Medio	2789.34	95.69

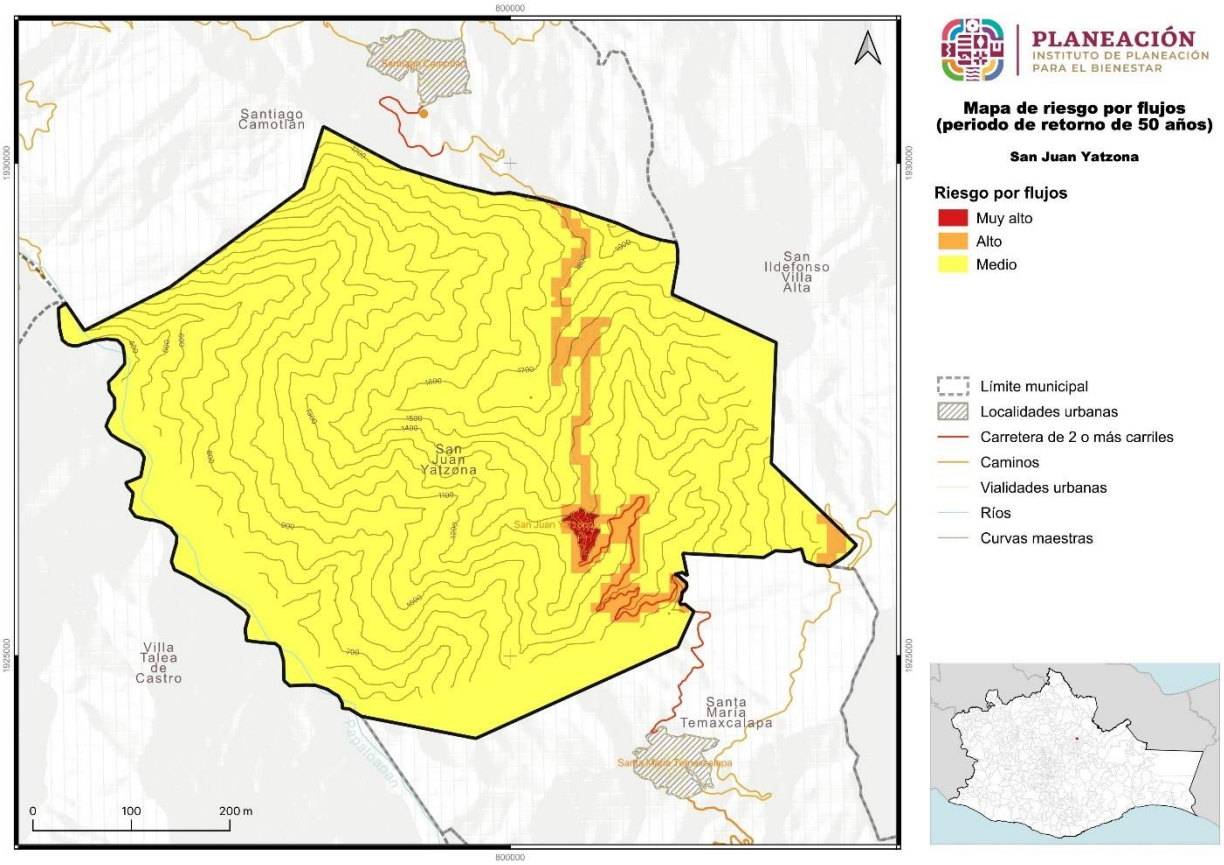
Mapa 155. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 20 años



V.1.1.20 Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de flujos que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 156. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 50 años



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por flujos se incrementa, ya que muestra niveles de muy alto en 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio, mismas que se localizan la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 128.62 has. que representan el 4.41% del territorio y se localizan en áreas al extremo sudeste del municipio, y en donde se ubican las carreteras de acceso a la cabecera municipal y la que conduce a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.78 has. que representan el 95.26% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 22. 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	9.69	0.33
Alto	128.62	4.41
Medio	2776.78	95.26

Conforme a las distintas estimaciones presentadas de acuerdo a los diferentes periodos de retorno, se observa que la mayor parte del territorio tiene un nivel de riesgo medio frente a los fenómenos de inestabilidad de laderas. Sin embargo, el nivel alto se estima esencialmente sobre las carreteras de acceso al municipio y sobre el área habitada del mismo, en donde inclusive se llegan a alcanzar niveles de riesgo muy alto en los 4 procesos analizados de la inestabilidad de laderas. Por ello, es de suma importancia reducir o mitigar estos riesgos, ya que, de acuerdo a las ubicaciones en los mapas, las zonas de afectación es la zona urbanizada del municipio o bien, las carreteras que comunican a ella.

Tabla 23. Riesgo por fenómenos geológicos presentes el en municipio

Riesgo por fenómenos geológicos	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Deslizamiento			96.59	3.24	0.17
Deslizamiento para un PR 5 años			96.02	3.65	0.33
Deslizamiento para un PR 10 años			95.25	4.42	0.33
Deslizamiento para un PR 20 años			95.25	4.42	0.33
Deslizamiento para un PR 50 años			95.25	4.42	0.33
Derrumbes			95.25	4.42	0.33
Derrumbes para un PR 5 años			95.25	4.42	0.33
Derrumbes para un PR 10 años			95.25	4.42	0.33
Derrumbes para un PR 20 años			95.25	4.42	0.33
Derrumbes para un PR 50 años			95.25	4.42	0.33
Caída de detritos			99.57	0.43	
Caída de detritos para un PR 5 años			98.46	1.54	
Caída de detritos para un PR 10 años			97.75	2.25	0.00
Caída de detritos para un PR 20 años			96.60	3.34	0.06
Caída de detritos para un PR 50 años			95.60	4.15	0.25
Flujos			98.01	1.98	
Flujos para un PR de 5 años			96.91	3.08	0.01
Flujos para un PR de 10 años			96.44	3.53	0.03
Flujos para un PR de 20 años			95.69	4.00	0.31
Flujos para un PR de 50 años			95.26	4.41	0.33

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.8.2 Sismos

San Juan Yatzona se localiza en la zona C de acuerdo con el mapa de regiones sísmicas de la República Mexicana, es una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

V.8.2.1. Riesgo por aceleración sísmica

En lo relativo al riesgo por sismos, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en 2,905.38 has. que representan el 99.67% del territorio y se distribuye en la totalidad del mismo exceptuando la zona habitada; la única área catalogada con nivel de riesgo alto es donde se ubican los asentamientos humanos de la cabecera municipal que representa el 0.33% del territorio municipal que consiste en 9.69 has.

Mapa 157. Riesgo por aceleración sísmica

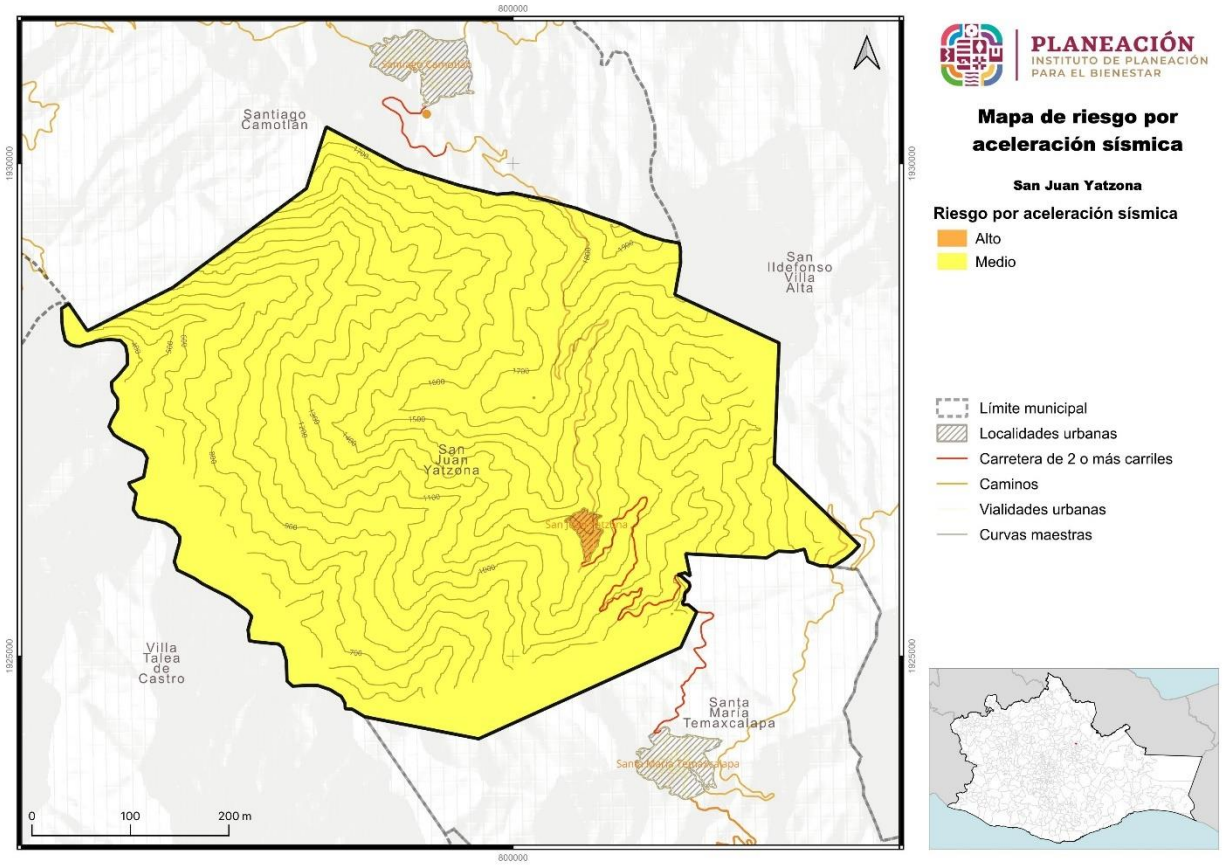


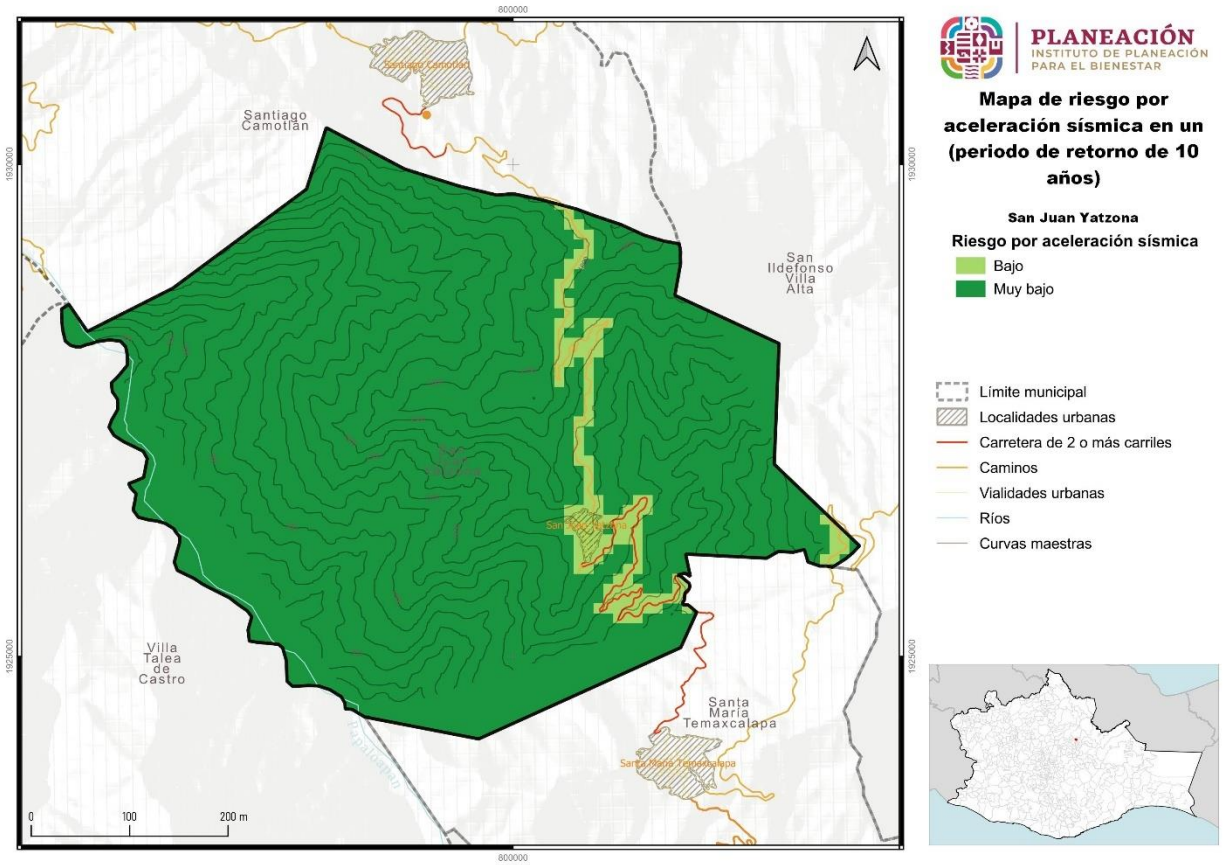
Tabla 24. Riesgo por aceleración sísmica

Riesgo por aceleración sísmica	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.69	0.33
Medio	2905.38	99.67

V.8.2.1. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de sismos que puede impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 158. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 10 años



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por sismos muestra niveles de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en el 4.75% del territorio municipal que suma 138.46 has. y que se localiza en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

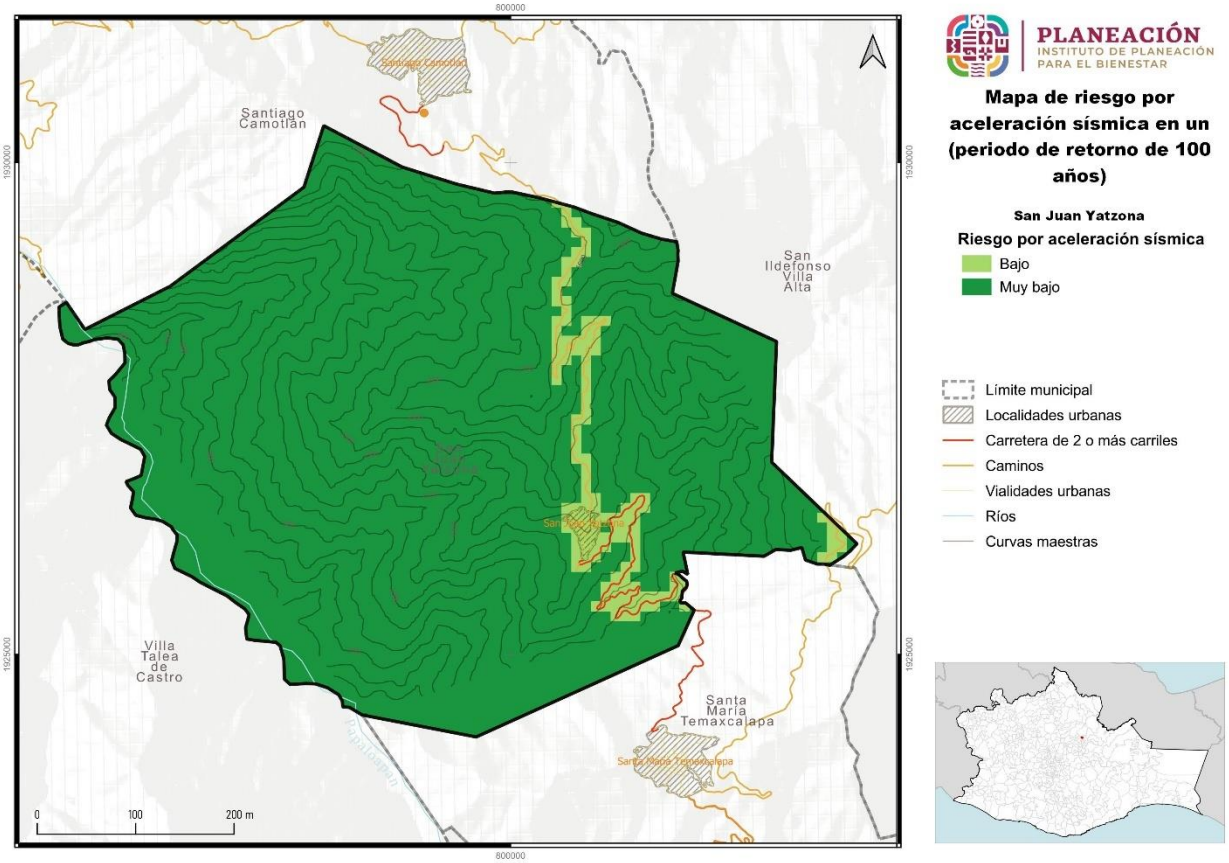
Tabla 25. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 10 años

Riesgo por aceleración sísmica (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

V.8.2.2 Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 100 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de sismos que puede impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Gráfica 10. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 100 años



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, se tienen niveles de riesgo iguales a la estimación a 10 años, ya que el riesgo por sismos muestra niveles

de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en el 4.75% del territorio municipal que suma 138.46 has. y que se localiza en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 26. 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	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

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

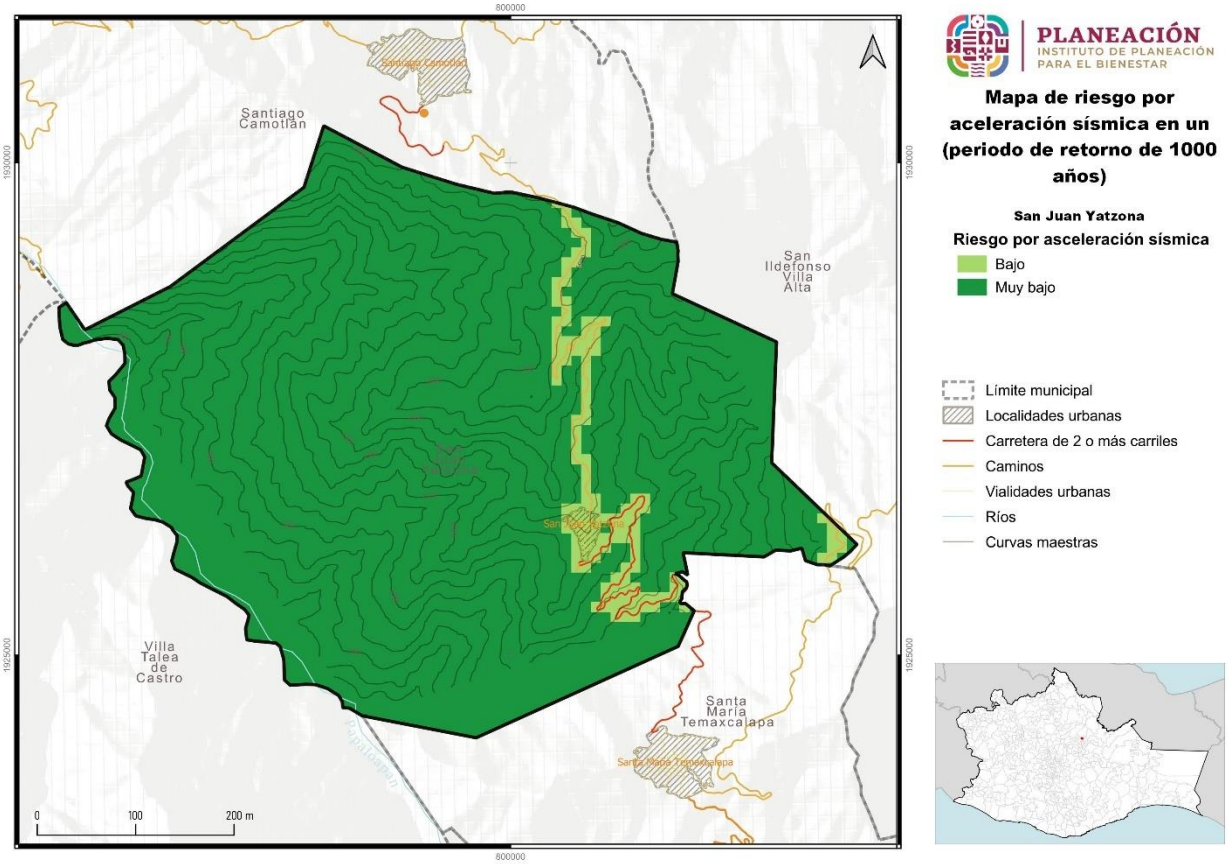
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 1,000 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un milenio en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de sismos que puede impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 1,000 años, se tienen niveles de riesgo iguales a las estimaciones a 10 y 100 años, ya que el riesgo por sismos muestra niveles de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en el 4.75% del territorio municipal que suma 138.46 has. y que se localiza en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 27. 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	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

Mapa 159. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 1000 años



Conforme a las distintas estimaciones presentadas de acuerdo a los diferentes periodos de retorno, se observa que la mayor parte del territorio tiene niveles de riesgo entre bajo y muy bajo para la aceleración sísmica, sin embargo de acuerdo al análisis cartográfico en conjunto con la zona sísmica en la que se encuentra el municipio destaca el nivel de riesgo alto en 0.33% del territorio, que a pesar de que es menor a un punto porcentual, es de suma importancia reducir o mitigar este riesgo, ya que, de acuerdo a las ubicaciones de este riesgo en los mapas, las zonas de afectación es la zona urbanizada del municipio o bien, las carreteras que comunican a ella.

Tabla 28. Riesgos en el municipio por aceleración sísmica

Riesgo por aceleración sísmica	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Aceleración sísmica			99.67	0.33	
Aceleración sísmica para un PR 10 años	95.25	4.75			
Aceleración sísmica para un PR 100 años	95.25	4.75			
Aceleración sísmica para un PR 1000 años	95.25	4.75			

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.8.3 Tsunami *

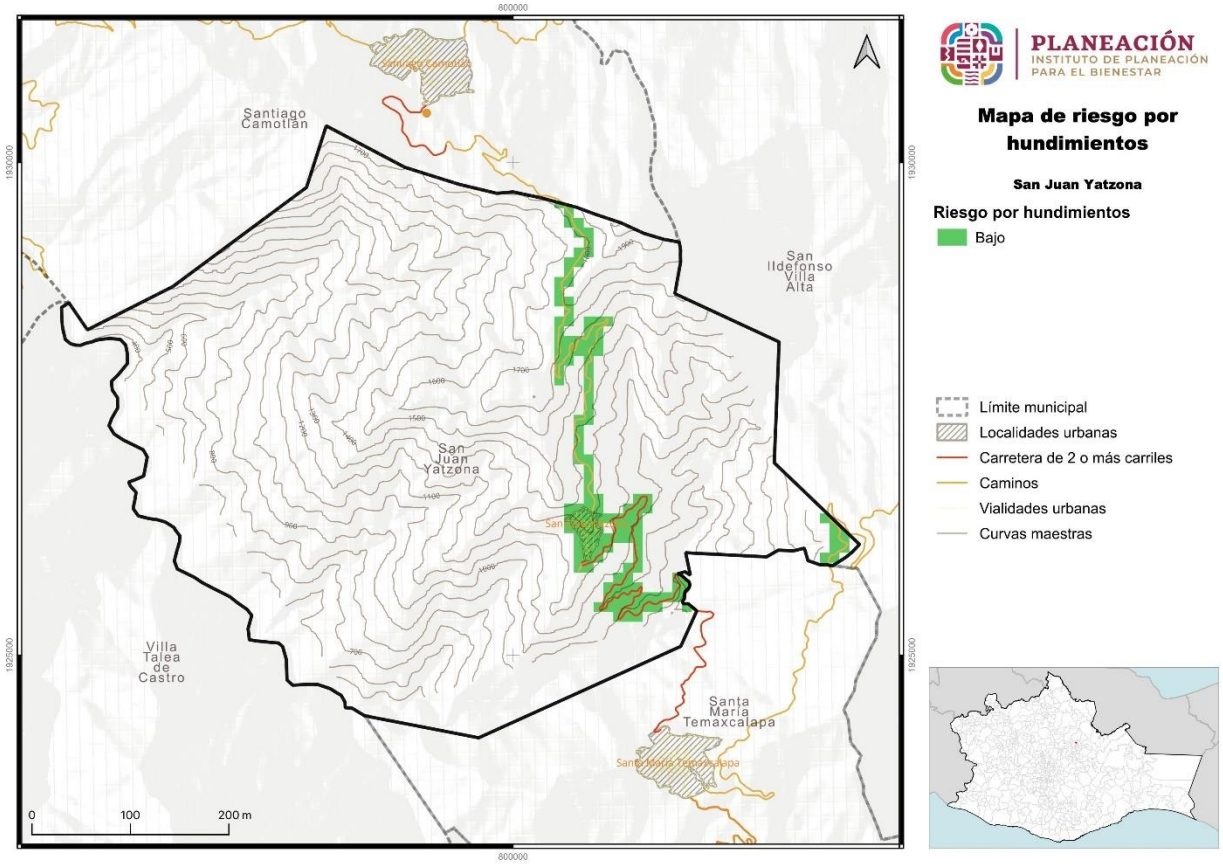
(No aplica para este municipio)

V.8.4 Hundimientos por fallas y fracturas, subsidencia y agrietamiento del terreno

La subsidencia en geología describe el progresivo hundimiento de una superficie, generalmente de la litosfera, bien sea por el movimiento relativo de las placas tectónicas, en una escala menor, por el asentamiento del terreno en las cuencas sedimentarias.

V.8.4.1 Riesgo por hundimientos del suelo en el municipio

Mapa 160. Riesgo por hundimientos del suelo en el municipio



En lo relativo al riesgo por hundimiento del suelo, el nivel de riesgo muy bajo es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el

95.25% del territorio que suma 2,776.61 has. y se distribuye en la totalidad del mismo con excepción de las carreteras y la zona de asentamientos humanos del municipio.

Complementariamente, las únicas áreas catalogadas con nivel de riesgo bajo se ubican en la localidad de San Juan Yatzona y las carreteras que conducen a ella y a Santiago Camotlán y que suman 138.46 has. que representan el 4.75% del territorio municipal.

Tabla 29. Riesgo por hundimientos del suelo en el municipio

Riesgo por hundimientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

V.8.4.2 Riesgo por subsidencia de suelo en el municipio

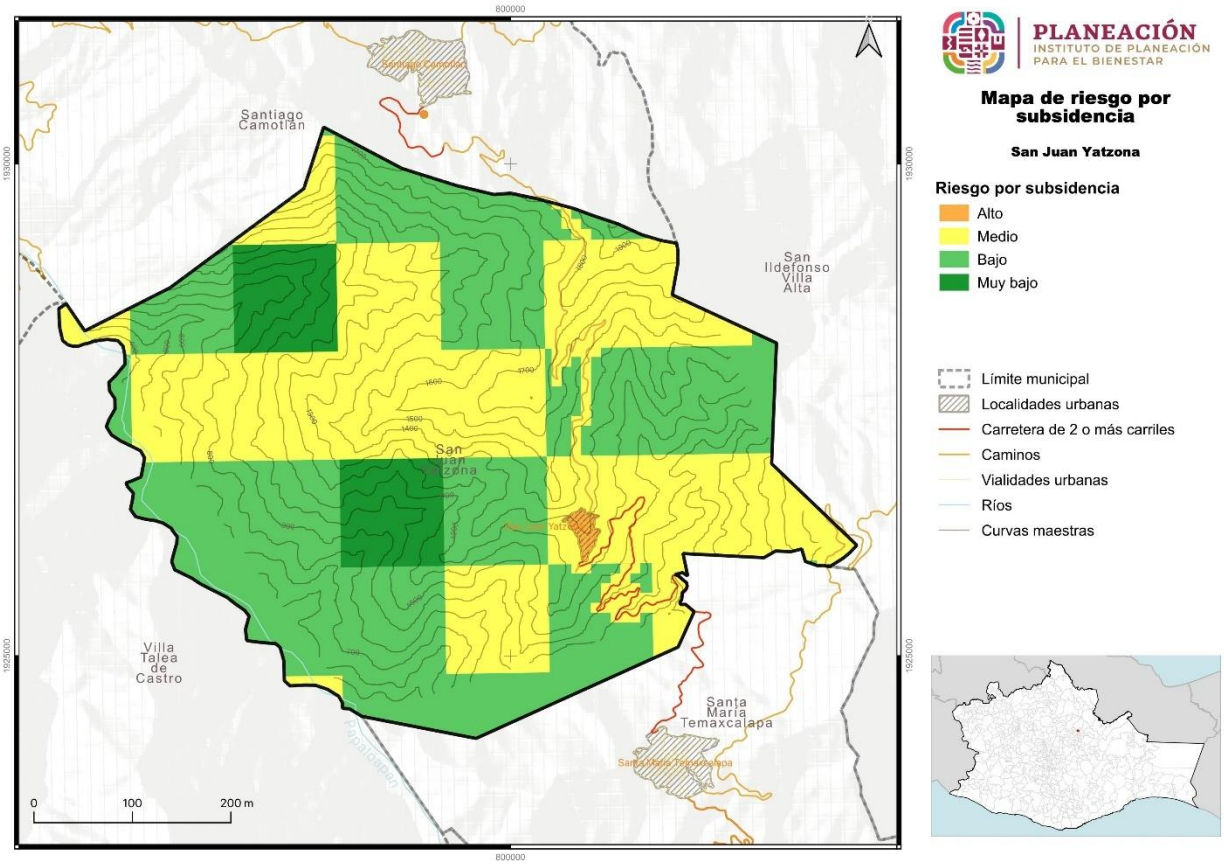
En lo relativo al riesgo por hundimiento por subsidencia del suelo, los niveles de riesgo van del alto al muy bajo. El nivel de riesgo alto se localiza en la totalidad de la localidad de San Juan Yatzona sumando 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio municipal; Para el nivel de riesgo medio, se estima impacte en 1,303.37 has. que representan el 44.71% y se distribuye principalmente en áreas del centro al oeste, sudeste y noreste de la demarcación municipal. En lo relativo al riesgo bajo, que es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, se estima en el 47.02% que consisten en 1,370.75 has. del territorio y se distribuye principalmente de oeste a sur y en los extremos este y norte del municipio.

Por último, el nivel de riesgo muy bajo se estima en 2 áreas ubicadas al noroeste y centro-sudoeste del territorio municipal, que suman 231.26 has. que representan el 7.93% de la superficie municipal.

Tabla 30. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio

Riesgo por subsidencia	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.69	0.33
Medio	1303.37	44.71
Bajo	1370.75	47.02
Muy bajo	231.26	7.93

Mapa 161. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio



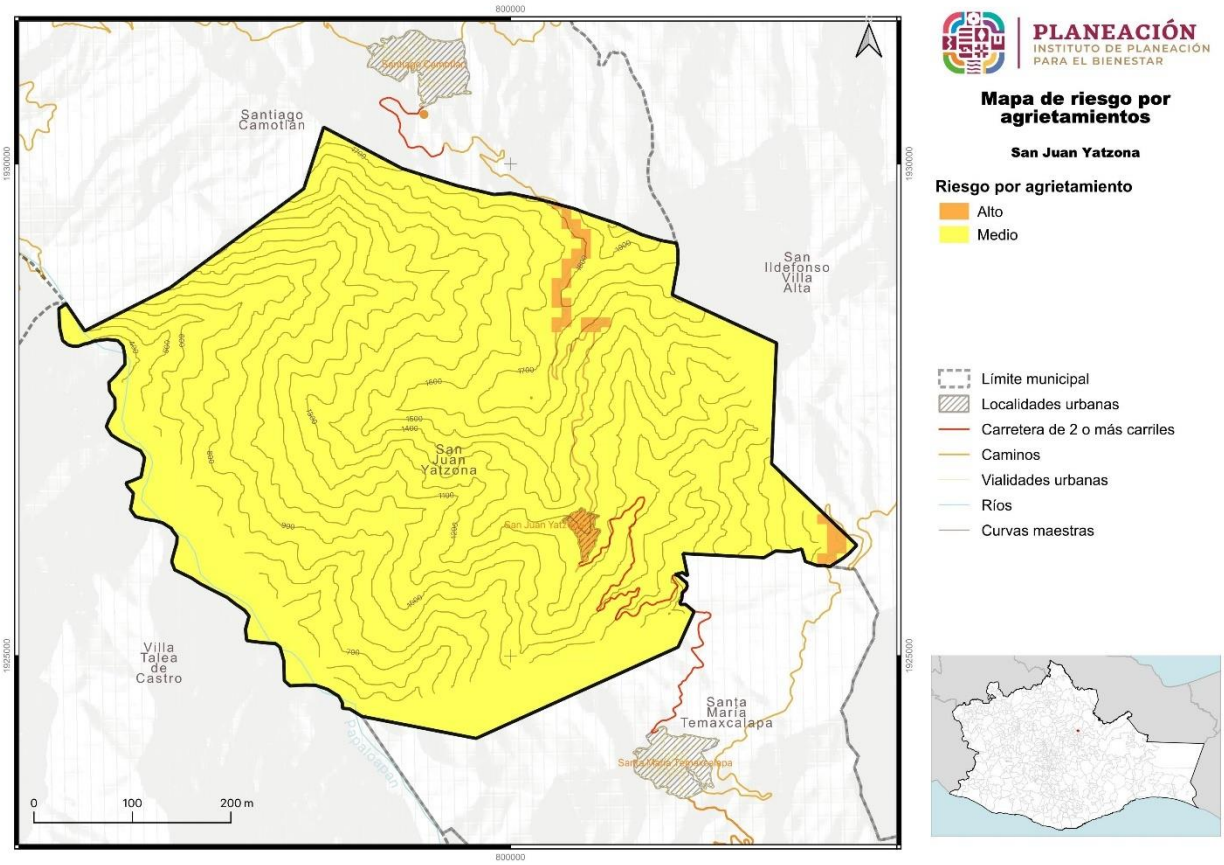
V.8.4.3. Riesgo por agrietamiento del suelo en el municipio

En lo relativo al riesgo por agrietamiento del suelo, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en 2,872.31 has. que representan el 98.53% del territorio y se distribuye en la totalidad del mismo exceptuando principalmente la zona habitada del municipio; Complementariamente el nivel de riesgo alto se estima en la totalidad del área de asentamientos humanos de la cabecera municipal y en pequeñas áreas al extremo sudeste del municipio y en la parte norte de la carretera que conduce a Santiago Camotlán, sumando 42.79 has. que representan el 1.47% del territorio municipal.

Tabla 31. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio

Riesgo por agrietamientos	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	42.79	1.47
Medio	2872.31	98.53

Mapa 162. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio



De acuerdo con las distintas estimaciones de los riesgos por mecanismos de hundimientos, se observa que la mayor parte del territorio tiene un nivel de riesgo medio frente a los fenómenos de agrietamientos y en menor medida a los de subsidencia, de ambos fenómenos, a pesar de que el nivel alto se presenta en menos de dos puntos porcentuales del territorio, es de suma importancia reducir o mitigar este riesgo, ya que, de acuerdo a las ubicaciones en los mapas, las zonas de afectación es la zona urbanizada del municipio o bien, las carreteras que comunican a ella.

Tabla 32. Riesgos en el municipio por mecanismos de hundimientos

Riesgo por hundimientos	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Hundimientos	95.25	4.75			
Subsidencia	7.93	47.02	44.71	0.33	
Agrietamientos			98.53	1.47	

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

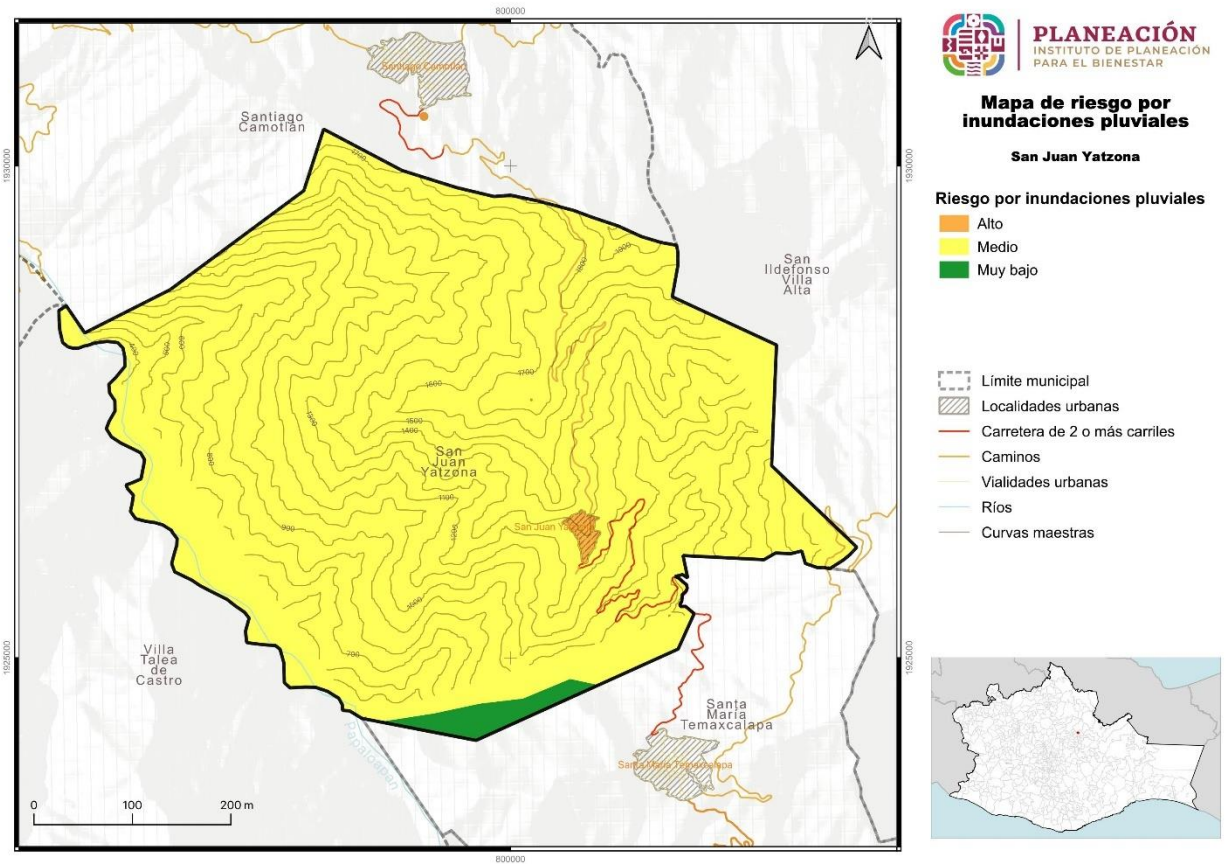
V.9 Riesgos por fenómenos hidrometereológicos

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 que provocan en la población, daños en su salud, por las condiciones climatológicas extremas, o bien, daños materiales a la propiedad privada y pública por la violencia con la que pueden ocurrir.

V.9.1 Inundaciones

V.9.1.1. Riesgo por inundaciones por precipitación máxima

Mapa 163. Riesgo por inundaciones pluviales del suelo en el municipio



En lo relativo al riesgo por inundaciones pluviales, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 98.32% que representa 2,862.01 has. y dadas las características del municipio, se

distribuye en la totalidad del mismo, exceptuando la zona de asentamientos humanos y un área al sur de la demarcación.

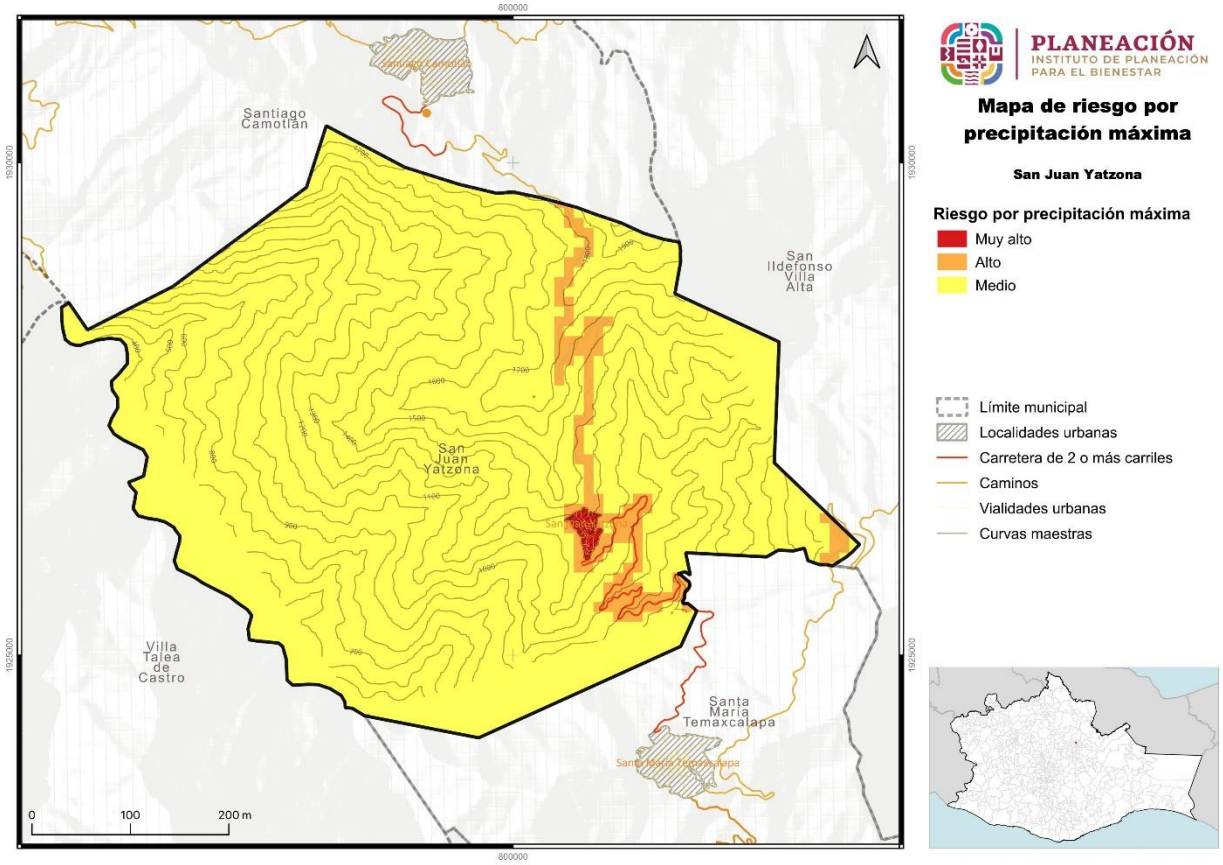
En cobertura de afectación le sigue el nivel muy bajo que afectaría al 1.49% del territorio equivalente a 43.37 has. que se localizan al extremo sur del territorio. El nivel de riesgo alto se estima afecte al 0.33% equivalente a 9.69 has. afectando esencialmente la totalidad de la localidad de San Juan Yatzona.

Tabla 33. Riesgo por inundaciones pluviales en el municipio

Riesgo por inundaciones pluviales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.69	0.33
Medio	2862.01	98.32
Muy bajo	43.37	1.49

V.9.1.2 Riesgo por precipitación máxima

Mapa 164. Riesgo por precipitación máxima en el municipio



En lo relativo al riesgo por precipitación máxima, la mayor parte del territorio municipal tiene un nivel medio ya que se estima en el 95.25% (2,776.61 has.)

localizándose en prácticamente toda la extensión territorial exceptuando las áreas de las carreteras, la cabecera municipal y una pequeña zona al extremo sudeste del municipio.

Por otro lado, el 4.42% del territorio se encuentra en un nivel de riesgo alto, que representan 128.77 has. que se localizan alrededor del polígono de la cabecera municipal, sobre el camino de acceso a ésta y el que lleva a Santiago Camotlán, además de una pequeña área al sudeste del municipio. Por último, el nivel de riesgo muy alto se estima impacte en el 0.33% del territorio, que equivalen a 9.69 has. cubriendo la totalidad del territorio de la cabecera municipal.

Tabla 34. Riesgo por precipitación máxima en el municipio

Riesgo por precipitación máxima	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

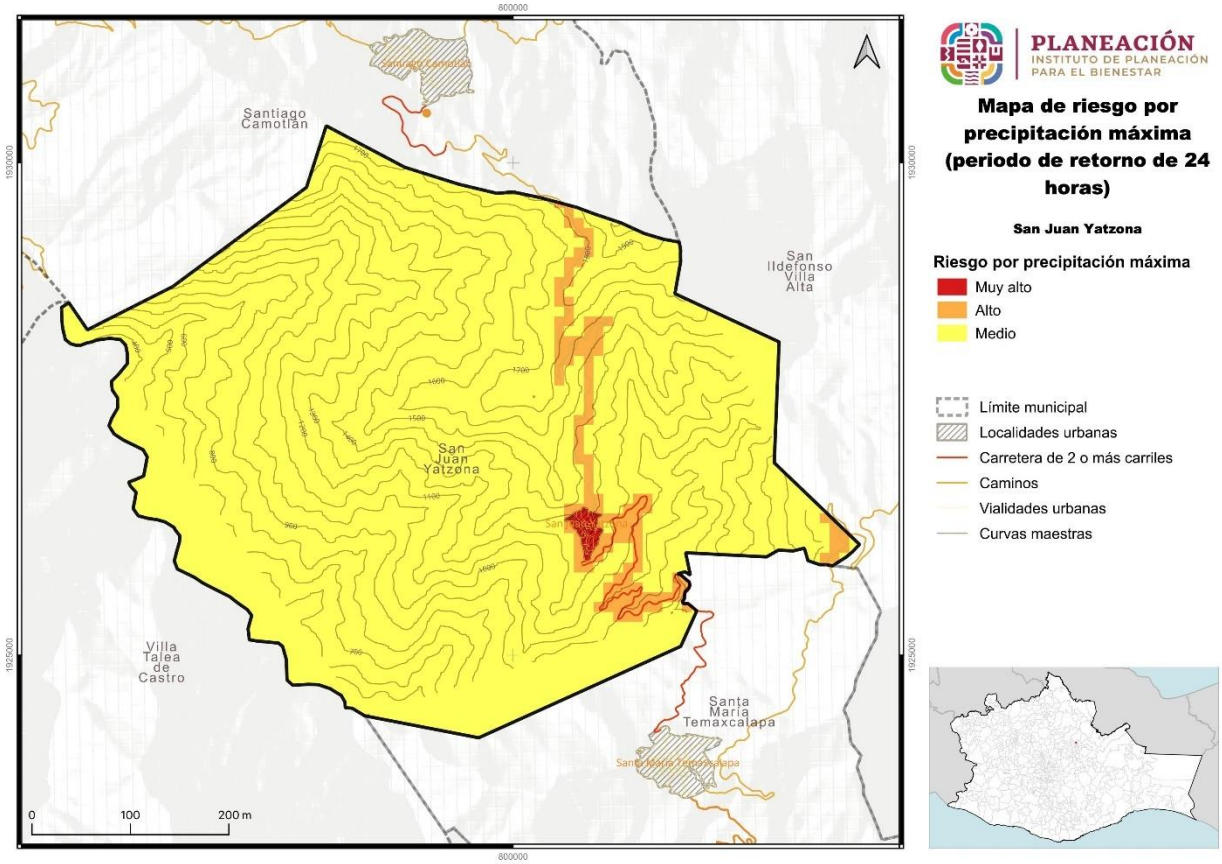
V.9.1.3 Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 24 horas

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 24 horas, el riesgo por precipitación máxima muestra que la mayor parte del territorio municipal tiene un nivel medio ya que se estima en el 95.25% (2,776.61 has.) localizándose en prácticamente toda la extensión territorial exceptuando las áreas de las carreteras, la cabecera municipal y una pequeña zona al extremo sudeste del municipio; por otro lado, el 4.42% del territorio se encuentra en un nivel de riesgo alto, que representan 128.77 has. que se localizan alrededor del polígono de la cabecera municipal, sobre el camino de acceso a ésta y el que lleva a Santiago Camotlán, además de una pequeña área al sudeste del municipio. Por último, el nivel de riesgo muy alto se estima impacte en el 0.33% del territorio, que equivalen a 9.69 has. cubriendo la totalidad del territorio de la cabecera municipal.

Tabla 35. 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	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

Mapa 165. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 24 horas en el municipio



V.9.1.4 Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 2 años

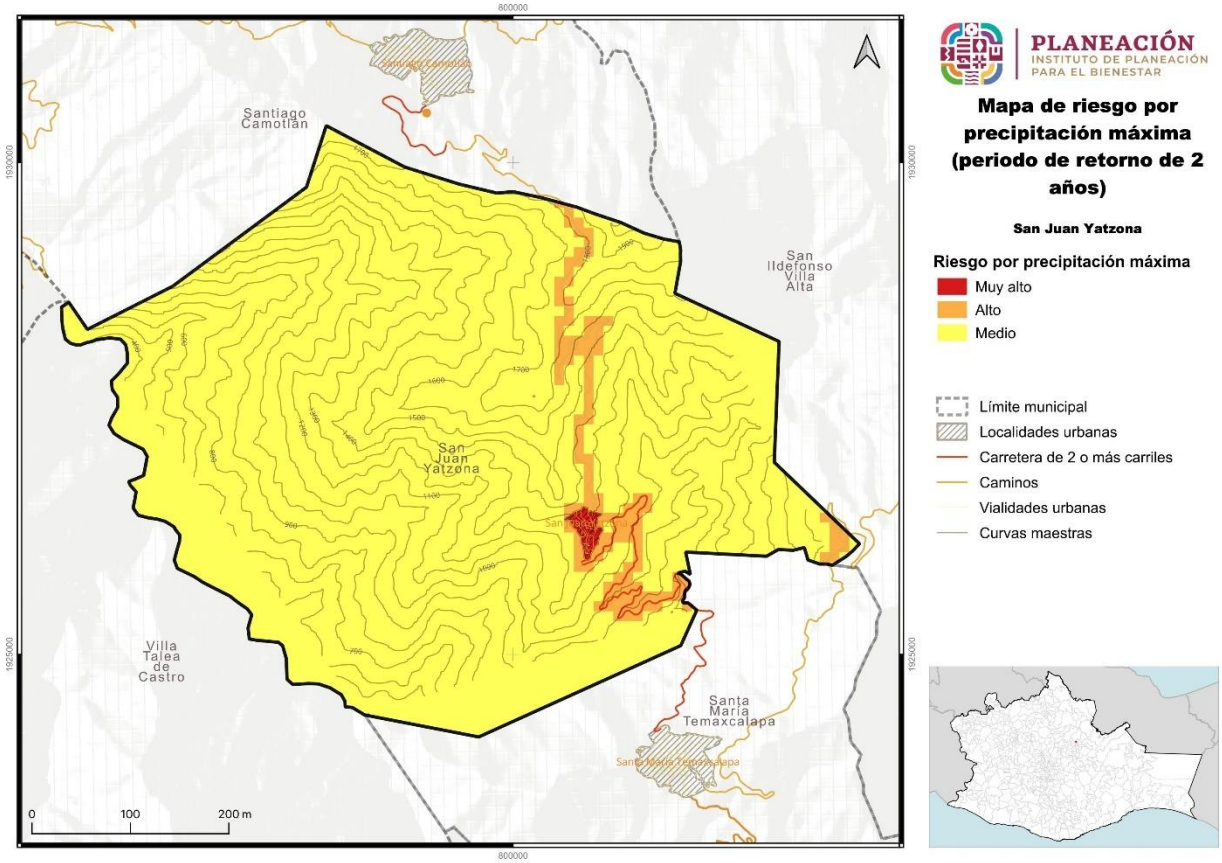
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de precipitaciones máximas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio y se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 4.42% del territorio municipal que corresponde a 128.77 has. localizadas esencialmente en áreas que rodean la cabecera municipal, además del camino de acceso a ésta, el camino que conduce a Santiago Camotlán y en una pequeña zona al extremo sudeste de la demarcación municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 36. 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	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

Mapa 166. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 2 años en el municipio



V.9.1.5 Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de precipitaciones máximas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

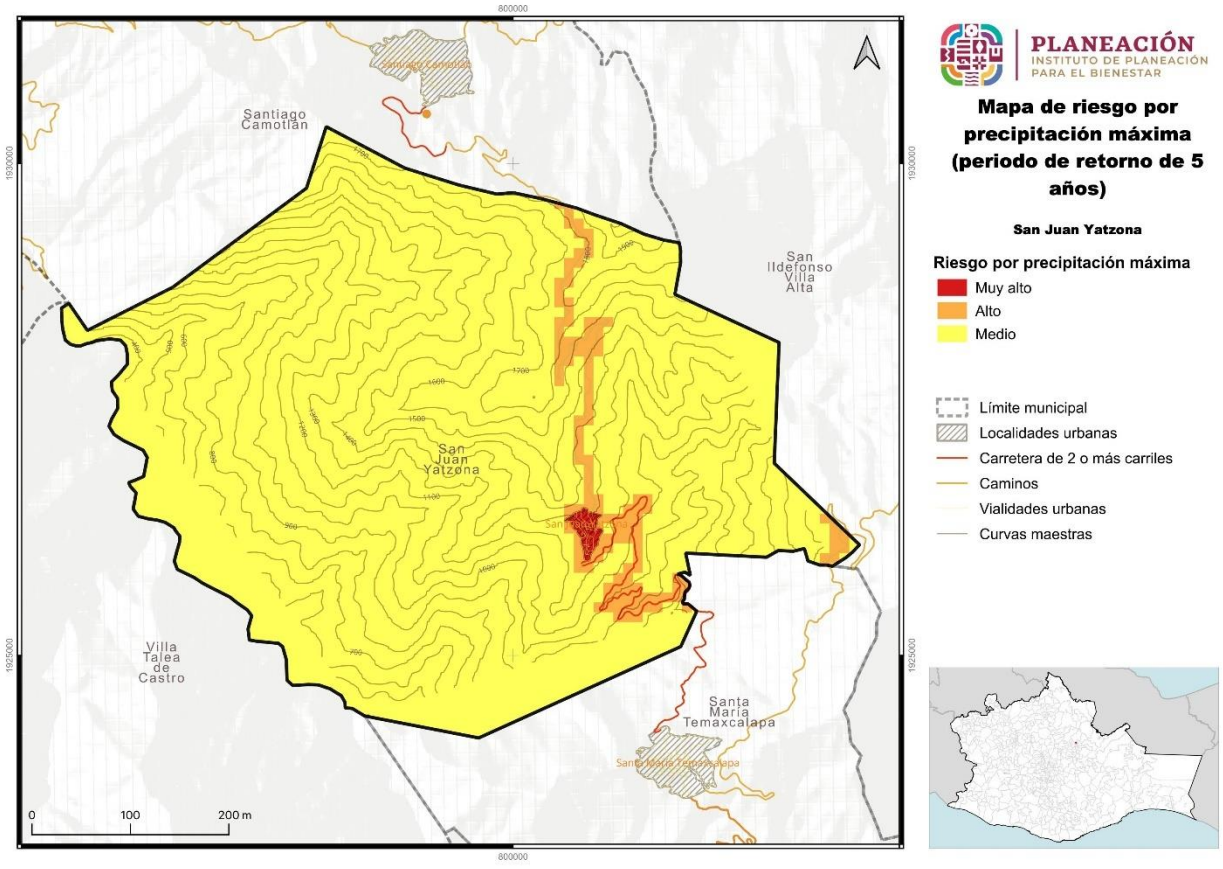
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio y se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 4.42% del territorio municipal que corresponde a 128.77 has. localizadas esencialmente en áreas que rodean la

cabecera municipal, además del camino de acceso a ésta, el camino que conduce a Santiago Camotlán y en una pequeña zona al extremo sudeste de la demarcación municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 37. 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	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

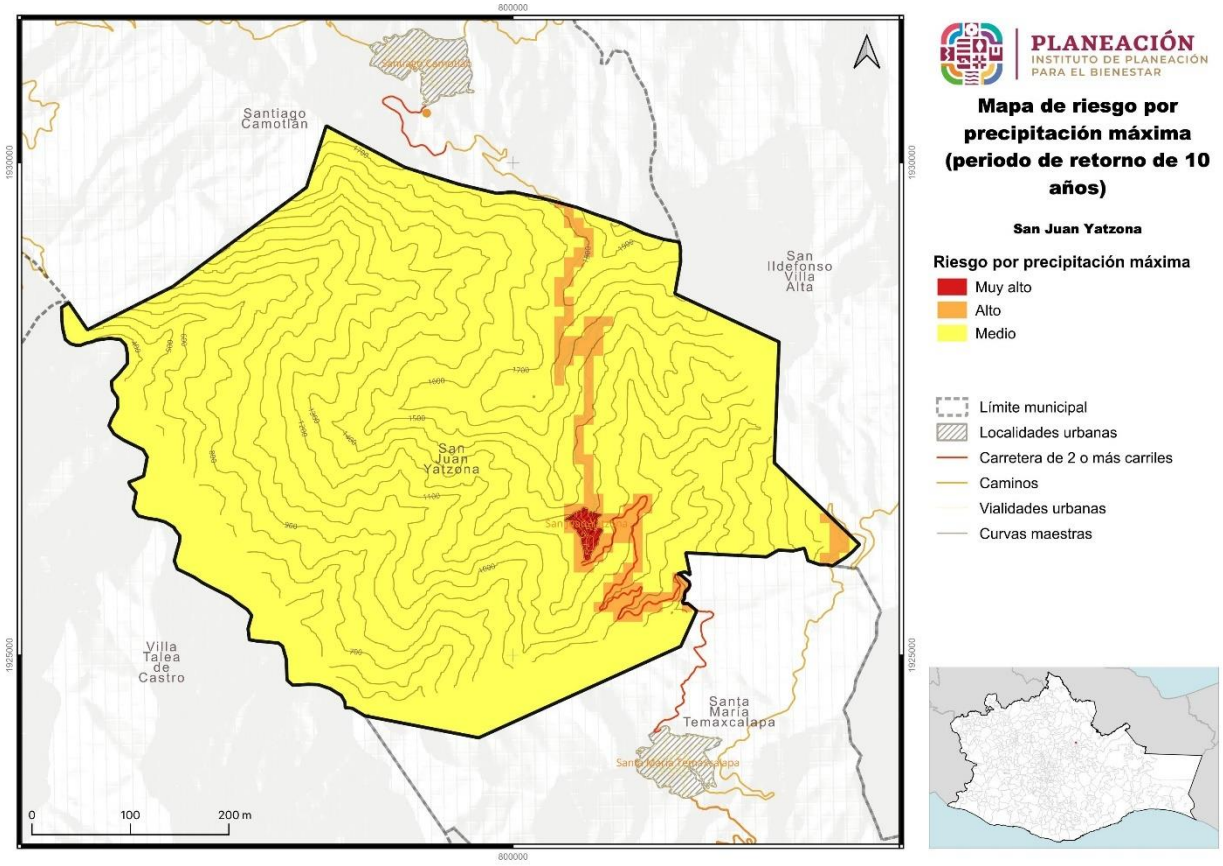
Mapa 167. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 5 años en el municipio



V.9.1.6 Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de precipitaciones máximas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 168. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 10 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio y se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 4.42% del territorio municipal que corresponde a 128.77 has. localizadas esencialmente en áreas que rodean la cabecera municipal, además del camino de acceso a ésta, el camino que conduce a Santiago Camotlán y en una pequeña zona al extremo sudeste de la demarcación municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

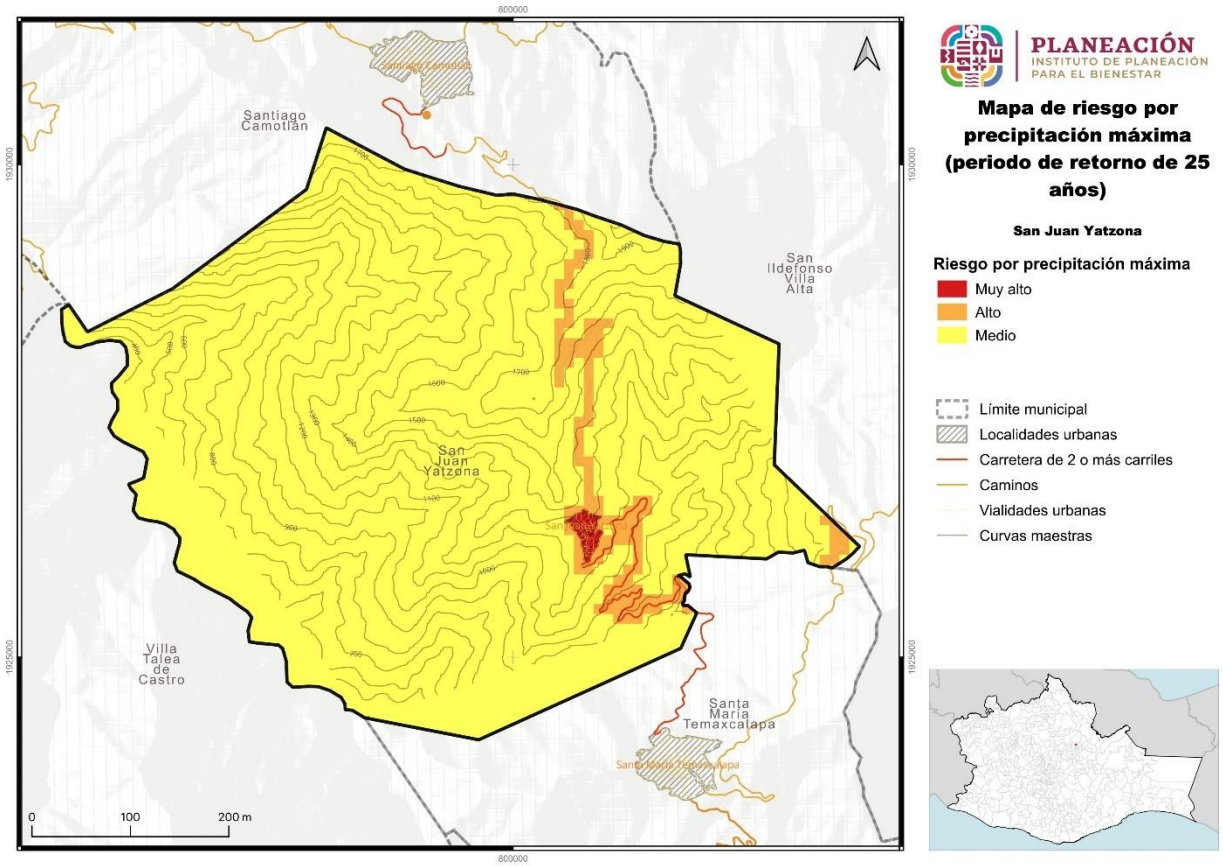
Tabla 38. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 10 años en el municipio

Riesgo por precipitación máxima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

V.9.1.7 Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de precipitaciones máximas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 169. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 25 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio y se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 4.42% del territorio municipal que corresponde a 128.77 has. localizadas esencialmente en áreas que rodean la cabecera municipal, además del camino de acceso a ésta, el camino que conduce a Santiago Camotlán y en una pequeña zona al extremo sudeste de la demarcación municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

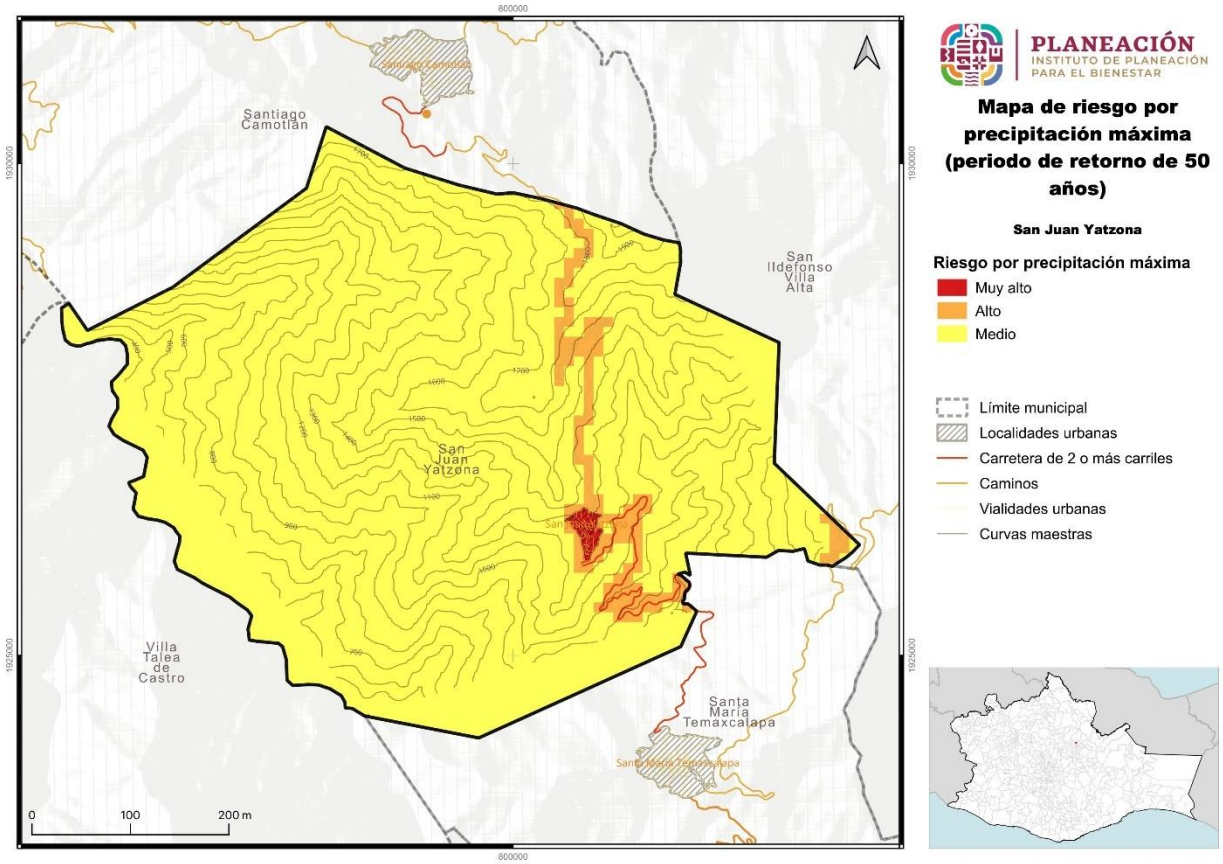
Tabla 39. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años en el municipio

Riesgo por precipitación máxima (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

V.9.1.8 Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de precipitaciones máximas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 170. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 50 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por precipitación máxima muestra niveles de muy alto en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio y se localizan en la totalidad de la cabecera

municipal; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 4.42% del territorio municipal que corresponde a 128.77 has. localizadas esencialmente en áreas que rodean la cabecera municipal, además del camino de acceso a ésta, el camino que conduce a Santiago Camotlán y en una pequeña zona al extremo sudeste de la demarcación municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 40. 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	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

V.9.2 Riesgo por inundaciones fluviales *

(No aplican para este municipio)

V.9.3 Riesgo por inundaciones lacustres *

(No aplica en este municipio)

V.9.4 Ciclones tropicales

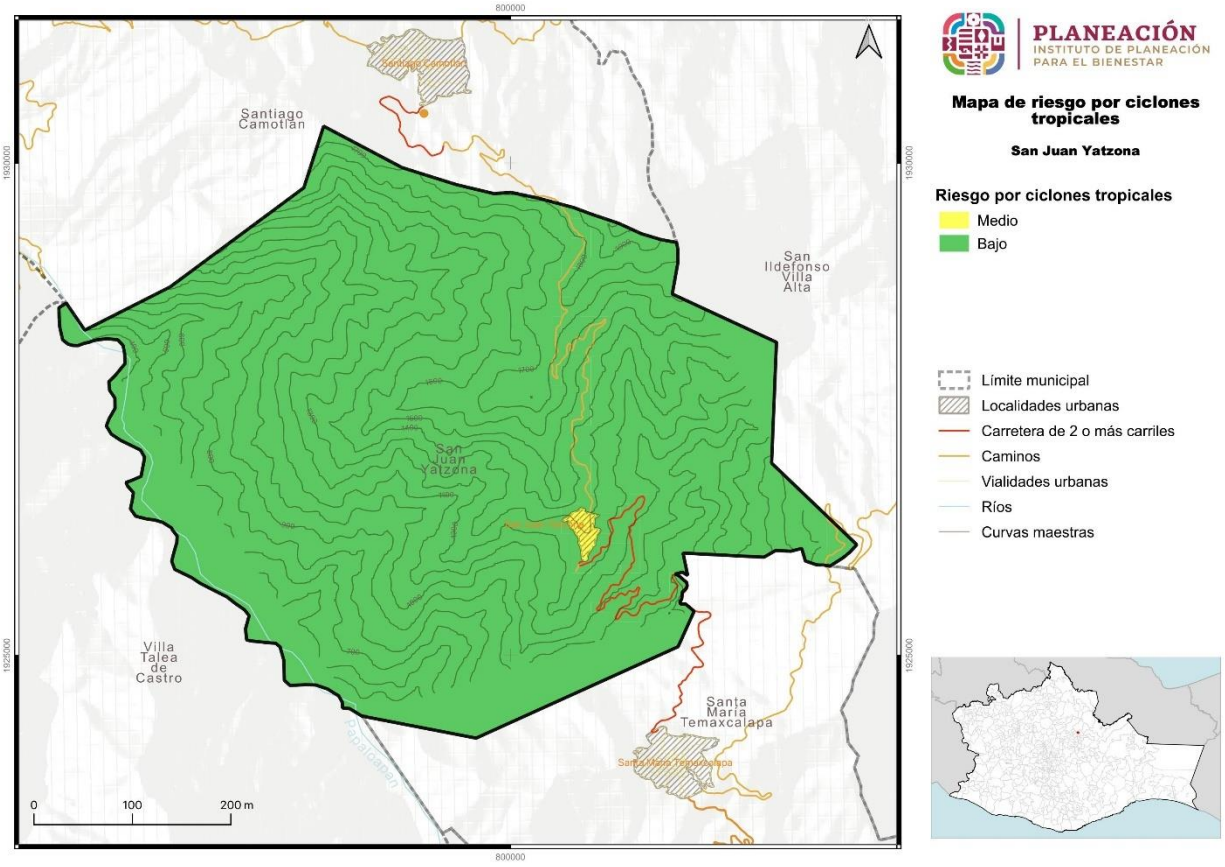
V.9.4.1 Riesgo por ciclones tropicales en el municipio

En lo relativo al riesgo por ciclones tropicales, el nivel de riesgo bajo es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en 2,905.38 has. que representan el 99.67% del territorio y se distribuye en la totalidad del mismo exceptuando la zona habitada; la única área catalogada con nivel de riesgo medio es donde se ubican los asentamientos humanos de la cabecera municipal que representa el 0.33% del territorio municipal que consiste en 9.69 has.

Tabla 41. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio

Riesgo por ciclones tropicales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	9.69	0.33
Bajo	2905.38	99.67

Mapa 171. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio



V.9.4.2 Riesgo por inundaciones costeras por marea de tormenta en el municipio*

(No aplica en este municipio)

V.9.5 Tormentas eléctricas

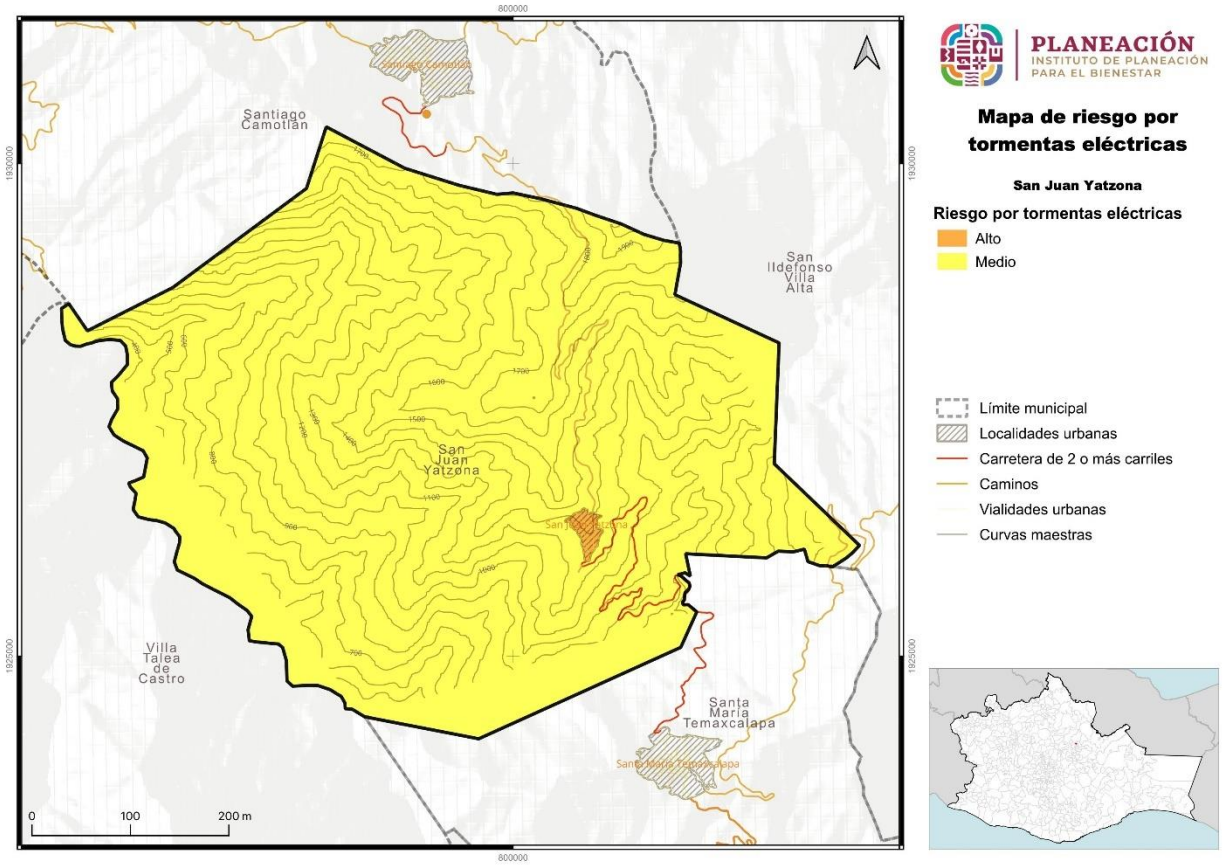
V.9.5.1. Riesgo por tormentas eléctricas

En lo relativo al riesgo por tormentas eléctricas, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en 2,905.38 has. que representan el 99.67% del territorio y se distribuye en la totalidad del mismo exceptuando la zona habitada; la única área catalogada con nivel de riesgo alto es donde se ubican los asentamientos humanos de la cabecera municipal que representa el 0.33% del territorio municipal que consiste en 9.69 has.

Tabla 42. Riesgo por tormentas eléctricas en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.69	0.33
Medio	2905.38	99.67

Mapa 172. Riesgo por tormentas eléctricas en el municipio



V.9.5.2. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

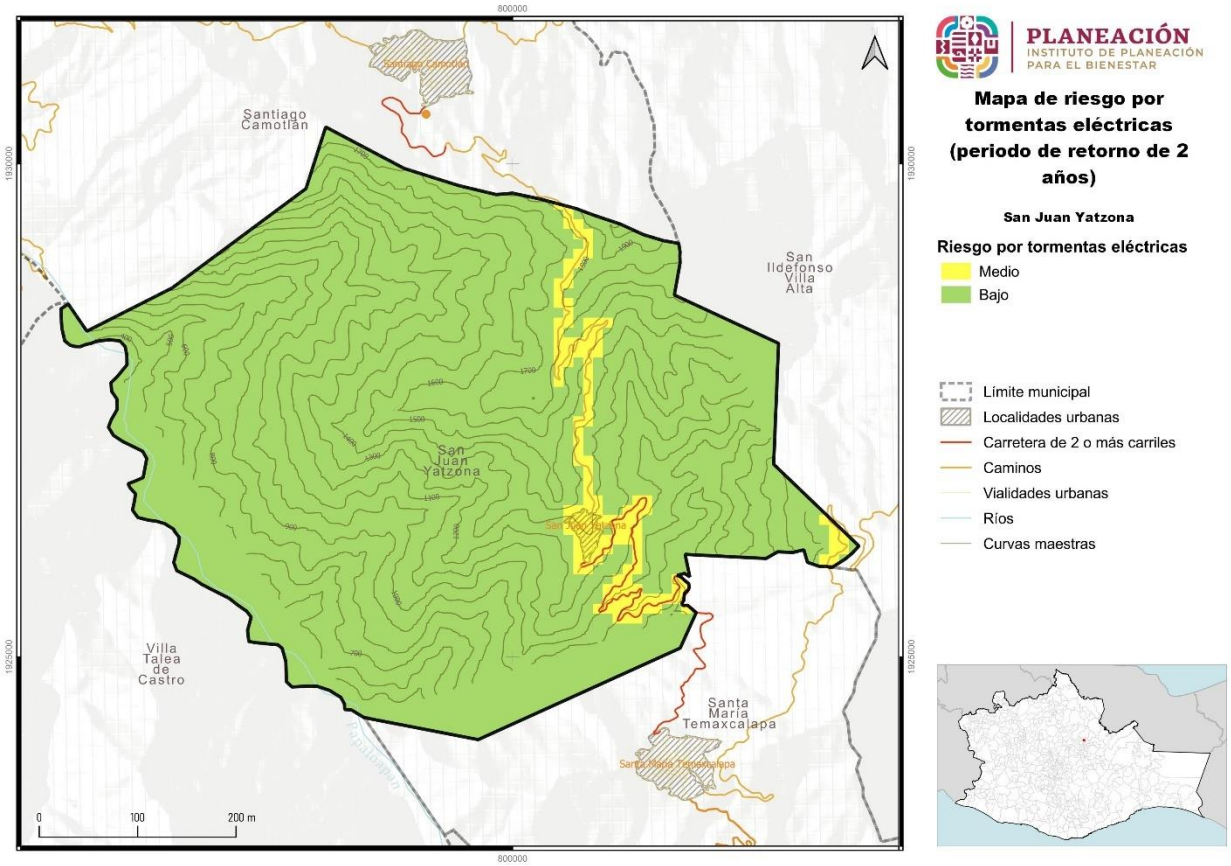
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de medio y bajo. El nivel medio se estima en el 4.75% del territorio municipal que suma 138.46 has. y que se localiza en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del

territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 43. 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	138.46	4.75
Bajo	2776.61	95.25

Mapa 173. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



V.9.5.3. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

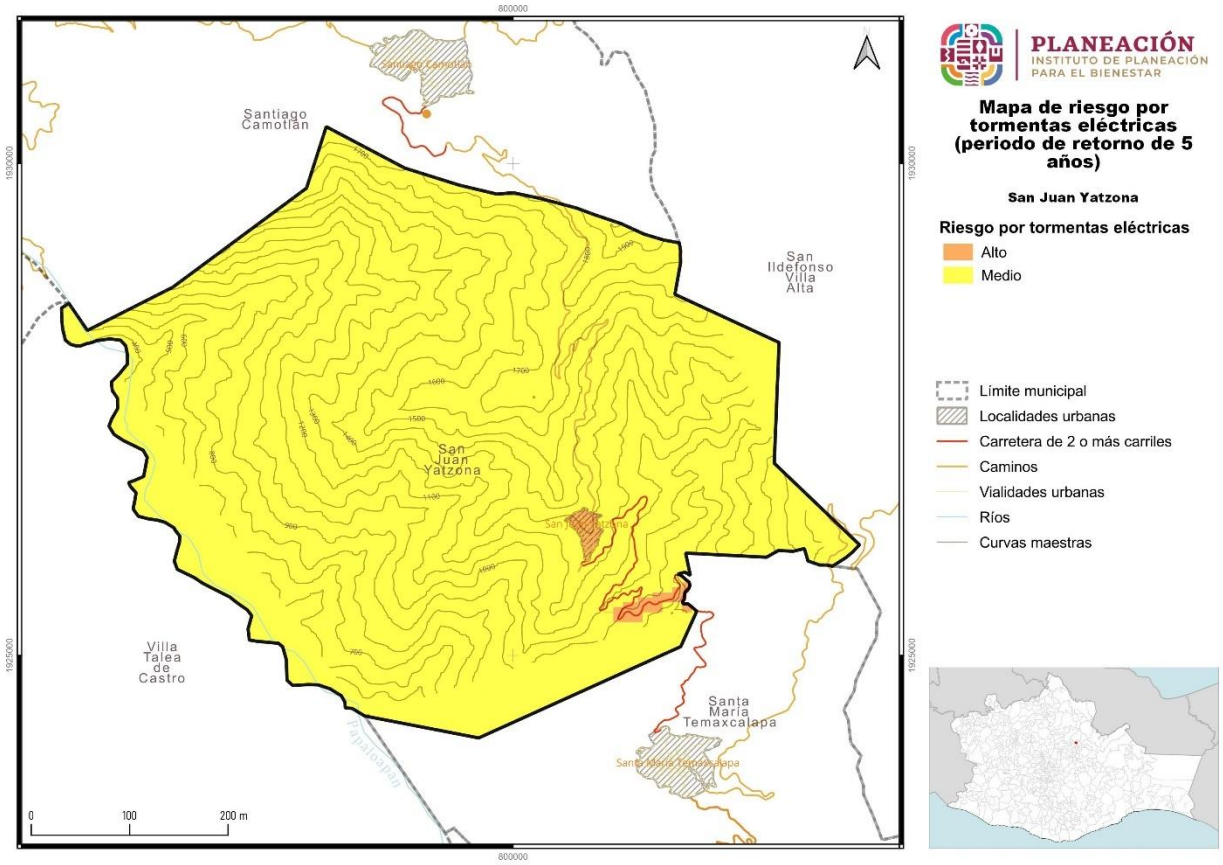
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de alto y medio. El nivel alto se estima en el 0.8%

del territorio municipal que suma 23.33 has. y que se localiza en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y el extremo sur de la carretera que conduce a ésta. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,891.74 has. que representan el 99.2% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 44. 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	23.33	0.8
Medio	2891.74	99.2

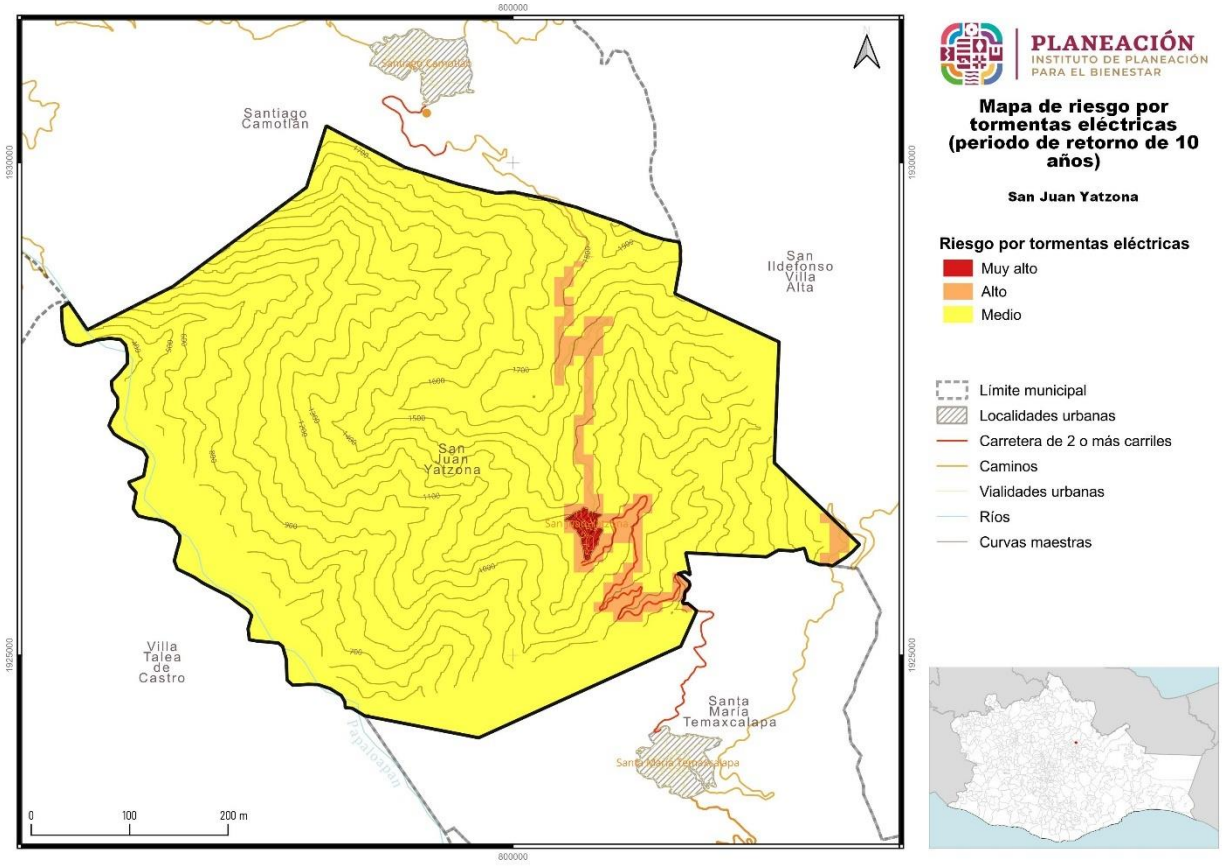
Mapa 174. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio



V.9.5.4 Riesgo por tormentas eléctricas periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 175. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de muy alto en 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio, mismas que se localizan la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 118.71 has. que representan el 4.07% del territorio y se localizan en áreas al extremo sudeste del municipio, en donde se ubica la carretera de acceso a la cabecera municipal y en áreas que rodean a ésta además de aproximadamente tres cuartas partes de la carretera a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,786.67 has. que representan el 95.59% distribuidas en el resto del territorio municipal.

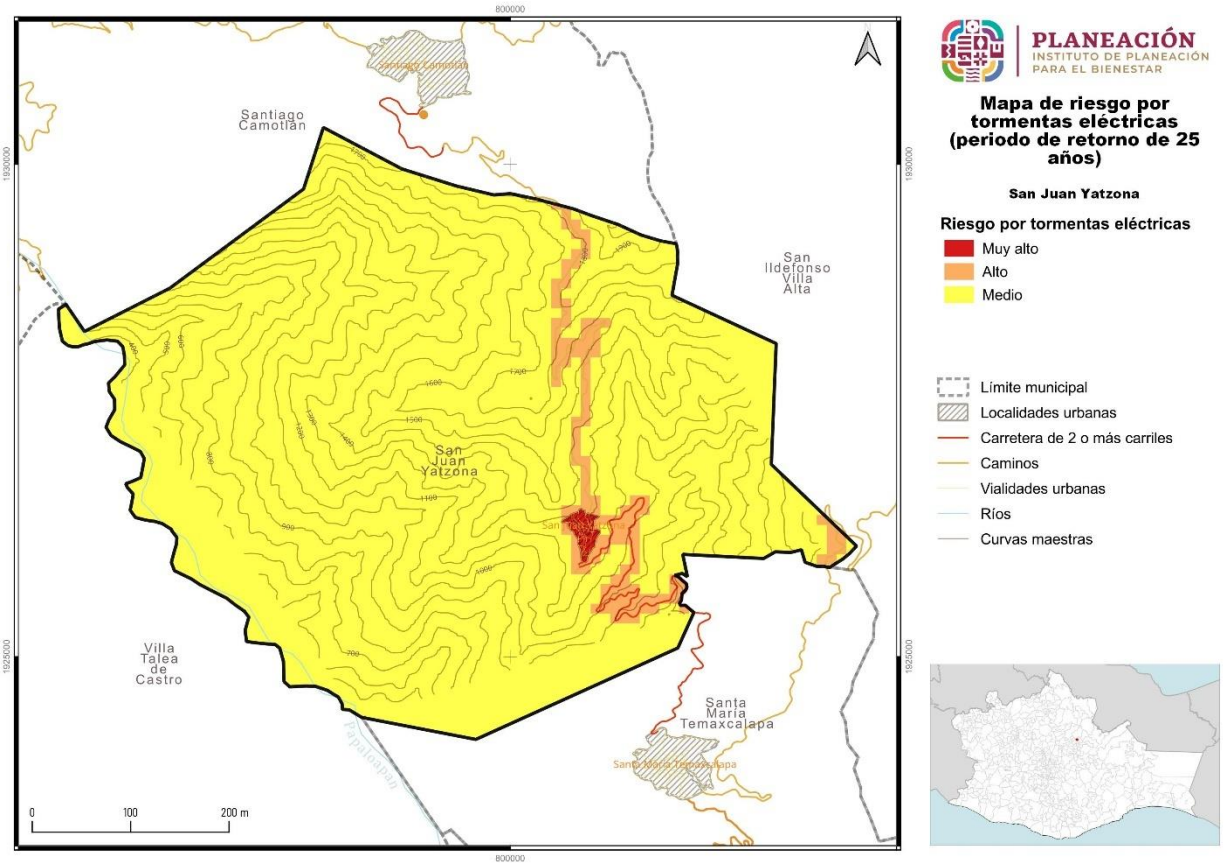
Tabla 45. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Riesgo por tormentas eléctricas (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	118.71	4.07
Medio	2786.67	95.59

V.9.5.5 Riesgo por tormentas eléctricas periodo de retorno de 25 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona

Mapa 176. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 25 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de muy alto en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio y se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 4.42% del territorio municipal que corresponde a 128.77 has. localizadas esencialmente en áreas que rodean la cabecera municipal, además del camino de acceso a ésta, el camino que conduce a Santiago Camotlán y en una pequeña zona al extremo sudeste de la demarcación municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 46. 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
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

V.9.5.6 Riesgo por tormentas eléctricas periodo de retorno de 50 años

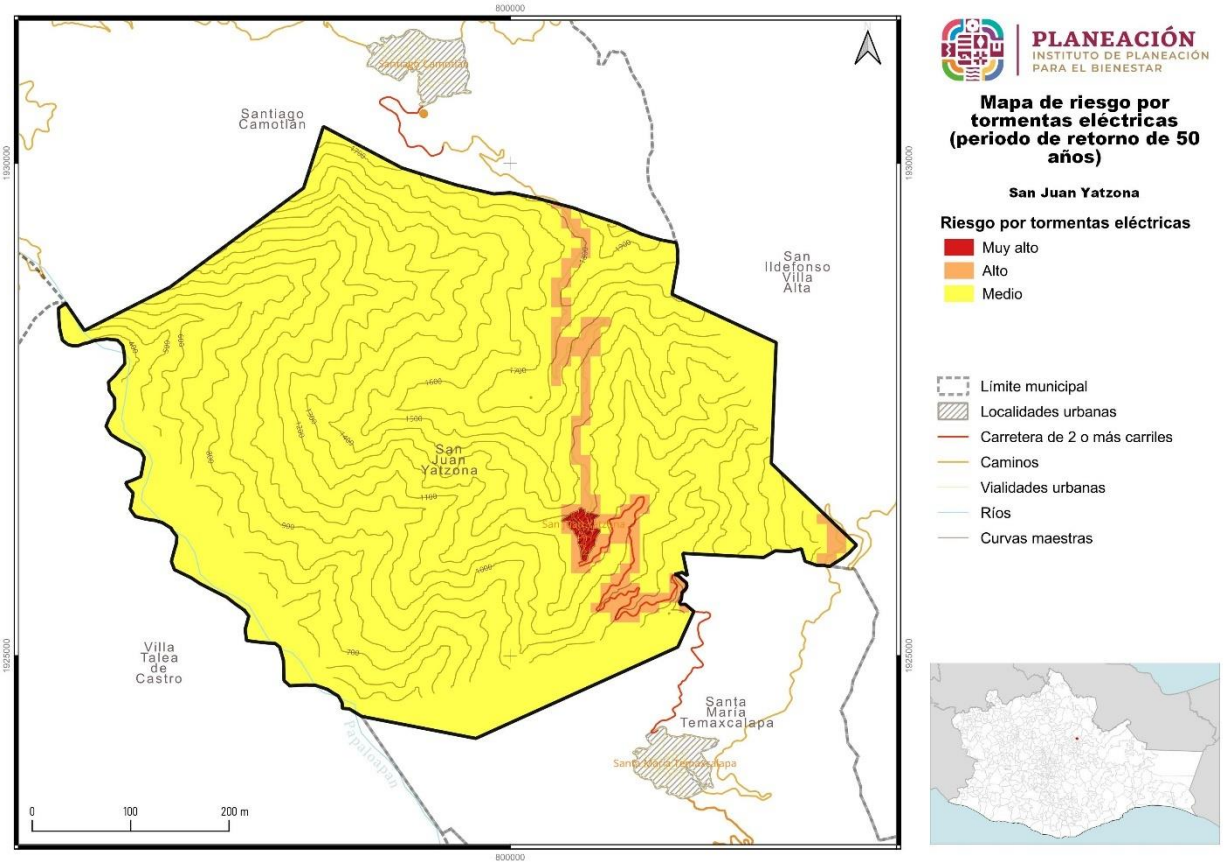
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de muy alto en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio y se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 4.42% del territorio municipal que corresponde a 128.77 has. localizadas esencialmente en áreas que rodean la cabecera municipal, además del camino de acceso a ésta, el camino que conduce a Santiago Camotlán y en una pequeña zona al extremo sudeste de la demarcación municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 47. 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	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

Mapa 177. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



V.9.5.7 Riesgo por tormentas eléctricas periodo de retorno de 100 años

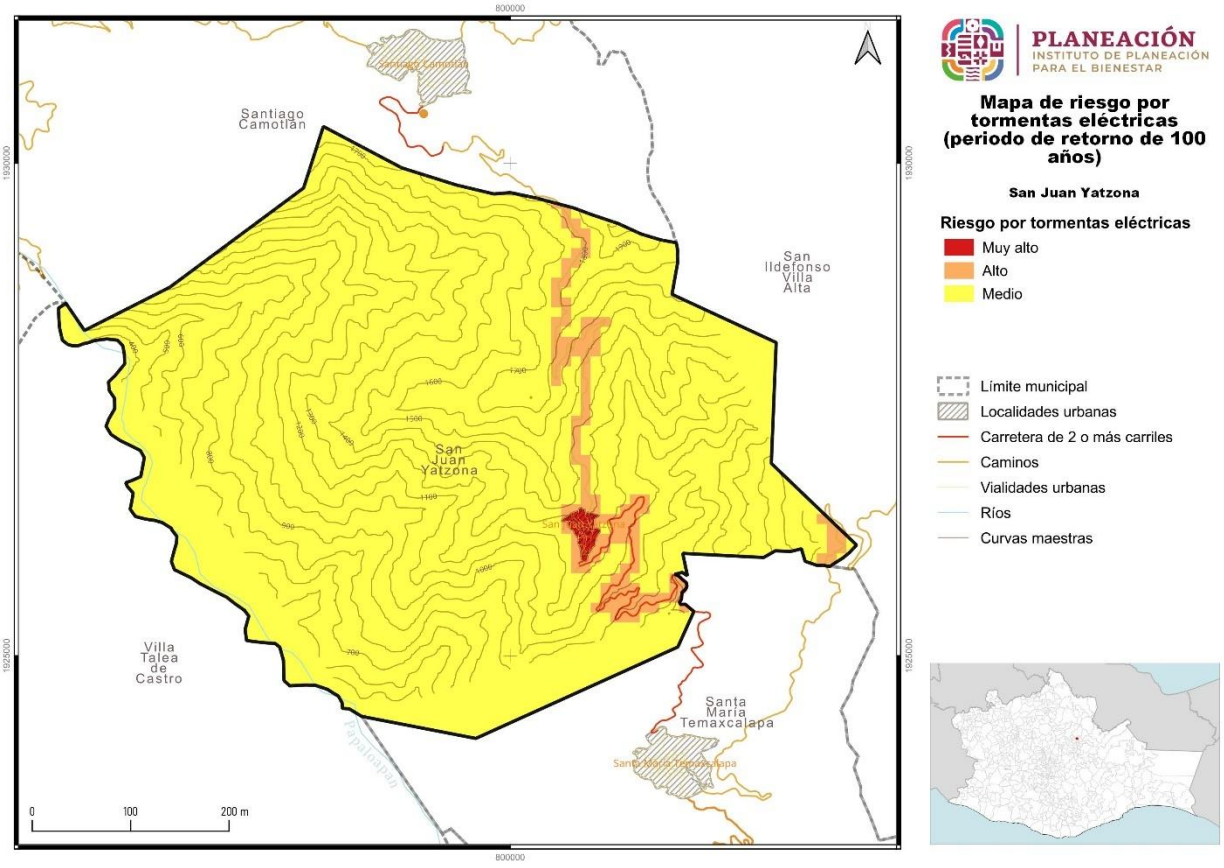
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas eléctricas que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, el riesgo por tormentas eléctricas muestra niveles de muy alto en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio y se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 4.42% del territorio municipal que corresponde a 128.77 has. localizadas esencialmente en áreas que rodean la cabecera municipal, además del camino de acceso a ésta, el camino que conduce a Santiago Camotlán y en una pequeña zona al extremo sudeste de la demarcación municipal. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 48. 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	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

Mapa 178. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



En relación a las distintas estimaciones presentadas de acuerdo a los diferentes periodos de retorno, se observa que la mayor parte del territorio tiene niveles de riesgo entre bajo y medio para los fenómenos hidrometeorológicos, sin embargo de acuerdo al análisis cartográfico destacan los niveles de riesgo alto y muy alto en áreas máximas de 4.42 y 0.33% de la superficie municipal respectivamente que sería de suma importancia reducir o mitigar, ya que, de acuerdo a las ubicaciones de este riesgo en los mapas, las zonas de afectación es la zona urbanizada del municipio o bien, las carreteras que comunican a ella.

Tabla 49. Riesgos en el municipio por fenómenos hidrometeorológicos

Riesgo por fenómenos hidrometeorológicos	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Inundaciones pluviales	1.49		98.32	0.33	
Precipitación máxima			95.25	4.42	0.33
Precipitación máxima para un PR 24 horas			95.25	4.42	0.33
Precipitación máxima para un PR 2 años			95.25	4.42	0.33
Precipitación máxima para un PR 5 años			95.25	4.42	0.33
Precipitación máxima para un PR 10 años			95.25	4.42	0.33
Precipitación máxima para un PR 25 años			95.25	4.42	0.33
Precipitación máxima para un PR 50 años			95.25	4.42	0.33
Inundaciones fluviales (No aplica)		99.67	0.33		
Inundaciones costeras (No aplica)			99.67	0.33	
Ciclones tropicales		95.25	4.75		
Tormentas eléctricas			99.20	0.80	
Tormentas eléctricas para un PR 2 años			99.59	4.07	0.33
Tormentas eléctricas para un PR 5 años			95.25	4.42	0.33
Tormentas eléctricas para un PR 10 años			95.25	4.42	0.33
Tormentas eléctricas para un PR 25 años			95.25	4.42	0.33
Tormentas eléctricas para un PR 50 años	1.49		98.32	0.33	
Tormentas eléctricas para un PR 100 años			95.25	4.42	0.33

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.9.6 Ondas gélidas

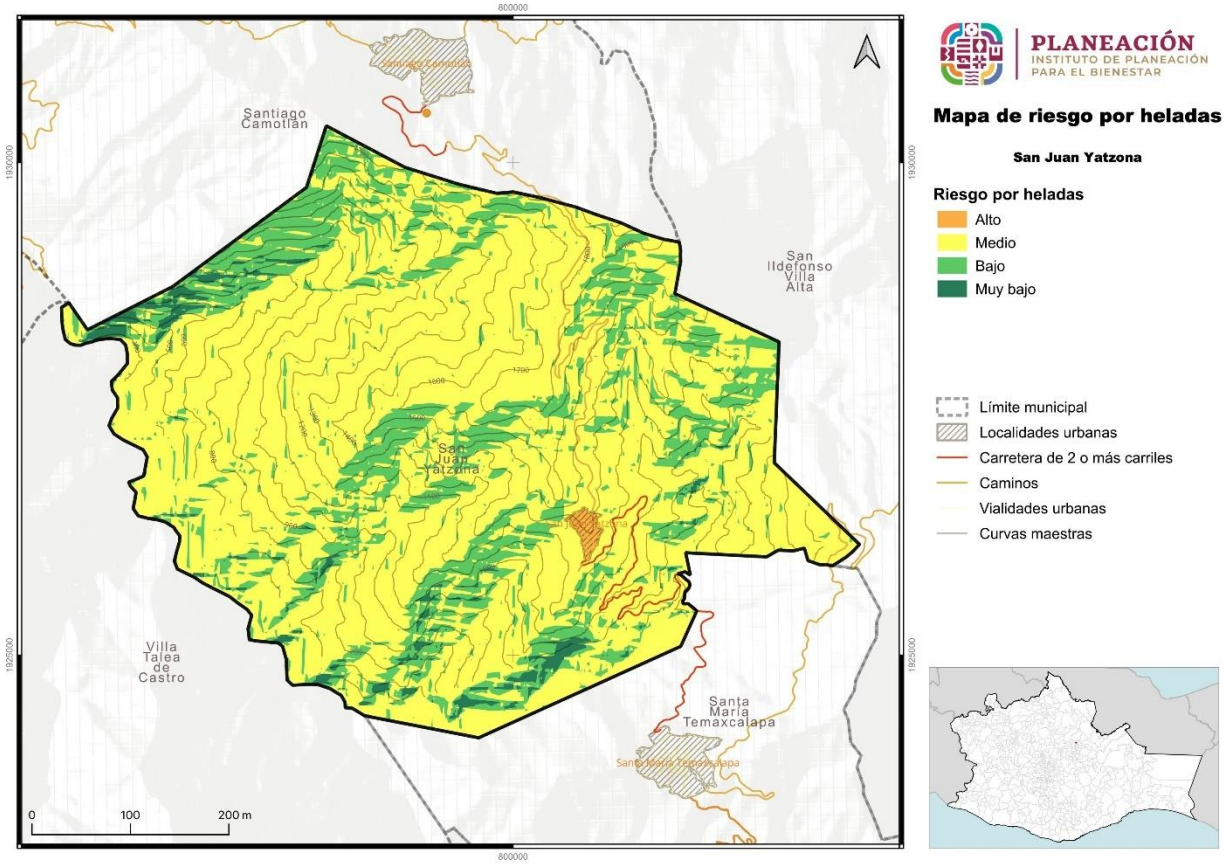
V.9.6.1 Riesgo por heladas o temperaturas mínimas

En lo relativo al riesgo por heladas, los niveles de riesgo son variados. El nivel predominante es el riesgo medio que se estima se presente en 2,165.65 has. que representan el 74.29% de la extensión municipal cubriendo la mayor parte de esta; el nivel de riesgo alto se estima que se presente en los lugares con asentamientos humanos cubriendo totalmente la localidad de San Juan Yatzona acumulando una cobertura del 0.33% del territorio municipal que equivale a 9.55 has. El nivel de riesgo bajo se estima en áreas asiladas y discontinuas localizadas en la parte sur, noreste y en el extremo norte-noroeste del territorio municipal, acumulando 667.45 has. que representan el 22.9% de la superficie total. Por último, el nivel de riesgo muy bajo se estima se presente principalmente al sur y extremo noroeste de la demarcación municipal, en áreas aisladas y discontinuas que suman 69.22 has. que representan el 2.37% del total del territorio municipal.

Tabla 50. Riesgo por heladas o temperaturas mínimas en el municipio

Riesgo por heladas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.55	0.33
Medio	2165.65	74.29
Bajo	667.45	22.9
Muy bajo	69.22	2.37

Mapa 179. Riesgo por heladas o temperaturas mínimas en el municipio



V.9.6.1 Riesgo por temperaturas mínimas en un periodo de retorno de 2 años

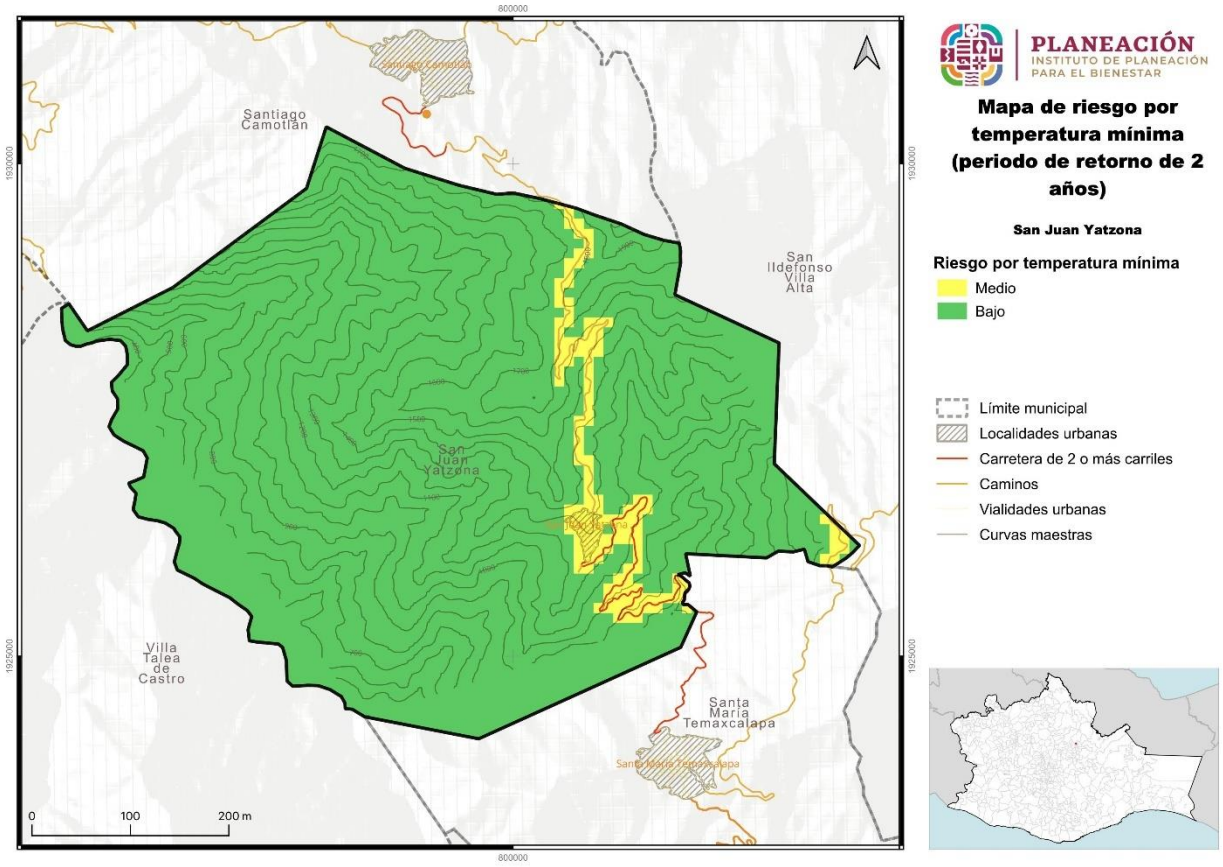
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de medio y bajo. El nivel medio se estima en el 4.75% del territorio municipal que suma 138.46 has. y que se localiza en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 51. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	138.46	4.75
Bajo	2776.61	95.25

Mapa 180. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



V.9.6.2 Riesgo por temperaturas mínimas en un periodo de retorno de 5 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

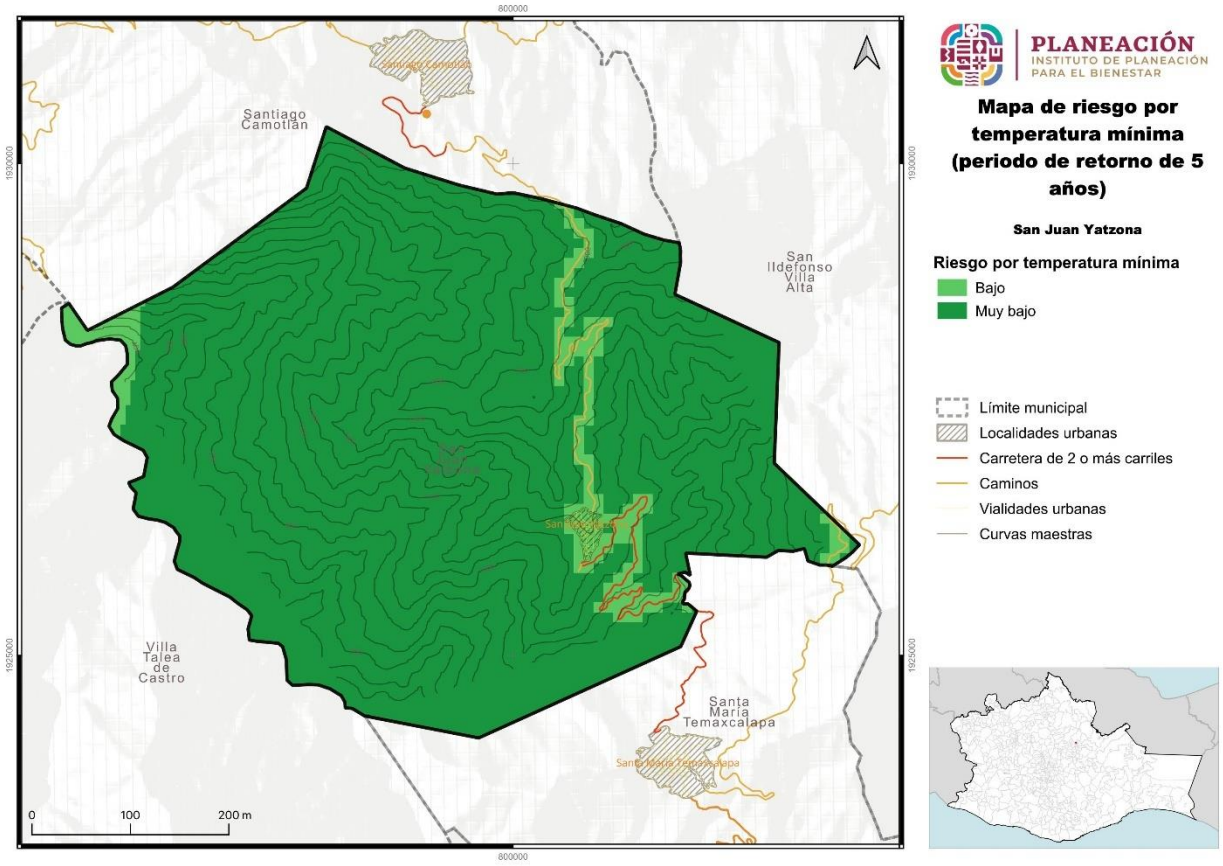
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en el 5.89% del territorio municipal que suma 171.63 has. y que se localiza en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a

Santiago Camotlán además de pequeñas áreas al extremo sudeste y oeste del municipio. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,743.45 has. que representan el 94.11% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 52. 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	171.63	5.89
Muy bajo	2743.45	94.11

Mapa 181. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

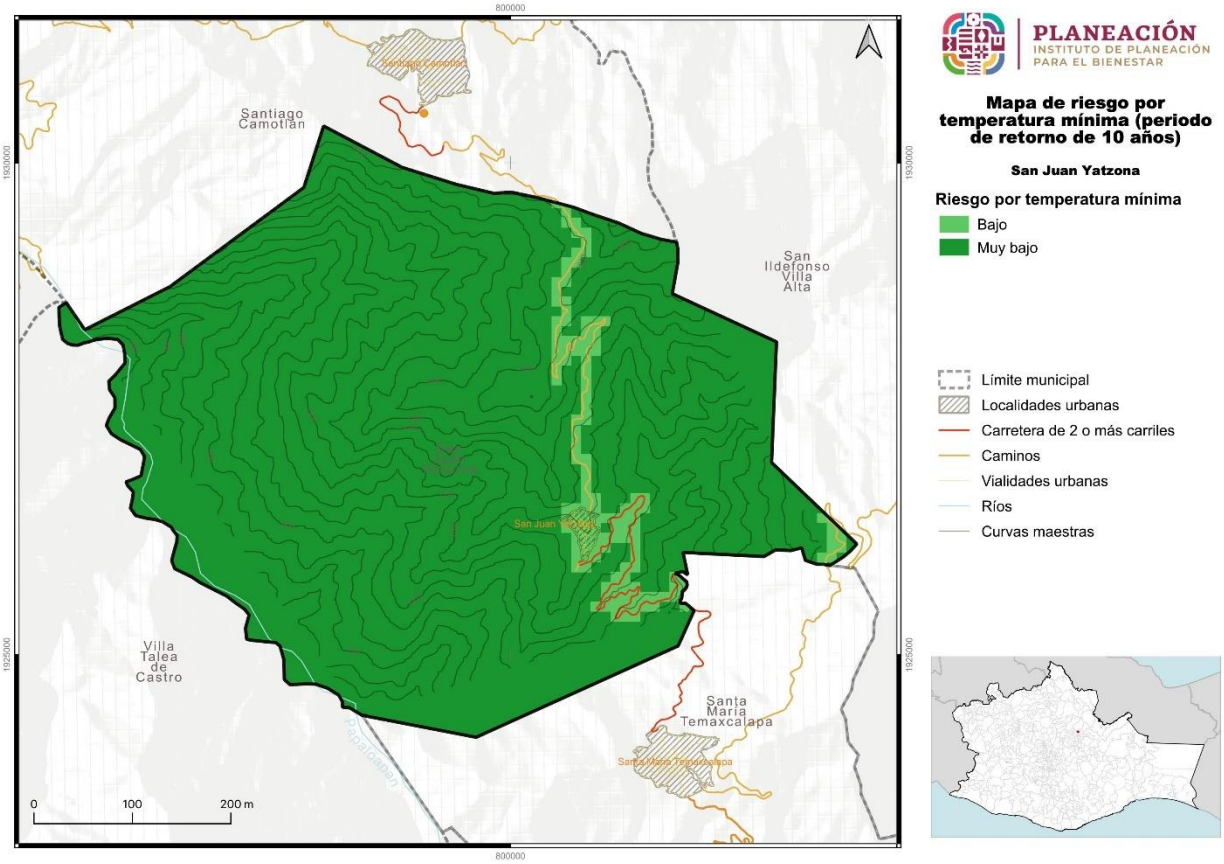


V.9.6.3 Riesgo por temperaturas mínimas en un periodo de retorno de 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se

indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 182. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en 138.46 has. que representan el 4.75% del territorio municipal y se localizan en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% del total y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

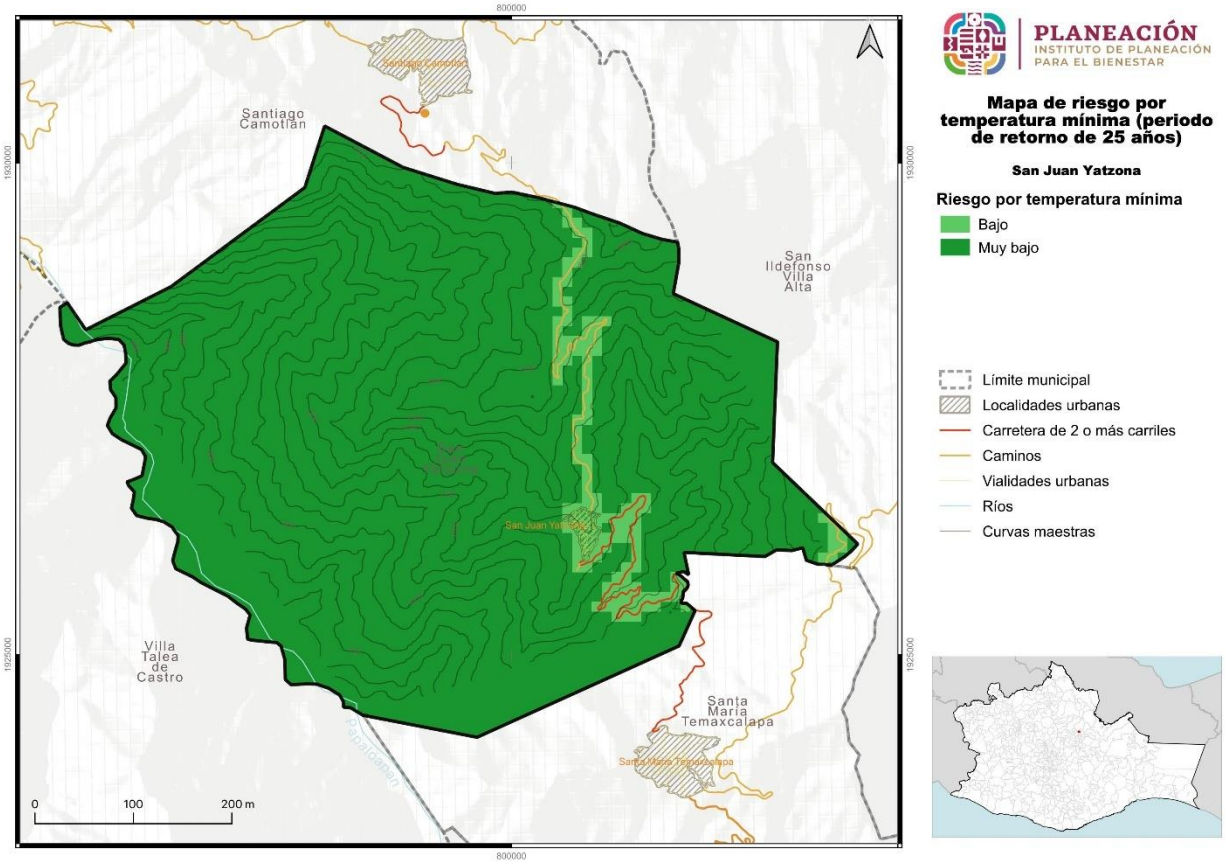
Tabla 53. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

V.9.6.4 Riesgo por temperaturas mínimas en un periodo de retorno de 25 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 183. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 25 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en 138.46 has. que representan el 4.75% del territorio municipal y se localizan en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% del total y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

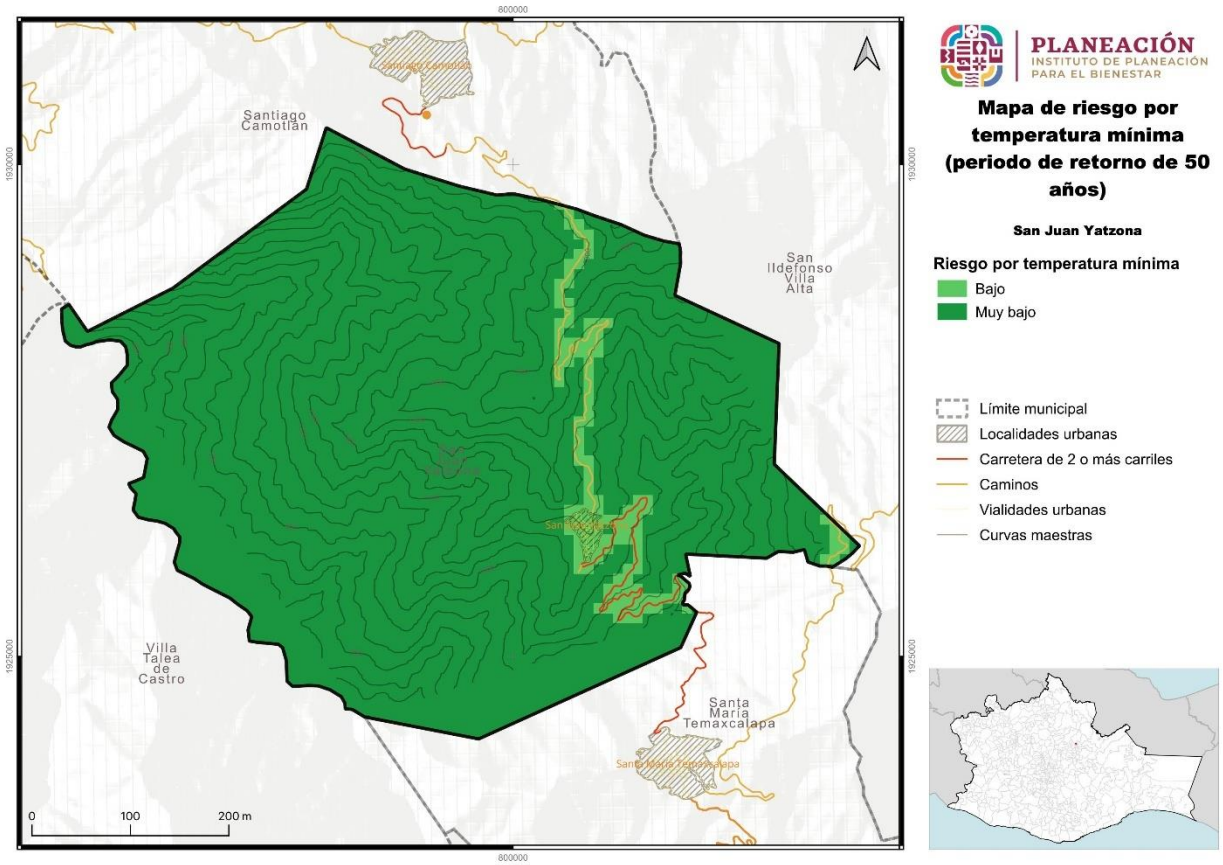
Tabla 54. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por temperatura mínima (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

V.9.6.5 Riesgo por temperaturas mínimas en un periodo de retorno de 50 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 184. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en 138.46 has. que representan el 4.75% del territorio municipal y se localizan en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor

la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% del total y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

Tabla 55. 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	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

V.9.6.6 Riesgo por temperaturas mínimas en un periodo de retorno de 100 años

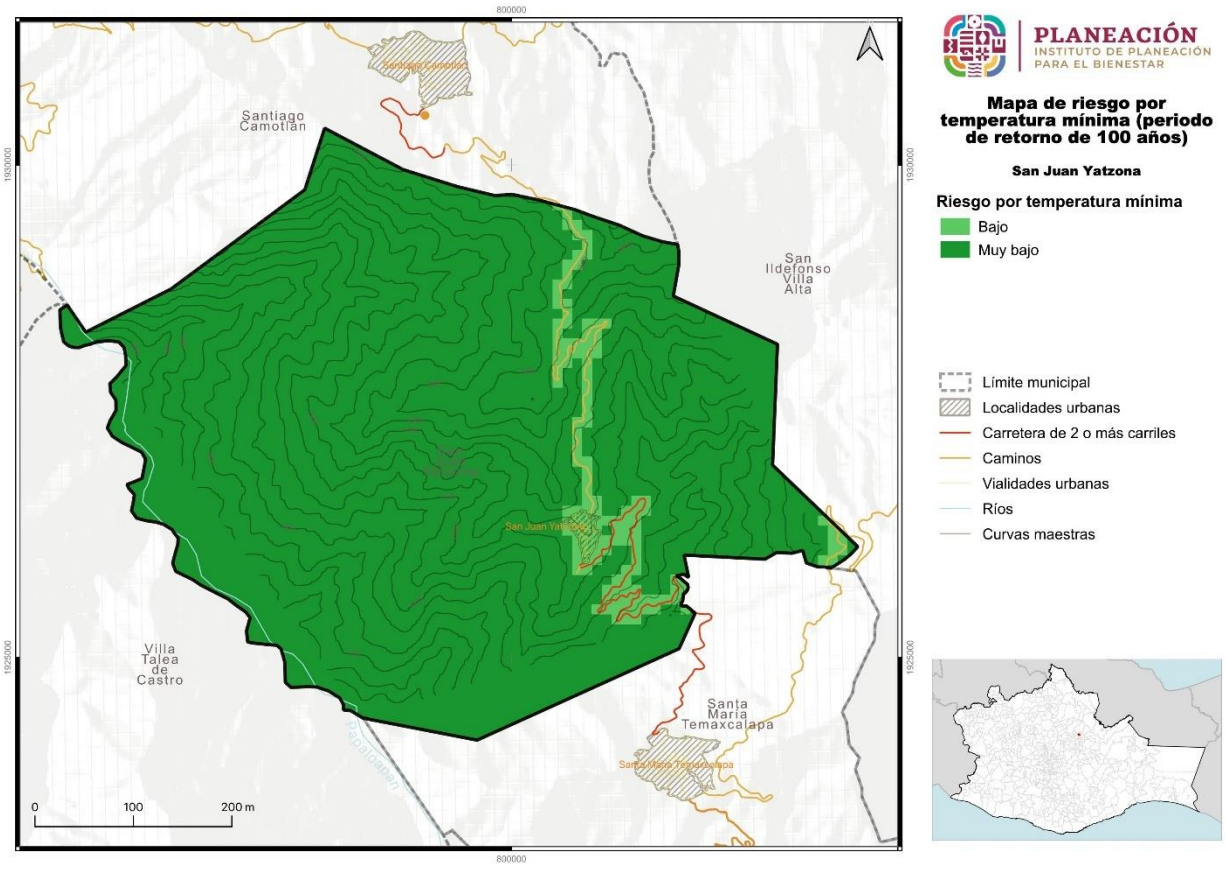
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas mínimas que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, el riesgo por temperaturas mínimas muestra niveles de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en 138.46 has. que representan el 4.75% del territorio municipal y se localizan en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% del total y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

Tabla 56. 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	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

Mapa 185. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



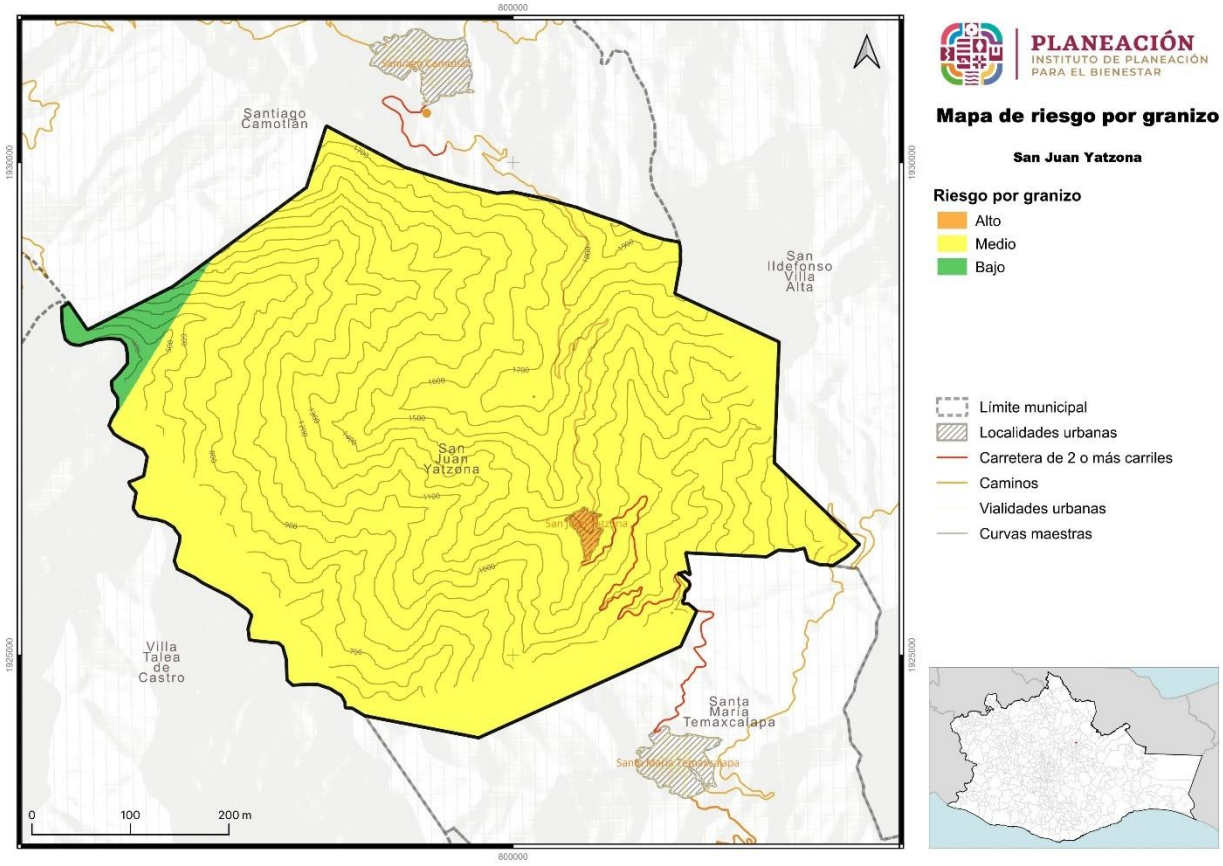
V.9.6.7 Riesgo por granizo

En lo relativo al riesgo por días de granizo y dadas las características eminentemente rurales del municipio, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 97.7% del territorio que equivalen a 2,847.98 has. localizándose en toda la demarcación exceptuando la cabecera municipal y un área al extremo oeste de la demarcación. El nivel de riesgo bajo que afectaría al 1.97% del territorio se localiza principalmente en un área de 57.4 has. al extremo oeste del municipio. Por último, el nivel de riesgo alto se estima en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% de la extensión municipal y que se estima afecte la totalidad del área urbanizada de San Juan Yatzona.

Tabla 57. Riesgo por tormentas de granizo en el municipio

Riesgo por granizo	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.69	0.33
Medio	2847.98	97.7
Bajo	57.4	1.97

Mapa 186. Riesgo por tormentas de granizo en el municipio



V.9.6.8 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

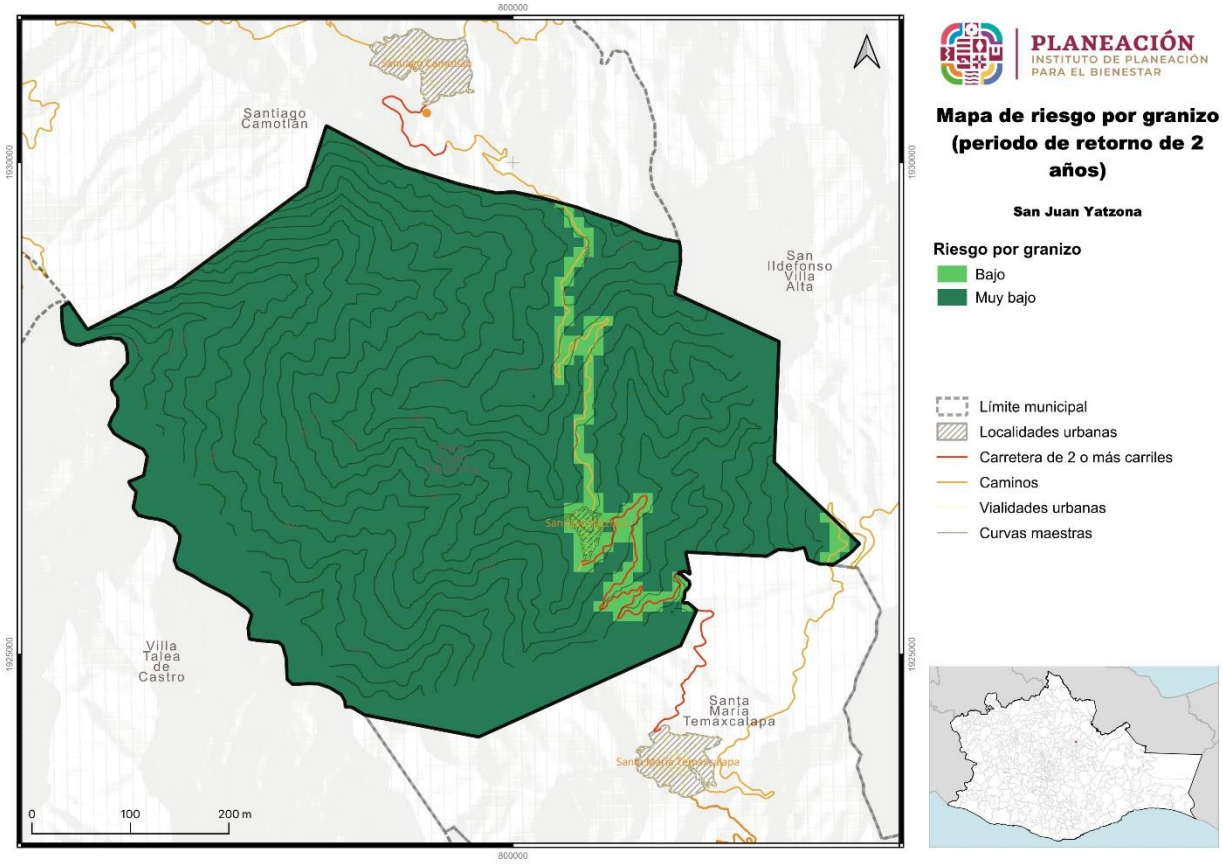
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de días de granizo que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por días de granizo muestra niveles de bajo y muy bajo. El nivel bajo se estima en 138.46 has. que representan el 4.75% del territorio municipal y se localizan en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio. En esta estimación dadas las características rurales del municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo muy bajo, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% del total y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

Tabla 58. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 2 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

Mapa 187. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



V.9.6.9 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

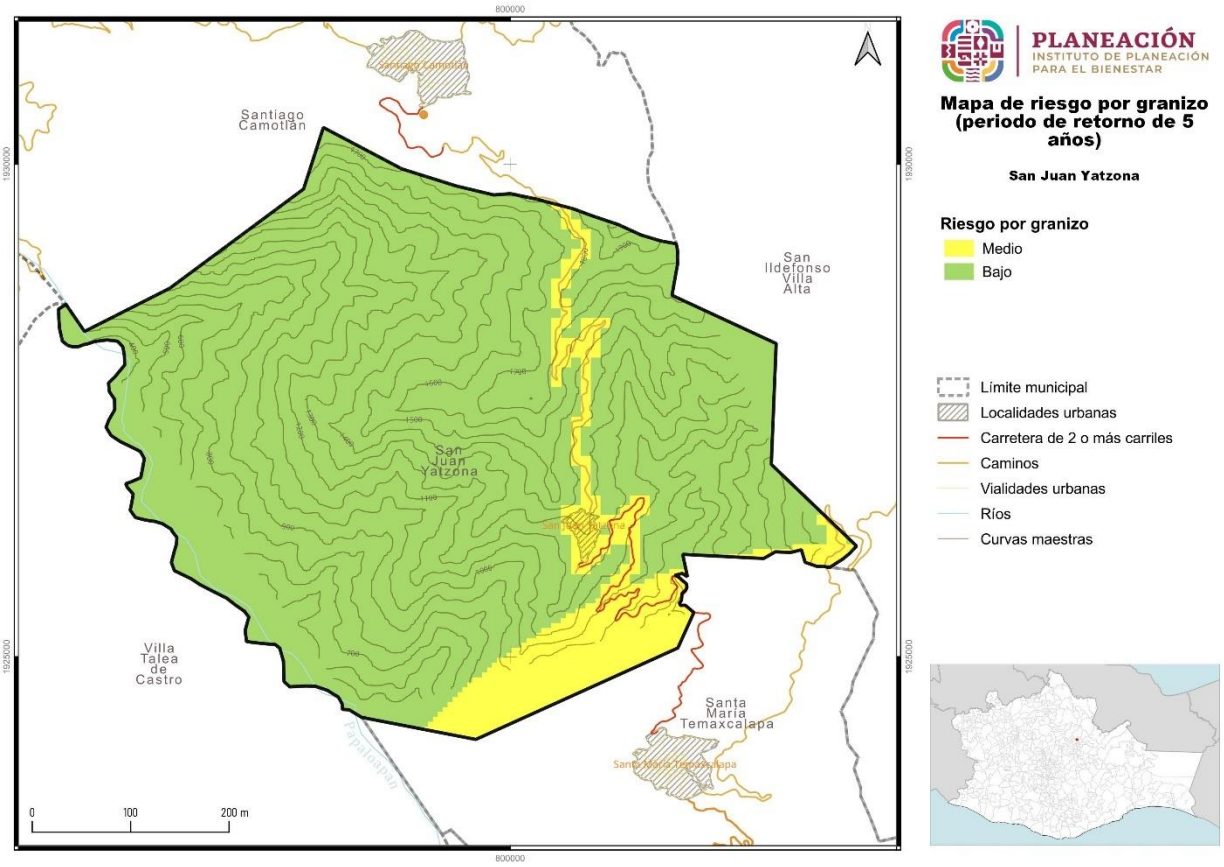
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles de medio y bajo. El nivel medio se estima en 311.36 has. que representan el 10.68% del territorio municipal y se localizan en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de un área que va del sur al sudeste en el límite territorial del municipio. En esta estimación dadas las características rurales del

municipio, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo bajo, ya que es de 2,603.71 has. que representan el 89.32% del total y se distribuyen en el resto del territorio municipal.

Tabla 59. 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	311.36	10.68
Bajo	2603.71	89.32

Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

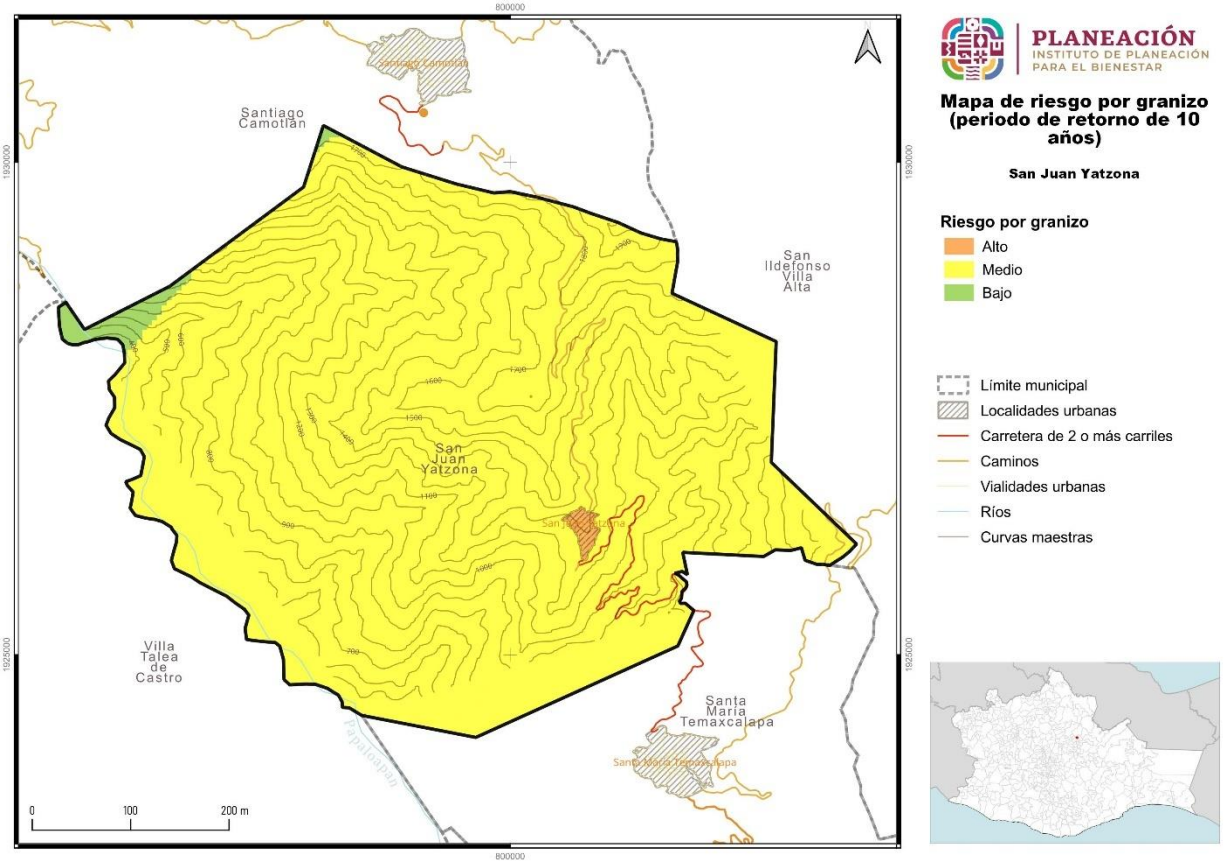


V.9.6.10 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se

indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 188. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles que van del alto al bajo. El nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 98.43% del territorio que equivalen a 2,869.43 has. Localizándose en toda la demarcación exceptuando la cabecera municipal y un área al extremo oeste de la demarcación. El nivel de riesgo bajo que afectaría al 1.23% del territorio se localiza principalmente en un área de 35.96 has. Al extremo oeste del municipio. Por último, el nivel de riesgo alto se estima en un área de 9.69 has. Que representan el 0.33% de la extensión municipal y que se estima afecte la totalidad del área urbanizada de San Juan Yatzona.

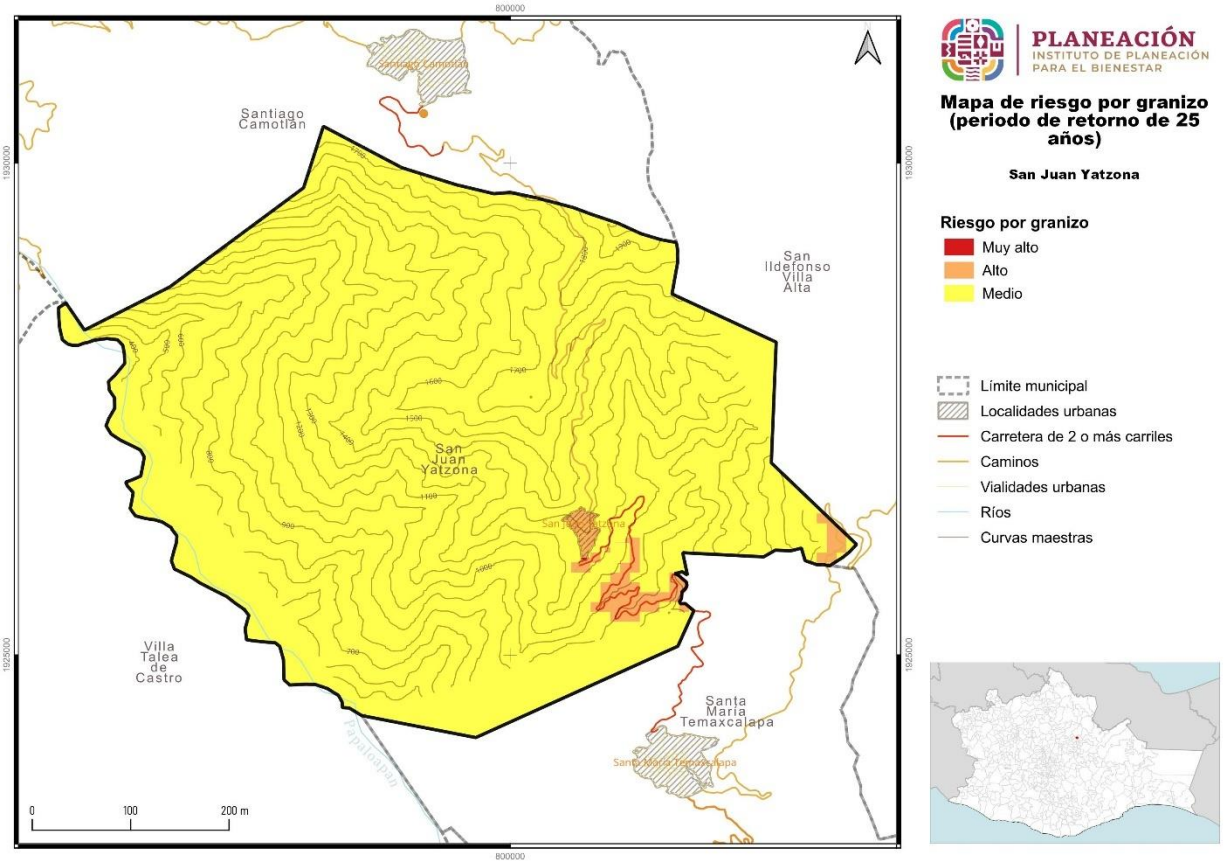
Tabla 60. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.69	0.33
Medio	2869.43	98.43
Bajo	35.96	1.23

V.9.6.11 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 189. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 25 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles de muy alto en 0.16 has. Que representan el 0.01% del territorio, mismas que se localizan en una pequeña área al sur de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 54.83 has. Que representan el 1.88% del territorio y se localizan en poco menos de la totalidad de la cabecera municipal, un área al sur que cubre la mayor parte de la carretera que conduce a ésta y una pequeña área al extremo este del municipio. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,860.08 has. Que representan el 98.11% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 61. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 25 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.16	0.01
Alto	54.83	1.88
Medio	2860.08	98.11

V.9.6.12 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio

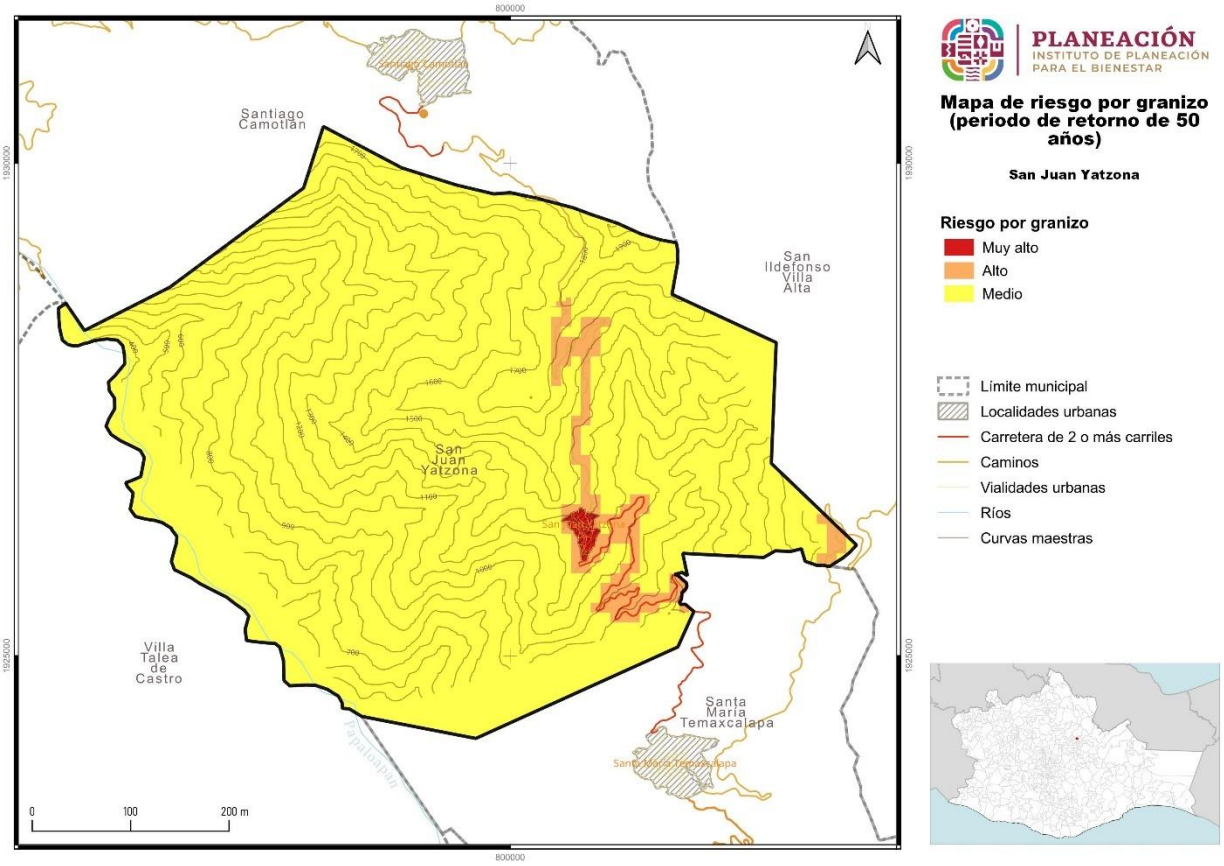
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles de muy alto en 9.69 has. Que representan el 0.33% del territorio, mismas que se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 113.11 has. Que representan el 3.88% del territorio y se localizan en áreas al extremo sudeste del municipio, en donde se ubica la carretera de acceso a la cabecera municipal y en áreas que rodean a ésta además de aproximadamente tres cuartas partes de la carretera a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,792.28 has. Que representan el 95.79% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 62. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 50 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	113.11	3.88
Medio	2792.28	95.79

Mapa 190. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



V.9.6.13 Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

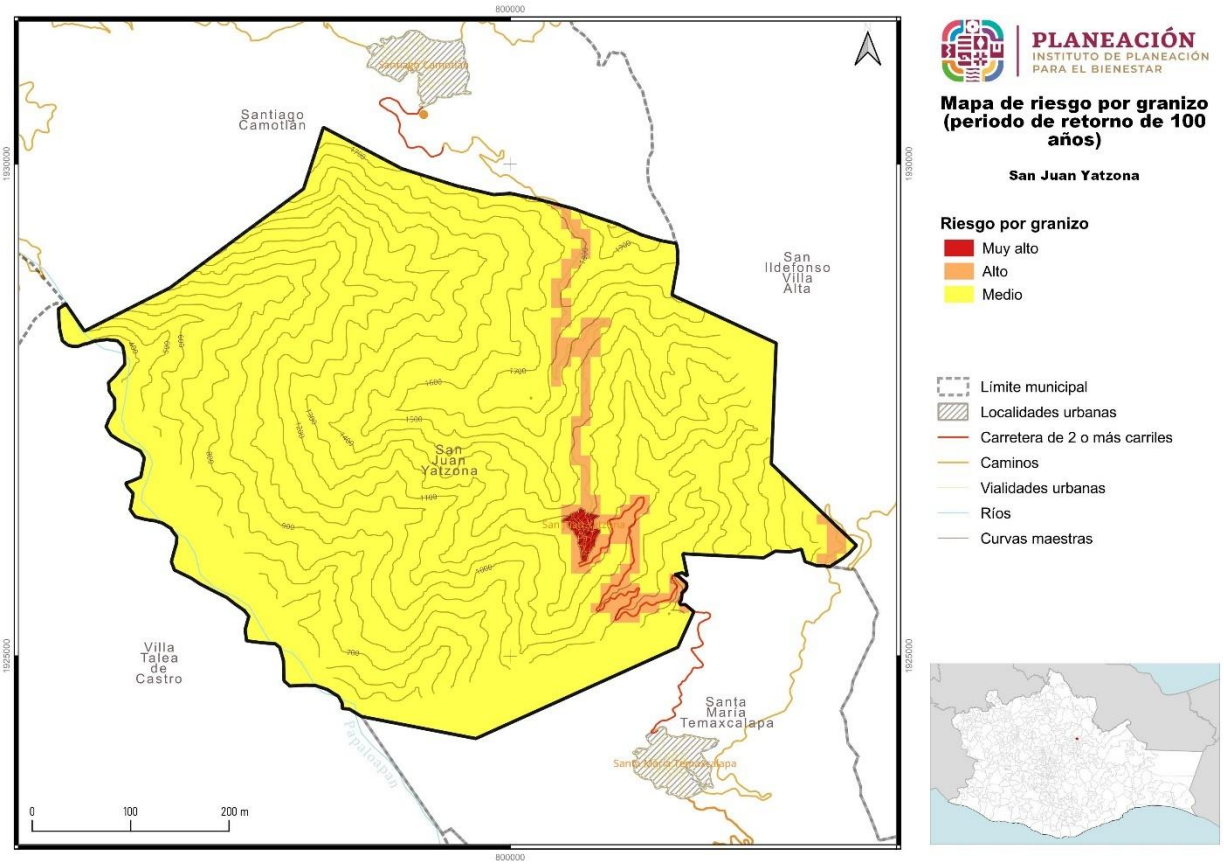
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de tormentas de granizo que pueden impactar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, el riesgo por tormentas de granizo muestra niveles de muy alto en 9.69 has. Que representan el 0.33% del territorio, mismas que se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 128.77 has. Que representan el 4.42% del territorio y se localizan en áreas al extremo sudeste del municipio, en donde se ubica la carretera de acceso a la cabecera municipal y en áreas que rodean a ésta, además de la carretera que conduce a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. Que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 63. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio

Riesgo por granizo (PR 100 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

Mapa 191. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



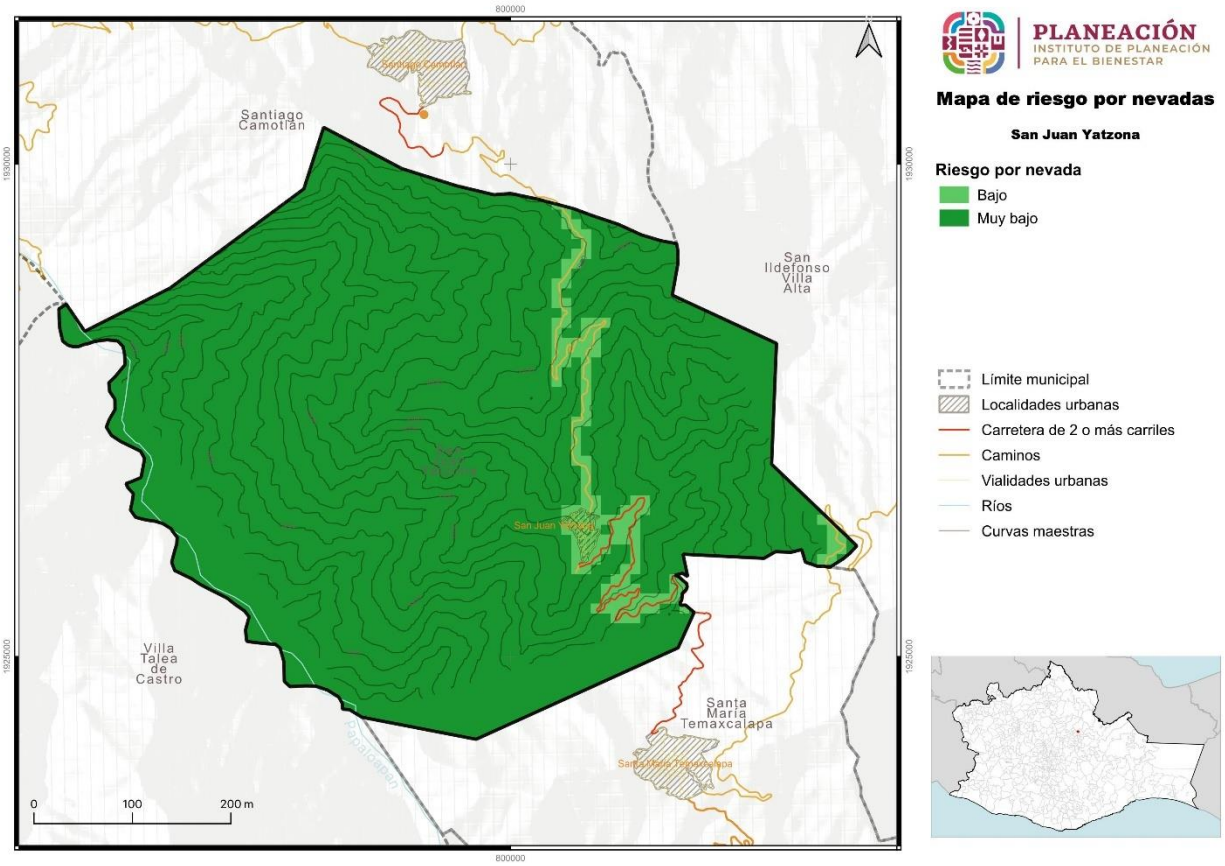
V.9.6.14 Riesgo por nevadas

En lo relativo a los niveles de riesgo por nevadas en el municipio únicamente se estiman del bajo al muy bajo, predominando el segundo, ya que se calcula impacte en el 95.25% (2,776.61 has.) del territorio, ubicándolo en toda la demarcación municipal exceptuando la cabecera municipal y los caminos que conducen a ésta y a Santiago Camotlán. En cobertura de afectación le sigue el nivel bajo que afectaría al 4.75% (138.46 has.) del territorio y que se localiza en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio.

Tabla 64. Riesgo por nevadas en el municipio

Riesgo por nevadas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

Mapa 192. Riesgo por nevadas en el municipio



Con relación a las distintas estimaciones presentadas de acuerdo a los diferentes periodos de retorno, se observa que la mayor parte del territorio tiene niveles de riesgo entre muy bajo y medio para los fenómenos por ondas gélidas, sin embargo de acuerdo al análisis cartográfico destacan los niveles de riesgo alto y muy alto en áreas máximas de 4.42% y 0.33% de la superficie municipal respectivamente que sería de suma importancia reducir o mitigar, ya que, de acuerdo a las ubicaciones de este riesgo en los mapas, las zonas de afectación es la zona urbanizada del municipio o bien, las carreteras que comunican a ella.

Tabla 65. Riesgos en el municipio por ondas gélidas

Riesgo por ondas gélidas	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Heladas por temperaturas mínimas	2.37	22.90	74.29	0.33	
Temperaturas mínimas para un PR 2 años		95.25	4.75		
Temperaturas mínimas para un PR 5 años	94.11	5.89			
Temperaturas mínimas para un PR 10 años	95.25	4.75			
Temperaturas mínimas para un PR 25 años	95.25	4.75			
Temperaturas mínimas para un PR 50 años	95.25	4.75			
Temperaturas mínimas para un PR 100 años	95.25	4.75			
Tormentas de granizo		1.97	97.70	0.33	
Tormentas de granizo para un PR 2 años	95.25	4.75			
Tormentas de granizo para un PR 5 años		89.32	10.68		
Tormentas de granizo para un PR 10 años		1.23	98.43	0.33	
Tormentas de granizo para un PR 25 años			98.11	1.88	0.01
Tormentas de granizo para un PR 50 años			95.79	3.88	0.33
Tormentas de granizo para un PR 100 años			95.25	4.42	0.33
Nevadas	95.25	4.75			

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.9.7 Ondas cálidas

Una onda calor, se define como el periodo de más de tres días consecutivos con temperaturas por arriba del promedio, esto aplica tanto para las temperaturas máximas (las que se registran entre las 14:00 y 16:00 horas) como para las mínimas (entre las 05:00 y 07:00 horas).

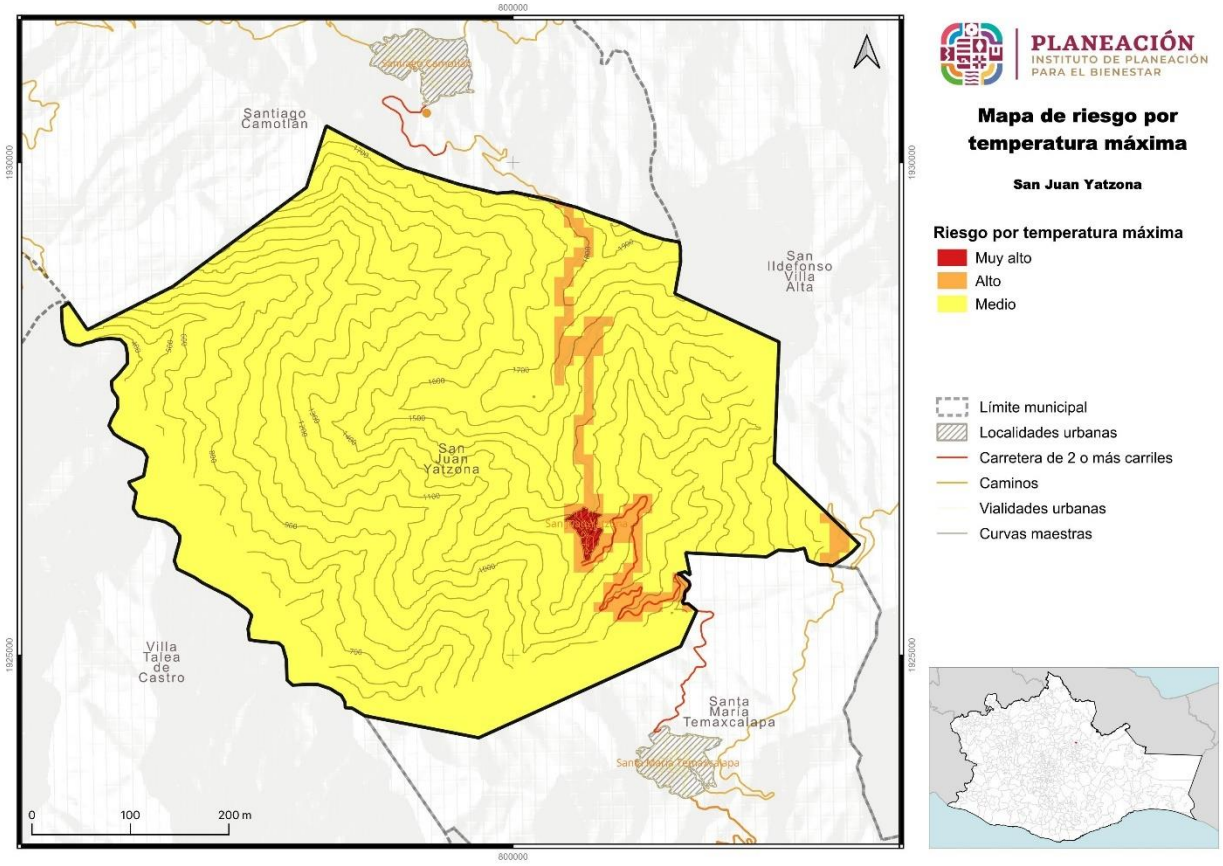
V.9.7.1 Riesgo por temperaturas máximas extremas

En lo relativo al riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor, la estimación muestra niveles de muy alto en un área de 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio y se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del riesgo alto, este se localiza en 4.42% del territorio municipal que corresponde a 128.77 has. y se ubican esencialmente en áreas que rodean la cabecera municipal, además del camino de acceso a ésta, el camino que conduce a Santiago Camotlán y en una pequeña zona al extremo sudeste de la demarcación municipal. Por último, es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 66. Riesgo por temperaturas máximas en el municipio

Riesgo por temperatura máxima	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

Mapa 193. Riesgo por temperaturas máximas en el municipio



V.9.7.2 Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 2 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 50 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

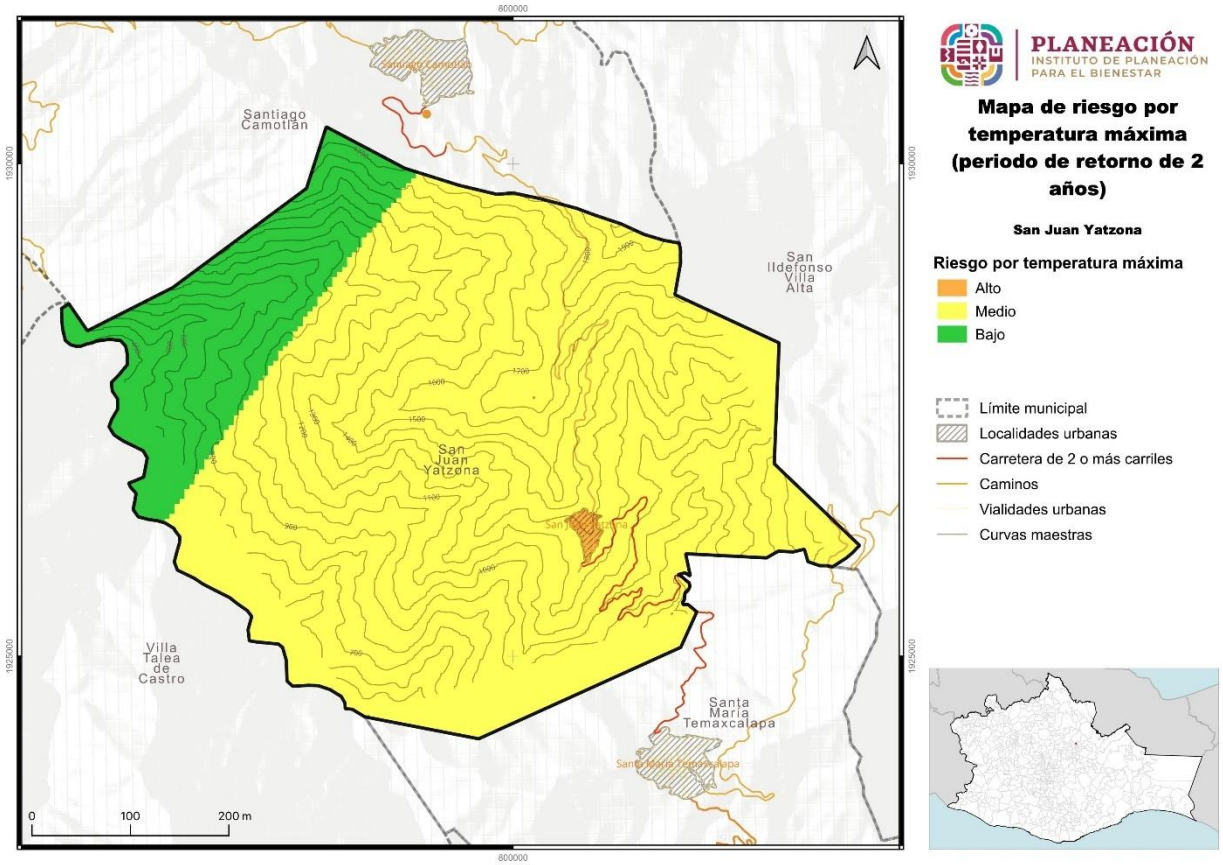
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 2 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles que van del alto al bajo. El nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 83.68% del territorio que equivalen a 2,439.27 has. localizándose en toda la demarcación exceptuando la cabecera municipal y un área al extremo noroeste de la demarcación. El nivel de riesgo bajo que afectaría al 15.99% % del territorio se localiza principalmente en un área de 466.12 has. al extremo noroeste del municipio. Por último, el nivel de riesgo alto se estima en un

área de 9.69 has. que representan el 0.33% de la extensión municipal y que se estima afecte la totalidad del área urbanizada de San Juan Yatzona.

Tabla 67. 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	9.69	0.33
Medio	2439.27	83.68
Bajo	466.12	15.99

Mapa 194. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio



V.9.7.3 Riesgo por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 5 años

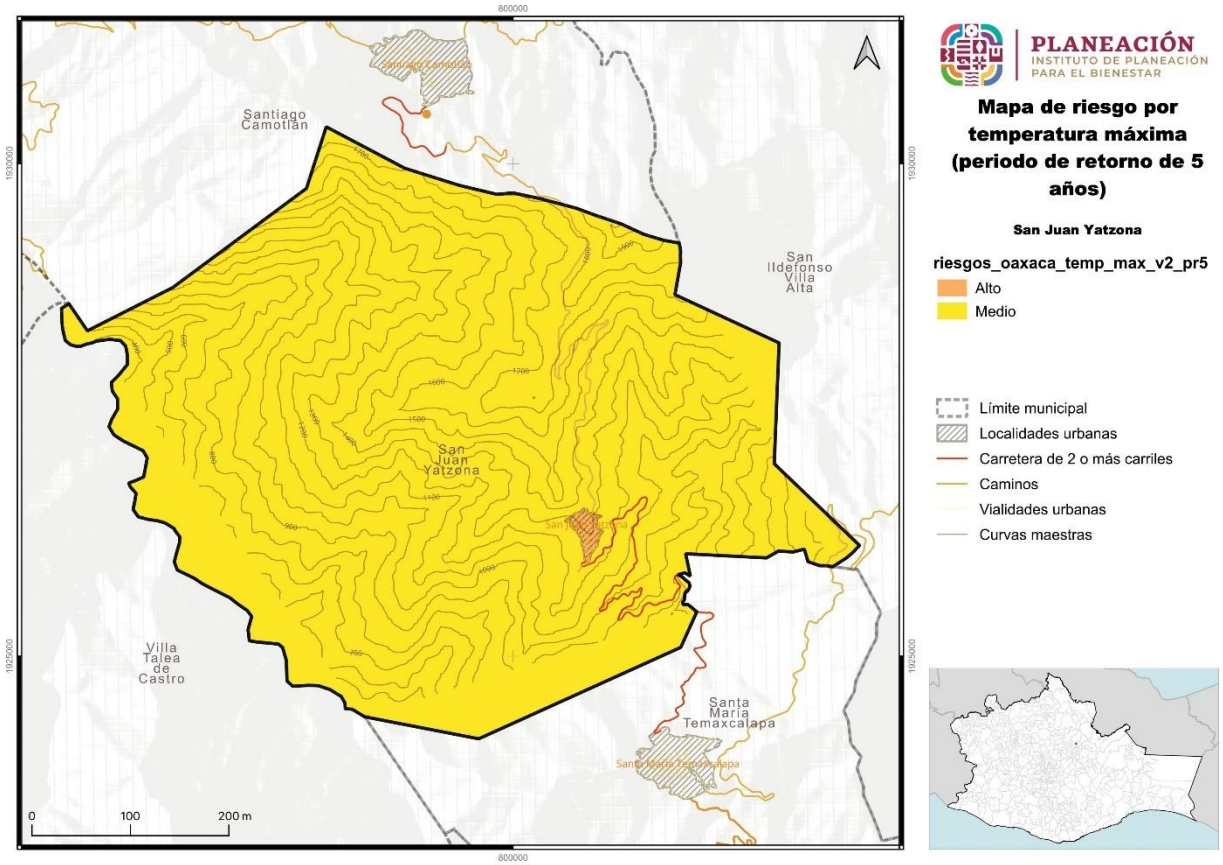
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 5 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 20 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 5 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de medio y bajo. El nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en 2,905.39 has. que representan el 99.67% del territorio y se distribuye en la totalidad del mismo exceptuando la zona habitada; la única área catalogada con nivel de riesgo alto es donde se ubican los asentamientos humanos de la cabecera municipal que representa el 0.33% del territorio municipal que consiste en 9.69 has.

Tabla 68. 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
Alto	9.69	0.33
Medio	2905.39	99.67

Mapa 195. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio

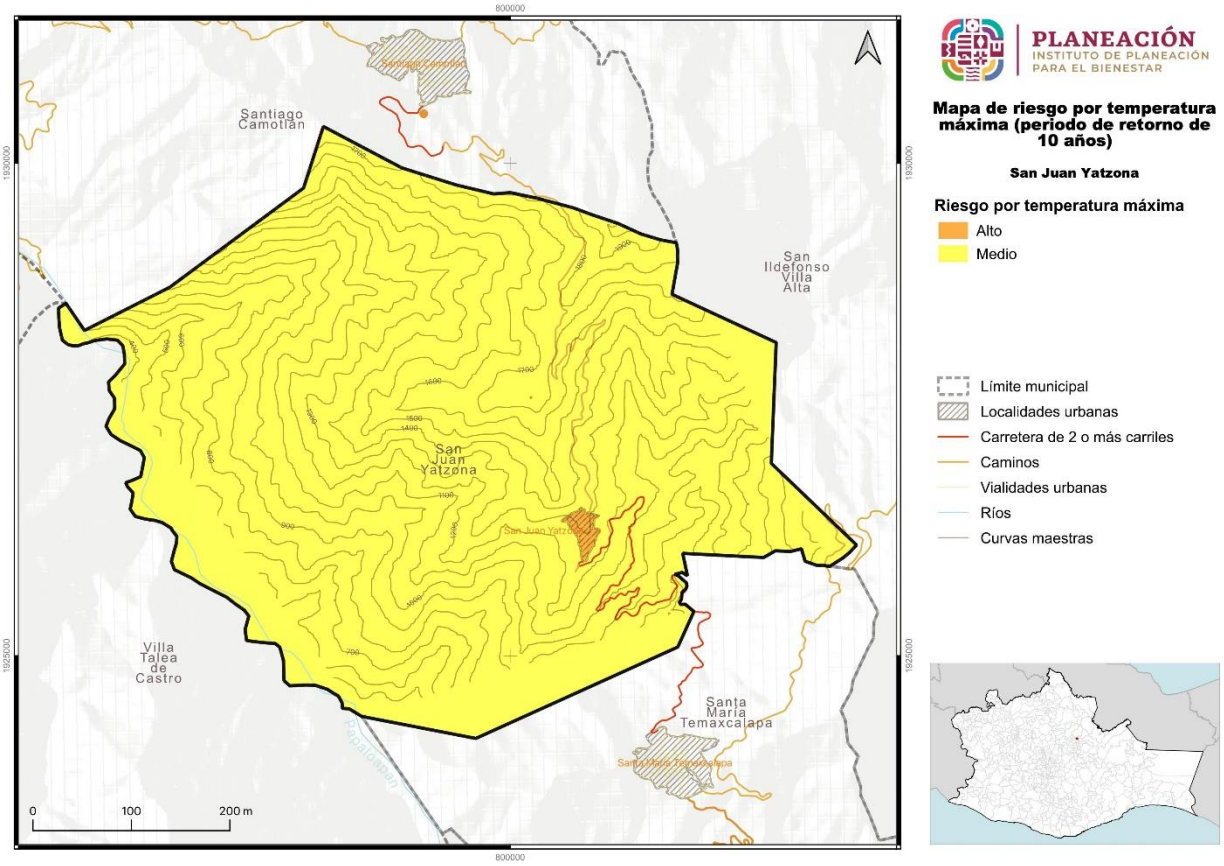


V.9.7.4 Riesgo por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 10 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 10 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 10 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se

indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 196. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 10 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de medio y bajo. El nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en 2,905.39 has. que representan el 99.67% del territorio y se distribuye en la totalidad del mismo exceptuando la zona habitada; la única área catalogada con nivel de riesgo alto es donde se ubican los asentamientos humanos de la cabecera municipal que representa el 0.33% del territorio municipal que consiste en 9.69 has..

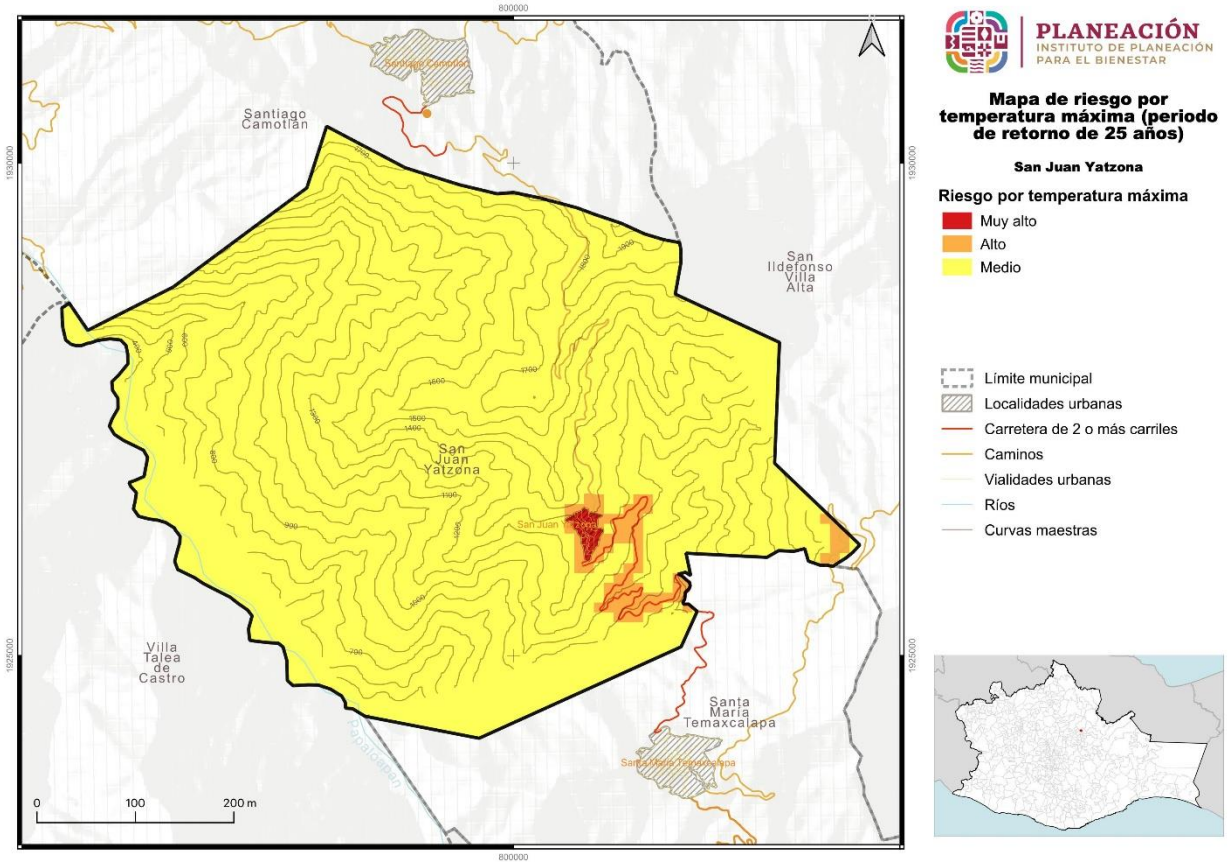
Tabla 69. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio

Riesgo por temperatura máxima (PR 10 años)	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.69	0.33
Medio	2905.39	99.67

V.9.7.5 Riesgo por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 25 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 25 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 4 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

Mapa 197. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio



De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 25 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de muy alto en 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio, mismas que se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 73.01 has. que representan el 2.5% del territorio y se localizan alrededor de la cabecera municipal y en el camino de acceso a ésta, además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,832.37 has. que representan el 97.16% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 70. 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	9.69	0.33
Alto	73.01	2.5
Medio	2832.37	97.16

V.9.7.6 Riesgo por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 50 años

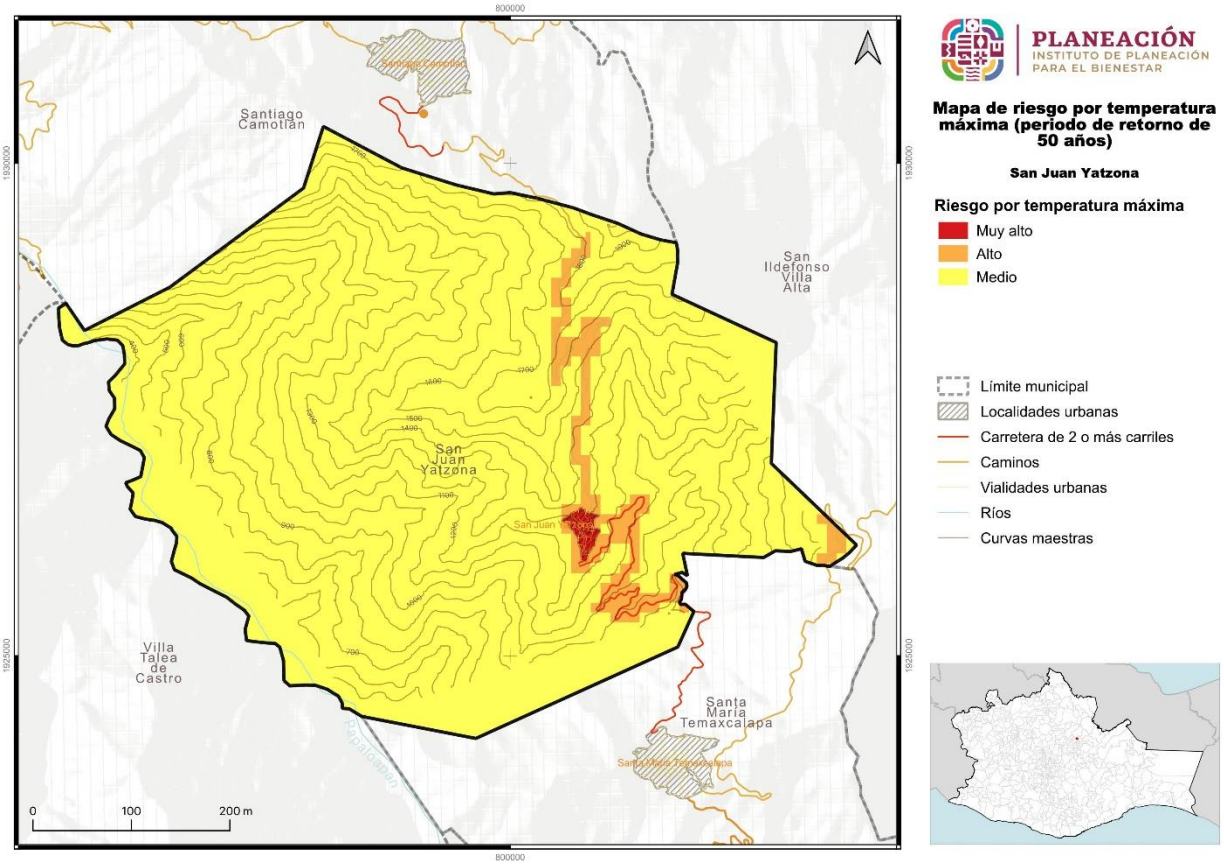
Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 50 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 2 veces en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 50 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de muy alto en 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio, mismas que se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 123.38 has. que representan el 4.23% del territorio y se localizan en áreas al extremo sudeste del municipio, en donde se ubica la carretera de acceso a la cabecera municipal y en áreas que rodean a ésta, además de poco más de tres cuartas partes de la carretera a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de riesgo medio, ya que es de 2,782.01 has. que representan el 95.44% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 71. 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	9.69	0.33
Alto	123.38	4.23
Medio	2782.01	95.44

Mapa 198. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio



V.9.7.7 Riesgo por temperaturas máximas extremas a un periodo de retorno por 100 años

Para estimaciones donde el periodo de retorno indicado es de 100 años, significa que el área de estudio podrá ser afectada 1 vez en un siglo en los niveles de riesgo que se indican, a consecuencia de temperaturas máximas originadas por ondas de calor, que se pueden presentar en el entorno de los asentamientos humanos del municipio de San Juan Yatzona.

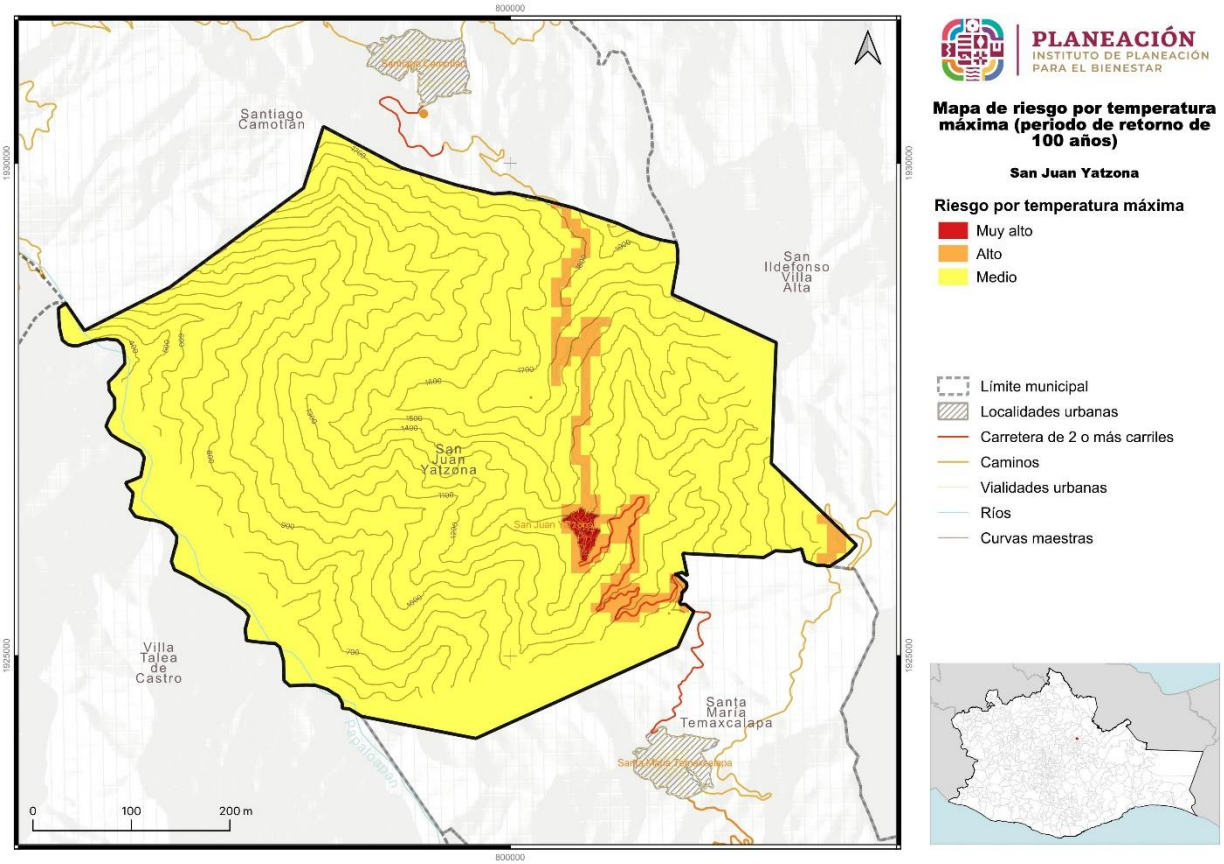
De acuerdo con la estimación a un período de retorno de 100 años, el riesgo por temperaturas máximas originadas por ondas de calor muestra niveles de muy alto en 9.69 has. que representan el 0.33% del territorio, mismas que se localizan en la totalidad de la cabecera municipal; para el caso del nivel alto, se estima pueda afectar a 128.77 has. que representan el 4.42% del territorio y se localizan en áreas al extremo sudeste del municipio, en donde se ubica la carretera de acceso a la cabecera municipal y en áreas que rodean a ésta, además de la carretera que lleva a Santiago Camotlán. En esta estimación es mayor la parte del territorio municipal con nivel de

riesgo medio, ya que es de 2,776.61 has. que representan el 95.25% distribuidas en el resto del territorio municipal.

Tabla 72. 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	9.69	0.33
Alto	128.77	4.42
Medio	2776.61	95.25

Mapa 199. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio



V.9.8 Riesgo por sequías

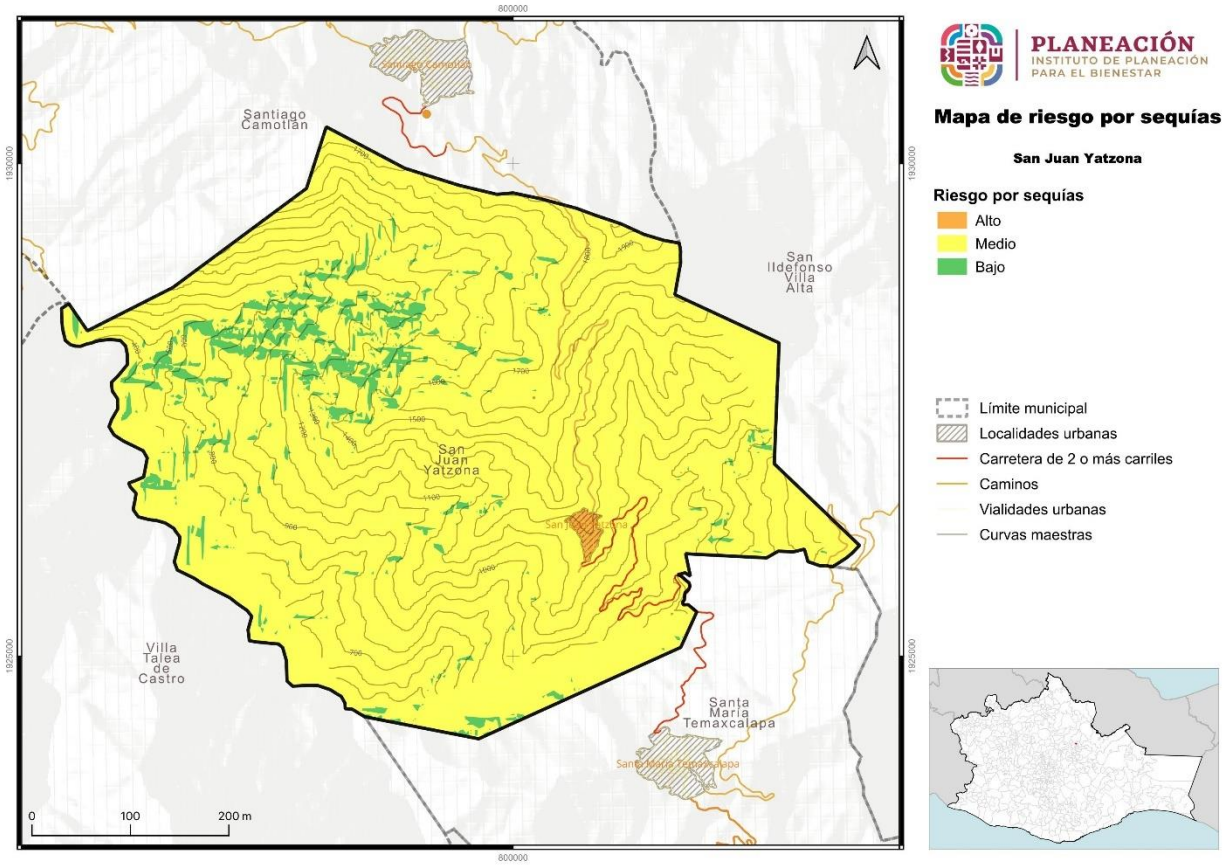
En lo relativo al riesgo por sequías, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 94.05% (2,741.77 has.), se localiza en todo el territorio municipal exceptuando el área de la cabecera municipal y algunas áreas fragmentadas principalmente al noroeste del territorio. En cobertura de afectación le sigue el nivel bajo que afectaría al 5.53% (161.31 has.) del territorio y que se localiza principalmente en áreas fragmentadas en la zona noroeste

del municipio. El nivel de riesgo alto, aunque solo afectaría al 0.33% (9.69 has.) del territorio, se estima afecte a la localidad de San Juan Yatzona cubriéndola totalmente.

Tabla 73. Riesgo por sequías en el municipio

Riesgo por sequía	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	9.69	0.33
Medio	2741.77	94.05
Bajo	161.31	5.53

Mapa 200. Riesgo por sequías en el municipio



V.9.9 Tornados (vientos fuertes)

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta. Se origina en la base de una nube de tormenta cuando dos masas de aire de diferente temperatura, humedad y velocidad chocan entre sí formando un embudo que llega a la tierra, si toca un cuerpo de agua (río, lago, canal o el mar) se forma una tromba.

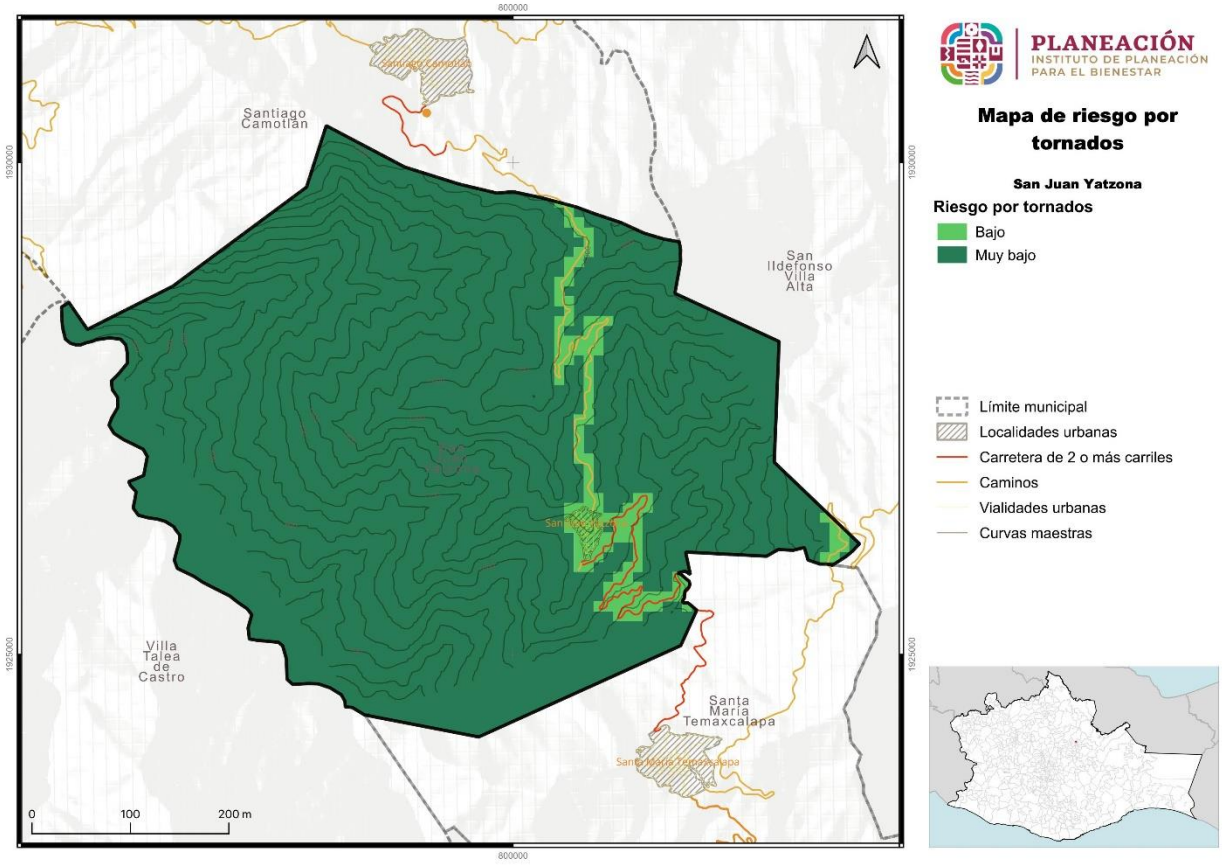
V.9.9.1 Riesgo por vientos fuertes y tornados en el municipio

En lo relativo al riesgo por vientos tornados únicamente se estiman niveles del bajo al muy bajo, predominando el segundo, ya que se calcula impacte en el 95.25% (2,776.61 has.) del territorio, ubicándolo en toda la demarcación municipal exceptuando la cabecera municipal y los caminos que conducen a ésta y a Santiago Camotlán. En cobertura de afectación le sigue el nivel bajo que afectaría al 4.75% (138.46 has.) del territorio y que se localiza en la totalidad del polígono de la cabecera municipal y las carreteras que conducen a ésta y a Santiago Camotlán además de una pequeña área al extremo sudeste del municipio.

Tabla 74. Riesgo por tornados en el municipio

Riesgo por tornados	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

Mapa 201. Riesgo por tornados en el municipio



Con relación a las distintas estimaciones presentadas de acuerdo a los diferentes periodos de retorno, se observa que la mayor parte del territorio tiene nivel de riesgo medio para las ondas cálidas, sin embargo de acuerdo al análisis cartográfico destacan los niveles de riesgo alto y muy alto en áreas máximas de 4.42 y 0.33% de la superficie municipal respectivamente que sería de suma importancia reducir o mitigar, ya que, de acuerdo a las ubicaciones de este riesgo en los mapas, las zonas de afectación es la zona urbanizada del municipio o bien, las carreteras que comunican a ella.

Tabla 75. Riesgos en el municipio por ondas cálidas

Riesgo por ondas cálidas	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Temperaturas máximas			95.25	4.42	0.33
Temperaturas máximas para un PR 2 años		15.99	83.68	0.33	
Temperaturas máximas para un PR 5 años			99.67	0.33	
Temperaturas máximas para un PR 10 años			99.67	0.33	
Temperaturas máximas para un PR 25 años			97.16	2.30	0.33
Temperaturas máximas para un PR 50 años			95.44	4.23	0.33
Temperaturas máximas para un PR 100 años			95.25	4.42	0.33
Sequía		5.53	94.05	0.33	
Tornados	95.25	4.75			

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.10 Riesgos por fenómenos químico-tecnológicos

Para el desarrollo de este apartado, se realizaron las proyecciones correspondientes al riesgo por fenómenos químico-tecnológicos para el municipio, indicando por cada periodo de retorno (PR) y a las categorías obtenidas, el porcentaje y la superficie correspondiente en que puede presentarse.

V.10.1 Sustancias peligrosas

V.10.1.1 Riesgo por explosión de combustible en calles

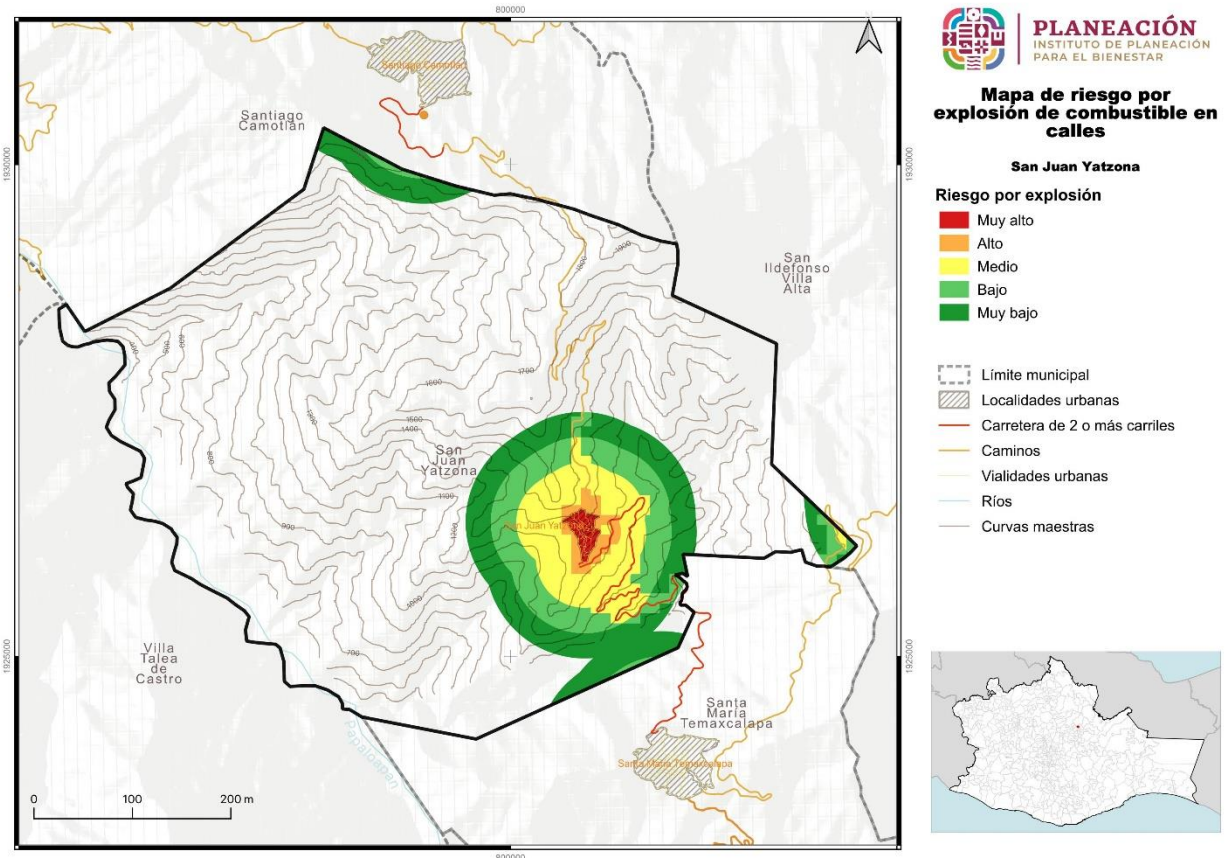
En lo relativo al riesgo antropogénico por explosión de combustible en calles, los niveles de riesgo son variados, pero se derivan del riesgo muy alto que de forma natural se estima en el área urbanizada de San Juan Yatzona, que suma 9.69 has. y que representan el 0.33% del territorio municipal mientras que para el nivel alto se estima impacte en el 0.75% (21.86 has.) del territorio. Los siguientes niveles de riesgo son concéntricos al nivel muy alto y se extienden en dirección contraria al centro

disminuyendo su intensidad. Cabe hacer mención que debido a la cercanía de localidades vecinas al territorio municipal de San Juan Yatzona, se tiene presencia de niveles bajo y muy bajo al norte y sur de la demarcación, estimaciones originadas por estimación del mismo fenómeno en las localidades de Santiago Camotlán y Santa María Temaxcalapa respectivamente, adicionalmente se tiene presencia de niveles de riesgo que van del medio al muy bajo originados por la cercanía con la localidad de San Juan Yalahui; con las consideraciones anteriores, se tienen estos niveles de riesgo acumulados: el nivel medio se estima en 4.59% (133.53 has.), el bajo en 4.89% (142.38 has.) y el nivel de riesgo muy bajo en el 8% (232.75 has.) del territorio municipal.

Tabla 76. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio

Riesgo por explosión de combustible en calles	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	9.69	0.33
Alto	21.86	0.75
Medio	133.53	4.59
Bajo	142.38	4.89
Muy bajo	232.75	8

Mapa 202. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio



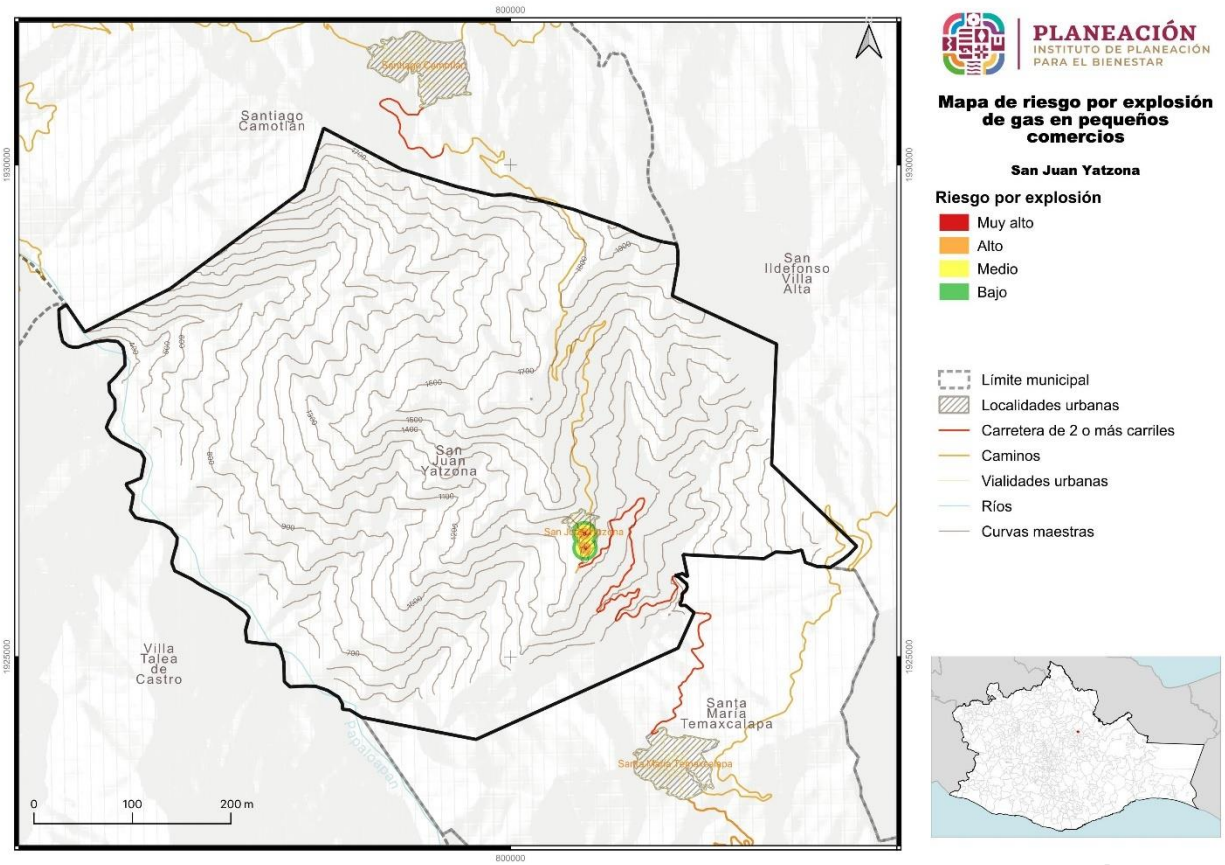
V.10.1.2 Riesgo por explosión de gas en pequeños comercios

En lo relativo al riesgo antropogénico por explosión de combustible en pequeños comercios, los niveles de riesgo son variados, pero se derivan del riesgo muy alto que se estima en el área urbanizada de la localidad de San Juan Yatzona, específicamente en los puntos de venta de combustible a granel que de acuerdo al mapa de riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio son 2. Tomando esos puntos como centro de la escala de riesgos, se tiene que el riesgo muy alto se prevé en un acumulado de 0.28 has. que representan el 0.01% del territorio municipal; el riesgo alto se estima presente en 2.02 has. que representan el 0.07% del territorio y el riesgo medio en 2.99 has. localizadas en el área urbanizada de la cabecera municipal y que representan el 0.1% del total municipal. El nivel de riesgo bajo se estima se presente en áreas acumuladas de 3.58 has. que representan el 0.12% del territorio municipal.

Tabla 77. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio

Riesgo por explosión en pequeños comercios	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Muy alto	0.28	0.01
Alto	2.02	0.07
Medio	2.99	0.1
Bajo	3.58	0.12

Mapa 203. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio



V.10.1.3 Riesgo por explosión de chorro en ductos *

(no aplica para este municipio)

V.10.1.4 Riesgo por nube tóxica en ductos *

(no aplica para este municipio)

V.10.1.3 Riesgo por explosión de combustible en transporte férreo *

(no aplica para este municipio)

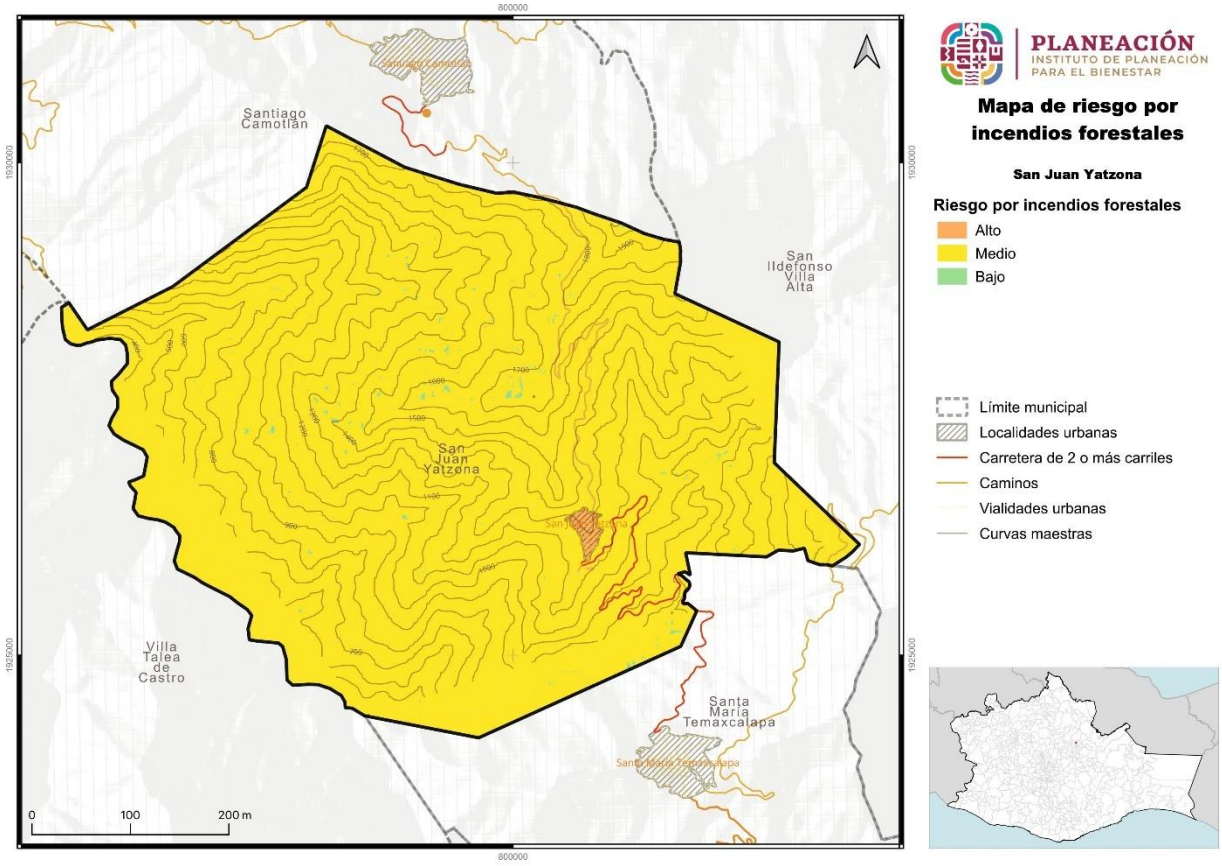
V.10.2 Riesgo por incendios forestales

En lo relativo al riesgo por incendios forestales, el nivel de riesgo medio es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en 2,892.53 has. que representan el 99.23% del total y se localizan en todo el territorio municipal salvo la localidad de San Juan Yatzona y pequeñas áreas atomizadas en la parte centro-norte del territorio. En cobertura de afectación le sigue el nivel alto que afectaría 10.11 has. que representan el 0.35% del territorio localizándose principalmente en la totalidad de las zonas habitadas de la localidad de San Juan Yatzona. El nivel de riesgo bajo se estima en un acumulado de 10.46 has. que representan el 0.36% del territorio, en áreas atomizadas que se distribuyen principalmente en la zona centro-norte del territorio municipal.

Tabla 78. Riesgo por incendios forestales en el municipio

Riesgo por incendios forestales	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	10.11	0.35
Medio	2892.53	99.23
Bajo	10.46	0.36

Mapa 204. Riesgo por incendios forestales en el municipio



En relación a las distintas estimaciones presentadas, se observa que la mayor parte del territorio tiene niveles de riesgo entre muy bajo y medio para los fenómenos químico-tecnológicos, sin embargo de acuerdo al análisis cartográfico destacan los niveles de riesgo alto y muy alto en áreas máximas de 0.75 y 0.33% de la superficie municipal respectivamente que sería de suma importancia reducir o mitigar, ya que, de acuerdo a las ubicaciones de este riesgo en los mapas, las zonas de afectación es la zona urbanizada del municipio.

Tabla 79. Riesgos en el municipio por fenómenos químico-tecnológicos

Riesgo por fenómenos químico-tecnológicos	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Explosión de combustible en calles	8.00	4.89	4.59	0.75	0.33
Explosión de combustible en pequeños comercios		0.12	0.10	0.07	0.01
Incendios forestales		0.36	99.23	0.35	

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.11 Riesgos por fenómenos sanitario-ecológicos

V.11.1 Contaminación del suelo, aire y agua

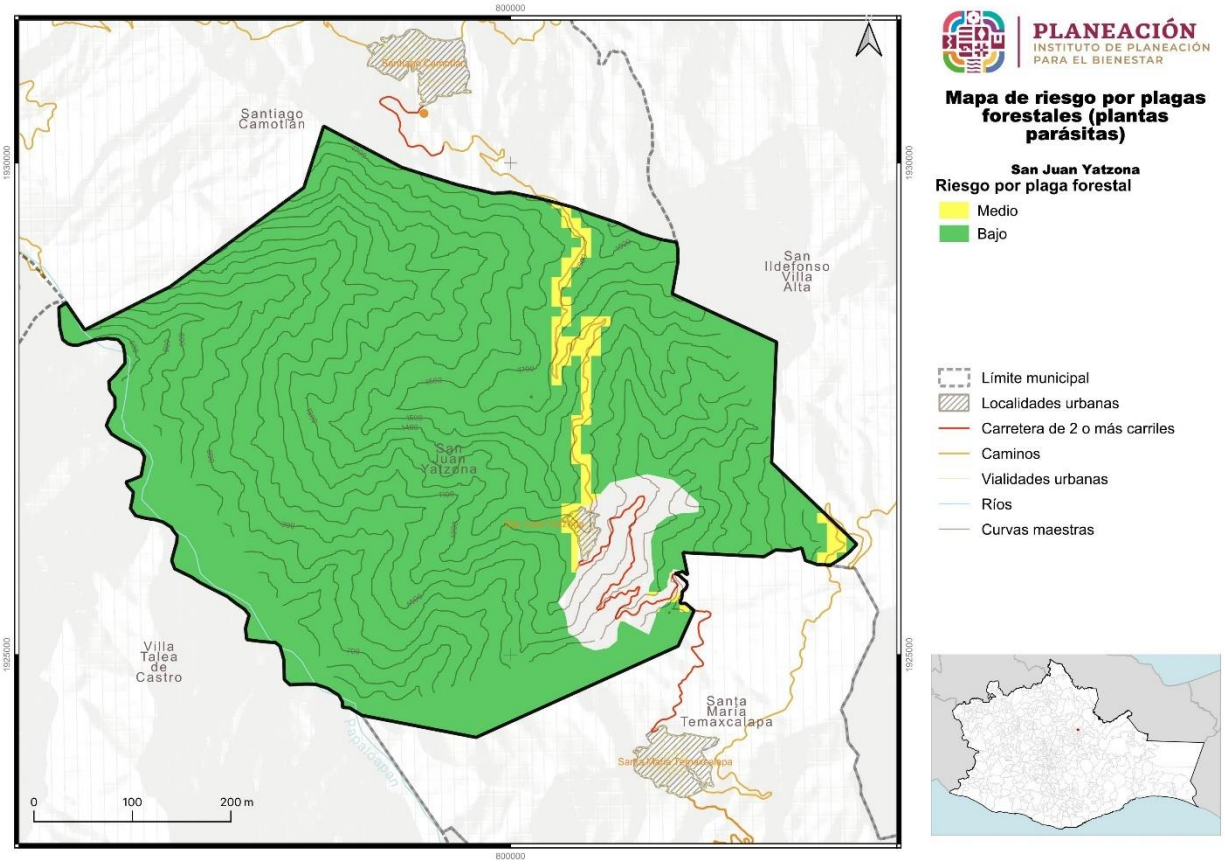
V.11.1.1 Riesgo por contaminación del agua

No hay información para este municipio

V.11.2 Epidemias y plagas

V.11.2.1 Riesgo por plagas en cultivos (diferenciado por plaga)

Gráfica 11. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio



En lo relativo al riesgo por plagas en cultivos, específicamente por plaga de plantas parásitas, el nivel de riesgo bajo es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 92.4% de toda la demarcación extendiéndose por todo el territorio excluyendo unas zona al sudeste y el área de la carretera a Santiago Camotlán al norte del municipio. El nivel de riesgo medio se estima con presencia en el 2.63% del territorio que equivale a 76.71 has. que se localizan esencialmente en la carretera que conduce a Santiago Camotlán y una pequeña área al extremo sudeste del municipio.

Tabla 80. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio

Riesgo por plagas de plantas parásitas	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	76.71	2.63
Bajo	2693.66	92.4

V.11.2.2 Riesgo por plagas (atención prioritaria)

No hay información para este municipio

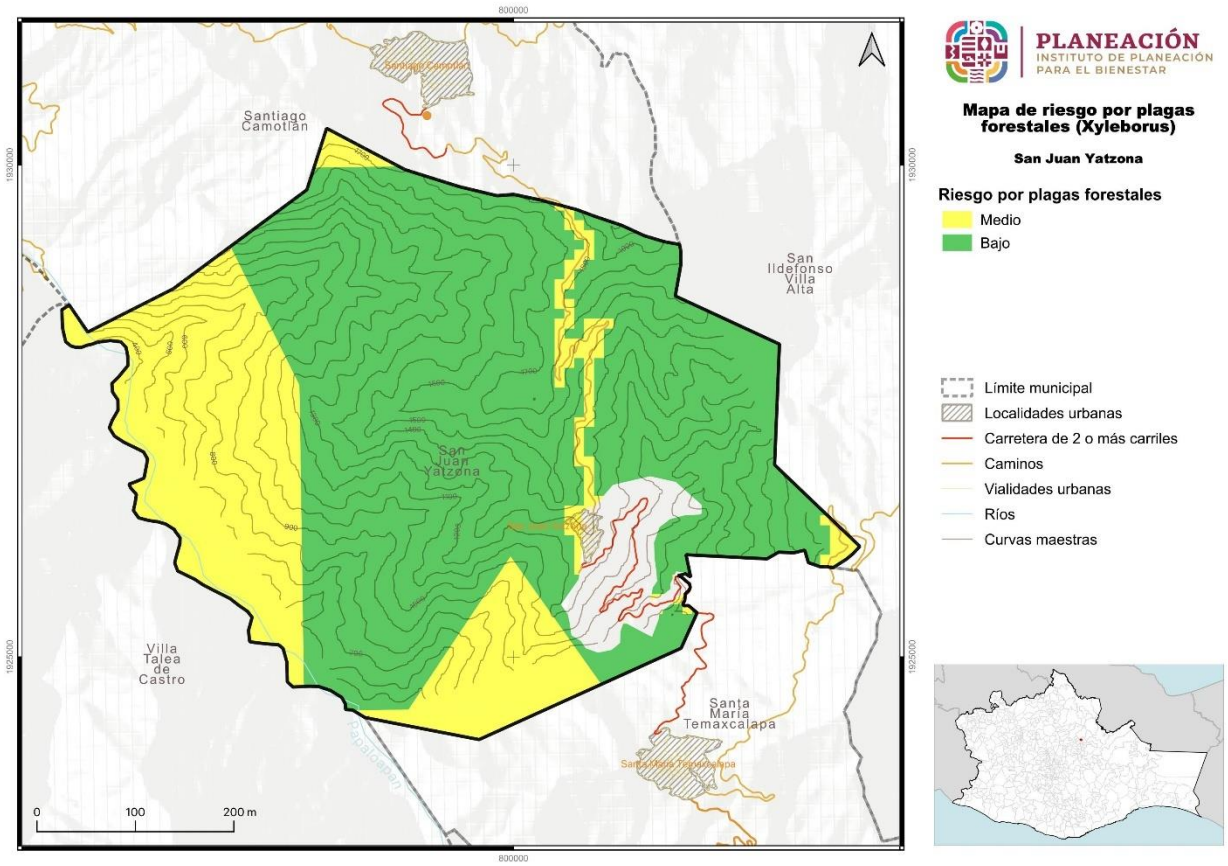
V.11.2.3 Riesgo por plaga (xyleborus)

En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por xyleborus (escolítidos, comúnmente denominados como escarabajos ambrosiales), el nivel de riesgo bajo es el que tiene presencia en la mayor parte del territorio municipal, ya que se presenta en el 66.53% (1,939.45 has.) de toda la demarcación y se localiza principalmente en la mitad noreste y hacia el sudoeste del territorio municipal excluyendo las zonas donde se ubican las carreteras, la zona habitadas y unas áreas hacia el sudeste del municipio. El nivel de riesgo medio se estima con presencia en el 28.5% del territorio que equivale a 830.91 has. que se localizan esencialmente en la carretera que conduce a Santiago Camotlán, dos pequeñas áreas al sudeste y norte y áreas más extensas al oeste y sur del territorio municipal.

Tabla 81. Riesgo por plaga de xyleborus en el municipio

Riesgo por plaga xyleborus	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	830.91	28.5
Bajo	1939.45	66.53

Mapa 205. Riesgo por plaga xyleborus en el municipio



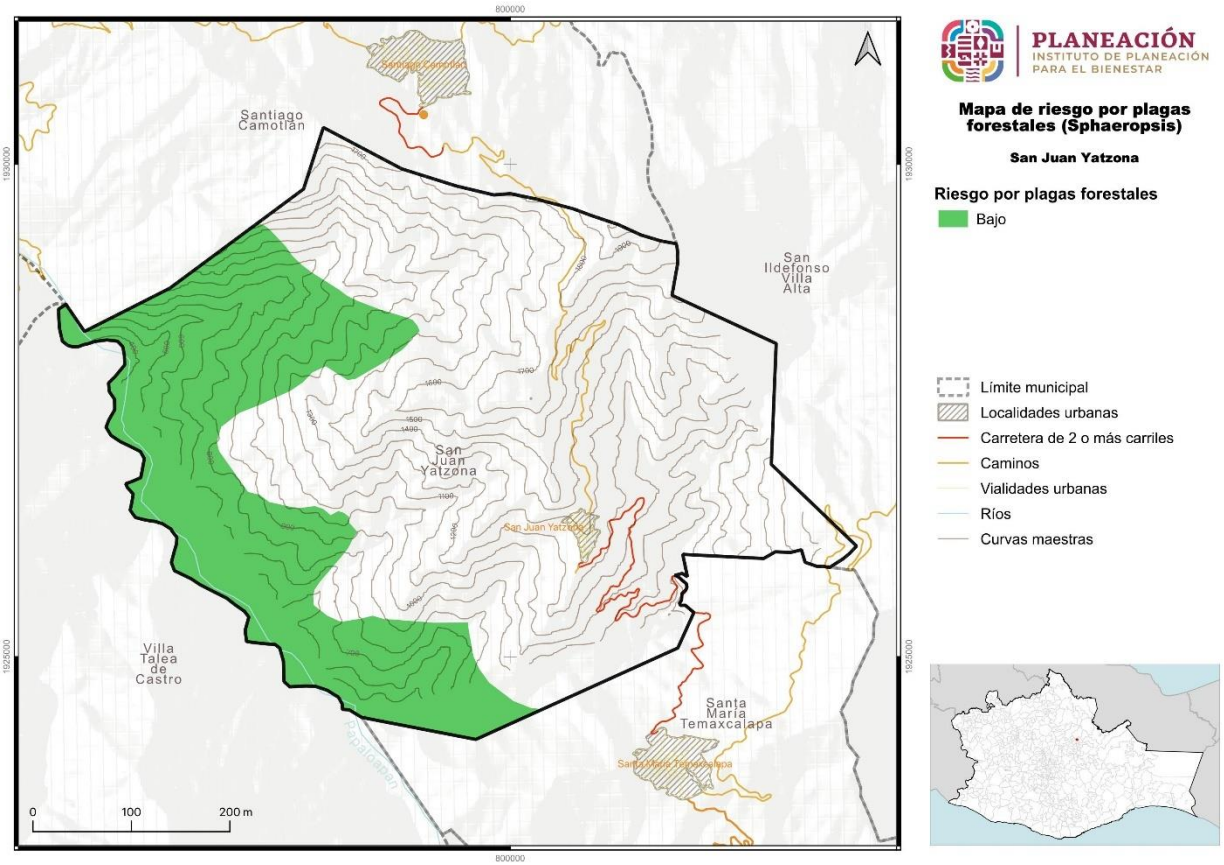
V.11.2.4 Riesgo por plaga (sphaeropsis)

En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por sphaeropsis que es un patógeno de coníferas principalmente del género Pinus, el nivel de riesgo bajo es el único que se estima con presencia en el territorio municipal, ya que se calcula se presente en 856.58 has. que representan el 29.38% de toda la demarcación, localizándose principalmente en la zona perimetral interna de oeste a sur.

Tabla 82. Riesgo por plaga de sphaeropsis en el municipio

Riesgo por plagas sphaeropsis	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	856.58	29.38

Mapa 206. Riesgo por plaga sphaeropsis en el municipio



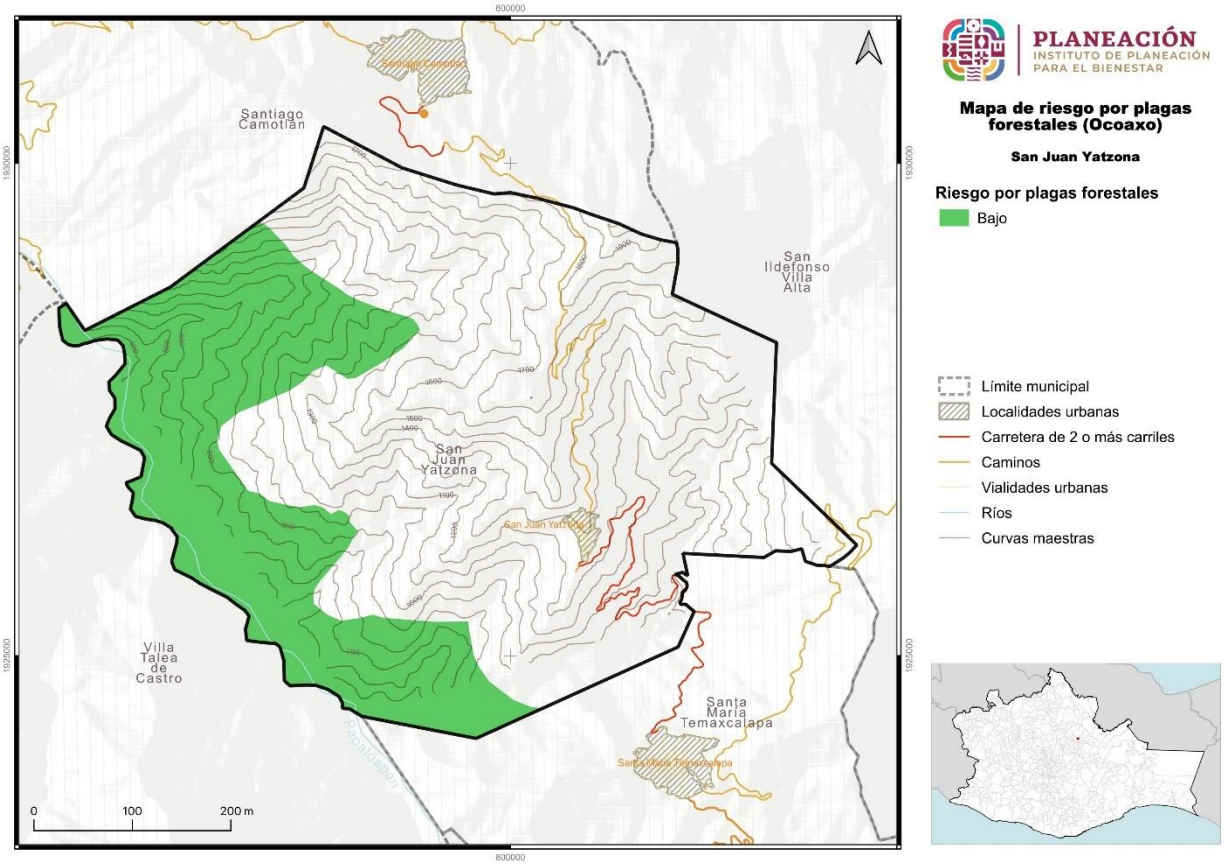
V.11.2.5 Riesgo por plaga (ocoaxo)

En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por ocoaxo que se alimentan de la savia de las acículas de Pinus spp. provocando clorosis y su eventual caída, el único nivel de riesgo que se estima se presente es el nivel bajo; se calcula que impacte en 856.58 has. que representan en el 29.38% de toda la superficie municipal, localizándose principalmente en un área que va de oeste a sur del territorio.

Tabla 83. Riesgo por plaga de ocoaxo en el municipio

Riesgo por plagas ocoaxo	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	856.58	29.38

Mapa 207. Riesgo por plaga ocoaxo en el municipio



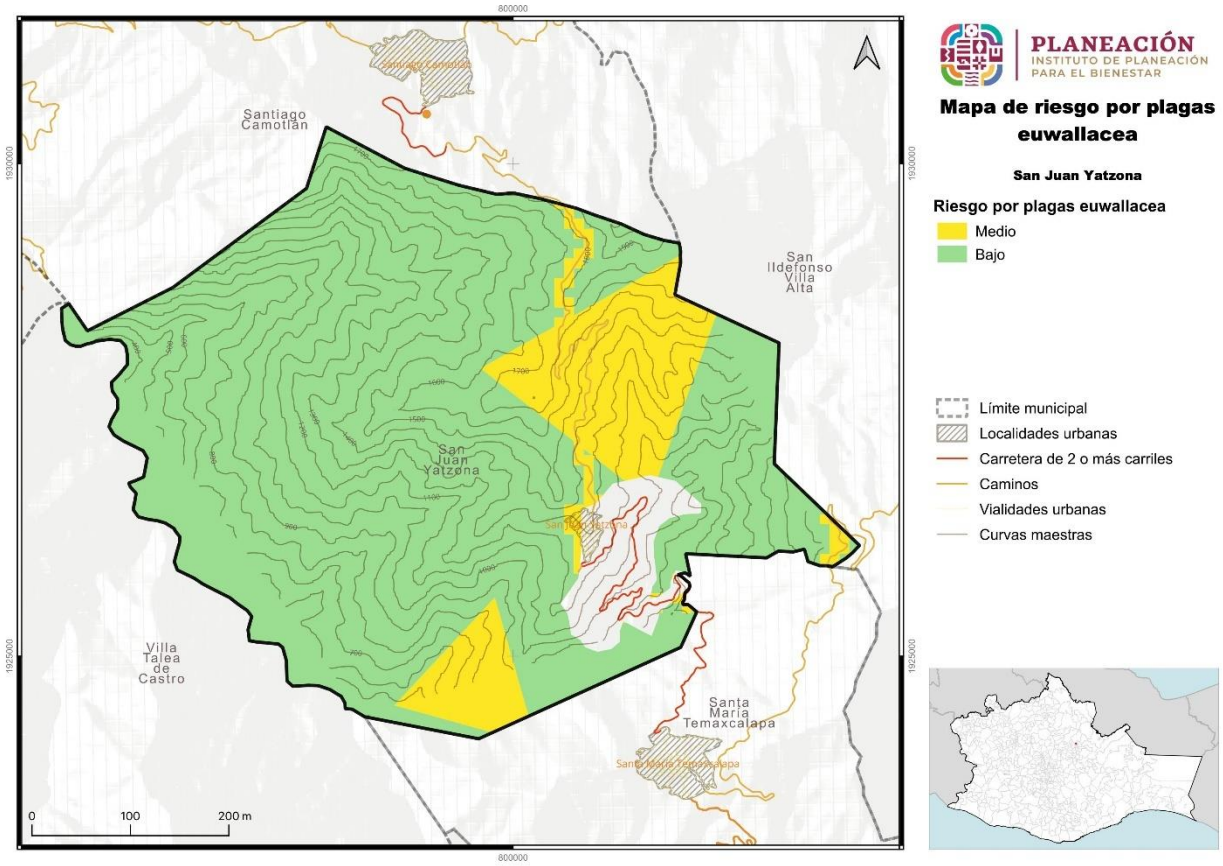
V.11.2.6 Riesgo por plaga (euwallacea)

En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por euwallacea que son vectores de la enfermedad conocida como marchitez regresiva por Fusarium, el nivel de riesgo bajo es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en el 80.76% de toda la demarcación que representa 2,354.35 has. que se localizan en toda la demarcación municipal, excepto un área al sur y algunas otras que se ubican en la mitad este del territorio municipal. El nivel de riesgo medio se estima con presencia en el 14.27% del territorio que equivale a 416.02 has. y que se localizan esencialmente en áreas al sur y noreste del municipio, incluyendo el área de la carretera que conduce a Santiago Camotlán.

Tabla 84. Riesgo por plaga de euwallacea en el municipio

Riesgo por plagas euwallacea	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	416.02	14.27
Bajo	2354.35	80.76

Mapa 208. Riesgo por plaga euwallacea en el municipio



V.11.2.7 Riesgo por plaga (euplatypus coptoborus)

(No aplica para este municipio)

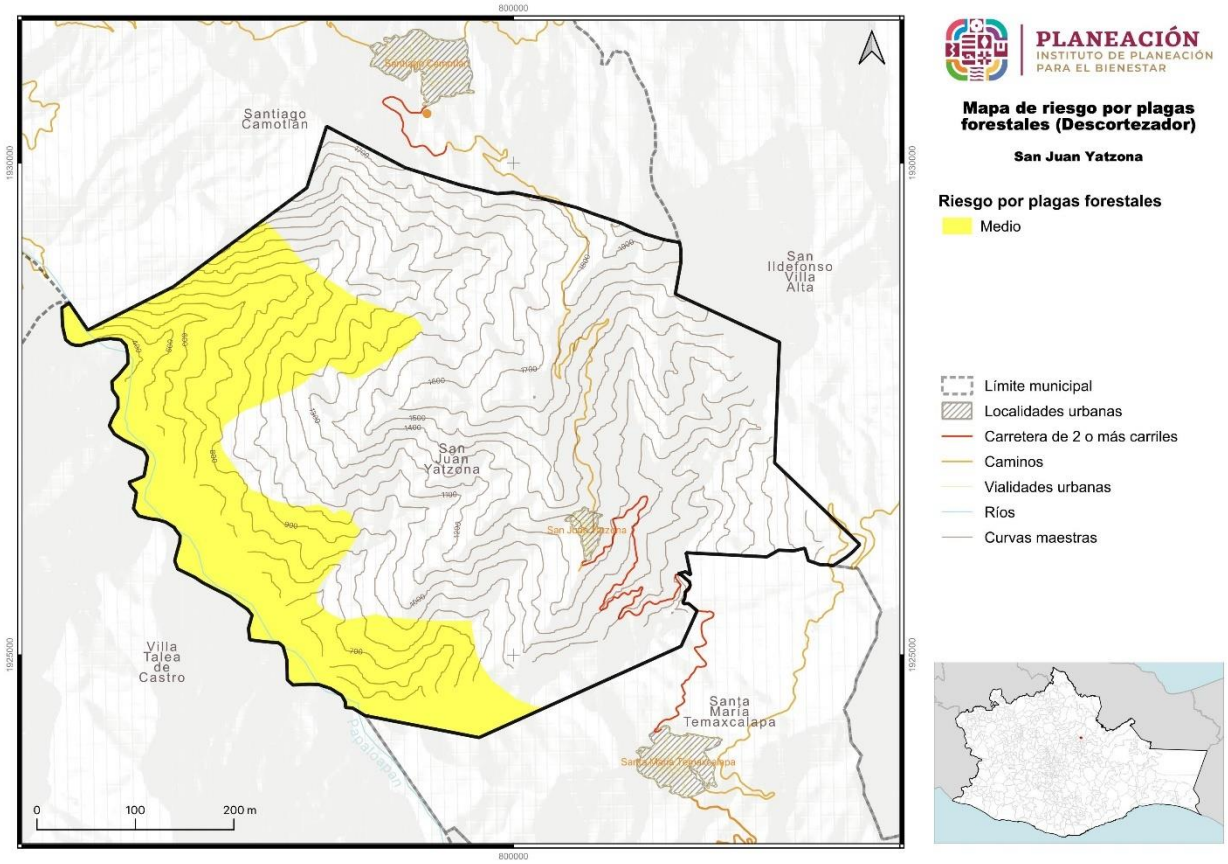
V.11.2.8 Riesgo por plaga (descortezador)

En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por descortezador que son insectos que viven debajo de la corteza del árbol y se alimentan del tejido que conduce los nutrientes del mismo, provocando frecuentemente la muerte del arbolado; se tiene identificado un nivel de riesgo medio en 856.58 has. que representan el 29.43% de toda la superficie municipal, mismas que se localizan en un área que cubre del oeste al sur en el perímetro interno del municipio.

Tabla 85. Riesgo por plaga de descortezador en el municipio

Riesgo por plaga descortezador	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	856.58	29.43

Mapa 209. Riesgo por plaga descortezador en el municipio



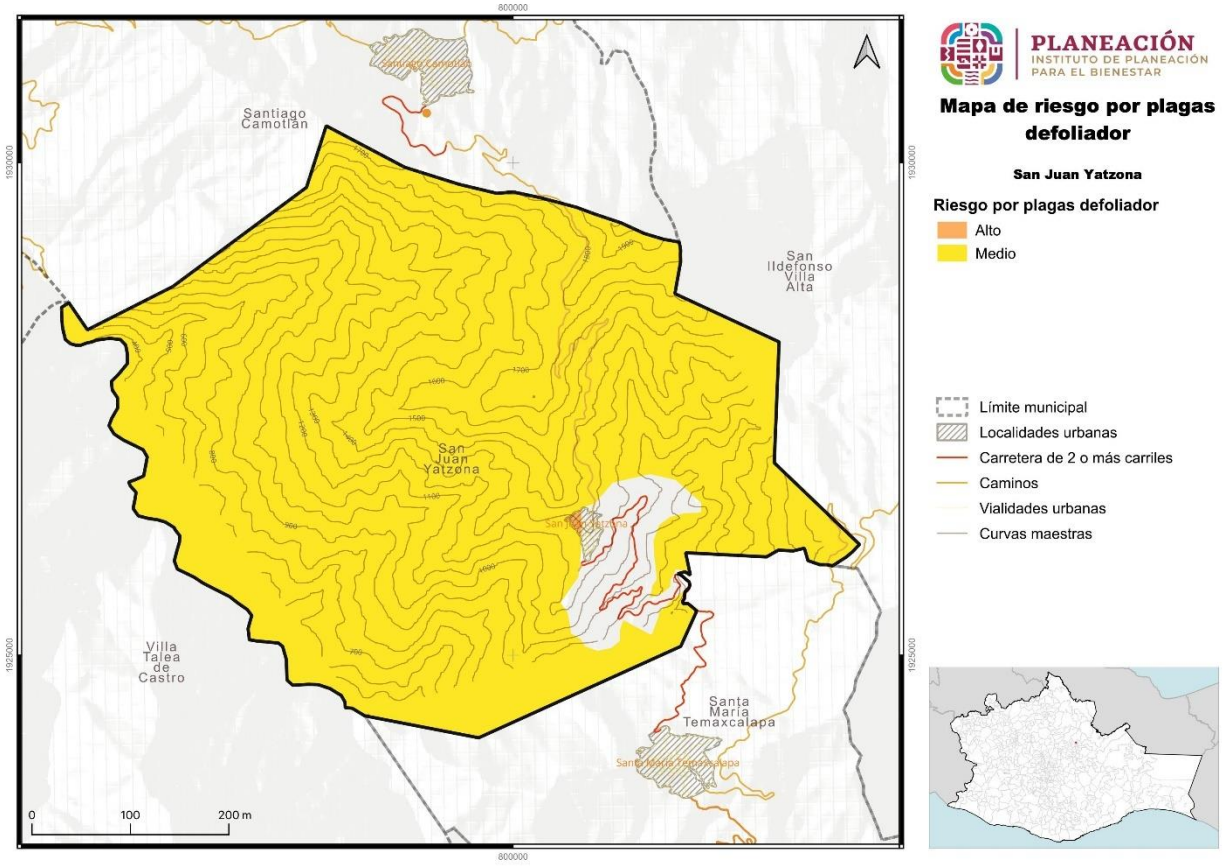
V.11.2.9 Riesgo por plaga (defoliador)

En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por defoliador que son insectos que, en su fase de oruga o adulto, se alimentan de las partes más suaves de las hojas dejando solo las venas o las partes más duras, el nivel de riesgo medio es el que tiene mayor presencia en el territorio municipal, ya que se presenta en 2,768.22 has. que representan el 94.96% de la superficie total, localizándose en toda la demarcación excepto un área al sudeste del municipio. El nivel de riesgo alto se estima con escasa presencia ya que se prevé impacto en solo 2.15 has. que representan apenas el 0.07% del territorio ubicándose al oeste de la cabecera municipal en menos de una cuarta parte de ésta.

Tabla 86. Riesgo por plaga de defoliador en el municipio

Riesgo por plagas defoliador	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Alto	2.15	0.07
Medio	2768.22	94.96

Mapa 210. Riesgo por plaga defoliador en el municipio



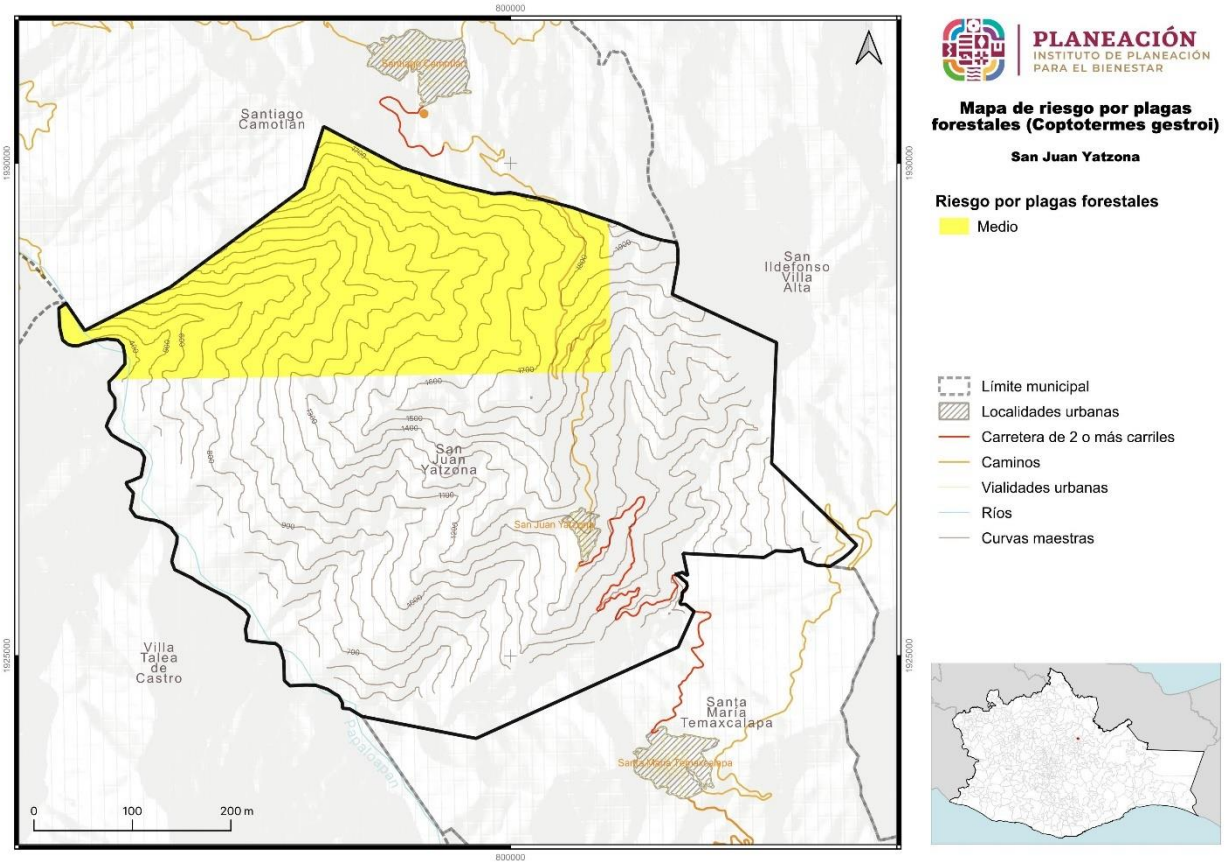
V.11.2.10 Riesgo por plaga (coptotermes gestroi)

En lo relativo al riesgo por plagas forestales, específicamente por coptotermes gestroi que es una termita endémica del sureste de Asia que provoca daños de dos tipos: en forma de larva se alimenta de las raíces, debilitando las plántulas o arboles jóvenes, lo que en la mayoría de los casos ocasiona la muerte de ellos. y en su forma adulta genera daño al alimentarse de follaje, causando defoliación al hospedero: se estima un nivel de riesgo medio, impactando en 863.37 has. que representan el 29.62% de la superficie municipal localizándose en un área de oeste a norte de la demarcación.

Tabla 87. Riesgo por plaga de coptotermes en el municipio

Riesgo por pllagas coptotermes	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Medio	863.37	29.62

Mapa 211. Riesgo por plaga coptotermes en el municipio



Con relación a las distintas estimaciones presentadas, se observa que la mayor parte del territorio tiene niveles de riesgo entre bajo y medio para los fenómenos sanitario-ecológicos, dadas las características forestales del municipio, es de resaltar la cobertura de la plaga por defoliador, que representa un nivel de riesgo medio en la mayor parte del territorio alcanzando nivel de alto en 0.7% de la superficie municipal.

Tabla 88. Riesgos en el municipio por fenómenos sanitario-ecológicos

Riesgo por fenómenos sanitario-ecológicos	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Plagas en cultivos		92.40	2.63		
Plagas forestales (Xyleborus)		66.53	28.50		
Plagas forestales (Sphaeropsis)		29.38			
Plagas forestales (Ocoaxo)		29.38			
Plagas forestales (Euplatypus Coptoborus)					
Plagas forestales (Euwaliacea)		80.76	14.27		
Plagas forestales (Descortezador)			29.43		
Plagas forestales (Defoliador)			94.96	0.07	
Plagas forestales (Coptotermes)			29.62		

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

V.12 Riesgos por fenómenos socio-organizativos

En el desarrollo de este apartado, se realizaron las proyecciones correspondientes al riesgo por interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica (ocurrencia de accidentes), indicando las categorías obtenidas, el porcentaje y la superficie correspondiente en que puede presentarse.

V.12.1 Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica

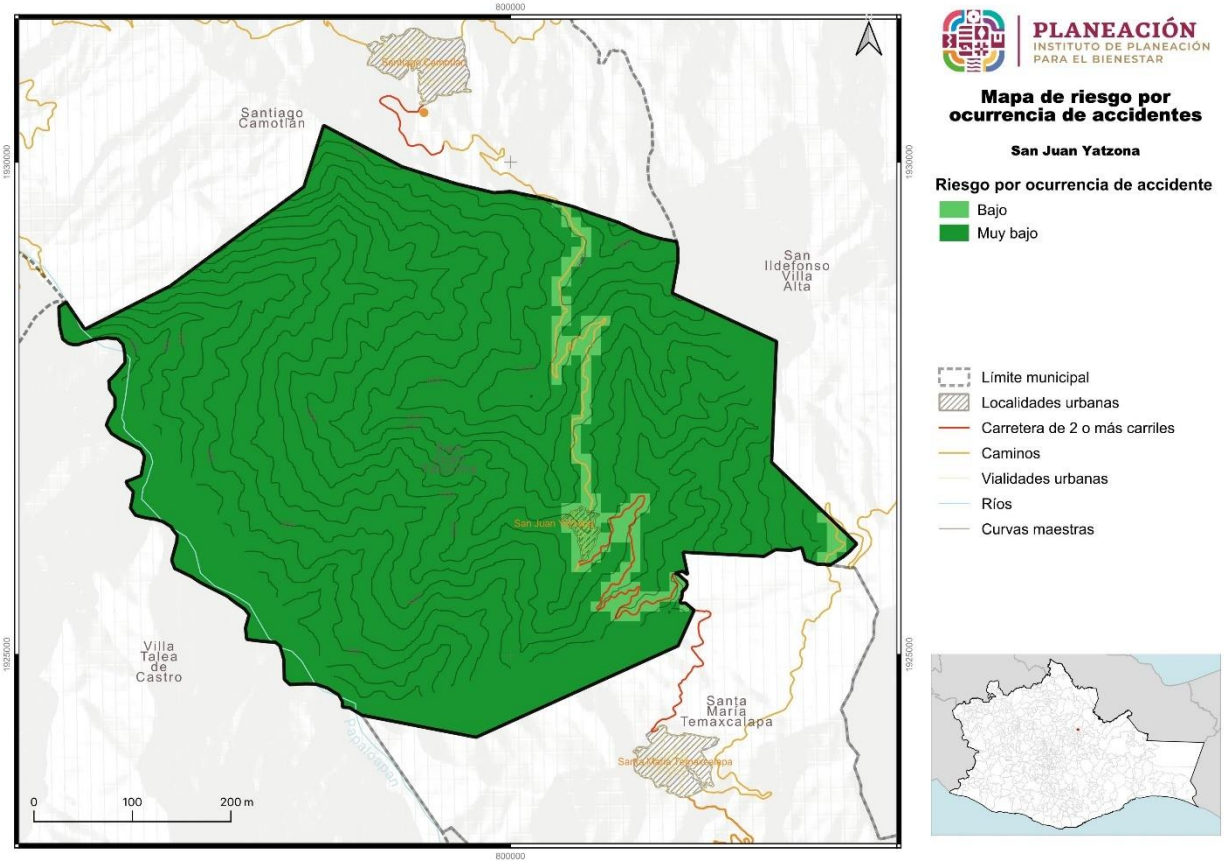
V.12.2.1 Riesgo por ocurrencia de accidentes automovilísticos

En lo relativo al riesgo por ocurrencia de accidentes que se refiere a la probabilidad de que un peligro se materialice, causando enfermedades o lesiones en las personas, se estiman niveles mínimos de muy bajo y bajo, predominando el primero en el 95.25% (2,776.61 has.) del territorio municipal cubriendo la totalidad del municipio, excepto el área estimada con nivel de riesgo bajo que se prevé en el 4.75% (138.46 has.) del territorio municipal y se localiza en el área donde se ubica la localidad de San Juan Yatzona, las carreteras de acceso a ésta y la que conduce a Santiago Camotlán, así como una pequeña área al extremo sudeste del municipio.

Tabla 89. Riesgo por ocurrencia de accidentes automovilísticos en el municipio

Riesgo por ocurrencias de accidentes	Extensión en hectáreas	Porcentaje del territorio municipal
Bajo	138.46	4.75
Muy bajo	2776.61	95.25

Mapa 212. Riesgo por ocurrencia de accidentes automovilísticos en el municipio



V.12.2.2 Riesgo por explosión de transporte férreo *

(No aplica para este municipio).

Tabla 90. Riesgos en el municipio por fenómenos socio organizativos

Riesgo por fenómenos socio-organizativos	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Ocurrencia de accidentes	95.25	4.75			

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Centro Geo, 2024

Capítulo VI. Reducción de Riesgos de Desastres

La gestión del riesgo se constituye en una **política de desarrollo** indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, **está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro**, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

La propuesta del presente Atlas sugiere reemplazar las ideas predominantes en torno a asumir que los peligros tiene su origen exclusivamente en la naturaleza, por el hecho de que, además de reconocer el origen natural de dichos peligros, se debe focalizar el papel de la intervención humana para reducir el riesgo. Para ello, se desarrollaron herramientas que facilitan la reflexión respecto de los patrones que causan o incrementan los riesgos, como los que resultan en la modificación del entorno, por ejemplo, los cambios en la cobertura del suelo con su impacto directo en la permeabilidad del mismo; o la de asentarse en sitios con evidentes atractivos económicos pero con serios peligros naturales; o incluso la falta de definición de políticas públicas para prevenir y mitigar los riesgos y sus efectos; que en ocasiones es causada principalmente por el desconocimiento de las autoridades o la falta de instrumentos que permitan tener un mayor conocimiento de su propio territorio.

El presente instrumento retoma la Estrategia Municipal de Gestión Integral de Riesgos de Desastres (EMUGIRDE) (ONU-Habitat, SEDATU, SGIRyPCCDMX, 2019) misma que traduce el marco normativo nacional de la Gestión Integral de Riesgos de Desastre en pasos aplicables por las Administraciones de municipios mexicanos. Tomando como base la Ley General de Protección Civil (LGPC, 2023)[12], la Gestión Integral de Riesgos es "*el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad*. El proceso de gestión involucra las etapas de identificación de riesgos, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción.

[12] LGPC; Artículo 2, fracción XXVIII

Imagen 7. Etapas de la Gestión Integral de Riesgos de Desastres



Fuete: ONU-Hábitat con base en CENAPRED y SEGOB, 2017 (ONU-Habitat, SEDATU, SGIRyPCCDMX, 2019)

Si bien la elaboración de una Estrategia Municipal de Gestión Integral de Riesgos de Desastres (EMUGIRDE) no está establecida en ningún reglamento, se eligió para la elaboración del presente documento porque apunta a organizar de forma coherente las acciones y programas obligatorios de los gobiernos municipales de México con una coherencia y progresividad para lograr territorios y sociedades más resilientes.

En este contexto, y toda vez que el papel de los gobiernos municipales en materia de Gestión Integral de Riesgos de Desastres es clave por su estrecha vinculación con la gestión de los usos del suelo, la planificación urbana, los reglamentos de construcción, la infraestructura y los servicios básicos, los diversos programas de protección civil y de contingencia, así como la preparación del personal municipal y de la población ante escenarios de desastres.

El presente Atlas de Riesgos pretende fortalecer la gestión a la caracterización de la ocurrencia de fenómenos perturbadores y forma parte de las primeras dos etapas que se refieren a *identificar los riesgos, al reconocer y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica, a través del análisis de los peligros y la vulnerabilidad* (LGPC, 2023).

En este apartado se muestran los resultados de la identificación que se obtuvieron por un lado, a través de la recopilación y análisis de la información disponible con base en la Guía de Contenido Mínimo para la elaboración de Atlas de Riesgos (SEGOB, CENAPRED, 2016); y por el otro, de la adaptación de la metodología de la Guía para la

Elaboración del Plan Municipal de Reducción de Riesgos de Desastre (CEPCO-PNUD, 2022) mediante el cual se documentó el registro histórico de desastres que afectaron al municipio y las principales zonas afectadas, el conocimiento empírico de las principales amenazas que afectan el territorio y las posibles consecuencias de los desastres geológicos e hidrometereológicos potenciales en el territorio.

VI.1 Enfoque para la Reducción de Riesgos de Desastres

Las estrategias para la Reducción de Riesgos de Desastres que se proponen en el presente instrumento se refieren a las etapas de prever, mitigar y preparar; se refieren a la adopción de políticas, prácticas y/o acciones orientadas a evitar y reducir los riesgos de desastres o minimizar sus efectos.

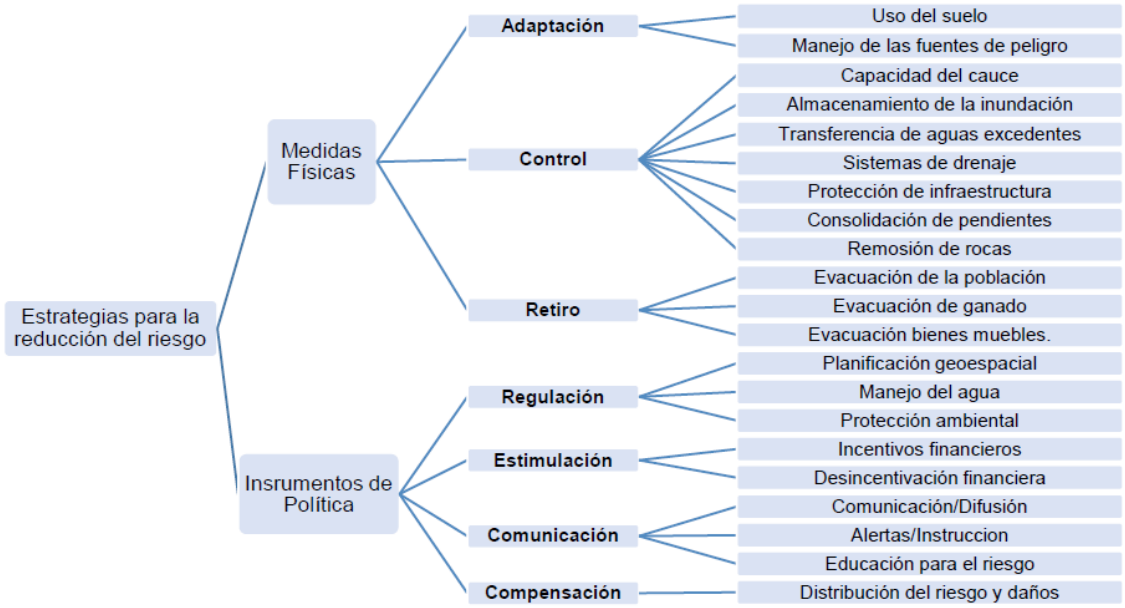
Como se puede ver en la siguiente imagen, se identificaron estrategias prospectivas, que son aquellas que se implementan para no generar nuevas condiciones de riesgo, como lo puede ser limitar los cambios de usos de suelo o evitar la construcción de infraestructura en zonas de riesgo de inundación o deslave; estrategias correctivas que se enfocan en reducir los riesgos existentes, en este caso podrían ser el reforzamiento de bordos de los cauces de los ríos; y finalmente estrategias reactivas, cuyo enfoque es preparar a la población y a las autoridades para la respuesta a las emergencias como la implementación de simulacros, o la instalación de sistemas de alerta temprana.

Imagen 8. Estrategias para la Gestión de Riesgos de Desastres



Adicional a la clasificación anterior, se consideró la que propuesta de clasificación de Hutter, G. (en (Atlas de Riesgos del municipio de Saltillo, Coahuila, 2014)), quien propone agrupar las estrategias para la reducción de riesgos en dos categorías: medidas físicas e instrumentos de política; mismas que desagrega en subcategorías y que finalmente se desagregan en acciones específicas, mismas que pueden ocurrir a lo largo de una o varias administraciones y cuyo objetivo final es la de disminuir el riesgo de la población y los demás sistemas expuestos ante los distintos peligros presentes en el territorio municipal.

Imagen 9. Clasificación de la medidas e instrumentos de mitigación



VI.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.

Se analizaron 5 tipos de fenómenos tanto de tipo natural como antropogénico y el nivel de riesgo asociado a cada uno de ellos. Para la mayoría de los fenómenos naturales se analizaron los resultados de las estimaciones periodos de retorno distintos a fin de conocer los umbrales de peligro asociados al fenómeno.

El tipo de fenómeno geológico se trata de perturbaciones que provocan directamente actividad y movimiento en la corteza terrestre. En esta categoría se analizaron fenómenos como inestabilidad de laderas en sus clasificaciones deslizamientos, derrumbes, caída de detritos y flujos, sismos, hundimientos y agrietamientos.

El tipo de fenómeno hidrometeorológico comprende agentes perturbadores que se generan por la acción de los agentes atmosféricos; dentro de esta clasificación se analizaron fenómenos como inundaciones pluviales, lluvias extremas, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y de granizo, heladas, nevadas, temperaturas máximas y mínimas, sequías y tornados.

Los químicos tecnológicos, son los agentes que se generan por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones y derrames, para el caso de San Juan Yatzona se analizaron explosiones e incendios forestales.

Los fenómenos Sanitario-Ecológicos, suelen ser efectos patógenos de agentes biológicos que afectan a las poblaciones humanas, animales y cultivos, provocando su muerte o cambios en su estado de salud. Una epidemia o peste es un desastre sanitario en el sentido estricto de la palabra. Esta clasificación también incluye la contaminación del aire, el agua, el suelo y los alimentos; dentro de esta clasificación, en el presente trabajo se analizaron los riesgos por plagas en cultivos y forestales.

Socio organizativos, estos fenómenos de origen antropogénico son causados por errores humanos o acciones deliberadas que ocurren en el contexto de grandes concentraciones de población o movimientos de gran escala, tales como:

manifestaciones de descontento social, grandes concentraciones de población, terrorismo, sabotajes, accidentes aéreos, marítimos o terrestres e interrupción o impacto en servicios esenciales o infraestructura estratégica, en el caso de San Juan Yatzona, en esta clasificación se analizó el riesgo por ocurrencia de accidentes.

De acuerdo con el nivel de riesgo se realizó una matriz de resultados en donde fueron ubicadas las diferentes proporciones de territorio con posible afectación, este análisis documental se realizó de gabinete utilizando cartografía de forma documental

En el análisis de los tipos de riesgos presentes en el territorio de San Juan Yatzona para los distintos fenómenos incluyendo las estimaciones con periodos de retorno se tuvieron los siguientes resultados, resaltando el hecho que un mismo fenómeno puede tener niveles de riesgo diferentes dependiendo del área territorial afectada.

Tabla 91. Resumen del nivel de riesgos de los fenómenos perturbadores que amenazan al municipio

Riesgos por fenómenos perturbadores, San Juan Yatzona	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Fenómenos geológicos					
Deslizamiento			96.59%	3.24%	0.17%
Deslizamiento para un PR 5 años			96.02%	3.65%	0.33%
Deslizamiento para un PR 10 años			95.25%	4.42%	0.33%
Deslizamiento para un PR 20 años			95.25%	4.42%	0.33%
Deslizamiento para un PR 50 años			95.25%	4.42%	0.33%
Derrumbes			95.25%	4.42%	0.33%
Derrumbes para un PR 5 años			95.25%	4.42%	0.33%
Derrumbes para un PR 10 años			95.25%	4.42%	0.33%
Derrumbes para un PR 20 años			95.25%	4.42%	0.33%
Derrumbes para un PR 50 años			95.25%	4.42%	0.33%
Caída de detritos			99.57%	0.43%	
Caída de detritos para un PR 5 años			98.46%	1.54%	
Caída de detritos para un PR 10 años			97.75%	2.25%	
Caída de detritos para un PR 20 años			96.60%	3.34%	0.06%
Caída de detritos para un PR 50 años			95.60%	4.15%	0.25%
Flujos			98.01%	1.98%	
Flujos para un PR de 5 años			96.91%	3.08%	0.01%
Flujos para un PR de 10 años			96.44%	3.53%	0.03%
Flujos para un PR de 20 años			95.69%	4.00%	0.31%
Flujos para un PR de 50 años			95.26%	4.41%	0.33%
Aceleración sísmica			99.67%	0.33%	
Aceleración sísmica para un PR 10 años	95.25%	4.75%			
Aceleración sísmica para un PR 100 años	95.25%	4.75%			
Aceleración sísmica para un PR 1000 años	95.25%	4.75%			

Hundimientos	95.25%	4.75%			
Subsidencia	7.93%	47.02%	44.71%	0.33%	
Agrietamientos			98.53%	1.47%	
Fenómenos hidrometeorológicos					
Inundaciones pluviales	1.49%		98.32%	0.33%	
Precipitación máxima			95.25%	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 24 horas			95.25%	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 2 años			95.25%	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 5 años			95.25%	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 10 años			95.25%	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 25 años			95.25%	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 50 años			95.25%	4.42%	0.33%
Ciclones tropicales		99.67%	0.33%		
Tormentas eléctricas			99.67%	0.33%	
Tormentas eléctricas para un PR 2 años		95.25%	4.75%		
Tormentas eléctricas para un PR 5 años			99.20%	0.80%	
Tormentas eléctricas para un PR 10 años			99.59%	4.07%	0.33%
Tormentas eléctricas para un PR 25 años			95.25%	4.42%	0.33%
Tormentas eléctricas para un PR 50 años			95.25%	4.42%	0.33%
Tormentas eléctricas para un PR 100 años			95.25%	4.42%	0.33%
Heladas por temperaturas mínimas	2.37%	22.90%	74.29%	0.33%	
Temperaturas mínimas para un PR 2 años		95.25%	4.75%		
Temperaturas mínimas para un PR 5 años	94.11%	5.89%			
Temperaturas mínimas para un PR 10 años	95.25%	4.75%			
Temperaturas mínimas para un PR 25 años	95.25%	4.75%			
Temperaturas mínimas para un PR 50 años	95.25%	4.75%			
Temperaturas mínimas para un PR 100 años	95.25%	4.75%			
Tormentas de granizo		1.97%	97.70%	0.33%	
Tormentas de granizo para un PR 2 años	95.25%	4.75%			
Tormentas de granizo para un PR 5 años		89.32%	10.68%		
Tormentas de granizo para un PR 10 años		1.23%	98.43%	0.33%	
Tormentas de granizo para un PR 25 años			98.11%	1.88%	0.01%
Tormentas de granizo para un PR 50 años			95.79%	3.88%	0.33%
Tormentas de granizo para un PR 100 años			95.25%	4.42%	0.33%
Nevadas	95.25%	4.75%			
Temperaturas máximas			95.25%	4.42%	0.33%
Temperaturas máximas para un PR 2 años		15.99%	83.68%	0.33%	
Temperaturas máximas para un PR 5 años			99.67%	0.33%	
Temperaturas máximas para un PR 10 años			99.67%	0.33%	
Temperaturas máximas para un PR 25 años			97.16%	2.30%	0.33%
Temperaturas máximas para un PR 50 años			95.44%	4.23%	0.33%

Temperaturas máximas para un PR 100 años			95.25%	4.42%	0.33%
Sequía		5.53%	94.05%	0.33%	
Tornados	95.25%	4.75%			
Fenómenos Químico-tecnológicos					
Explosión de combustible en calles	8.00%	4.89%	4.59%	0.75%	0.33%
Explosión de combustible en pequeños comercios		0.12%	0.10%	0.07%	0.01%
Incendios forestales		0.36%	99.23%	0.35%	
Fenómenos sanitario-ecológicos					
Plagas en cultivos		92.40%	2.63%		
Plagas forestales (Xyleborus)		66.53%	28.50%		
Plagas forestales (Sphaeropsis)		29.38%			
Plagas forestales (Ocoaxo)		29.38%			
Plagas forestales (Euwaliacea)		80.76%	14.27%		
Plagas forestales (Descortezador)			29.43%		
Plagas forestales (Defoliador)			94.96%	0.07%	
Plagas forestales (Coptotermes)			29.62%		
Fenómenos socio-organizativos					
Ocurrencia de accidentes	95.25%	4.75%			

De acuerdo con el análisis cartográfico, se obtuvieron los siguientes resultados agrupados por nivel de riesgo:

Nivel de riesgo muy bajo: 17 fenómenos presentaron este nivel (incluyendo estimaciones con períodos de retorno), tales como sismos, hundimientos, heladas/temperaturas mínimas, tormentas de granizo, nevadas, tornados, ocurrencia de accidentes, explosión de combustible en calles, subsidencia e inundaciones pluviales.

Nivel de riesgo bajo: 31 fenómenos presentaron este nivel (incluyendo estimaciones con períodos de retorno), siendo las de mayor impacto los ciclones, heladas/temperaturas mínimas, plagas en cultivos y forestales, tormentas eléctricas y de granizo, ondas de calor, sequía, explosión de combustible en calles, sismos, hundimientos, nevadas, tornados y ocurrencia de accidentes entre otros.

Nivel de riesgo medio: En este nivel se presentó el mayor número fenómenos, acumulando 64 incluyendo estimaciones con períodos de retorno, siendo las de mayor impacto los sismos, tormentas eléctricas y de granizo, ondas de calor, inestabilidad de laderas en sus 4 procesos (caída de detritos, deslizamientos, flujos y derrumbes), incendios forestales, agrietamientos, inundaciones pluviales, ondas de calor, plagas forestales y sequia entre los más representativos.

Nivel de riesgo alto: En este nivel se presentaron 55 fenómenos (incluyendo estimaciones con períodos de retorno) siendo las de mayor impacto la inestabilidad de laderas en sus 4 procesos analizados (deslizamientos, derrumbes, flujos y caída de detritos), inundaciones pluviales, tormentas eléctricas y de granizo, ondas de calor, agrietamientos, explosión de combustible en calles y pequeños comercios, incendios forestales, sismos, sequias, heladas, subsidencia y plagas forestales por defoliador.

Nivel de riesgo muy alto: En este nivel se presentaron 36 fenómenos (incluyendo estimaciones con períodos de retorno) siendo las de mayor impacto 3 de los procesos de inestabilidad de laderas (deslizamientos, derrumbes y flujos), así como inundaciones pluviales, tormentas eléctricas y de granizo, ondas de calor, explosión de combustible en calles; de igual forma, pero con menor proporción de impacto, en este nivel se presentaron la caída de detritos y la explosión de combustible en pequeños comercios.

De los resultados obtenidos, se enfocó el análisis en los que tuvieron calificaciones de riesgo alto y muy alto, obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 92. Principales riesgos que amenazan al municipio

Riesgos por fenómenos perturbadores, San Juan Yatzona	Alto	Muy alto
Fenómenos geológicos		
Deslizamiento	3.24%	0.17%
Deslizamiento para un PR 5 años	3.65%	0.33%
Deslizamiento para un PR 10 años	4.42%	0.33%
Deslizamiento para un PR 20 años	4.42%	0.33%
Deslizamiento para un PR 50 años	4.42%	0.33%
Derrumbes	4.42%	0.33%
Derrumbes para un PR 5 años	4.42%	0.33%
Derrumbes para un PR 10 años	4.42%	0.33%
Derrumbes para un PR 20 años	4.42%	0.33%
Derrumbes para un PR 50 años	4.42%	0.33%
Caída de detritos	0.43%	
Caída de detritos para un PR 5 años	1.54%	
Caída de detritos para un PR 10 años	2.25%	
Caída de detritos para un PR 20 años	3.34%	0.06%
Caída de detritos para un PR 50 años	4.15%	0.25%
Flujos	1.98%	
Flujos para un PR de 5 años	3.08%	0.01%
Flujos para un PR de 10 años	3.53%	0.03%
Flujos para un PR de 20 años	4.00%	0.31%
Flujos para un PR de 50 años	4.41%	0.33%

Aceleración sísmica	0.33%	
Subsidencia	0.33%	
Agrietamientos	1.47%	
Fenómenos hidrometeorológicos		
Inundaciones pluviales	0.33%	
Precipitación máxima	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 24 horas	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 2 años	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 5 años	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 10 años	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 25 años	4.42%	0.33%
Precipitación máxima para un PR 50 años	4.42%	0.33%
Tormentas eléctricas	0.33%	
Tormentas eléctricas para un PR 5 años	0.80%	
Tormentas eléctricas para un PR 10 años	4.07%	0.33%
Tormentas eléctricas para un PR 25 años	4.42%	0.33%
Tormentas eléctricas para un PR 50 años	4.42%	0.33%
Tormentas eléctricas para un PR 100 años	4.42%	0.33%
Heladas por temperaturas mínimas	0.33%	
Tormentas de granizo	0.33%	
Tormentas de granizo para un PR 10 años	0.33%	
Tormentas de granizo para un PR 25 años	1.88%	0.01%
Tormentas de granizo para un PR 50 años	3.88%	0.33%
Tormentas de granizo para un PR 100 años	4.42%	0.33%
Temperaturas máximas	4.42%	0.33%
Temperaturas máximas para un PR 2 años	0.33%	
Temperaturas máximas para un PR 5 años	0.33%	
Temperaturas máximas para un PR 10 años	0.33%	
Temperaturas máximas para un PR 25 años	2.30%	0.33%
Temperaturas máximas para un PR 50 años	4.23%	0.33%
Temperaturas máximas para un PR 100 años	4.42%	0.33%
Sequía	0.33%	
Fenómenos Químico-tecnológicos		
Explosión de combustible en calles	0.75%	0.33%
Explosión de combustible en pequeños comercios	0.07%	0.01%
Incendios forestales	0.35%	
Fenómenos sanitario-ecológicos		
Plagas forestales (Defoliador)	0.07%	

VI.2.2 Posibles estrategias a implementar para la reducción de riesgos identificados en el territorio.

Con base en la clasificación de Hutter, recopilar y **clasificar las propuestas de medidas e instrumentos** que podría implementar el municipio para Reducir los Riesgos de Desastres (integrar en **la matriz** que los muestre).

Considerando los principales riesgos que hay que atender en el municipio **incorporar en la matriz** en la que se identifiquen las **propuestas de medidas e instrumentos** que al implementar el municipio podrían reducir a la mayor cantidad de riesgos, como se muestra a continuación.

Tabla 93. Análisis de las medidas, instrumentos y acciones específicas que podría implementar el municipio para la Reducción de Riesgos de Desastres

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas						
		Deslizamiento de laderas	**Derrumbes**	**Caída de detritos**	**Flujo de laderas**	**Sismos**	**Subsidencia**	**Inundaciones pluviales**
Medidas Físicas	Adaptación	Utilizar monitores de deslizamiento en zonas propensas	Construir barreras o muros de contención	Construir barreras o muros de contención	Construir barreras o muros de contención	Reforzar viviendas	Relocalización de infraestructura y vías de comunicación	Definición de lugares seguros
		Construir barreras o muros de contención	Reforzar equipamiento para movimiento de tierras		Reforzar equipamiento para movimiento de tierras			
	Control	Reforzamiento y/o Protección de Infraestructura	Remoción de rocas y estabilización de taludes	Remoción de rocas		Ubicación y/o construcción de albergues	Delimitación de la zona de afectación	Construcción de drenajes pluviales y/o bordos
		Incremento de reforestación					Registro y monitoreo de grietas en infraestructura	Incremento de reforestación
	Retiro	Reubicación de infraestructura				Demolición de infraestructura en mal estado	Desalentar el uso o construcción de infraestructura en la zona afectada	Evacuación de personas y ganado

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas						
		Deslizamiento de laderas	**Derrumbes**	**Caída de detritos**	**Flujo de laderas**	**Sismos**	**Subsidencia**	**Inundaciones pluviales**
Instrumentos de Políticas	Regulación	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil
		Política de ordenamiento territorial				Política de ordenamiento territorial	Política de ordenamiento territorial	
		Requerir estudios de mecánica de suelos para construcción de infraestructura					Implementación y monitoreo de la superficie mediante MDT y MDS	
	Incentivos y/o desincentivos	Incentivos financieros para manejo forestal (reforestación)				Estímulos a escuelas que difundan protocolos de seguridad	Estímulos fiscales (impuestos) a construcciones en áreas seguras	
	Comunicación	Implementación de sistemas de alerta temprana				Campañas sobre evacuación de inmuebles		
		Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población
	Compensación							

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas						
		Heladas	**Tormentas de granizo**	**Temperaturas máximas**	**Sequias**	**Explosiones**	**Incendios Forestales**	**Plagas**
Medidas Físicas	Adaptación	Utilización de invernaderos en agricultura	Reforzar techumbres de casas	Incrementar reforestación	Utilizar técnicas de cosecha de agua de lluvia y riego tecnificado	Construcción de barreras de protección	Técnicas de regeneración de suelos agrícolas	Sembrar variaciones de plantas con mayor resistencia a plagas
		Poner al alcance de la población vulnerable medios físicos de abrigo personal						
	Control			Conservación y aumento de áreas verdes	Crear normatividad para la creación de nuevas áreas de cultivo	Verificaciones físicas a los volúmenes de combustible almacenados	Adquisición de herramienta e insumos para combate de incendios	Utilización de técnicas sostenibles para combate de plagas
				Incremento de reforestación	Incremento de reforestación			
	Retiro						Cambiar la técnica de RTQ por alternativas que eviten el uso de fuego	
Instrumentos de Políticas	Regulación	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil
						Establecimiento de límites y medios de almacenamiento de combustible		

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas						
		Heladas	**Tormentas de granizo**	**Temperaturas máximas**	**Sequias**	**Explosiones**	**Incendios Forestales**	**Plagas**
						Política de ordenamiento territorial		
	Incentivos y/o desincentivos					Multas en caso de no cumplir límites y medios de almacenamiento	Incentivos al uso de nuevas técnicas que eviten la roza-tumba y quema	Incentivos al uso de plaguicidas no contaminantes
	Comunicación				Campañas sobre sistemas de riego tecnificados	Implementación de sistemas de alerta temprana	Implementación de sistemas de alerta temprana	Implementación de sistemas de alerta temprana
		Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población
	Compensación						Pago por servicios ambientales	

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas					
		Agrietamientos	**Tormentas eléctricas**				
Medidas Físicas	Adaptación	Relocalización de infraestructura y vías de comunicación	Implementación y mejora de los sistemas de tierra en el sistema eléctrico de la infraestructura				
		Refuerzos estructurales de infraestructura					
	Control	Uso de rellenos aplicados progresivamente	Colocación de dispositivos pararrayos en infraestructura				
		Registro y monitoreo de grietas en infraestructura					
	Retiro	Deshabito/desuso de infraestructura dañada					
Instrumentos de Políticas	Regulación	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil	Creación o actualización del reglamento de Protección Civil				
		Implementación y monitoreo de la superficie mediante MDT y MDS					

Estrategia para la Reducción del Riesgo	Tipos de medidas e instrumentos	Acciones Específicas					
		Agrietamientos	Tormentas eléctricas				
	Incentivos y/o desincentivos		Estímulos fiscales por instalación y/o mejora de sistemas de tierra o dispositivos de protección eléctrico				
	Comunicación	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población	Difusión de riesgos y protocolos de actuación de la población				
	Compensación						

VI.3 Análisis de la percepción del nivel de riesgo de la población

La gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

La realidad empírica ha mostrado que los desastres afectan los procesos de desarrollo de un territorio, cuando una amenaza impacta las condiciones de vulnerabilidad preexistentes y muchas veces creadas por los vacíos que generamos con la transformación de nuestro entorno. Esta estrecha vinculación entre el desarrollo y la reducción de riesgos de desastres es mucho más clara a nivel local en los municipios, tanto urbanos como rurales.

Congruente con esta realidad, para el acompañamiento en campo y el involucramiento de la población en la toma de decisiones y la gestión del riesgo se retomó el enfoque de Reducción de Riesgos de Desastre (RRD), entendida ahora como un conjunto de conceptos, metodologías, estrategias y enfoques que tienen la función de promover formas de desarrollo más sostenibles, resilientes y seguras, a través de la reducción y manejo de las condiciones de vulnerabilidad, para evitar o limitar el impacto adverso de fenómenos potencialmente peligrosos (EIRD-OIT, 2009a).

VI.3.1 Actores relevantes del municipio que participaron en el análisis de percepción del riesgo

El enfoque de Reducción de Riesgos de Desastres parte de que, más que tratarse de eventos inevitables, impredecibles e incontrolables, los riesgos se entienden como procesos prevenibles y hasta cierto punto controlables, y la responsabilidad primaria de atender estos fenómenos es de las autoridades gubernamentales de los tres niveles de gobierno y de la sociedad organizada.

Es en ese orden de ideas, cobra relevancia la corresponsabilidad entre el sistema de Protección Civil municipal, el área dedicada a la planeación del desarrollo municipal, y en su caso la encargada del desarrollo urbano, para la toma de decisiones conjunta; de manera que la reducción de los riesgos se aborde, por un lado en las acciones de atención frente a fenómenos perturbadores, y la ordenación del uso y ocupación del territorio a través por ejemplo, de la regulación de los usos de suelo, del otorgamiento de licencias de construcción o de la reglamentación de las técnicas constructivas.

La naturaleza del municipio de San Juan Yatzona es eminentemente rural, con una población menor de 500 habitantes e integrado por solo una localidad hace que tenga ciertas limitantes administrativas, económicas y de operación. Es por ello, que al no tener personal que atienda los temas de protección civil ni contar con un área dedicada a la planeación del desarrollo municipal para los talleres de percepción y caracterización de amenazas, se contó con la participación del Consejo de Ordenamiento Territorial y Urbano de San Juan Yatzona, conformado por el Presidente Municipal auxiliado por el síndico municipal, además, se contó la participación de dos ciudadanos que forman parte del comisariado de bienes comunales, adicionalmente, se contó con la participación de tres mujeres que desempeñaban los cargos de presidentas de las escuelas de educación inicial, preescolar y telesecundaria. Además de lo anterior y adicional a los integrantes del Consejo, en todas las sesiones se contó con participación de otros integrantes del cabildo, como regidores, topiles y contralores. La edad de los asistentes fue predominantemente jóvenes y adultos jóvenes, salvo dos personas en el rango de adultos maduros, hecho que derivó en sesiones con mucha participación e inquietud por parte de los jóvenes que mostraron respeto y escucha hacia las personas de mayor experiencia sin dejar de proponer ideas o de aclarar sus dudas.

Es de resaltar el apoyo del enlace municipal para la realización de encuestas y de algunos recorridos de campo, dado su perfil profesional mostró mucho interés sobre todo en temas relacionados a la mejora del medio ambiente; su papel puede ser determinante para la continuidad y actualización de los atlas de riesgos o planes de ordenamiento.

En primera instancia se realizó la investigación de gabinete para identificar los eventos perturbadores que se habían presentado en el municipio y que tuvieron declaratorias de emergencia o desastre. Posterior a ello, se realizaron encuestas a actores relevantes de la comunidad que en su mayoría fueron adultos mayores, con la finalidad de recabar la sucesión de eventos perturbadores presentados en el municipio en el pasado; esa información se complementó con la información de gabinete para tener una primera propuesta de línea de tiempo en donde se señalaron los eventos perturbadores suscitados en el municipio y las afectaciones que ocasionaron.

La primer actividad que se realizó con el Consejo, consistió en la revisión de cada uno de los eventos perturbadores de la línea de tiempo generada detallando sus afectaciones y los años en que sucedieron, en caso de estar de acuerdo, cada registro era validado e integrado para su posterior análisis, en la mayoría de los casos hubo consenso en la presencia o no de los eventos perturbadores relacionados y en la caracterización de los mismos, solamente un evento no fue validado a pesar de haber tenido declaratoria de emergencia por el CENAPRED, ya que manifestaron que ese evento en ese año no causó afectaciones a la población, bienes o infraestructura pública.

Acto seguido, se analizaron los niveles de impacto y frecuencia de los eventos perturbadores presentados en el municipio, así como las afectaciones tanto directas o indirectas que ocasionaron en las personas, como en la infraestructura pública y privada finalizando con el ejercicio de participación de los asistentes con propuestas para disminuir y atender las consecuencias.

VI.3.2 Memoria histórica de eventos perturbadores que han impactado al territorio

En el proceso de validación de los eventos perturbadores, por consenso manifestaron que los ciclones no han causado afectación en el municipio, ya que no identifican la presencia del fenómeno como tal, sino que lo clasifican como lluvias intensas o bien como huracanes.

Derivado de los trabajos del taller, se pudo concluir que el peligro originado por sismos ha representado pérdidas sobre todo económicas en la comunidad, ya que a la fecha su iglesia católica aún mantiene daños originados por el sismo del año 2017, además de que difícilmente tienen acceso a programas públicos para la reparación de los daños en la infraestructura particular.

En lo relacionado a los fenómenos hidrometeorológicos, establecieron la relación entre lluvias originadas por los huracanes y los deslaves, ya que las ocasiones donde llueve muy intenso es cuando más se generan los deslaves que impiden el paso de vehículos a la comunidad, siendo éstos de los eventos perturbadores que más han

impactado al municipio. Los eventos perturbadores que no se habían identificado en las declaratorias del CENAPRED ni en las encuestas a los actores relevantes fueron las sequias, incendio y plagas a los cultivos de café.

Línea de tiempo de impacto de eventos perturbadores

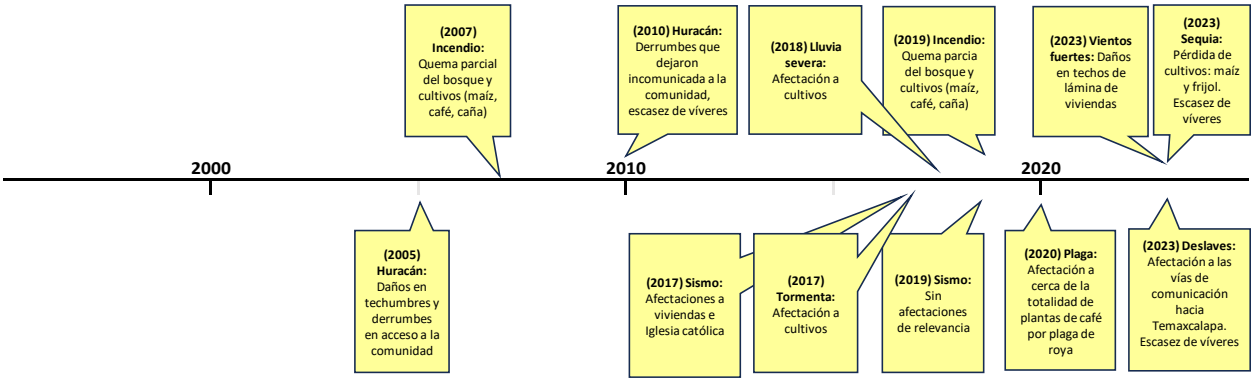


Tabla 94. Cronología de eventos peligrosos

Año	Evento	Descripción	Ubicación	Causa
2005	Huracán	Daños en techumbres y derrumbes en acceso a la comunidad	Todo el territorio municipal	Deforestación. Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia
2007	Incendio	Quema parcia del bosque y cultivos (maíz, café, caña)	Bosque al oeste del municipio	No identificada. Posiblemente la técnica de cultivo roza-tumba-quema (RTQ)
2010	Huracán	Derrumbes que dejaron incomunicada a la comunidad, escasez de víveres	Todo el territorio municipal	Deforestación. Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia
2017	Sismo	Afectaciones a viviendas e Iglesia católica	Todo el territorio municipal	Movimiento sísmico, deficiencias estructurales en las viviendas afectadas
2017	Tormenta eléctrica	Afectación a cultivos	Áreas de cultivo	Potencia de vientos. Caída de rayos.
2018	Lluvia severa	Afectación a cultivos	Áreas de cultivo	Exceso de lluvia
2019	Sismo	Sin afectaciones de relevancia	Todo el territorio municipal	Movimiento sísmico

Año	Evento	Descripción	Ubicación	Causa
2019	Incendio	Quema parcia del bosque y cultivos (maíz, café, caña)	Bosque al oeste del municipio	No identificada. Posiblemente la técnica de cultivo roza-tumba-quema (RTQ)
2020	Plaga	Afectación a cerca de la totalidad de plantas de café por plaga de roya	Todo el territorio municipal	Presencia de plaga, falta de mecanismos de protección forestal
2021	Incendio	Quema parcia del bosque y cultivos (maíz, café, caña)	Todo el territorio municipal	No identificada. Posiblemente la técnica de cultivo roza-tumba-quema (RTQ)
2023	Vientos fuertes	Daños en techos de lámina de viviendas. Suspensión del servicio de energía eléctrica	Localidad de San Juan Yatzona	Potencia de los vientos, corto circuito en las líneas de CFE
2023	Sequia	Pérdida de cultivos: maíz y frijol. Escasez de víveres	Todo el territorio municipal	Escasez de agua. Ausencia de métodos de riego tecnificado
2023	Derrumbes	Afectación a las vías de comunicación hacia Temaxcalapa. Escasez de víveres	Todo el territorio municipal	Deforestación. Inestabilidad de la ladera. Exceso de lluvia

VI.3.3 Identificación y priorización de amenazas y vulnerabilidades en el municipio

En los talleres con el Consejo, se identificaron 8 amenazas que se presentan en el municipio: huracán, incendio, sismo, tormenta eléctrica, lluvia severa, vientos fuertes, sequía y derrumbes. Históricamente las amenazas más comunes han sido los huracanes por las lluvias torrenciales que conllevan y la inestabilidad de laderas en su proceso de derrumbes que se relaciona a ellas; mencionaron que en el último año se presentó sequía, misma que se había presentado con menor intensidad en años anteriores, pero fue hasta el 2023 cuando ya causo afectaciones mayores a la población por la pérdida de cultivos.

En el nivel de importancia, los asistentes al taller consideraron que los sismos son los que han causado mayor afectación, ya que este fenómeno ha causado daños a las viviendas que los habitantes con recursos propios han tenido que reparar, además de causar daños a la infraestructura pública como el palacio municipal y la iglesia católica que a la fecha aún mantiene fisuras,

Como parte de las amenazas más comunes los asistentes también señalaron el huracán y los derrumbes, ya que identifican que el segundo se da a consecuencia del primero. Los derrumbes han impedido el transito desde y hacia la localidad de San Juan Yatzona, quedando incomunicados hasta por 10 días, teniendo desabasto de alimentos y medicinas.

Adicional a que la identificación de las amenazas partió de la revisión histórica de la presencia de los fenómenos, se realizaron recorridos de campo en los que se detectó una amenaza relacionada al fenómeno de inestabilidad de laderas, pero de origen antropogénico; toma relevancia ya que se ubica en el camino de acceso al municipio y por las condiciones en que se encuentra es de suma importancia se tomen medidas de mitigación o disminución del riesgo, ya que a raíz de los trabajos para la construcción de un nuevo puente, se han presentado deslaves ocasionando que la carretera presente fracturas importantes y unas condiciones de peligro altas, sobre todo con la presencia de algún fenómeno hidrometeorológico como lluvias o huracanes.

Imagen 10. Ladera inestable ubicada en el acceso principal a San Juan Yatzona



De la misma manera en el centro de la comunidad se observan fracturas sobre el pavimento de la calle principal, que al no tener elementos de contención al costado pueden suponer una inestabilidad de la ladera.

Imagen 11. Agrietamiento de la vialidad principal de San Juan Yatzona



Continuando con la revisión histórica de los fenómenos, los asistentes al taller refirieron que la sequía causó desabasto de sus granos básicos de autoconsumo como son el maíz y frijol impactando tanto en su alimentación como en su economía al encarecerse los granos. En contraste, las amenazas que consideraron han causado menos daños son los incendios, las tormentas eléctricas, lluvias severas y los vientos fuertes; sin embargo, las amenazas que se han presentado con mayor intensidad son las tormentas eléctricas y los vientos fuertes, éstos últimos, aunque han sido de magnitudes considerables, según consideración de los asistentes al taller, no han causado afectaciones fuertes a la comunidad.

Las vulnerabilidades identificadas las encabezaron las viviendas, seguidas del sistema eléctrico que alimenta la comunidad. De la misma manera se consideró vulnerable a las carreteras, los cultivos y el bosque, en menor medida también se consideraron vulnerables la infraestructura de comunicaciones, la infraestructura pública y las plantas de café.

Tabla 95. Amenazas y vulnerabilidades identificadas por la población

Amenazas	Vulnerabilidades
Huracán	Viviendas, sistema eléctrico, carreteras
Incendio	Bosque, infraestructura de riego
Sismo	Viviendas, infraestructura pública
Tormenta eléctrica	Comunicaciones, sistema eléctrico
Lluvia severa	Cultivos
Vientos fuertes	Viviendas, cultivos
Sequia	Bosque, cultivos
Derrumbes	Carreteras, sistema eléctrico

Para priorizar las amenazas se utilizó como referencia el nivel de afectación que presentaron en el municipio, dando mayor valor a las amenazas que causaron pérdida de vidas humanas seguidas de las amenazas que causaron pérdidas materiales como daños a viviendas o infraestructura pública o privada, en una tercera clasificación las amenazas que causaron pérdidas económicas y por último las amenazas que se han presentado y que han dañado el medio ambiente. Producto de dicha priorización, se tuvo la siguiente clasificación, iniciando con 1 las amenazas que mayor afectación ocasionaron a bienes o infraestructura del territorio municipal.

Adicionalmente se dio una ponderación, desde la percepción de los asistentes, al nivel de intensidad con el que se presentó la amenaza, dando una ponderación de 1 a las amenazas que en su percepción se presentaron con mayor intensidad, siendo 5 las que consideraron de menor intensidad.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 96. Valoración y priorización de las amenazas

Amenazas	Prioridad	Percepción de intensidad
Sismo	1	2
Huracán	2	3
Derrumbes	3	2
Sequia	4	2
Incendio	5	3
Tormenta eléctrica	6	4
Lluvia severa	7	3
Vientos fuertes	8	4

VI.3.4 Definición de posibles acciones a implementar para la Reducción de Riesgos en el municipio

Una vez que se identificaron las amenazas y vulnerabilidades, así como los impactos sufridos en eventos pasados, se pueden suponer las probables pérdidas que podría sufrir la población, y con esa información y reflexión poder identificar posibles acciones para reducir el riesgo

Una de las actividades desarrolladas en el taller fue recabar de los asistentes sus propuestas para la reducción de riesgos, es de notar que en algunos casos pareciera que la comunidad tiene cierta “resignación” a las afectaciones que causen las amenazas, digamos que aprendieron a convivir con el riesgo, sin embargo, producto del interés de proteger a la comunidad surgieron algunas inquietudes y líneas de acción por explorar. Únicamente en el manejo de los incendios es en donde han implementado acciones de mitigación, sin embargo, para el resto de las amenazas identificadas han sido escasas las acciones que han implementado, a pesar de ello, surgieron propuestas de nuevas acciones por realizar.

Tabla 97. Amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población

Amenazas	Vulnerabilidades	Acciones de prevención o mitigación
Incendio	Bosque	Jornadas de información para que la población apague el fuego que generen en el campo. Mayor acompañamiento a los agricultores cuando realicen actividades de roza, tumba y quema. Que el comisariado tenga herramienta disponible para apagar incendios y la comisión para apagar incendios reciba capacitación de la COESFO
Incendio	Infraestructura de riego	Mayor acompañamiento a los agricultores cuando realicen actividades de roza, tumba y quema. Que el comisariado tenga herramienta disponible para apagar incendios.
Huracán	Viviendas	Mejorar las características estructurales de los techos de las viviendas
Huracán	Sistema eléctrico	Disponibilidad de plantas de emergencia para servicios de salud y seguridad. Convenio de colaboración con CFE para la atención de cortes de energía.
Huracán	Carreteras	Fortalecer las capacidades de maquinaria y herramienta para quitar deslaves
Sequía	Bosque	Reforestar las áreas donde no hay árboles
Sequía	Cultivos	Capacitar a los campesinos con técnicas de riego que aprovechen mejor el agua; buscar semillas que sean más resistentes a la sequía
Sismo	Viviendas	Mejorar las características estructurales de las viviendas (hay viviendas de adobe); Ya se cuenta con GPS y equipo de cómputo para georreferenciar puntos afectados
Sismo	Personas	Capacitar en procedimientos de evacuación a la comunidad; definir puntos de reunión en caso de emergencia
Sismo	Infraestructura pública	Mejorar las características estructurales de la infraestructura; Cumplir con normativa estructural para nuevas edificaciones.
Tormenta eléctrica	Comunicaciones	Convenios de colaboración para pronto restablecimiento de servicio
Tormenta eléctrica	Sistema eléctrico	Disponibilidad de plantas de emergencia para servicios de salud y seguridad. Convenio de colaboración con CFE para la atención de cortes de energía.
Lluvia severa	Cultivos	Construcción de drenaje pluvial en zonas de cultivo
Vientos fuertes	Viviendas	Mejorar las características estructurales de los techos de las viviendas
Vientos fuertes	Cultivos	Sembrar árboles coposos a las orillas de los campos de siembra
Derrumbes	Carreteras	Fortalecer las capacidades de maquinaria y herramienta para quitar deslaves
Deslaves	Sistema eléctrico	Disponibilidad de plantas de emergencia para servicios de salud y seguridad. Convenio de colaboración con CFE para la atención de cortes de energía.

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 Tabla: "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 **pérdida**s económicas **menores**, **suspensión de algunos servicios básicos, sin daños** de consideración e**n la infraestructura**	2 = Intensidad Baja
El evento se presentó **1 vez hace más de 10 años**	1= Frecuencia Muy Baja	Únicamente generación de **daños mínimos en la infraestructura** que no comprometen su funcionamiento ni suponen pérdidas económicas importantes	1= Intensidad Muy Baja
e 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.

Imagen 14. Matriz de Peligro para realizar el cruce de frecuencia e intensidad para determinar el valor final de cada peligro

MATRIZ DE PELIGRO							
INTENSIDAD	5 = Intensidad Muy Alta	0	4 = Peligro Alto	5 = Peligro Muy Alto	5 = Peligro Muy Alto	5 = Peligro Muy Alto	5 = Peligro Muy Alto
	4 = Intensidad Alta	0	4 = Peligro Alto	4 = Peligro Alto	4 = Peligro Alto	4 = Peligro Alto	5 = Peligro Muy Alto
	3 =Intensidad Media	0	3 = Peligro Medio	3 = Peligro Medio	3 = Peligro Medio	3 = Peligro Medio	4 = Peligro Alto
	2 = Intensidad Baja	0	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo	3 = Peligro Medio	3 = Peligro Medio
	1= Intensidad Muy Baja	0	1 = Peligro Muy Bajo	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo	2 = Peligro Bajo
	0	0	1 = Peligro Muy Bajo	1 = Peligro Muy Bajo	1 = Peligro Muy Bajo	1 = Peligro Muy Bajo	1 = Peligro Muy Bajo
		0	1= Frecuencia Muy Baja	2 = Frecuencia Baja	3 = Frecuencia Media	4 = Frecuencia Alta	5 = Frecuencia Muy Alta
		FRECUENCIA					

Para determinar el grado de peligro del municipio, se hace la sumatoria de valores finales de cada fenómeno adverso y dicho valor se clasifica acorde al rango de valores que contempla cada grupo mencionado en 0-21 “Muy bajo”; 22-42 “Bajo”; 43-63 “Medio”; 64-84 “Alto”; 85-105 “Muy alto”.

Imagen 15. Criterios para determinar el valor final del peligro

3. QUÍMICO / TECNOLÓGICO	Fugas de Sustancias Peligrosas			
	Sustancias Peligrosas			
	Explosiones			
	Incendios			
GRADO DE PELIGRO. (Sumar 3 grupos de Fenómenos Adversos)				15
0-21 Muy bajo; 22-42 Bajo; 43-63 Medio; 64-84 Alto; 85-105 Muy alto				**Muy Bajo**

Del total de amenazas que ponen en peligro los sistemas expuestos en San Juan Yatzona son más comunes los del tipo hidrometeorológico, seguido de los geológicos y de los químico-tecnológicos.

El grado total del municipio se clasificó en el rango “bajo” ya que la sumatoria del grado de riesgo fue de 22.

En la valoración por tipo de amenaza, los valores más altos de peligro se obtuvieron en la inestabilidad de laderas; el proceso de este fenómeno que se presenta en el municipio es el de derrumbes, ya que se presenta por lo menos 2 veces al año, llegando a ocasionar graves pérdidas económicas tanto por la necesidad de remover el material caído como por la escasez de víveres que origina el no tener comunicación terrestre con la cabecera distrital y otras comunidades de abasto.

El siguiente valor más alto fue para huracanes, lluvias severas, tormentas eléctricas y sequias. Para los 3 primeros, en información de los habitantes es común que se suspenda el servicio de energía eléctrica además de daños focalizados en infraestructura pública, dado que se relaciona directamente con inestabilidad de laderas en su proceso de derrumbes, consideraron que ocasiona pérdidas económicas

de menores a considerables por los costos de la remoción de tierra de las carreteras y calles de la comunidad, aunado a la pérdida de cultivos por el exceso de agua. El caso de la sequía, aunque es la primera vez que se presenta con magnitud considerable, consideraron que las pérdidas económicas fueron de igual manera considerables.

En contraste, los valores más bajos fueron para los vientos fuertes, sismos e incendios; en este último, informaron que se encuentran en la ruta de eliminar la técnica de roza-tumba-quema sin embargo aún se mantiene el uso de dicha práctica. Aunque los incendios en mayor o menor medida son recurrentes cada año, los habitantes no perciben afectaciones salvo la que se ocasiona al medio ambiente, es por ello que, en la escala establecida su nivel de peligro se clasificó “bajo”.

Tabla 98. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio

ANÁLISIS DE PELIGROS				
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	2	2
	Inestabilidad de Laderas	5	3	4
2.. HIDROMETEOROLÓGICOS	Huracanes	3	3	3
	Lluvias Severas	4	2	3
	Vientos Fuertes	3	2	2
	Sequias	3	3	3
	Tormentas eléctricas	4	3	3
3. QUÍMICO / TECNOLÓGICO	Incendios	3	2	2
GRADO DE PELIGRO. (Sumar 3 grupos de Fenómenos Adversos)				**22**
0-21 Muy bajo; 22-42 Bajo; 43-63 Medio; 64-84 Alto; 85-105 Muy alto				**Bajo**

VI.3.6 Análisis de la percepción del grado de vulnerabilidad

Para la determinación del grado de vulnerabilidad, se utilizó la tabla de “Análisis de Vulnerabilidades” que se puede ver en la siguiente imagen, la cual contiene los tipos de vulnerabilidad más relevantes que pueden incidir en las comunidades.

Imagen 16. Análisis de Vulnerabilidades

ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES			
(Caracterización de la localidad)			
Necesario Consultar los "Criterios de Evaluación de los factores de Vulnerabilidad" para la podneración de cada indicador			
Escala de ponderación:			
0="No se percibe", 1="Muy Bajo", 2="Bajo", 3="Medio", 4="Alto", 5="Muy Alto"			
TIPO DE VULNERABILIDAD	**VULNERABILIDAD**	**Descripción de la situación**	**Valor Final** Escala 0-5
1. FÍSICO AMBIENTAL	Ubicación de la localidad/Municipio	**Muy lejano** > 5 km	1
	Zonificación Sísmica	**Zona B**	2
	Pendiente General	**Terrenos ligéramente inclinados.** Pendientes entre 15° y 40°	3
	Tipo de Suelo en General	**Baja aptitud con tratamiento intensivo.** Suelo que puede mejorar con tratamieto complicado y de alto costo	4
	Caractarísticas de la Vivienda	Autoconstrucciones **sin calidad. Incumplimiento de los estándares** de calidad y para atender la emergecia y para prevenir o mitigar los riesgo	5
	Características de la Infraestructura	**Cumplimiento de la magoría 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, y consultarse en el Anexo.

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 = Vulnerabliliad 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

3. POLÍTICO ORGANIZATIVA	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		
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**

El análisis de la vulnerabilidad de los sistemas expuestos del municipio se elaboró para cada una de las amenazas relacionada con cada uno de los sistemas expuestos, ya que por ejemplo, la ubicación de la localidad respecto del área donde se presenta la

amenaza es variable, para el caso donde las viviendas son el sistema expuesto la valoración fue en la más alta ya que fenómenos como sismo, deslaves, lluvias intensas, huracanes y vientos fuertes afectan directamente a las viviendas, sin embargo la sequía y la granizada presentan sus mayores afectaciones en las áreas dedicadas a la agricultura que se encuentran fuera de los núcleos habitacionales.

De la misma manera hubo rubros que tuvieron la misma ponderación en todos los sistemas expuestos por cada amenaza, por ejemplo, la zona de sismicidad es la misma para todos los casos, así como las características de la infraestructura.

Los resultados que se obtuvieron del análisis de la vulnerabilidad son los siguientes:

Tabla 99. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio

		1. FÍSICO AMBIENTAL							2. SOCIO ECONÓMICA			3. POLÍTICO ORGANIZATIVA							
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	Vulnerabilidad Promedio
Incendio	Bosque	5	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	53	Alta	Alta
	Infraestructura de riego	4	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	52	Alta	
Huracán	Viviendas	5	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	53	Alta	Alta
	Sistema eléctrico	5	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	53	Alta	
	Carreteras	5	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	53	Alta	
Sequía	Bosque	3	3	3	4		3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	46	Alta	Media
	Cultivos	5	3	3	4		3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	48	Alta	
Sismo	Viviendas	5	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	53	Alta	Alta
	Personas	5	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	53	Alta	
	Infraestructura pública	5	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	53	Alta	
Tormenta eléctrica	Comunicaciones	4	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	52	Alta	Alta
	Sistema eléctrico	4	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	52	Alta	
Lluvia severa	Cultivos	4	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	52	Alta	Alta
Vientos fuertes	Viviendas	5	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	53	Alta	Alta
	Cultivos	5	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	53	Alta	
Derrumbes	Carreteras	1	3	3	5	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	50	Alta	Alta
	Sistema eléctrico	4	3	3	4	5	3	3	5	2	3	2	3	2	5	5	52	Alta	

VI.3.7 Análisis de la percepción del grado de Riesgo

Finalmente, para determinar el nivel de riesgo se utilizó la "Matriz de Riesgos" al cruzar: **el valor cualitativo de Peligro** obtenido anteriormente, y **el de vulnerabilidad,** para determinar el nivel de riesgo existente el área del territorio determinado.

Imagen 19. Criterios para determinar el valor final del Riesgo

	Resultado de análisis del nivel de peligro	15	Muy Bajo
	Resultado del grado de vulnerabilidad	18	Baja
	2. Resultados del NIVEL DE RIESGO (ver Matriz de nivel de Riesgo)		Bajo

Imagen 20. Matriz de Riesgo para realizar el cruce del nivel de peligro y del nivel de vulnerabilidad para determinar el valor final del Riesgo

	MATRIZ DE RIESGO					
PELIGRO	**Peligro muy alto**	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
	Peligro alto	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto
	Peligro medio	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo alto
	Peligro bajo	Riesgo muy bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo medio
	Peligro muy bajo	Riesgo muy bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio
		Vulnerabilidad mu baja	**Vulnerabilidad baja**	**Vulnerabildiad media**	**Vulnerabilidad alta**	**Vulnerabilidad muy alta**
		VULNERABILIDAD				

En la valoración final del riesgo para cada una de las amenazas que se presentan en el municipio se determinó que las amenazas que generan el riesgo más alto son la inestabilidad de laderas, huracanes, tormentas eléctricas y las lluvias fuertes. al tener la valoración entre media y alta para el peligro y una vulnerabilidad alta, dio como resultado que el riesgo sea clasificado como alto para los cuatro fenómenos, siendo la amenazas que originan mayor riesgo en el municipio.

Le siguen los incendios, las sequias, sismos, tormentas y vientos fuertes, aunque todos tienen una vulnerabilidad media o alta, el valor de la amenaza oscila entre 2, y 3.

Tabla 100. Resultados del cálculo del Nivel de Riesgo

Amenazas	Vulnerabilidades	Descripción del Riesgo	Comunidades/población afectada	Valor final de la amenaza (Columna H)	Vulnerabilidad Promedio (Columna AA)	Nivel de Riesgo
Incendio	Bosque	Pérdida de zonas arboladas con impacto en el medio ambiente	San Juan Yatzona	2	Alta	Riesgo medio
	Infraestructura de riego	Afectaciones a la infraestructura del riego (lo hacen con manguera negra) para los cultivos, afectaciones a las cosechas	San Juan Yatzona			
Huracán	Viviendas	Pérdida de vidas, de enseres domésticos y posible daño estructural en las viviendas	San Juan Yatzona	3	Alta	Riesgo alto
	Sistema eléctrico	Interrupción del servicios, daños en redes y electrodomésticos	San Juan Yatzona			
	Carreteras	Interrupción de caminos, falta de víveres, combustibles, medicinas o atención médica especializada	San Juan Yatzona			
Sequía	Bosque	Pérdida de zonas arboladas, incremento de la posibilidad de incendios	San Juan Yatzona	3	Media	Riesgo medio
	Cultivos	Pérdida de cosechas, carestía de alimentos	San Juan Yatzona			
Sismo	Viviendas	Posible daño estructural en las viviendas	San Juan Yatzona	2	Alta	Riesgo medio
	Personas	Pérdida de vidas	San Juan Yatzona			
	Infraestructura pública	Interrupción de servicios y comunicaciones, daños en redes y en fuentes de abastecimiento	San Juan Yatzona			
Tormenta eléctrica	Comunicaciones	Interrupción de comunicaciones	San Juan Yatzona	3	Alta	Riesgo alto
	Sistema eléctrico	Interrupción del servicios, daños en redes y electrodomésticos	San Juan Yatzona			
Lluvia severa	Cultivos	Pérdida de cosechas, carestía de alimentos	San Juan Yatzona	3	Alta	Riesgo alto
Vientos fuertes	Viviendas	Posible daño a techos en las viviendas	San Juan Yatzona	2	Alta	Riesgo medio
	Cultivos	Pérdida de cosechas, carestía de alimentos	San Juan Yatzona			
Derrumbes	Carreteras	Interrupción de caminos, falta de víveres, combustibles, medicinas o atención médica especializada	San Juan Yatzona	4	Alta	Riesgo alto
	Sistema eléctrico	Interrupción del servicios	San Juan Yatzona			

VI.3.8 Acciones para Gestionar y Reducir el Riesgo de Desastres.

Para implementar estrategias de RRD, se considera que, **la Gestión Prospectiva** se retomará para llevarlo al proceso de Ordenamiento Territorial, y que, este instrumento servirá como base para **la Gestión Correctiva**, a partir de acciones de corto y mediano plazo que se decidan implementar ya sea con los propios recursos de los municipios, o bien, con la búsqueda y gestión de fuentes de financiamiento externas para reducir las vulnerabilidades existentes. Finalmente, **la Gestión Reactiva** que se refiere a la preparación antes, durante y después del impacto de eventos perturbadores.

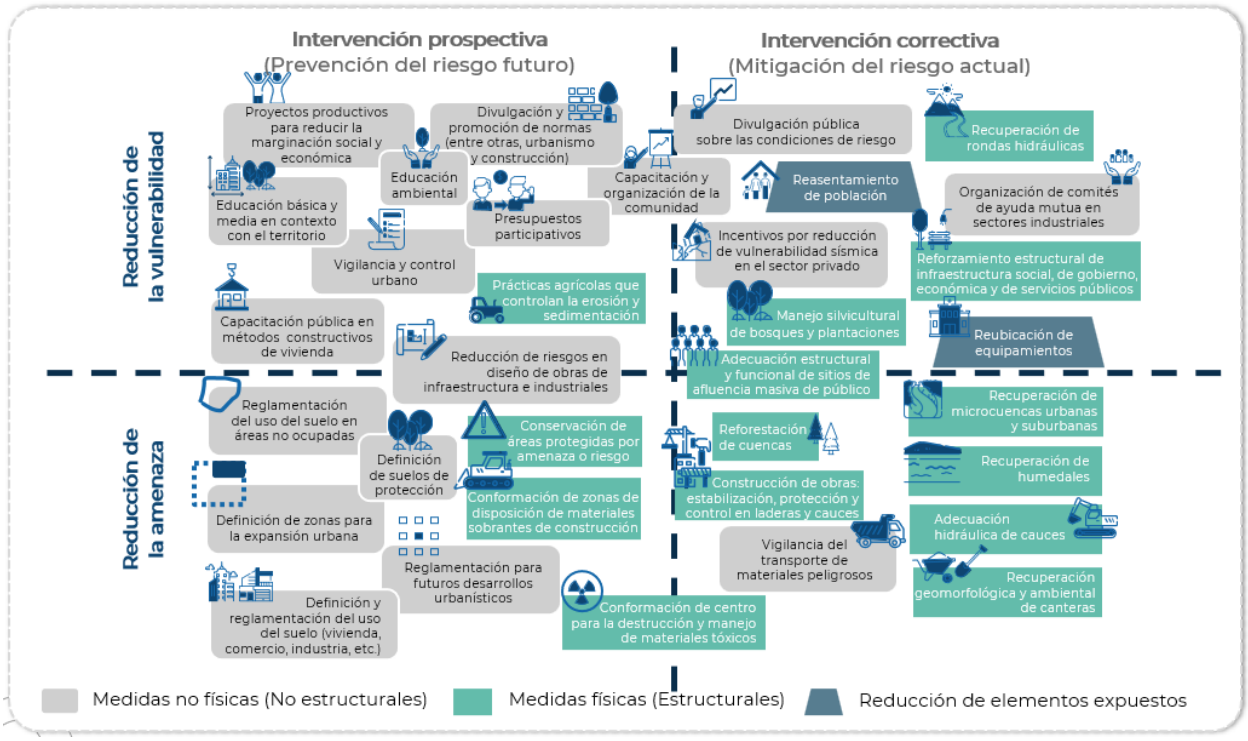
Imagen 21. Fases del ciclo de gestión del riesgo que se atienden en este Instrumento



Las acciones que se podrían implementar para la Reducción de Riesgos de desastres pueden ser **medidas físicas no estructurales**, **medidas físicas estructurales**, o bien, **medidas para a reducción de elementos expuestos**. Una vez definidas las posibles medidas a implementar, se pueden clasificar en **aquellas encaminadas a reducir la vulnerabilidad** o **las que podrían reducir la amenaza**. Por otro lado, se pueden dividir en las que se definan bajo una **Intervención Prospectiva** para **prevenir el riesgo futuro** y las que se definan para **mitigar el riesgo actual** bajo un enfoque de **intervención correctiva**.

Esta clasificación se propuso con la finalidad de mapear las decisiones e identificar las de corto plazo que en la imagen se muestran del lado derecho, y las de largo plazo que en la imagen se muestran del lado izquierdo. Finalmente servirá para designar los responsables de la implementación de las acciones en el municipio.

Imagen 22. Mapeo de acciones para la reducción del riesgo que se atienden en este Instrumento



Con la finalidad de definir las posibles acciones o mecanismos a implementar para Reducir los Riesgos de Desastres, se retomó la tabla de resultados del taller 2 y se agregaron las vulnerabilidades que se identificaron en el taller 3 que hayan sido valoradas con calificaciones de medio, alto y muy alto. Y para cada una de las vulnerabilidades se determinaron posibles acciones a implementar para reducir dichas vulnerabilidades.

Derivado de los grados de riesgo definidos, los asistentes al taller propusieron alternativas de solución mediante acciones y actores concretos. En los actores se incluyeron además de los órganos de gobierno locales a las Instituciones gubernamentales del nivel estatal y federal, incluso, en algunos casos a entidades de la iniciativa privada.

En algunos casos, se propusieron acciones que para los habitantes sería nuevas, ya que no hay antecedentes de que se hayan realizado en la comunidad, tal es el caso de

la capacitación y uso de alternativas de riego tecnificado, o bien, organizarse y equiparse para tener sistemas de alerta temprana, es de resaltar la disposición de las personas a implementar esos nuevos mecanismos y técnicas.

Tabla 101. Peligros, amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población

Amenazas	Vulnerabilidades	Acciones de prevención o mitigación	Responsables de atender el riesgo
Incendio	Bosque	Jornadas de información para que la población apague el fuego que generen en el campo. Mayor acompañamiento a los agricultores cuando realicen actividades de la roza, tumba y quema. Que el comisariado tenga herramienta disponible para apagar incendios y la comisión para apagar incendios reciba capacitación de la COESFO para implementar sistemas de alerta temprana.	Comisariado de bienes comunales, Ayuntamiento Municipal, Gobierno del Estado (protección civil, COESFO)
Incendio	Infraestructura de riego	Mayor acompañamiento a los agricultores cuando realicen actividades de la roza, tumba y quema. Que el comisariado tenga herramienta disponible para apagar incendios.	Comisariado de bienes comunales, Ayuntamiento Municipal
Huracán	Viviendas	Mejorar las características estructurales de los techos de las viviendas	Población en general; Gobierno del Estado (VIBIEN, CABIEN, gubernatura); Ayuntamiento municipal
Huracán	Sistema eléctrico	Disponibilidad de plantas de emergencia para servicios de salud y seguridad. Convenio de colaboración con CFE para la atención de cortes de energía.	Ayuntamiento municipal, Gobierno Federal (CFE)
Huracán	Carreteras	Fortalecer las capacidades de maquinaria y herramienta para quitar deslaves	Ayuntamiento municipal; Gobierno del Estado (CABIEN, SIC, Gubernatura)
Sequía	Bosque	Reforestar las áreas donde no hay árboles	Comisariado de bienes comunales; Gobierno del Estado (SEFADER, medio ambiente)
Sequía	Cultivos	Capacitar a los campesinos con técnicas de riego que aprovechen mejor el agua; buscar semillas que sean más resistentes a la sequía	Comisariado de bienes comunales; Gobierno del Estado (SEFADER, medio ambiente)
Sismo	Viviendas	Mejorar las características estructurales de las viviendas (hay viviendas de adobe); Ya se	Gobierno del Estado (vivienda bienestar, protección civil),

Amenazas	Vulnerabilidades	Acciones de prevención o mitigación	Responsables de atender el riesgo
		cuenta con GPS y equipo de cómputo para georreferenciar puntos afectados	Escuelas, Ayuntamiento Municipal
Sismo	Personas	Capacitar en procedimientos de evacuación a la comunidad; definir puntos de reunión en caso de emergencia	Ayuntamiento municipal; Gobierno del Estado (protección civil)
Sismo	Infraestructura pública	Mejorar las características estructurales de la infraestructura; Cumplir con normativa estructural para nuevas edificaciones.	Ayuntamiento municipal; Gobierno del Estado (SIC, Gubernatura, CEABIEN)
Tormenta eléctrica	Comunicaciones	Convenios de colaboración para pronto restablecimiento de servicio	CFE-Iniciativa privada (dueños de antenas)
Tormenta	Sistema eléctrico	Disponibilidad de plantas de emergencia para servicios de salud y seguridad. Convenio de colaboración con CFE para la atención de cortes de energía.	Ayuntamiento municipal, Gobierno Federal (CFE)
Lluvia severa	Cultivos	Construcción de drenaje pluvial en zonas de cultivo	Comisariado de bienes comunales, Gobierno del Estado (SEFADER, medio Ambiente, SIC)
Vientos fuertes	Viviendas	Mejorar las características estructurales de los techos de las viviendas	Gobierno del Estado (Vivienda Bienestar). Población en general; Ayuntamiento Municipal
Vientos fuertes	Cultivos	Sembrar árboles coposos a las orillas de los campos de siembra	Gobierno del Estado (SEFADER, Medio Ambiente); Agricultores; Ayuntamiento Municipal; Comisariado de bienes comunales
Derrumbes	Carreteras	Fortalecer las capacidades de maquinaria y herramienta para quitar deslaves	Ayuntamiento municipal; Gobierno del Estado (CABIEN, SIC, Gubernatura)
Deslaves	Sistema eléctrico	Disponibilidad de plantas de emergencia para servicios de salud y seguridad. Convenio de colaboración con CFE para la atención de cortes de energía.	Ayuntamiento municipal, Gobierno Federal (CFE)

VI.4 Conclusiones y recomendaciones

VI.4.1 Conclusiones

Dado que, en el municipio, los fenómenos hidrometeorológicos se relacionan con los derrumbes, el riesgo más importante identificado según la percepción de los asistentes al taller en el municipio tiene que ver con la inestabilidad de laderas en su proceso de derrumbes. Aunado a lo anterior, en el análisis de cartografía se detectaron niveles de riesgo muy alto para la zona habitada del municipio y de sus carreteras, no solo de uno sino de los cuatro procesos relacionados a la inestabilidad de laderas, además de ello, en los recorridos de campo se detectaron indicios y evidencias de este fenómeno, por lo que sería de utilidad retomar la propuesta de equipar al municipio con maquinaria y herramienta para poder enfrentar a estos fenómenos, además, sería de suma importancia atender el peligro presente en la carretera de acceso al municipio.

En relación al fenómeno de incendios, es de suma importancia mantener y mejorar la incipiente organización comunitaria, además de equipar y capacitar equipos para la atención y mitigación del riesgo que representa esta amenaza; a pesar de que las afectaciones no son perceptibles por la comunidad, ya son mínimas las zonas de vegetación primaria e incluso la secundaria empieza a disminuir notoriamente, lo anterior, aunado al cambio climático global, pueden ser un factor que contribuya a que el fenómeno de sequía empiece a tomar relevancia en el municipio, ocasionando afectaciones a la comunidad, que como fue analizado, impacta en la producción de granos básicos de autoconsumo de la población, lo anterior se refuerza con el análisis cartográfico en donde la sequía muestra niveles de riesgo alto.

Es relevante comentar el riesgo alto por explosiones de combustible en pequeños comercios que se deriva del análisis cartográfico ya que en los recorridos de campo no se observaron puntos de venta de combustible a granel, sin embargo, la posibilidad que existan es latente debido a que la gasolinera más cercana se encuentra aproximadamente a 100 km del municipio, pero el hecho que los puntos de venta sean invisibilizados no permite la verificación sobre el adecuado manejo de los combustibles.

Aunque la cabecera municipal está catalogada como urbana, el número de habitantes corresponde a una comunidad rural, posible explicación al hecho que las capacidades de gestión y operación del Ayuntamiento son limitadas, sin embargo, se percibe colaboración con el comisariado de bienes comunales; a pesar de ello, deberán contar con el apoyo y seguimiento de parte de los gobiernos estatal y federal para garantizar la sostenibilidad en la atención, prevención y mitigación del riesgo que representan las amenazas detectadas.

Por último, a pesar de las limitantes que pueda tener el municipio, hay acciones prácticas que se puede llevar a cabo, como organizar a la población en sistemas de

alerta temprana o en la capacitación para nuevas formas de cultivo acompañadas con sistemas tecnificados de riego.

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

Debido a la pérdida de vegetación primaria, es recomendable que se definan áreas de protección forestal de tal forma que se pueda recuperar la vegetación, para mitigar el impacto y la deforestación misma que se presenta.

En lo referente a la zona habitada, se recomendaría implementar políticas públicas encaminadas al cumplimiento de las normas de construcción de viviendas, sobre todo en lo relativo a los estudios de mecánica de suelos.

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

Con relación a los indicios de inestabilidad de laderas en la calle principal en el centro de San Juan Yatzona, es recomendable realizar estudios de tipo geológico estructural y de mecánica de suelos, para definir la presencia o no de la inestabilidad de la ladera y poder llevar a cabo acciones de mitigación en caso de que se requiera.

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. Grado de peligro por fenómenos naturales en el municipio de San Juan Yatzona 14
Tabla 1. Grado de peligro por Inundaciones en el municipio de San Juan Yatzona 14
Tabla 2. Grado de susceptibilidad por inestabilidad de laderas en el municipio de San Juan Yatzona 14
Tabla 1. Grado de peligro por Sismo en el municipio de San Juan Yatzona 15
Tabla 2. Declaratoria por desastre para el municipio de San Juan Yatzona 15
Tabla 3. Declaratorias por emergencia para el municipio de San Juan Yatzona 16
Tabla 4. Localidades del municipio de San Juan Yatzona 26
Tabla 5. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de San Juan Yatzona 30
Tabla 6. Proporción del territorio del municipio de San Juan Yatzona en las subprovincias fisiográficas 32
Tabla 7. Sistema de topoformas presente en el municipio de San Juan Yatzona 34
Tabla 8. Geología del municipio de San Juan Yatzona 34
Tabla 9. Relieve, clima y vegetación del municipio de San Juan Yatzona 36
Tabla 10. Fallas y fracturas en el municipio de San Juan Yatzona 38
Tabla 11. Características de los diferentes tipos de suelo presentes en el municipio de San Juan Yatzona 38
Tabla 12. Longitud de los afluentes con los que cuenta el municipio de San Juan Yatzona 40
Tabla 13. Cuencas presentes en el municipio de San Juan Yatzona 43
Tabla 14. Descripción de los climas presentes en el municipio de San Juan Yatzona 44
Tabla 15. Superficie del municipio de San Juan Yatzona por rango de temperaturas (°C) medias anuales 46
Tabla 16. Superficie por rango de precipitación anual (mm) en el municipio de San Juan Yatzona 48
Tabla 17. Evapotranspiración (mm/año) en el municipio de San Juan Yatzona 50
Tabla 18. Vulnerabilidad ante el cambio climático del municipio de San Juan Yatzona 50
Tabla 19. Uso de suelo y vegetación en el municipio de San Juan Yatzona 52
Tabla 20. Uso de suelo y vegetación en el municipio de San Juan Yatzona 54
Tabla 21. Población total del municipio de San Juan Yatzona 55
Tabla 22. Población del municipio de San Juan Yatzona por localidad 55
Tabla 23. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de San Juan Yatzona 57
Tabla 24. Distribución de habitantes con discapacidad por localidad en el municipio de San Juan Yatzona 59
Tabla 25. Población hablante de alguna lengua indígena por sexo y localidad del municipio de San Juan Yatzona 59
Tabla 26. Distribución de habitantes con servicios de salud por localidad en el municipio de San Juan Yatzona 61
Tabla 27. Población económicamente activa (PEA) en el municipio de San Juan Yatzona 61

Tabla 28. Población económicamente activa, ocupada y desocupada, por localidad del municipio de San Juan Yatzona 62
Tabla 29. Unidades de producción agropecuarias en el municipio de San Juan Yatzona 64
Tabla 30. Producción pecuaria 2022 en el municipio de San Juan Yatzona 64
Tabla 31. Centralidades de las actividades económicas en el municipio de San Juan Yatzona 65
Tabla 32. Grado de vulnerabilidad social y resiliencia del municipio de San Juan Yatzona 67
Tabla 33. Índice de rezago social del municipio de San Juan Yatzona 68
Tabla 34. Distribución de viviendas habitadas total y por localidad en el municipio de San Juan Yatzona 68
Tabla 35. Servicios dentro de la vivienda por localidad en el municipio de San Juan Yatzona 69
Tabla 36. Infraestructura de salud en las localidades del municipio de San Juan Yatzona 71
Tabla 37. Infraestructura educativa en el municipio de San Juan Yatzona 71
Tabla 38. Infraestructura de comunicaciones y transporte en el municipio de San Juan Yatzona 73
Tabla 39. Cobertura de agua potable en el municipio de San Juan Yatzona 75
Tabla 1. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes 80
Tabla 2. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a derrumbes. 81
Tabla 3. Matrices para el cálculo de CI 82
Tabla 4. 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 83
Tabla 5. 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 83
Tabla 6. Índice aleatorio (RI) estandarizado 84
Tabla 7. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 84
Tabla 8. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles por Flujos 85
Tabla 9. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a flujos 85
Tabla 10. Resultados de la multiplicación de las matrices de importancia relativa y el peso específico de zonas susceptibles a flujos. 86
Tabla 11. Resultados correspondientes a B/A. 86
Tabla 12. Índice aleatorio (RI) estandarizado 86
Tabla 13. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 87
Tabla 14. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles por deslizamientos 87
Tabla 15. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a deslizamientos 88
Tabla 16. Resultados de la multiplicación de las matrices de importancia relativa y el peso específico de zonas susceptibles a deslizamientos 88
Tabla 17. Datos requeridos para calcular el CI (índice de consistencia) 88
Tabla 18. Índice aleatorio (RI) estandarizado 89

Tabla 19. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 89

Tabla 20. Comparación de la importancia relativa entre los parámetros seleccionados para la estimación de zonas susceptibles para cálculo de caída de detritos 90

Tabla 21. Peso específico calculado por parámetro empleado en el análisis multicriterio para la estimación de zonas susceptibles a caída de detritos 91

Tabla 22. Matrices para el cálculo de CI. 91

Tabla 23. 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 92

Tabla 24. Datos resultantes entre la división del peso específico de cada parámetro y la suma de valores de la multiplicación entre las matrices 92

Tabla 25. Índice aleatorio (RI) estandarizado 93

Tabla 26. Relación entre el tamaño de la matriz y el radio de consistencia 93

Tabla 27. Grado de intensidad 97

Tabla 28. Escala de Intensidad de Mercalli Modificada Abreviada 120

Tabla 29. Resumen de los principales procesos geológicos capaces de provocar daños. 122

Tabla 30. Regionalización sismotectónica de la República Mexicana-sismos someros 125

Tabla 31. Regionalización sismotectónica de la República Mexicana-sismos intermedios 125

Tabla 32. Valores de aceleración máxima del terreno, correspondientes a periodos de retorno de 10, 100 y 500 años para San Juan Yatzona. Fuente: CENAPRED, 2014. 129

Tabla 33. Talud con las componentes del peso y empuje sísmico. Fuente: CFE. 136

Tabla 34. Exploración y caracterización del terreno en función de la estructura 137

Tabla 35. Clasificación de Terreno (MDOC-CFE, 2015) 139

Tabla 36. Parámetros espectrales 140

Tabla 37. Restricciones de los valores de $a0r$, $a0$ y c (en $cms2$) 140

Tabla 38. Valores de los periodos característicos y exponentes que controlan las ramas descendentes de los espectros de diseño 140

Tabla 39. Regionalización sísmica 141

Tabla 40. Resumen de los efectos de cenizas volcánicas 149

Tabla 41. Matriz de comparación y pesos obtenidos para el cálculo de peligro/amenaza por inundaciones 168

Tabla 42. Estaciones consideradas para las interpolaciones de los fenómenos de tormentas eléctricas, las temperaturas máximas y mínima, las tormentas de granizo y las lluvias extremas 169

Tabla 43. Alturas de marea de tormenta (m) 173

Tabla 44. Alturas de marea de tormenta y pleamar a nivel municipal (m) 173

Tabla 45. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza por sequías 175

Tabla 46. Matriz de Comparación para cálculo de peligro/amenaza de heladas 176

Tabla 47. Días con tormentas eléctricas 203

Tabla 48. Porcentaje de área con sequía 211

Tabla 49. Vulnerabilidad por altas temperaturas 214

Tabla 50. Umbrales de temperatura 214

Tabla 51. Efectos ambientales por Heladas 234

Tabla 52. Umbrales de temperatura 234
Tabla 53. Clasificación de lluvias según su intensidad en 24 h 237
Tabla 54. Degradación de suelo 255
Tabla 55. Rangos para asignar a cada categoría de exposición en el municipio 278
Tabla 1. Resultados para la estimación del riesgo 281
Tabla 2. Resultados para la estimación del riesgo para los componentes de inestabilidad de laderas 281
Tabla 3. Riesgo por deslizamientos en el municipio 282
Tabla 4. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años 283
Tabla 5. Riesgo por deslizamiento para un periodo de retorno de 10 años 284
Tabla 6. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años 285
Tabla 7. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años 287
Tabla 8. Riesgo por derrumbes en el municipio 288
Tabla 9. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años 289
Tabla 10. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años 290
Tabla 11. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años 291
Tabla 12. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años 292
Tabla 13. Riesgo por caída de detritos en el municipio 293
Tabla 14. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años 294
Tabla 15. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años 295
Tabla 16. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años 297
Tabla 17. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 50 años 297
Tabla 18. Riesgo por flujos en el municipio 298
Tabla 19. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 5 años 300
Tabla 20. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años 301
Tabla 21. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 20 años 302
Tabla 22. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 50 años 304
Tabla 23. Riesgo por fenómenos geológicos presentes el en municipio 304
Tabla 24. Riesgo por aceleración sísmica 306
Tabla 25. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 10 años 307
Tabla 26. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 100 años 308
Tabla 27. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 1000 años 308
Tabla 28. Riesgos en el municipio por aceleración sísmica 309
Tabla 29. Riesgo por hundimientos del suelo en el municipio 311
Tabla 30. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio 311
Tabla 31. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio 312
Tabla 32. Riesgos en el municipio por mecanismos de hundimientos 313
Tabla 33. Riesgo por inundaciones pluviales en el municipio 315
Tabla 34. Riesgo por precipitación máxima en el municipio 316
Tabla 35. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 24 horas en el municipio 316

Tabla 36. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 2 años en el municipio 318
Tabla 37. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 5 años en el municipio 319
Tabla 38. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 10 años en el municipio 320
Tabla 39. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años en el municipio 322
Tabla 40. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 50 años en el municipio 323
Tabla 41. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio 323
Tabla 42. Riesgo por tormentas eléctricas en el municipio 325
Tabla 43. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 326
Tabla 44. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 327
Tabla 45. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 328
Tabla 46. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 330
Tabla 47. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 330
Tabla 48. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 332
Tabla 49. Riesgos en el municipio por fenómenos hidrometeorológicos 333
Tabla 50. Riesgo por heladas o temperaturas mínimas en el municipio 333
Tabla 51. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 335
Tabla 52. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 336
Tabla 53. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 337
Tabla 54. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 339
Tabla 55. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 340
Tabla 56. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 340
Tabla 57. Riesgo por tormentas de granizo en el municipio 341
Tabla 58. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 343
Tabla 59. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 344
Tabla 60. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 345
Tabla 61. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 347
Tabla 62. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 347
Tabla 63. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 349
Tabla 64. Riesgo por nevadas en el municipio 350
Tabla 65. Riesgos en el municipio por ondas gélidas 351
Tabla 66. Riesgo por temperaturas máximas en el municipio 351
Tabla 67. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio 353
Tabla 68. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio 354
Tabla 69. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio 355
Tabla 70. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio 357
Tabla 71. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio 357
Tabla 72. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio 359
Tabla 73. Riesgo por sequías en el municipio 360
Tabla 74. Riesgo por tornados en el municipio 361

Tabla 75. Riesgos en el municipio por ondas cálidas ... 362
Tabla 76. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio ... 363
Tabla 77. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio ... 364
Tabla 78. Riesgo por incendios forestales en el municipio ... 365
Tabla 79. Riesgos en el municipio por fenómenos químico-tecnológicos ... 366
Tabla 80. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio ... 368
Tabla 81. Riesgo por plaga de xyleborus en el municipio ... 368
Tabla 82. Riesgo por plaga de sphaeropsis en el municipio ... 369
Tabla 83. Riesgo por plaga de ocoaxo en el municipio ... 370
Tabla 84. Riesgo por plaga de euwallacea en el municipio ... 371
Tabla 85. Riesgo por plaga de descortezador en el municipio ... 372
Tabla 86. Riesgo por plaga de defoliador en el municipio ... 373
Tabla 87. Riesgo por plaga de coptotermes en el municipio ... 374
Tabla 88. Riesgos en el municipio por fenómenos sanitario-ecológicos ... 375
Tabla 89. Riesgo por ocurrencia de accidentes automovilísticos en el municipio ... 376
Tabla 90. Riesgos en el municipio por fenómenos socio organizativos ... 377
Tabla 91. Resumen del nivel de riesgos de los fenómenos perturbadores que amenazan al municipio ... 383
Tabla 92. Principales riesgos que amenazan al municipio ... 386
Tabla 93. Análisis de las medidas, instrumentos y acciones específicas que podría implementar el municipio para la Reducción de Riesgos de Desastres ... 388
Tabla 94. Cronología de eventos peligrosos ... 394
Tabla 95. Amenazas y vulnerabilidades identificadas por la población ... 398
Tabla 96. Valoración y priorización de las amenazas ... 399
Tabla 97. Amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población 400
Tabla 98. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio ... 404
Tabla 99. Resultados del Análisis de Peligros del Municipio ... 408
Tabla 100. Resultados del cálculo del Nivel de Riesgo ... 410
Tabla 101. Peligros, amenazas, vulnerabilidades y posibles acciones de Reducción de Riesgos identificadas por la población ... 413

Mapas

Mapa 1. Macrolocalización del municipio de San Juan Yatzona ... 25
Mapa 2. Microlocalización del municipio de San Juan Yatzona ... 26
Mapa 3. Mapa Base del municipio de San Juan Yatzona ... 28
Mapa 4. Provincia fisiográfica donde se ubica el municipio de San Juan Yatzona ... 31
Mapa 5. Subprovincia fisiográfica dentro el municipio de San Juan Yatzona ... 32
Mapa 6. Sistema de topoformas presente en el municipio de San Juan Yatzona ... 33

Mapa 7. Geológica (litología) en el municipio de San Juan Yatzona 35
Mapa 8. Relieve, clima y vegetación del municipio de San Juan Yatzona 36
Mapa 9. Fallas y fracturas en el municipio de San Juan Yatzona 37
Mapa 10. Edafología presente en el municipio de San Juan Yatzona 39
Mapa 11. Tipos de corrientes presentes en el municipio de San Juan Yatzona 41
Mapa 12. Regiones hidrológicas presentes en el municipio de San Juan Yatzona 42
Mapa 13. Cuencas presentes en el municipio de San Juan Yatzona 43
Mapa 14. Clima presente en el municipio de San Juan Yatzona 45
Mapa 15. Superficie del municipio de San Juan Yatzona por rango de temperaturas (°C) medias anuales 47
Mapa 16. Precipitación media anual presente en el municipio de San Juan Yatzona 48
Mapa 17. Evapotranspiración (mm/año) en el municipio de San Juan Yatzona 49
Mapa 18. Uso de suelo y vegetación en el municipio de San Juan Yatzona 51
Mapa 19. Uso de suelo de agricultura y pastizales en el municipio de San Juan Yatzona 52
Mapa 20. Tipos de vegetación en el municipio de San Juan Yatzona 54
Mapa 21. Asentamientos humanos en el municipio de San Juan Yatzona 56
Mapa 22. Centralidades de las actividades económicas en el municipio de San Juan Yatzona 66
Mapa 23. Índice de marginación del municipio de San Juan Yatzona 67
Mapa 24. Infraestructura de salud en las localidades del municipio de San Juan Yatzona 70
Mapa 25. Infraestructura educativa en el municipio de San Juan Yatzona 72
Mapa 26. Infraestructura de comunicaciones y transporte en el municipio de San Juan Yatzona 74
Mapa 27. Infraestructura eléctrica en el municipio de San Juan Yatzona 76
Mapa 28. Peligro por deslizamientos 96
Mapa 29. Mapa de Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años 98
Mapa 30. Mapa de Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años 99
Mapa 31. Mapa de Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años 100
Mapa 32. Mapa de Peligro por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años 101
Mapa 33. Susceptibilidad por derrumbes 103
Mapa 34. Mapa de Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años 104
Mapa 35. Mapa de Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años 105
Mapa 36. Mapa de Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años 106
Mapa 37. Mapa de Peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años 107
Mapa 38. Mapa de susceptibilidad por detritos 108
Mapa 39. Mapa de susceptibilidad por detritos periodo de retorno de 5 años 109
Mapa 40. Mapa de susceptibilidad por detritos periodo de retorno de 10 años 110
Mapa 41. Mapa de susceptibilidad por detritos periodo de retorno de 20 años 111
Mapa 42. Mapa de susceptibilidad por detritos periodo de retorno de 50 años 112
Mapa 43. Susceptibilidad por flujos 114
Mapa 44. Mapa de peligro por flujos para un periodo de retorno de 5 años 115
Mapa 45. Mapa de peligro por flujos para un periodo de retorno de 10 años 116

Mapa 46. Mapa de peligro por flujos para un periodo de retorno de 20 años 117
Mapa 47. Peligro por flujos para un periodo de retorno de 50 años 118
Mapa 48. Placas tectónicas 123
Mapa 49. Regionalización Sismotectónica 124
Mapa 50. Regionalización sísmica 126
Mapa 51. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 10 años (CFE, 2010) 127
Mapa 52. Aceleración máxima del terreno, para un periodo de retorno de 100 años (CFE, 2010) 128
Mapa 53. Períodos de retorno para aceleraciones del 0.15 de g o mayores (CFE, 2010), la escala de lado derecho tiene valores en años. 129
Mapa 54. Ubicación San Juan Yatzona Regionalización sísmica 143
Mapa 55. Principales volcanes activos 145
Mapa 56. Escenario 1 de probabilidad Baja. 147
Mapa 57. Escenario 2 de probabilidad Baja. 148
Mapa 58. Escenario 3 de probabilidad Baja. 150
Mapa 59. Peligros volcán Popocatépetl. 151
Mapa 60. Peligro / Amenaza por vulcanismo 152
Mapa 61. Mapa de susceptibilidad de subsidencia 157
Mapa 62. Mapa de susceptibilidad de derrumbes 159
Mapa 63. Susceptibilidad por hundimientos por fallas y fracturas en el municipio 162
Mapa 64. Mapa de susceptibilidad por subsidencia en el municipio 164
Mapa 65. Susceptibilidad por agrietamientos 166
Mapa 66. Mapa de amenaza por inundaciones pluviales en el municipio 177
Mapa 67. Mapa de amenaza por precipitación máxima 181
Mapa 68. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 24 horas 182
Mapa 69. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 183
Mapa 70. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 184
Mapa 71. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 185
Mapa 72. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 186
Mapa 73. Peligro por precipitación máxima en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 187
Mapa 74. Días con Granizo 189
Mapa 75. Grado de peligro por granizo 190
Mapa 76. Amenaza por días con granizo en el municipio 191
Mapa 77. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 2 años 192
Mapa 78. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 5 años 193
Mapa 79. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 10 años 194
Mapa 80. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 25 años 195
Mapa 81. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 50 años 196
Mapa 82. Peligro por tormenta de granizo para un periodo de retorno de 100 años 197
Mapa 83. Grado de peligro por nevada 199

Mapa 84. Amenaza por nevadas en el municipio 200
Mapa 85. Grado de peligro con tormentas 201
Mapa 86. Grado de peligro por tormentas eléctricas 202
Mapa 87. Grado de peligro por tormentas eléctricas 203
Mapa 88. Amenaza por tormentas eléctricas en el municipio 204
Mapa 89. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 2 años 205
Mapa 90. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 5 años 206
Mapa 91. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 10 años 207
Mapa 92. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 25 años 208
Mapa 93. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 50 años 209
Mapa 94. Amenaza peligro por tormentas eléctricas para un período de retorno de 100 años 210
Mapa 95. Amenaza peligro por sequía 212
Mapa 96. República Mexicana de Ondas Cálidas 215
Mapa 97. República Mexicana días con heladas 216
Mapa 98. Amenaza peligro por temperaturas máximas en el municipio 218
Mapa 99. Amenaza peligro por temperaturas máximas (Isotermas) 219
Mapa 100. Amenaza peligro por temperaturas máximas (Isotermas) 219
Mapa 101. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 220
Mapa 102. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio, periodo de retorno de 5 años 221
Mapa 103. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio, periodo de retorno de 10 años 222
Mapa 104. Peligro por temperaturas máximas extremas en el municipio periodo de retorno de 25 años 223
Mapa 105. Amenaza peligro temperaturas máximas extremas, periodo de retorno de 50 años 224
Mapa 106. Número de días con heladas 226
Mapa 107. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 2 años 228
Mapa 108. Amenaza peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 5 años 229
Mapa 109. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 10 años 230
Mapa 110. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 25 años 231
Mapa 111. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 50 años 232
Mapa 112. Peligro por temperaturas mínimas extremas en el municipio en un periodo de retorno de 100 años 233
Mapa 113. Grado de peligro por bajas temperaturas 235
Mapa 114. Susceptibilidad por heladas en el municipio 236
Mapa 115. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales 239
Mapa 116. Amenaza por presencia de tornados en el municipio 240
Mapa 117. Amenaza susceptibilidad por incendios forestales 247
Mapa 118. Amenaza por contaminación del agua 250
Mapa 119. Amenaza por contaminación del aire por fuentes móviles y fijas 252
Mapa 120. Amenaza por contaminación del aire 253
Mapa 121. Amenaza por plagas forestales (Sphaeropsis) 257

Mapa 122. Amenaza por plagas forestales (Xyleborus) 258
Mapa 123. Amenaza por plagas forestales (Coptotermes gestroi) 259
Mapa 124. Amenaza por plagas forestales (Defoliador) 260
Mapa 125. Amenaza por plagas forestales (Descortezador) 261
Mapa 126. Amenaza por plagas forestales (euplatypus coptoburus) 262
Mapa 127. Amenaza por plagas forestales (Euwallacea) 263
Mapa 128. Amenaza por plagas forestales (Ocoaxo) 264
Mapa 129. Amenaza por plagas plantas parásitas 265
Mapa 130. Amenaza por plagas forestales (Coptotermes gestroi) 267
Mapa 131. Amenaza en recintos por concentraciones masivas de población 270
Mapa 132. Intensidad de afectación en carreteras 271
Mapa 133. Vulnerabilidad social 275
Mapa 134. Vulnerabilidad social localidades rurales 276
Mapa 135. Vulnerabilidad social localidades Urbanas 277
Mapa 136. Mapa vulnerabilidad por exposición 279
Mapa 137. Riesgo por deslizamientos en el municipio 282
Mapa 138. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 5 años 283
Mapa 139. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 10 años 284
Mapa 140. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 20 años 285
Mapa 141. Riesgo por deslizamientos para un periodo de retorno de 50 años 286
Mapa 142. Riesgo por derrumbes en el municipio 287
Mapa 143. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años 289
Mapa 144. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años 290
Mapa 145. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 20 años 291
Mapa 146. Riesgo por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años 292
Mapa 147. Riesgo por caída de detritos en el municipio 293
Mapa 148. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 5 años 294
Mapa 149. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 10 años 295
Mapa 150. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 20 años 296
Mapa 151. Riesgo por caída de detritos para un periodo de retorno de 50 años 298
Mapa 152. Riesgo por flujos en el municipio 299
Mapa 153. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 5 años 300
Mapa 154. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 10 años 301
Mapa 155. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 20 años 302
Mapa 156. Riesgo por flujos para un periodo de retorno de 50 años 303
Mapa 157. Riesgo por aceleración sísmica 305
Mapa 158. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 10 años 306
Mapa 159. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 1000 años 309
Mapa 160. Riesgo por hundimientos del suelo en el municipio 310

Mapa 161. Riesgo por subsidencia del suelo en el municipio....312
Mapa 162. Riesgo por agrietamientos del suelo en el municipio....313
Mapa 163. Riesgo por inundaciones pluviales del suelo en el municipio....314
Mapa 164. Riesgo por precipitación máxima en el municipio....315
Mapa 165. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 24 horas en el municipio....317
Mapa 166. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 2 años en el municipio....318
Mapa 167. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 5 años en el municipio....319
Mapa 168. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 10 años en el municipio....320
Mapa 169. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 25 años en el municipio....321
Mapa 170. Riesgo por precipitación máxima en un periodo de retorno por 50 años en el municipio....322
Mapa 171. Riesgo por ciclones tropicales en el municipio....324
Mapa 172. Riesgo por tormentas eléctricas en el municipio....325
Mapa 173. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio....326
Mapa 174. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio....327
Mapa 175. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio....328
Mapa 176. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio....329
Mapa 177. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio....331
Mapa 178. Riesgo por tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio....332
Mapa 179. Riesgo por heladas o temperaturas mínimas en el municipio....334
Mapa 180. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 2 años en el municipio....335
Mapa 181. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 5 años en el municipio....336
Mapa 182. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 10 años en el municipio....337
Mapa 183. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 25 años en el municipio....338
Mapa 184. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 50 años en el municipio....339
Mapa 185. Riesgo por temperatura mínima para un periodo de retorno de 100 años en el municipio....341
Mapa 186. Riesgo por tormentas de granizo en el municipio....342
Mapa 187. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 2 años en el municipio....343
Mapa 188. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 10 años en el municipio....345
Mapa 189. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 25 años en el municipio....346
Mapa 190. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años en el municipio....348
Mapa 191. Riesgo por tormentas de granizo para un periodo de retorno de 100 años en el municipio....349
Mapa 192. Riesgo por nevadas en el municipio....350
Mapa 193. Riesgo por temperaturas máximas en el municipio....352
Mapa 194. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 2 años en el municipio....353
Mapa 195. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 5 años en el municipio....354
Mapa 196. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 10 años en el municipio....355
Mapa 197. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 25 años en el municipio....356
Mapa 198. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 50 años en el municipio....358
Mapa 199. Riesgo por temperaturas máximas para un periodo de retorno de 100 años en el municipio....359

Mapa 200. Riesgo por sequías en el municipio 360
Mapa 201. Riesgo por tornados en el municipio 361
Mapa 202. Riesgo por explosión de combustible en calles en el municipio 363
Mapa 203. Riesgo por explosión de pequeños comercios en el municipio 364
Mapa 204. Riesgo por incendios forestales en el municipio 366
Mapa 205. Riesgo por plaga xyleborus en el municipio 369
Mapa 206. Riesgo por plaga sphaeropsis en el municipio 370
Mapa 207. Riesgo por plaga ocoaxo en el municipio 371
Mapa 208. Riesgo por plaga euwallacea en el municipio 372
Mapa 209. Riesgo por plaga descortezador en el municipio 373
Mapa 210. Riesgo por plaga defoliador en el municipio 374
Mapa 211. Riesgo por plaga coptotermes en el municipio 375
Mapa 212. Riesgo por ocurrencia de accidentes automovilísticos en el municipio 377

Gráficas

Gráfica 1. Longitud de los afluentes con los que cuenta el municipio de San Juan Yatzona 40
Gráfica 2. Superficie del municipio de San Juan Yatzona por rango de temperaturas (°C) medias anuales 46
Gráfica 3. Distribución de la población por rango de edad en el municipio de San Juan Yatzona 58
Gráfica 4. Población hablante de alguna lengua indígena por sexo y localidad del municipio de San Juan Yatzona 60
Gráfica 5. Población económicamente activa (PEA) en el municipio de San Juan Yatzona 62
Gráfica 6. Población económicamente activa, ocupada y desocupada, por localidad del municipio de San Juan Yatzona 63
Gráfica 7. Sismos ocurridos de 1990-2020 (USGS, 2020). 130
Gráfica 8. Registro de terremotos más significativos en el País 131
Gráfica 9. Registro de terremotos más significativos en el Estado de Oaxaca 134
Gráfica 10. Riesgo por aceleración sísmica para un periodo de retorno de 100 años 307
Gráfica 11. Riesgo por plagas de plantas parásitas en el municipio 367

Ilustraciones

Imagen 1. Esquema Metodológico del Atlas de Riesgo 18
Imagen 2. Mecanismo potencial de Falla de Deslizamiento Rotacional (A) y Mecanismo Potencial de Falla de Deslizamiento Traslacional (B). 94
Imagen 3. Mecanismo potencial de Falla Volteo (A) y Mecanismo Potencial de Falla caída o desprendimiento (B). 103
Imagen 4. Mecanismo potencial de Flujos 113
Imagen 5. Elementos a considerar en el mapeo de fracturas y fallas. 155

Imagen 6. Inundaciones áreas ribereñas 179
Imagen 7. Etapas de la Gestión Integral de Riesgos de Desastres 379
Imagen 8. Estrategias para la Gestión de Riesgos de Desastres 380
Imagen 9. Clasificación de la medidas e instrumentos de mitigación 381
Imagen 10. Ladera inestable ubicada en el acceso principal a San Juan Yatzona 396
Imagen 11. Agrietamiento de la vialidad principal de San Juan Yatzona 397
Imagen 12. Herramienta para el análisis de peligros 401
Imagen 13. Criterios de evaluación de los factores de peligros 402
Imagen 14. Matriz de Peligro para realizar el cruce de frecuencia e intensidad para determinar el valor final de cada peligro 402
Imagen 15. Criterios para determinar el valor final del peligro 403
Imagen 16. Análisis de Vulnerabilidades 405
Imagen 17. Ejemplo de valores para la valoración de las Vulnerabilidades 406
Imagen 18. Criterios para determinar el valor final de vulnerabilidad 406
Imagen 19. Criterios para determinar el valor final del Riesgo 409
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 409
Imagen 21. Fases del ciclo de gestión del riesgo que se atienden en este Instrumento 411
Imagen 22. Mapeo de acciones para la reducción del riesgo que se atienden en este Instrumento 412

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

Alejandro S. Sánchez Vélez, R. M. (2003). *La cuenca hidrográfica: unidada básica de planeación y manejo de recursos naturales.* México, D. F.: SEMARNAT.

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. (2021). *Información básica de peligros naturales a nivel Municipal - San Juan Yatzona, Oaxaca.* Ciudad de México: Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos.

CENAPRED. (23 de Enero de 2024). *Sistema de Consulta de Declaratorias*. Obtenido de Sistema de Consulta de Declaratorias 2000-2023: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/#

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

CFE. (2015). *Manual de Diseño de Obras Civiles – Diseño por Sismo, CFE-IIE versión 2015.* México: CENAPRED.

Climático, I. N. (11 de Marzo de 2024). *Adaptación al cambio climático*. Obtenido de Vulnerabilidad al cambio climático: https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/vulnerabilidad-al-cambio-climatico-80125

CNPC, CENAPRED, SSPC. (2021). *Inestabilidad de Laderas. Serie Fascículos.* doi:ISBN: 970-628-896-1

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

Fundación Wikimedia, I. (12 de Marzo de 2024). *Usos de suelo*. Obtenido de Wikipedia, la enciclopedia libre: https://es.wikipedia.org/wiki/Usos_del_suelo

Fundación Wikimedia, I. (11 de 03 de 2024). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Litolog%C3%ADa

Fundación wikimedia, I. (12 de marzo de 2024). *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Obtenido de Evapotranspiración: https://es.wikipedia.org/wiki/Evapotranspiraci%C3%B3n

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

Geografía, I. N. (2001). *Diccionario de datos climáticos.* Aguascalientes, Ags: Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.

Geografía, I. N. (2004). *Síntesis de información Geográfica del Estado de Oaxaca.*

Geografía, I. N. (2021). *Diccionario de datos topográficos. Escala 1 :50 000. Versión 2.* Aguascalientes, Aguascalientes: INEGI.

Geografía, I. N. (01 de Marzo de 2024). *Características del Entorno Urbano y Localidad*. Obtenido de Red Nacional de Metadatos: https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/331/study-description

Geografía, I. N. (s.f.). *Caracteristicas edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México.* Documento interno de capacitación.

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

IEEPCO, I. E. (2022-2023). *Ficha informativa municipal - San Juan Yatzona.* Oaxaca: Comisión Permanente de Sistemas Normativos Indígenas 2022-2023.

INEGI. (2023). Evolución histórica de los municipios de México de 1810 a 2020 - Oaxaca. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

INEGI. (27 de Enero de 2024). *Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades.* Obtenido de Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades: https://www.inegi.org.mx/app/ageeml/

INEGI. (Febrero de 2024). Sistema para la Consulta de Información Censal, SCINCE. Oaxaca, México.

INEGI. (s.f.). *Panorama sociodemográfico de Oaxaca, Censo de Población y Vivienda 2020.*

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

Instituto Nacional de Estadistica, G. e. (2001). *Diccionario de datos fisiográficos.* Aguascalientes, Ags: Sistema Nacional de Información Geográfica.

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/

RAN. (15 de febrero de 2024). *PHINA Padrón e Historial de Núcleos Agrarios*. Obtenido de https://phina.ran.gob.mx/index.php

Reza, L. D. (marzo 2015). *Tesis para el grado de maestro: Aprendizaje de la agricultura familia: el caso de San Juan Yatzona, municipio de Oaxaca y Paredón Tanalá, municipio de Chiapas.* Universidad Autónoma Metropolitana.

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

Secretaría de Cultura, G. d. (28 de 02 de 2024). *Sistema de Información Cultural México*. Obtenido de Inventario del patrimonio cultural inmaterial: https://sic.gob.mx/lista.php?table=frpintangible&disciplina=&estado_id=20

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

SEMARNAT. (23 de Marzo de 2024). *La vegetación de México*. Obtenido de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_2008/02_ecosistemas/recuadro2_1.html

SEMARNAT, D. G. (12 de marzo de 2024). *Informe de la Situación del medio ambiente en México*. Obtenido de Vegetación y uso de suelo: https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/02_Vegetacion/2.1_Vegetacion/index.htm

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

Vásquez, A. R. (2017). *Tesis: Peligros geológicos por fallas y grietas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca con base en un estudio morfoestructural.* Toluca, Estado de México: Universidad Autoónoma del Estado de México.

Yatzona, H. A. (2014). *Plan Municipal de San Juan Yatzona para el Desarrollo con identidad en el marco de la estrategia SIN HAMBRE, Cruzada Nacional.*